



UNIVERZITET U
KRAGUJEVCU
AGRONOMSKI FAKULTET U
ČAČKU



UNIVERSITY OF
KRAGUJEVAC
FACULTY OF
AGRONOMY
ČAČAK

XXVI SAVETOVANJE O BIOTEHNOLOGIJI

sa međunarodnim učešćem

- ZBORNİK RADOVA -



Čačak, 12 - 13. mart 2021. godine

XXVI SAVETOVANJE O BIOTEHNOLOGIJI

sa međunarodnim učešćem

- Zbornik radova -

ORGANIZATOR I IZDAVAČ

**Univerzitet u Kragujevcu,
Agronomski fakultet u Čačku**

Organizacioni odbor

Prof. dr Milun Petrović, prof. dr Ljiljana Bošković-Rakočević, dr Duško Brković, spec. dr vet. med Miloš Petrović, dipl. inž. Miloš Marjanović

Programski odbor

Dr Vladimir Kurćubić, vanredni profesor, prof. dr Tomo Milošević, prof. dr Snežana Bogosavljević-Bošković, prof. dr Radojica Đoković, prof. dr Goran Dugalić, prof. dr Biljana Veljković, prof. dr Milena Đurić, prof. dr Milomirka Madić, prof. dr Leka Mandić, prof. dr Drago Milošević, prof. dr Aleksandar Paunović, prof. dr Lenka Ribić-Zelenović, prof. dr Vladeta Stevović, prof. dr Gordana Šekularac, dr Goran Marković, vanredni profesor, dr Pavle Mašković, vanredni profesor, dr Gorica Paunović, vanredni profesor, dr Snežana Tanasković, vanredni profesor, dr Mlađan Garić, vanredni profesor, dr Tomislav Trišović, vanredni profesor, dr Jelena Mašković, vanredni profesor, dr Jelena Mladenović, vanredni profesor, dr Vladimir Dosković, vanredni profesor, dr Ivan Glišić, docent, dr Dragan Vujić, docent, dr Marko Petković, docent, dr Nemanja Miletić, docent, dr Igor Đurović, docent, dr Simeon Rakonjac, docent, dr Dalibor Tomić, docent, dr Ranko Koprivica, docent, dr Mirjana Radovanović, docent, dr Milan Lukić, viši naučni saradnik

Tehnički urednici

Spec. dr vet. med Miloš Petrović, dipl.inž. Dušan Marković

Tiraž: 100 primeraka

Štampa

Štamparija Birograf Comp, 11080 Beograd

Godina izdavanja, 2021

PREDGOVOR

Promene koje se ubrzano dešavaju na globalnom i lokalnom nivou od naučnih, klimatskih, ekonomskih pa do političkih podstiču potrebu da proučimo njihov uticaj na živi svet i na jednu od najvažnijih ljudskih delatnosti - proizvodnju hrane.

Naša poljoprivreda, naše selo, naši poljoprivredni proizvođači nisu danas ono što su i pre trideset, četrdeset ili manje godina bili, srpsko selo se danas više nego ikad ubrzano i u hodu menja. Poljoprivredna nauka mora preuzeti deo odgovornosti u pogledu proizvodnje dovoljne količine kvalitetne hrane za ljudsku ishranu jer prolaze vremena kada se za svaku lošu žetvu traže opravdanja u klimi.

Sa ciljem da budemo u toku određenih zbivanja, kao i da sami svojim rezultatima utičemo na razvoj poljoprivrede i njenih pratećih delatnosti osim kroz edukaciju studenata, Agronomski fakultet u Čačku organizuje i Savetovanje o biotehnologiji.

Osnovni cilj Savetovanja je upoznavanje šire naučne i stručne javnosti sa rezultatima najnovijih naučnih istraživanja, domaćih i inostranih naučnika iz oblasti osnovne poljoprivredne proizvodnje i prerade i zaštite životne sredine. Na taj način fakultet nastoji da omogući direktan prenos naučnih rezultata široj proizvodnoj praksi, pa pored naučnih radnika, agronoma, tehnologa, na ovogodišnjem Savetovanju biće i značajan broj poljoprivrednih proizvođača, stručnih savetodavaca, nastavnika, itd.

U Zborniku radova XXVI Savetovanja o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, predstavljeno je ukupno 70 radova iz oblasti Ratarstva, Povrtarstva i Krmnog bilja, Voćarstva i vinogradarstva, Zootehnike, Zaštite bilja, proizvoda i životne sredine i Prehrambene tehnologije.

Pokrovitelj za XXVI Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem je Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, a materijalnu i organizacionu podršku su nam pružili grad Čačak, privrednici, dugogodišnji prijatelji Agronomskog fakulteta, kojima se i ovim putem zahvaljujemo.

Kolektivu Agronomskog fakulteta, takođe dugujemo zahvalnost, jer su i ovaj put radnici svih struktura, svako na svoj način, doprineli realizaciji još jednog Savetovanja.

U Čačku, marta 2021. godine

Programski i Organizacioni odbor
XXVI Savetovanja o biotehnologiji

SADRŽAJ

Sekcija: Ratarstvo, povrtarstvo i krmno bilje

<i>Ivica Djalović, Vuk Radojević, Vojislav Mihailović, Sanja Vasiljević, Bojan Mitrović:</i> GENOTIPSKI ODGOVOR NS HIBRIDA KUKURUZA NA POVEĆANU GUSTINU USEVA.....	11
<i>Ana Marjanović Jeromela, Federica Zanetti, Johann Vollmann, Barbara Alberghini, Arianna Borghesi, Sandra Cvejić, Ankica Kondić Špika, Andrea Monti, Dragana Miladinović:</i> COMPARISON OF CAMELINA SEED YIELD AND BIOMASS PRODUCTION IN CONTRASTING ENVIRONMENTS.....	19
<i>Ankica Kondić Špika, Dragana Trkulja, Sanja Mikić, Ljiljana Brbaklić:</i> COMPARISON OF AGRONOMICAL PERFORMANCE OF SERBIAN WHEAT CULTIVARS AND NILS WITH DIFFERENT PPD ALLELES.....	25
<i>Borislav Petković, Novo Pržulj, Vojo Radić, Darko Aćimović:</i> POTENCIJAL PRINOSA GENOTIPOVA CRVENE DJETELIENE (<i>Trifolium pratense</i> L.).....	31
<i>Dalibor Tomić, Vladeta Stevović, Dragan Đurović, Milomirka Madić, Miloš Marijanović, Aleksandar Simić, Jasmina Knežević:</i> ZNAČAJ PRAVILNE ISHRANE KRMNIH LEGUMINOZA FOSFOROM NA KISELIM ZEMLJIŠTIMA.....	37
<i>Vojin Đukić, Jegor Miladinović, Zlatica Miladinov Mamlić, Gordana Dozet, Marija Bajagić, Marijana Jovanović, Vojin Cvijanović:</i> PRINOS SOJE U ZAVISNOSTI OD VREMENA PRIMENE NPK ĐUBRIVA	43
<i>Duško Brković, Dalibor Tomić, Snežana Branković:</i> DIVERZITET I ANALIZA KVALITATIVNOG SASTAVA BILJNE ZAJEDNICE STRNIŠTA KAO POTENCIJALNE KRME.....	49
<i>Gordana Dozet, Vojin Đukić, Zlatica Miladinov Mamlić, Nenad Đurić, Gorica Cvijanović, Marijana Jovanović Todorović, Dimitrije Dozet:</i> UTICAJ SORTE I MIKROBIOLOŠKIH PREPARATA NA BROJ I MASU NODULA KOD ORGANSKE PROIZVODNJE PASULJA	55
<i>Gorica Cvijanović, Eltreki Abduladim, Nenad Đurić, Vojin Đukić, Gordana Dozet, Zlatica Miladinov Mamlić, Asija Abduladim:</i> UTICAJ PRIMENE NPK ĐUBRIVA I EFEKTIVNIH MIKROORGANIZAMA NA MASU I VISINU BILJAKA SOJE.....	61
<i>Kristina Luković, Veselinka Zečević, Vladimir Perišić, Milivoje Milovanović, Kamenko Bratković, Vera Rajičić:</i> STABILNOST PRINOSA ZRNA LINIJA PŠENICE CENTRA ZA STRNA ŽITA KRAGUJEVAC.....	67
<i>Ljiljana Bošković-Rakočević, Gorica Paunović, Goran Dugalić, Jelena Mladenović:</i> POGODNOST ZEMLJIŠTA ZA GAJENJE MALINE	73
<i>Marijana Dugalić, Ljiljana Bošković Rakočević, Vera Rajičić , Dragan Terzić:</i> UTICAJ NAČINA PRIMENE MINERALNIH ĐUBRIVA NA PRINOS KROMPIRA	79
<i>Milena Simić, Vesna Dragičević, Željko Dolijanović, Milan Brankov, Života Jovanović:</i> ZNAČAJ PREDUSEVA ZA PRODUKTIVNOST KUKURUZA	85
<i>Milomirka Madić, Dalibor Tomić, Aleksandar Paunović, Vladeta Stevović, Dragan Đurović:</i> PRINOS ZRNA HIBRIDA KUKURUZA RAZLIČITIH FAO GUPA ZRENJA.....	93

Miroljub Aksić, Gordana Šekularac, Slaviša Gudžić, Nebojša Gudžić, Dragan Grčak, Milosav Grčak, Borivoj Pejić, Aleksandar Đikić: EFEKAT ZALIVNOG REŽIMA U ZATVORENOM PROSTORU NA INTENZITET POJAVE PLAMENJAČE KRASTAVCA...	101
Slađana Đurašević, Uroš Pešović, Dejan Vujičić, Dušan Marković, Snežana Tanasković, Dalibor Tomić, Vladeta Stevović: PRAĆENJE AKTIVNOSTI PČELA PRIMENOM RAČUNARSKE VIZIJE	107
Svetlana Hadžić, Alma Mičijević, Vedrana Komlen: UTICAJ AGROEKOLOŠKIH USLOVA I FAZA RAZVOJA HELJDE (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench) NA SADRŽAJ RUTINA.	113
Vladeta Stevović, Dalibor Tomić, Dragan Đurović, Milomirka Madić: UNAPREĐENJE PROIZVODNJE STOČNE HRANE NA PRIRODNIM TRAVNJACIMA	119
<u>Sekcija: Voćarstvo i vinogradarstvo</u>	
Jelisaveta Seka Cvijanović, Miljan Cvetković, Tatjana Jovanović-Cvetković: UTICAJ PROREĐIVANJA PUPOLJAKA NA KVALITET PLODOVA TREŠNJE (<i>Prunus avium</i> L.) SORTI 'KORDIA' I 'SWEETHEART'	125
Ivana Milanović, Tomo Milošević, Gorica Paunović, Ivan Glišić, Radmila Ilić: UTICAJ HRANIVA I TERMINA SADNJE NA PROIZVODNE OSOBINE JAGODE (<i>Fragaria ananassa</i> Duch.)	131
Nela Bojović, Milan Jovanović, Biljana Veljković, Ranko Koprivica, Dušan Marković: KALKULACIJA PROIZVODNJE KRUŠKE SORTE VILJAMOVKA NA PORODIČNOM GAZDINSTVU	139
Mlađan Garić, Vera Vukosavljević, Zoran Bosiočić: AGROBIOLOŠKA SVOJSTVA SORTE SEMIJON U OPLENAČKOM VINOGORJU	145
Nebojša Milošević, Ivana Glišić, Milena Đorđević, Sanja Radičević, Slađana Marić: ISPITIVANJE SORTI ŠLJIVE RANOG VREMENA SAZREVANJA PLODA NA PODRUČJU ČAČKA	151
Danijela Starčević, Tatjana Jovanović-Cvetković: KOMPARATIVNE KARAKTERISTIKE INTERSPECIES HIBRIDA VINOVE LOZE I SORTE RIZLING RAJNSKI U USLOVIMA BANJALUČKE REGIJE	161
<u>Sekcija: Zootehnika</u>	
Blagoje Stojković, Bojan Stojanović, Nenad Đorđević, Goran Grubić, Vesna Davidović Aleksa Božičković, Radovan Raković: UTICAJ USITNJENOSTI KOMPLETNOG OBROKA ZA KRAVE U LAKTACIJI NA VREME KONZUMIRANJA I PREŽIVANJA HRANEI HEMIJSKI SASTAV MLEKA:	167
Dušan Radivojević, Biljana Veljković, Ranko Koprivica: NORMATIVI PROIZVODNJE NA FARMAMA MUZNIH KRAVA	177
Goran Marković, Milomirka Madić, Jelena Pantović: UPOTREBNA VREDNOST RAZLIČITIH ŽITARICA ZA ISHRANU ŠARANSKIH RIBA (CYPRINIDAE)	183
Ivana Božičković, Vesna Davidović, Radomir Savić, Vladimir Živković, Stefan Stepić, Vladan Đermanović: UTICAJ FIZIČKE AKTIVNOSTI NA HISTOLOŠKE KARAKTERISTIKE MIŠIĆA DOMAĆIH ŽIVOTINJA	189
Krstina Zeljić, Dragan Stanojević, Vladan Bogdanović, Nikolija Gligović, Stefan Stepić: UTICAJ GODINE, POLA I TIPRAĐENJA NA TELESNU MASU I PORAST JAGNJADI BERGAMO RASE OVACA	199

<i>Milun Petrović, Snežana Bogosavljević-Bošković, Simeon Rakonjac, Radojica Đoković, Miloš Petrović, Vladimir Dusković, Biljana Veljković: SISTEMI GAJENJA I PROIZVODNJE U ORGANSKOM OVČARSTVU I KOZARSTVU.....</i>	205
<i>Milun Petrović, Vladan Bogdanović, Snežana Bogosavljević-Bošković, Simeon Rakonjac, Radojica Đoković, Miloš Petrović, Vladimir Dusković: UTICAJ ODGAJIVAČKOG PODRUČJA, GODINE ROĐENJA I SEZONE TELENJA NA PROIZVODNJU MLEKA I MLEČNE MASATI U STANDARDNIM LAKTACIJAMA KOD KRAVA SIMENTALSKE RASE.....</i>	211
<i>Nenad Đorđević, Dušica Radonjić, Goran Grubić, Bojan Stojanović, Aleksa Božićković, Blagoje Stojković: UTICAJ MASTI OBROKA NA SADRŽAJ ESENCIJALNIH MASNIH KISELINA U MLEČNOJ MASTI PREŽIVARA.....</i>	219
<i>Nikolija Gligović, Vladan Bogdanović, Radica Đedović, Dragan Stanojević, Krstina Zeljić: FENOTIPSKA VARIJABILNOST LINEARNO OCENJENIH OSOBINA TIPA PRVOTELKI HOLŠTAJN-FRIZIJSKE RASE.....</i>	227
<i>Radojica Đoković, Marko Cincović, Vladimir Kurćubić, Milun D. Petrović, Miloš Ži. Petrović, Ljiljana Anđušić, Biljana Anđelić: HOMEORETSKA REGULACIJA METABOLIČKIH FUNKCIJA KOD KRAVA U PERIPARTALNOM PERIODU</i>	235
<i>Simeon Rakonjac, Snežana Bogosavljević-Bošković, Vladimir Dusković, Miloš Lukić, Zdenka Škrbić, Veselin Petričević, Milun D. Petrović: KVALITET JAJA ORGANSKIH KOKOŠI NOSILJA U RAZLIČITIM FAZAMA PROIZVODNOG CIKLUSA.....</i>	245
<i>Vesna Davidović, Zoran Popović, Predrag Perišić, Goran Slijepčević, Bojan Stojanović, Ivana Božićković: TROFEJNE KARAKTERISTIKE SRNDAČA (CAPREOLUS CAPREOLUS L.) U RAZLIČITIM LOVIŠTIMA SRBIJE.....</i>	251
<i>Vesna Davidović, Bojan Stojanović, Predrag Perišić, Slavica Aleksić, Ivana Božićković, Renata Relić: ISPITIVANJE VREDNOSTI POKAZATELJA ENERGETSKOG I PROTEINSKOG STATUSA MLEČNIH KRAVA.....</i>	259
<i>Vladimir Dusković, Snežana Bogosavljević-Bošković, Zdenka Škrbić, Miloš Lukić, Simeon Rakonjac, Veselin Petričević, Dejan Beuković: EFEKAT ENZIMA PROTEAZE NA PRINOS I UDEO JESTIVIH PRATEĆIH PROIZVODA KLANJA PILIČA HIBRIDA MASTER GRIS.....</i>	269
<i>Vučeta Jaćimović, Mirjana Bojanić – Rašović, Veljko Đurović, Lazar Tomović: NOVI NAČIN UPOTREBE OKSALNE KISELINE ZA SUZBIJANJE VAROE U CRNOJ GORI.....</i>	275

Sekcija: Zaštita bilja, proizvoda i životne sredine

<i>Aleksandra Janićijević, Suzana Filipović, Vladimir B. Pavlović, Aleksandra Sknepnek, Danijela Kovačević, Nenad Đorđević, Miljana Mirković, Predrag Živković: SINTEZA I STRUKTURA BAKTERIJSKE CELULOZE PRIMENOM BAKTERIJA SIRČETNOG VRENJA.....</i>	281
<i>Aleksandra Petrović, Ivana Ivanović, Vojislava Bursić, Gorica Vuković, Nikola Puvača, Dušan Marinković, Bojan Konstantinović: . STRIPED FIELD MOUSE (APODEMUS AGRARIUS PALLAS, 1771) SEASONAL DYNAMICS AND ITS ROLE AS A VECTOR OF IXODID TICKS.....</i>	291
<i>Aleksandra Petrović, Gorica Vuković, Tijana Stojanović, Dušan Marinković, Bojan Konstantinović, Bojana Špirović-Trifunović, Željka Jelić Marinković, Vojislava Bursić: OCCURRENCE OF TROPANE ALKALOIDS IN MAIZE DUE TO THE PRESENCE OF SOLANACEAE FAMILY</i>	297

<i>Dragutin Đukić, Leka Mandić, Vesna Đurović, Aleksandar Semenov, Slavica Vesković, Monika Stojanov, Jelena Mladenović:</i>	ZAGAĐENJE ŽIVOTNE SREDINE I ZDRAVLJE ČOVEKA	303
<i>Emilija Kostić, Maja Vujović:</i>	TOKSIKOLOŠKI IZVEŠTAJ O TROVANJU PESTICIDIMA U JUGOISTOČNOM REGIONU SRBIJE TOKOM 2020. GODINE.....	313
<i>Gorica Đelić, Zoran Simić, Snežana Branković, Milan Stanković, Milica Pavlović, Tatjana Jakšić, Predrag Vasić:</i>	POTENCIJAL BIOAKUMULACIJE I TRANSLOKACIJE METALA KOD VRSTE ACHILLEA MILLEFOLIUM SA RAZLICITIH LOKALITETA.....	319
<i>Gorica Đelić, Milan Stanković, Biljana Bojović, Milica Pavlović:</i>	ALERGENE BILJKE NA TERITORIJI GRADA KRAGUJEVCA.....	325
<i>Ljubica Šarčević-Todosijević, Snežana Đorđević, Vera Popović, Ljubiša Živanović, Bojana Petrović, Nikola Đorđević, Aleksandar Stevanović:</i>	ZNAČAJ MIKROBIOLOŠKE ISPRAVNOSTI VODE U ZAŠTITI ZDRAVLJA STANOVNIŠTVA.....	331
<i>Maja Meseldžija, Milica Dudić, Radovan Begović, Ivana Marjanović:</i>	EFIKASNOST KOMBINACIJE MEZOTRIONA I TERBUTILAZINA IZ RAZLIČITIH PREPARATA U USEVU KUKURUZA.....	339
<i>Milena Radenković, Aleksandra Milošković, Nataša Kojadinović, Simona Đuretanović, Tijana Veličković, Marijana Nikolić, Marija Jakovljević, Vladica Simić:</i>	ISHRANA GRABLJIVIH VRSTA RIBA I NJIHOV UTICAJ NA ODRŽANJE STABILNOSTI AKUMULACIJE BOVAN.....	345
<i>Nataša Stojić, Mira Pucarević, Milica Živković, Vesna Teofilović, Dunja Prokić:</i>	UTICAJ OTPADA NA FIZIČKO-HEMIJSKE KARAKTERISTIKE ZEMLJIŠTA.....	351
<i>Nebojša Đ. Pantelić, Jana S. Štrbački, Goran S. Marković, Jelena B. Popović-Đorđević:</i>	SEASONAL VARIATIONS OF THE ZAPADNA MORAVA RIVER WATER QUALITY	357
<i>Nikola Lačковиć, Branislav Ranković, Marijana Kosanić, Nevena Petrović:</i>	DIVERZITET MAKROMICETA PLANINE „BUKULJA“	363
<i>Slobodan Vlajić, Stevan Maširević, Jelica Gvozdanović - Varga, Dragana Milošević, Gordana Tamindžić, Janko Červenski, Maja Ignjatov:</i>	EFIKASNOST RAZLIČITIH FUNGICIDA U SUZBIJANJU PROUZROKOVAČA PLAMENJAČE SPANAČA.....	369
<i>Tomislav Trišović, Lidija Rafailović, Wei Li, Branimir Grgur, Trišović Zaga:</i>	SISTEM ZA PREČIŠĆAVANJE PIJAČE VODE SA POVEĆANOM TVRDOĆOM I KONCENTRACIJOM AMONIJAKA, GVOŽĐA, MANGANA.....	377
<i>Mirko Radić, Duško Kostić, Branko Pejović, Srđan Jović, Vladan Mičić:</i>	ODREĐIVANJE TERMIČKIH VELIČINA KOD PRAVOLINIJSKOG KLIZNOG LEŽIŠTA NA BAZI DISIPACIONE FUNKCIJE	387
<u>Sekcija: Prehrambena tehnologija</u>		
<i>Biljana Bojović, Milica Kanjevac, Dragana Jakovljević:</i>	EFEKAT PRAJMIANJA SEMENA PŠENICE (<i>Triticum aestivum</i> L.) NA SADRŽAJ FOTOSINTETSKIH PIGMENATA I UKUPNIH SOLUBILNIH PROTEINA.....	401
<i>Jelena Mladenović, Veronika Marković, Ljiljana Bošković-Rakočević, Milena Đurić, Nenad Pavlović:</i>	ISPITIVANJE EKSTRAKATA ORIGANA DOBIJENIH RAZLIČITIM METODAMA.....	407
<i>Jelena Mladenović, Nebojša Marković, Ljiljana Bošković-Rakočević, Milena Đurić, Nenad Pavlović:</i>	ODREĐIVANJE HEMIJSKOG SASTAVA RAZLIČITIH EKSTRAKATA ČUVARKUĆE.....	413

Marko Antonijević, Dušica Simijonović, Ana Kesić, Edina Avdović, Zoran Marković: ANTIRADIKALSKI KAPACITET (E)-N'-1-(2,4-DIOKSO-2H-HROMEN-3(4H)-ILIDENE)ETIL-4-HIDROKSI-3-METOKSIBENZOHIDRAZIDA.....	423
Marko Antonijević, Jelena Đorović Jovanović, Ana Kesić, Dejan Milenković, Zoran Marković: KOMPLEKSI ZLATA KAO POTENCIJALNI SUPLEMENTI SA ANTIKANCEROGENIM I ANTIVIRUSNIM DELOVANJEM.....	429
Mirjana Radovanović, Marko Petković, Vesna Đurović, Nemanja Milić Katarina Rumenić: UTICAJ NAČINA PRESOVANJA NA PROMENE LEŠNIKOVOG ULJA TOKOM ČUVANJA I SENZORNA SVOJSTVA KEKSA.....	435
Monika Stojanova, Olga Najdenovska, Dragutin Đukić: THE INFLUENCE OF TWO STARTER CULTURES ON THE MICROBIOLOGICAL STABILITY OF MACEDONIAN TRADITIONAL SAUSAGE.....	441
Nedim Čučević, Ranko Koprivica, Mejrema Bibić, Anida Prelić, Esad Hodžić, Jasmina Mašović, Benjamin Salaković: PREGLED REZULTATA KISELOSTI SIROVOG MLEKA NA TERITORIJI OPŠTINE SJENICA.....	447
Nenad Zlatić, Vladimir Mihailović, Gorica Đelić, Marija Lješević, Vladimir Beškoski, Milan Stanković: VARIJABILNOST SESKVITERPENA ETARSKIH ULJA VRSTE TEUCRIUM MONTANUM L.....	453
Radoslava Savić Radovanović, Aleksandra Aleksić-Agelidis, Jelena Aleksić Radojković: ZAKONSKI PROPISI U ORGANSKOJ PROIZVODNJI-NACIONALNA I EU REGULATIVA.....	459
Slaviša Stajić, Dušan Živković: HEMIJSKI SASTAV I SENZORNA SVOJSTVA FRANKFURTERA SA BILJNIM ULJIMA.....	467
Vladimir Kurćubić, Slaviša Stajić, Nemanja Milić: „UTICAJ ODREĐENIH STRESOGENIH FAKTORA NA KVALITET GOVEĐEG MESA“.....	473
Žiko Milanović, Ana Kesić, Edina Avdović, Jelena Đorović Jovanović, Dejan Milenković: UTICAJ pH VREDNOSTI NA ANTIRADIKALSKI KAPACITET 4,7-DIHIDROKSIKUMARINA.....	481
Žiko Milanović, Marko Antonijević, Ana Kesić, Dušan Dimić, Jelena Đorović Jovanović: ANTIOKSIDATIVNI KAPACITET ANTRAHINONA IZ BILJKE RUBIA CORDIFOLIA LINN.....	487
Valentina Nikolić, Slađana Žilić, Marijana Simić, Milica Radosavljević, Milomir Filipović, Jelena Srdić: QUALITY PARAMETERS AND POTENTIALS OF UTILIZATION OF DIFFERENT MAIZE HYBRIDS FOR FOOD AND FEED.....	495
Snežana Branković, Radmila Glišić, Duško Brković, Gorica Đelić, Zoran Simić, Vera Rajičić, Ranko Sarić, Milun Jovanović: SADRŽAJ METALA U ZEMLJIŠTU I ODABRANIM BILJKAMA NA JALVIŠTU FLOTACIJE RUDNIK DOO „RUDNIK“.....	501

GENOTIPSKI ODGOVOR NS HIBRIDA KUKURUZA NA POVEĆANU GUSTINU USEVA

*Ivica Djalović¹, Vuk Radojević¹, Vojislav Mihailović¹,
Sanja Vasiljević¹, Bojan Mitrović¹*

Izvod: Gustina sklopa, odnosno broj biljaka po jedinici površine je veoma važan činilac u proizvodnji kukuruza. Gustina useva ispoljava veliku varijabilnost i zavisi od većeg broja faktora: dužine vegetacionog perioda hibrida, morfoloških osobina i habitusa biljke, količine i rasporeda padavina u toku vegetacije, rezervi zimske vlage u zemljištu, nivoa plodnosti zemljišta, vremena setve, smeru proizvodnje (zelena biomasa ili zrno) i dr. Uvođenjem u proizvodnju hibrida kukuruza većeg genetičkog potencijala rodnosti i boljih agronomskih osobina, savremene mehanizacije i intenzivne agrotehnike, gustine useva su povećavane. Svako smanjenje broja biljaka od optimalnog dovodi do smanjenja prinosa, jer je gustina useva jedan od najvažnijih preduslova za formiranje visokih i stabilnih prinosa. Smatra se da će se u proizvodnji kukuruza u budućnosti gustine sklopova i dalje povećavati kao jedan od mogućnosti u okviru doprinosa agrotehničkih rešenja u povećanju prinosa.

Ključne reči: kukuruz, gustina useva, prinos, trenutno stanje, tendencije.

Uvod

Gustina sklopa, odnosno broj biljaka po jedinici površine je veoma važan činilac u proizvodnji kukuruza. Usled delovanja faktora stresa prosečan prinos hibrida kukuruza je često ispod njihovog genetičkog potencijala rodnosti. U cilju što boljeg iskorišćenja genetičkog potencijala rodnosti gajenih hibrida novijih ciklusa selekcije, veliki značaj ima iznalaženje racionalnih rešenja iz oblasti agrotehnike. Noviji hibridi kukuruza bolje ekonomišu vodom, racionalnije koriste mineralna hraniva i podnose gušću setvu u odnosu na ranije stvorene hibride (Li et al., 2015; Assefa et al., 2017). Brojni autori među najvažnijim faktorima prinosa kukuruza navode gustinu useva i primenu đubriva usklađenu sa potrebama biljaka, pri čemu različiti genotipovi specifično reaguju (Živanović i sar., 2005; Shapiro & Wortmann, 2006). Različit broj biljaka po jedinici površine dovodi do promene i interakcije većeg broja drugih faktora (intenzitet osvetljenosti, stepen iskorišćenja hraniva, efikasnost usvajanja vode, efikasnost iskorišćenja radijacije kod nalivanja zrna i dr), usled čega se „specifična reakcija“ gajenog hibrida kukuruza meri promenom visine prinosa (Ciampitti et al., 2013). Otuda određene razlike između

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo, institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija;

potencijalnih i ostvarenih prinosa treba tražiti i u poznavanju genotipske specifičnosti hibrida (Đalović, 2014).

Uticaj gustine useva na prinos, komponente prinosa i pitanje iznalaženja najpovoljnije gustine useva proučavano je još od samog početka gajenja kukuruza. Gustina setve menjala se tokom poslednjih trideset godina sa tendencijom povećanja broja biljaka po jedinici površine čemu je doprinela pojava novih hibrida boljih agronomskih svojstava (veća čvrstoća donjih internodija stabla, erektofilan položaj lista i dr.) koji su usled promenjene arhitekture biljke podnosili gušći sklop. (Đalović, 2019). Pri gajenju kukuruza optimalan broj biljaka po jedinici površine zavisi od većeg broja činilaca: dužine vegetacionog perioda hibrida, habitusa biljke, morfoloških osobina, količine i rasporeda padavina u toku vegetacije, rezerve zimske vlage u zemljištu, nivoa plodnosti zemljišta, vremena setve, intenziteta primenjene agrotehnike, smera proizvodnje i dr. (Williams & Hallauer, 2000). Optimalna gustina, odnosno broj biljaka nije stalna vrednost, već manje ili više varira iz godine u godinu. S druge strane današnju proizvodnju kukuruza karakteriše povećanje učešća hibrida iz ranijih FAO grupa zrenja (300 i 400), česta izmena sortimenta i značajno povećanje gustine setve hibrida iz svih FAO grupa zrenja. Smatra se da će se i u budućnosti gustine sklopova i dalje povećavati kao jedna od mogućnosti u okviru doprinosa agrotehničkih rešenja u povećanju prinosa.

Cilj ovih istraživanja bio je da se prouči reakcija hibrida kukuruza novijih ciklusa selekcije na povećanu gustinu useva u uslovima intenzivne tehnologije gajenja.

Materijal i metode rada

Poljski ogled je izveden na eksperimentalnim poljima Odeljenja za kukuruz, Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu na zemljištu tipa černoze, podtip černoze na lesu i lesolikim sedimentima, varijetet slabokarbonatan, u uslovima prirodnog vodnog režima tokom 2014. godine. Ogled je postavljen po planu randomiziranog blok sistema u tri ponavljanja. Površina elementarne parcele je iznosila 19.5 m² (6.5 x 3.0 m).

Istraživanjima su bili obuhvaćeni sledeći faktori:

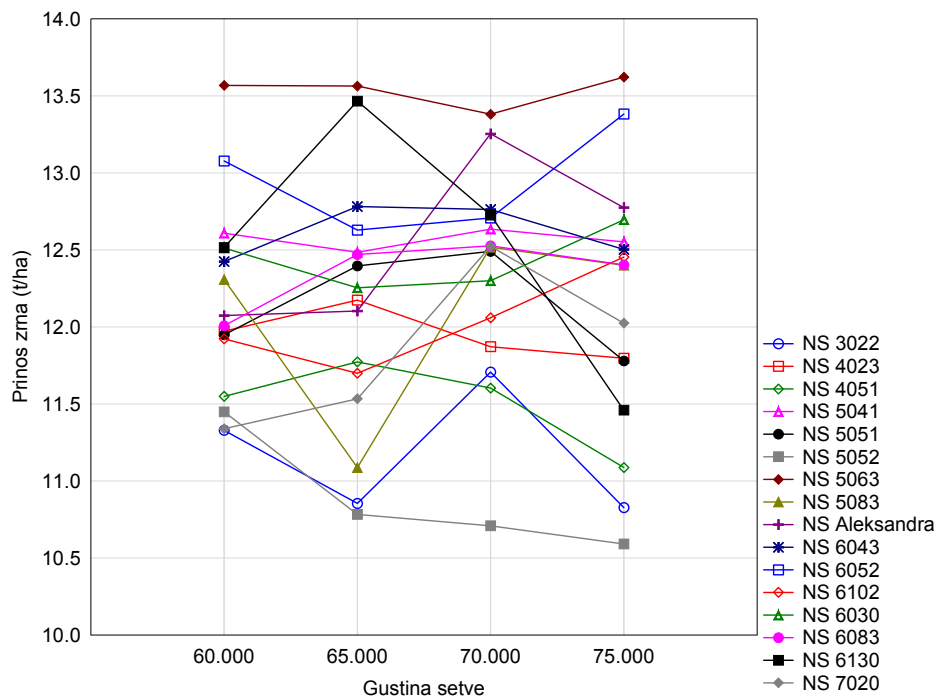
- **Hibridi kukuruza:** NS 3022; NS 4023; NS 4051; NS 5041; NS 5051; NS 5052; NS 5063; NS 5083; NS Aleksandra; NS 6043; NS 6052; NS 6102; NS 6030; NS 6083; NS 6130 i NS 7020.
- **Gustine setve:** **G1:** 60.000 biljaka ha⁻¹; **G2:** 65.000 biljaka ha⁻¹; **G3:** 70.000 biljaka ha⁻¹; **G4:** 75.000 biljaka ha⁻¹;

Setva hibrida kukuruza obavljena je mašinski pneumatskom sejalicom na međurednom rastojanju od 75 cm. Berba je obavljena u fiziološkoj zrelosti zrna i pri tome je određen sadržaj vlage u zrnu. Neposredno pre berbe utvrđen je broj biljaka bez klipa i broj poplegih biljaka. Ukupan prinos zrna po jedinici površine (t ha⁻¹) određen je merenjem i preračunavanjem prinosa na svakoj elementarnoj parceli. Dobijeni podaci su analizirani u skladu sa planom podeljenih parcela. Svi

izvori varijacije su tretirani kao fiksni. Razlike između nivoa faktora testirane su primenom *Takijevog* testa. Analiza podataka je urađena u programskom paketu Statistica (StatSoft, 2014).

Rezultati istraživanja i diskusija

U tehnologiji gajenja kukuruza, broj biljaka po jedinici površine značajno utiče na visinu prinosa. Dobijeni rezultati istraživanja prikazani su na graf. 1.



Graf. 1. Prinos zrna ($t\ ha^{-1}$)
Graph. 1. Maize yield ($t\ ha^{-1}$)

Uvođenjem u proizvodnju novih genotipova (većeg genetičkog potencijala rodnosti i boljih agronomskih karakteristika), savremene mehanizacije i agrotehnike, gustine useva su povećavane. Dobijeni rezultati istraživanja pokazuju da su analizirani hibridi kukuruza različito reagovali na gustinu useva. Nadalje, u proseku za gustine, između hibrida FAO 400 i 500, s jedne strane, kao i između hibrida FAO 600 i 700, s druge strane nisu uočene statistički značajne razlike u prinosu zrna. Dobijeni rezultati istraživanja takođe ukazuju da različiti hibridi kukuruza ne reaguju na isti način na gustinu useva. Pojava hibrida sa kratkim stablom, manjim brojem i uspravnim položajem listova, kao i ujednačenim vremenom metličenja i svilanja doprinelo je da velike gustine useva ne utiču na pojavu jalovih biljaka (Sangoi, 2000). Hibridi novijih ciklusa selekcije povoljno

reaguju na veću gustinu useva, jer imaju veći indeks lisne površine (LAI) u fazi svilanja i sposobnost prihvatanja veće fotosintetski aktivne svetlosti, odnosno veće efikasnosti iskorišćavanja svetlosti u fazi nalivanja zrna (Andrade et al., 2002; Tollenaar et al., 2004). Genotipovi sa različitom arhitekturom lista i različitim habitusom mogu i različito reagovati na gustinu useva i primenu azota, što je posledica variranja u broju listova, visini biljaka, površini listova po biljci i vertikalnog ugla listova u odnosu na stablo (Edmeades and Laffite, 1993). Gustina useva kukuruza značajno utiče na prinos zrna preko komponenti prinosa. Pri većim gustinama useva, abortivnost klipa i zrna pojavljuje se zbog međusobne kompeticije biljaka za asimilatima u toku perioda cvetanja (Tollenaar and Wu, 1999). Andrade et al. (1999) sugerišu da gustina useva ima značajan efekat na raspodelu suve materije između vegetativnih i generativnih organa (akceptora). Pri gustinama većim od optimalnih, broj zrna po klipu, prosečna masa zrna i dužina koćanke se smanjuju (Bavec and Bavec, 2002). S druge strane, pri nižoj gustini od optimalne, odloženo je sklapanje redova, uz smanjeno usvajanje solarne radijacije u datom periodu godine (Westgate et al., 1997), dovodeći do većeg broja zrna po biljci, ali nižeg prinosa zrna po jedinici površine (Andrade et al., 1999). Duvick (2005) smatra da je povećanje prinosa zrna povezano sa povećanjem broja klipova na 100 biljaka, uspravnim položajem i *stay green* osobinom listova, kao i smanjenjem perioda metličenje-svilanje (*anthesis-silking interval* – ASI period). Farnham (2001) je sa povećanjem gustine useva od 59.000 do 79.000 biljaka ha⁻¹ dobio povećanje prinosa zrna za 7.1%, dok povećanje gustine useva od 79.000 do 89.000 biljaka ha⁻¹ nije rezultiralo povećanjem prinosa zrna. Jedan od faktora od kog u značajnom stepenu zavisi optimalna gustina setve je vodni režim (Ogola et al., 2005) i količina padavina u toku vegetacije (Šeremešić et al., 2013). Njihov uticaj je posebno izražen u periodu od pojave 4–5 listova, pa do faze svilanja i metličenja. U stresnim uslovima izazvanim pojavom suše biljke kukuruza sejane u većoj gustini značajno smanjuju prinos zrna, posebno ukoliko je deficit padavina izražen u periodu cvetanja, oplodnje, formiranja i nalivanja zrna (Edmeades et al. 2000). Tollenaar et al. (1997) ističu da ukoliko se gustina useva kukuruza povećava preko optimalne i/ili preporučene, prinos zrna se smanjuje zbog promene žetvenog indeksa i povećanja dužine stabla.

Zaključak

U cilju što boljeg iskorišćenja genetičkog potencijala rodnosti gajenih hibrida novijih ciklusa selekcije, veliki značaj ima iznalaženje racionalnih rešenja iz oblasti agrotehnike. Noviji hibridi kukuruza bolje ekonomišu vodom, racionalnije koriste mineralna hraniva i podnose gušću setvu u odnosu na ranije stvorene hibride. Pri gajenju kukuruza optimalan broj biljaka po jedinici površine zavisi od većeg broja činilaca: dužine vegetacionog perioda hibrida, morfoloških osobina, količine i rasporeda padavina u toku vegetacije, rezerve zimske vlage u zemljištu, nivoa plodnosti zemljišta, vremena setve, smera proizvodnje (zelena biomasa ili zrno) i dr.

U budućnosti, savremenu i održivu proizvodnju kukuruza neophodno je usmeravati u pravcu povećanja gustine setve.

Napomena

Ovaj rad je deo projekta TR 31073 „Unapređenje proizvodnje kukuruza i sirka u uslovima stresa“ koji se finansira od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Assefa Y., Prasad P.V.V., Carter P., Hinds M., Bhalla G., Schon R., Jeschke M., Paszkiewicz S., Ciampitti A.I. (2017): A New Insight into Corn Yield: Trends from 1987 through 2015. *Crop Science* 57: 1–13.
- Andrade F. H., Vega C., Uhart S., Cirilo A., Cantarero M., Valentinuz O. (1999): Kernel number determination in maize. *Crop Sci.* 39: 453–459.
- Andrade F., Calvino H., Cirilo P. A., Barbieri P. (2002): Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. *Agron. J.* 94: 975–980.
- Bavec F., Bavec M. (2002): Effect of plant population on leaf area index, cob characteristics and grain yield of early maturing maize cultivar (FAO–100–400). *Eur. J. Agron.* 16: 151–159.
- Ciampitti I.A., Murrell S.T., Tuinstra M., Camberato J.J., Xia Y., Friedemann P., Vyn T.J. (2013): Physiological dynamics of maize nitrogen uptake and partitioning in response to plant density and N-stress factors: II. Reproductive phase. *Crop Sci.* 53: 2588–2602.
- Duvick N. D. (2005): The Contribution of Breeding to Yield Advances in maize (*Zea mays* L.). *Advances in Agronomy* 86: 83–145.
- Đalović I. (2014): Važnije morfološke osobine i sadržaj biogenih elemenata kod hibrida kukuruza pri raznim nivoima đubrenja. Doktorska disertacija, str. 1–241. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Đalović I. (2019): Gustina kao faktor povećanja prinosa u proizvodnji kukuruza. XIV Simpozijum o krmnom bilju Srbije “Značaj i uloga krmnih biljaka u održivoj poljoprivredi Srbije”. Zbornik abstrakata, str. 65–66. Društvo za krmno bilje Republike Srbije.
- Edmeades G. O., Laffite H. R. (1993): Defoliation and plant density effects on maize selected for reduced plant height. *Agron. J.* 85: 850–857.
- Edmeades G. O., Bolaños J., Elings A., Ribaut J. M., Bänziger M., Westgate M. E. (2000): The role and regulation of the anthesis–silking interval in maize. In: Westgate M. E., Boote K. J. (eds.). *Physiology and Modeling Kernel Set in Maize*. CSSA Special Publication 29, p. 43–73. CSSA, Madison, WI.
- Farnham D. E. (2001): Row spacing, plant density and hybrid effects on corn grain yield and moisture. *Agron. J.* 93: 1049–1053.

- Li J., Xie R.Z., Wang K.R., Ming B., Guo Y.Q., Zhang G.Q., Li S.K. (2015): Variations in maize dry matter, harvest index, and grain yield with plant density. *Agron. J.* 107: 829–834.
- Ogola J. B. O., Wheeler T. R., Harris P. M. (2005): Water use of maize in response to planting density and irrigation. *South African Journal of Plant and Soil* 22 (2): 116–121.
- Sangoi L. (2000): Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. *Ciência Rural, Santa Maria* 31 (1): 159–168.
- Šeremešić S., Đalović I., Jocković Đ., Milošev D., Pejić B. (2013): Maize (*Zea mays* L.) yield stability dependence on crop rotation, fertilization and climatic conditions in a long-term experiment on haplic chernozem. *Žemdirbystė=Agriculture* 100 (2): 137–142.
- Shapiro C. A., Wortmann C. S. (2006): Corn response to nitrogen rate, row spacing and plant density in Eastern Nebraska. *Agron. J.* 98: 529–535.
- Tollenaar M., Aguileria A., Nissanka S. P. (1997): Grain yield is reduced more by weed interference in an old than in a new maize hybrid. *Agron. J.* 89: 239–246.
- Tollenaar M., Wu J. (1999): Yield improvement in temperate maize is attributable to greater stress tolerance. *Crop Sci.* 39: 1597–1604.
- Tollenaar M., Ahmadzadeh A., Lee A. E. (2004): Physiological basis for grain yield improvement in maize. *Crop Sci.* 44: 2086–2094.
- Živanović Lj., Kolarić Lj., Đalović I., Kajgana M., Živanović D. (2005): Uticaj gustine useva na prinos zrna hibrida kukuruza različite dužine vegetacionog perioda. X Savetovanje o biotehnologiji. Zbornik radova 10 (1): 146–152. Agronomski fakultet–Čačak.
- Westgate M. E., Forcella F., Reicosky D. C., Somsen J. (1997): Rapid canopy closure for maize production in the northern US Corn Belt: Radiation use efficiency and grain yield. *Field Crops Res.* 49: 249–258.
- StatSoft, 2014.

MAIZE HYBRIDS RESPONSE ON INCREASED TO CROP DENSITY

*Ivica Đalović¹, Vuk Radojević¹, Vojislav Mihailović¹,
Sanja Vasiljević¹, Bojan Mitrović¹*

Abstract

Maize density is an important factor in cultivation which has significant effect on growth parameters. Newer hybrids have greater grain yield at higher plant densities than older hybrids. Differences in grain yield between older and newer maize hybrids were shown to be a function of plant population density. Optimum plant density for maximum grain yield per unit area may differ from hybrid to hybrid on account of significant interactions between hybrids and densities. Modern hybrids have shown tendencies to withstand higher levels of stress (i.e.- low N, high plant densities), which allow them to better sustain suitable photosynthetic rates, appropriate assimilate supplies, and maintain plant growth rates attributable to enhanced mineral nutrition and water use efficiency.

Key words: maize hybrids, crop density, yield.

¹Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia

COMPARISON OF CAMELINA SEED YIELD AND BIOMASS PRODUCTION IN CONTRASTING ENVIRONMENTS

Ana Marjanović Jeromela¹, Federica Zanetti², Johann Vollmann³, Barbara Alberghini², Arianna Borghesi², Sandra Cvejić¹, Ankica Kondić Špika¹, Andrea Monti², Dragana Miladinović¹

Abstract: The most of the research work on camelina has been carried out in northern America and continental Europe. Two breeding groups (IFVCNS and BOKU) and one group focusing on the agronomy (DISTAL) just recently started research activities focusing on the development of new genotypes more adapted for southern regions of Europe. Common field trials, with 2 camelina lines selected by IFVCNS and 6 lines selected by BOKU were established at Bologna, Italy and at Rimski Šančevi, Serbia. Newly developed camelina lines were found to be highly adapted to Bologna environment, being able to achieve sustained seed yield in spite of delayed sowing and higher temperatures during pod filling period.

Key words: biomass, camelina, environment, southern Europe, yield

Introduction

Camelina [*Camelina sativa* (L.) Crantz] is a native species of Europe. It was widely cultivated until the beginning of the 19th century, when it was replaced by other, more productive, oil crops, like oilseed rape. The recent increased interest for this species is mainly due to its wide environmental suitability, low input requirements and good tolerance to pests and diseases (Zanetti et al., 2021). The most of research work on camelina has been carried out in northern America and continental Europe. Consequently, there are not many data on evaluation of suitability of camelina genotypes for cultivation in southern Europe (Angelini et al., 2020).

Two breeding groups (IFVCNS and BOKU) and one group focusing on the agronomy development of the crop (DISTAL) just recently started research activities focusing on development of new genotypes more adapted for southern regions of Europe and evaluation of their productivity in these, more arid regions.

Material and methods

Common field trials, with 2 camelina lines selected by IFVCNS (NS Slatka and NS Zlatka) and 6 lines selected by BOKU (CA13X_1S-21, CJ6X-78, CK1X-129, BGRC-51558, CU005 and CJ13X-115), were established at Bologna (Italy, 44°30' N, 11°21'

¹Institute of Field and Vegetable Crops (IFVCNS), Novi Sad, Serbia (ana.jeromela@ifvcns.ns.ac.rs);

²Dept. of Agricultural and Food Sciences (DISTAL), University of Bologna, Italy;

³University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU), Vienna, Austria.

E, 28 m a.s.l) and at Rimski Šančevi (Serbia, 45°20' N, 19°51' E, 84 m a.s.l) in spring 2018.

Sowing was done on the 09 April in Italy and 03 April in Serbia. Harvest was performed on 2 July in Italy and 5 July in Serbia. The experimental protocol and the agronomic management were similar in the two sites. Camelina was sown by means of a plot seeder adopting a seeding rate of 500 seeds m⁻². Weed control and nitrogen fertilization (50 kg of N ha⁻¹, as urea, at stem elongation phase) were manually performed in all trials, while irrigation and pesticide applications were never necessary. The experimental design was a split plot design with three replicates.

Plant morphology analyses (i.e., phenology, biomass partitioning at full flowering stage and before harvest, and plant height) during growth cycle were carried out in both locations on NS Slatka and NS Zlatka. At full maturity, the central portion of each plot was manually cut and then threshed to survey the total aboveground biomass, seed yield, and 1000-seed weight (TKW).

The mean temperature surveyed during camelina growing season (i.e. from sowing to harvest) was very similar at the two location (19.9 °C in Rimski Šančevi and 20.0°C in Bologna), while precipitation greatly differed reporting 102.6 mm in Bologna and 244 mm in Rimski Šančevi.

Results and discussion

As in the work of other authors growth environment significantly influenced camelina yield and biomass traits (Obour et al., 2017).

In both locations, camelina trials were not sown in optimal time, since sowing was delayed due to unfavorable weather conditions. This indirectly affected yield of all tested genotypes. In Bologna trial, seed yield was not significantly different among tested genotypes (grand mean 127 g DM m⁻²), but variation of seed weight was observed ($P \leq 0.05$) (Figure. 1). In Rimski Šančevi, seed yield was very low due to late sowing, with two locally developed lines, NS Slatka and NS Zlatka, having significantly higher seed yields than the BOKU lines ($P \leq 0.05$). Negative effect of late sowing on camelina yield was also observed by Sintim et al. (2016) and Neupane et al. (2019). Both authors found significant effects of seeding dates on camelina establishment, phenology, yield, seed protein, oil content, and estimated biodiesel yield.

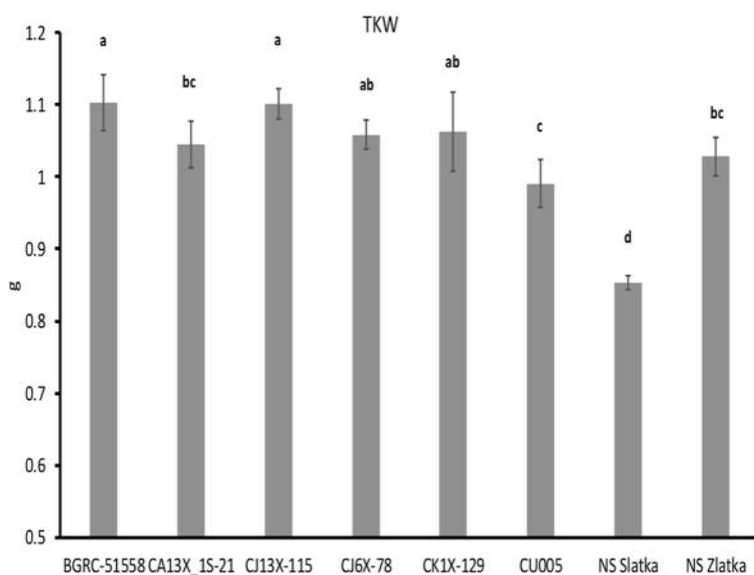


Figure 1. Camelina 1000-seed weight (TKW) surveyed in Bologna trial

Biomass production was significantly higher in Bologna than in Rimski Šančevi (Figure 2). In both locations, precipitation was similar, with cumulate precipitation during camelina vegetation period exceeding 100 mm in both locations. The same stands for GDD (growing degree day) accumulation, where limited differences were observed (1271 in Bologna vs. 1383 in Rimski Šančevi). However, mean daily temperatures were much lower in Bologna than in Rimski Šančevi until pod formation phase ($-1.3^{\circ}\text{C}/\text{day}$), while during seed filling phase temperatures were higher in Bologna ($+1.5^{\circ}\text{C}/\text{day}$). That indicates that higher biomass production, along with the increased seed yield observed in Bologna were due to improved shoot vigour and capability to allocate very early in the season high biomass into the pods. The obtained results are in contrast with the work of other authors who found negative correlation between high temperatures during pod fillig phase and camelina yield (Obour et al., 2017).

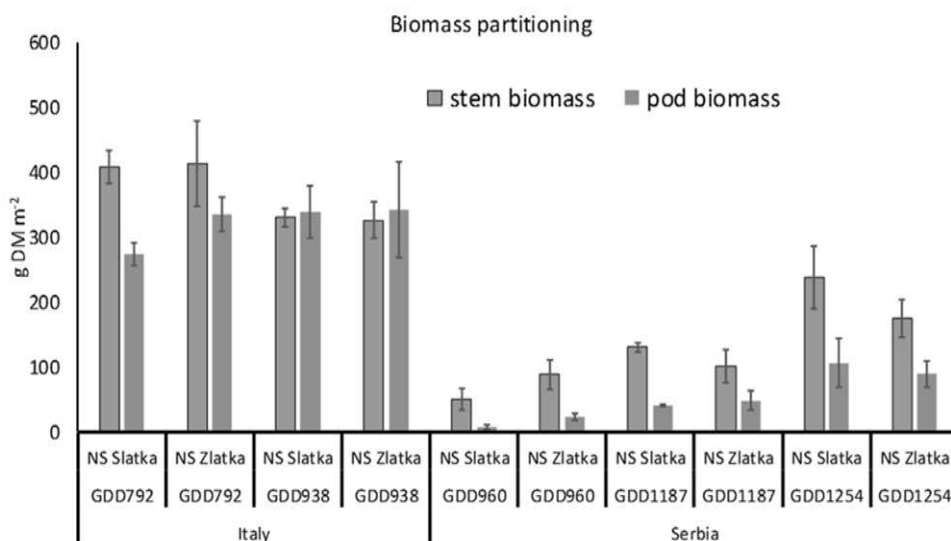


Figure 2. Biomass partitioning carried out in Bologna and Rimski Šančevi on NS Slatka and NS Zlatka camelina lines at different growth stages (GDD)

Conclusions

Newly developed camelina lines were found to be highly adapted to Bologna environment, being able to achieve sustained yield in spite of delayed sowing and higher temperatures during pod filling period.

Further studies need to be carried out in order to confirm these preliminary data, along with full characterization of seed oil content and composition in order to uncover interesting characteristics for potential in breeding programs.

Acknowledgements

This study was supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia, grant number: 451-03-9/2021-14/200032

References

Angelini L.G., Abou Chehade L., Foschi L., Tavarini S. (2020). Performance and potentiality of camelina (*Camelina sativa* L. Crantz) genotypes in response to sowing date under Mediterranean environment. *Agronomy*, 10: 1929.

- Neupane D., Solomon J.K.Q., Mclennon E., Davison J., Lawry T. (2019). Sowing date and sowing method influence on camelina cultivars grain yield, oil concentration, and biodiesel production. *Food Energy and Security*, 8: e166.
- Obour A.K., Obeng E., Mohammed Y.A., Ciampitti I.A., Durrett T.P., Aznar-Moreno J.A., Chen, C. (2017). Camelina seed yield and fatty acids as influenced by genotype and environment. *Agronomy Journal*, 109: 947-956.
- Sintim H.Y., Zheljazkov V.D., Obour A.K., Garcia A.G., Foulke T.K. (2016). Evaluating agronomic responses of camelina to seeding date under rain-fed conditions. *Agronomy Journal*, 108: 349-357.
- Zanetti F, Alberghini B, Marjanović-Jeromela A, Grahovac N, Rajković D, Kiproviski B, Monti A. 2021. Camelina, an ancient oilseed crop actively contributing to the rural renaissance in Europe. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 41, 2. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00663-y>

¹Institute of Field and Vegetable Crops (IFVCNS), Novi Sad, Serbia (ana.jeromela@ifvcns.ns.ac.rs);

²Dept. of Agricultural and Food Sciences (DISTAL), University of Bologna, Italy;

³University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU), Vienna, Austria.

COMPARISON OF AGRONOMICAL PERFORMANCE OF SERBIAN WHEAT CULTIVARS AND NILs WITH DIFFERENT *PPD* ALLELES

Ankica Kondić Špika¹, Dragana Trkulja¹, Sanja Mikić¹, Ljiljana Brbaklić¹

Abstract: Photoperiod response (*Ppd*) genes are very important for adaptation of wheat to different agro-climatic conditions, but also have influence on crop yield. The aim of this study was to compare agronomic traits of 10 Serbian wheat cultivars and 54 NILs of cv. Paragon with single, double and triple doses of *Ppd-1* alleles. The results showed that the NILs with introgressed single early *Ppd-1* alleles (Set 2), as well as the NILs with introgressed *Ppd-1* null alleles, knock-outs and late alleles (Set 4) had significantly longer stems and spikes than Serbian cultivars (Set 1). The lines with introgressed double early *Ppd-1* alleles (Set 3) were very similar to the Serbian cultivars. Some promising lines with good potential for breeding programs were identified.

Key words: agronomical traits, NILs, *Ppd* alleles, wheat cultivars

Introduction

According to photoperiod susceptibility, wheat cultivars can be classified into photoperiod sensitive (PS) or photoperiod insensitive (PI) types. In PS wheat cultivars, flowering occur earlier under long-day conditions (LD), while under short-day conditions (SD) flowering is delayed (Zhao *et al.*, 2015). These cultivars are often distributed at high latitudes, while PI cultivars predominate in low-latitude regions with SD, such as Southern Europe (Worland 1996, Lobell and Field 2007).

Photoperiodic response, a trait important for wheat adaptability to various environments, is controlled by three major genes, namely, *Ppd-D1* (previously designated *Ppd1*), *Ppd-B1* (*Ppd2*) and *Ppd-A1* (*Ppd3*), located on homeologous group 2 chromosomes (Scarth and Law 1983, 1984, Welsh *et al.*, 1973). The sequence analyses revealed that the photoperiod-insensitive *Ppd-D1a* allele is associated with a 2,089-bp deletion upstream of the coding region (Beales *et al.*, 2007). Recent data show that the photoperiod-insensitive *Ppd-A1a* and *Ppd-B1a* alleles are associated with a 1085-bp deletion and a 308-bp insertion, respectively (Nishida *et al.*, 2013, GenBank sequence accessions are [AB646973](#) and [AB646974](#)), both of which share the common region with a deletion of *Ppd-D1a*. Besides the photoperiodic response, these alleles may have the effect on many other important agronomical traits, including yield.

The objective of this study was to identify the effect of different *Ppd* alleles on important agronomical traits (stem height, peduncle and spike length) by using

¹Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia.

near-isogenic lines (NILs) of wheat cultivar Paragon in comparison to Serbian well adapted cultivars.

Material and methods

The experiment was carried out at Rimski šančevi, Serbia (45°20'N, 19°51'E) during the growing season 2014/15. Four sets of specific genetic material were used for the study:

Set 1 - Ten modern Serbian wheat cultivars (Simonida, Zvezdana, Dika, Ljiljana, Dragana, NS 40S, Rapsodija, Pobeda, Renesansa, NS Gora),

Set 2 - NILs of cv. Paragon with single changes in *Ppd* alleles (insensitivity and early alleles)

Set 3 - NILs of cv. Paragon with double changes in *Ppd* alleles (insensitivity and early alleles),

Set 4 - NILs of cv. Paragon with single, double or triple changes in *Ppd* alleles (null, knock-outs or late alleles)

The plot size was 2 m² (2x1) with six rows per plot in three replications. The following traits were measured on sample plants from each replication: whole stem height (cm), peduncle length (cm), and spike length (cm). Statistical data analysis using Tukey test to compare means was carried out in STAR-Statistical Tool for Agricultural Research v. 2.0.1.program.

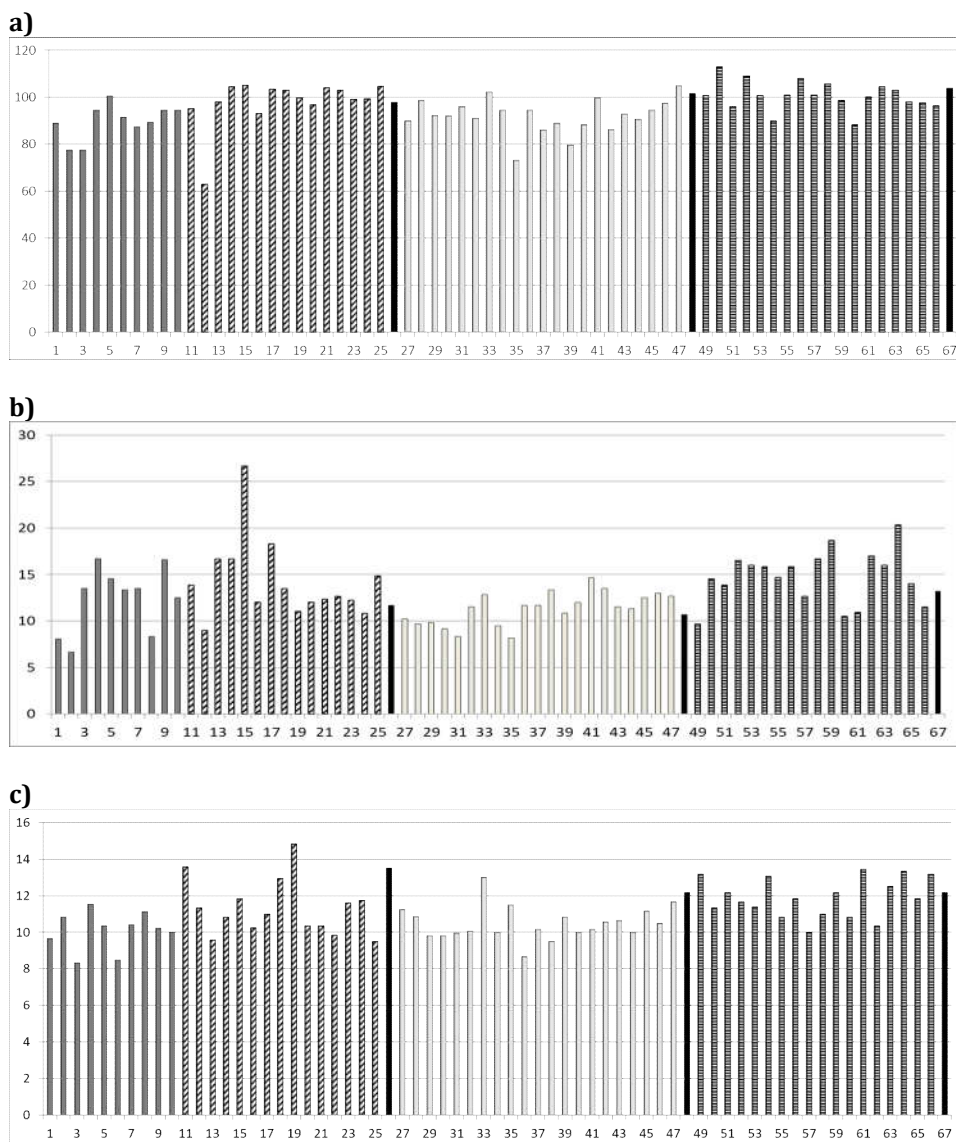
Results and discussion

The results showed significant differences among the sets of the genotypes concerning analyzed traits. Among Serbian cultivars (Set 1) the whole stem height varied from 77 cm to 101 cm, among NILs of the Set 2 from 63 cm to 105 cm, in the Set 3 of NILs from 73 cm to 105 cm, while in the Set 4 of NILs they varied from 88 cm to 113 cm (Graph. 1a). Coefficient of variation (CV) for all the genotypes was 9%. Regarding the peduncle length, variations among lines within and among the sets were significantly higher. Serbian cultivars had peduncle length from 7 cm to 17 cm, the Set 2 from 9 cm to 27 cm, the Set 3 from 8 cm to 15 and the Set 4 from 10 cm to 20 cm (Graph 1b). The overall CV was 25%. The spike length varied in the Serbian cultivars in the range 8.3-11.5 cm, in the Set 2 9.5-14.8 cm, in the Set 3 8.7-13 cm, while in the Set 4 10-13.4 cm (Graph 1c). Coefficient of variation for this trait was 12%.

From the Graph 1 some interesting lines could be identified, such as the lines 12 (Set 2), 35 (Set 3) and 61 (Set 4). These NILs with different *Ppd* alleles had very short stem and peduncle, but relatively long spikes, indicating a high harvest index, good translocation of assimilates and indirectly good yield potential. These lines could be potentially used in breeding programs for simultaneous improvement of wheat adaptability and yield.

Graf. 1. Dužina stabljike (a), vršne internodije (b) i klasa (c) u setovima genotipova pšenice sa različitim *Ppd* alelima: 1-10 Set1, 11-25 Set 2, 27-47 Set 3, 49-66 Set 4, 26, 48 i 67 sorta Paragon. Sve vrednosti su u cm.

Graph 1. Whole stem height (a), peduncle length (b), and spike length (c) for the sets of wheat genotypes with different *Ppd* alleles: 1-10 Set 1; 11-25 Set 2; 27-47 Set 3; 49-66 Set 4; 26, 48 and 67 cv. Paragon. All values are in cm.



The average stem height varied from 89.7 cm in the Set 1 to 100.8 cm in the Set 4. Significant differences regarding this trait were found between the Serbian cultivars (Set 1) and the NILs from the sets 2 (98.1 cm) and 4, and between the NILs from the Sets 3 (92.6 cm) and 4. The same relations among the sets of the genotypes were found for the average spike length. With respect to the average peduncle length, there were no significant differences between the Serbian cultivars (Set 1-12.4 cm) and the sets of NILs with different changes in *Ppd* alleles. The differences were only found between the NILs from the Sets 2 (14.0 cm) and 3 (11.3 cm), and between the Sets 3 and 4 (14.6 cm).

Tabela 1. Poređenja sredina po Takejevom testu za: dužinu stabljike (a), vršne internodije (b) i klasa (c) u setovima genotipova pšenice sa različitim *Ppd* alelima
Table 1. Tukey multiple comparisons of means for: stem height (a), peduncle length (b), and spike length (c) in the sets of wheat genotypes with different Ppd alleles

a)

Panel	diff	lwr	upr	p adj
S2-S1	8,389125	0,128104	16,65015	0,045218*
S3-S1	2,884636	-4,93111	10,70039	0,76468
S4-S1	11,12337	3,117117	19,12962	0,002787**
S3-S2	-5,50449	-12,2378	1,228804	0,146596
S4-S2	2,734243	-4,21927	9,687756	0,728074
S4-S3	8,238732	1,820568	14,6569	0,006534**

b)

Panel	diff	lwr	upr	p adj
S2-S1	1.63175	-1.58239	4.845887	0.541484
S3-S1	-1.07836	-4.11926	1.962531	0.785743
S4-S1	2.26879	-0.84622	5.383803	0.229328
S3-S2	-2.71011	-5.32985	-0.09037	0.039907*
S4-S2	0.63704	-2.06838	3.342461	0.924859
S4-S3	3.347153	0.850021	5.844285	0.004158**

c)

Panel	diff	lwr	upr	p adj
S2-S1	1.3535	0.115845	2.591155	0.026715*
S3-S1	0.464182	-0.70676	1.635127	1.635127
S4-S1	1.807842	0.608356	3.007328	0.001025**
S3-S2	-0.88932	-1.89809	0.119455	0.102865
S4-S2	0.454342	-0.58742	1.496108	0.659646
S4-S3	1.34366	0.3821	2.305221	0.002607**

S1- Set 1, S2 - Set 2, S3 - Set 3, S4 -Set 4, diff- razlika između utvrđenih sredina (cm), lwr – donja granica intervala, upr- gornja granica intervala, p adj – p vrednost nakon prilagođavanja za višestruka poređenja, *p<0,05, **p<0,01.

S1- Set 1, S2 - Set 2, S3 - Set 3, S4 -Set 4, diff- the difference in the observed means (cm), lwr - the lower end point of the interval, upr - the upper end point of the interval, p adj - the p-value after adjustment for the multiple comparisons, *p<0,05, **p<0,01.

Conclusion

The results revealed differences between Serbian well-adapted cultivars and NILs with specific combinations of *Ppd* alleles regarding whole stem height and spike length in agro-climate conditions of Southeast Europe. Peduncle length was similar in the Serbian cultivars and the NILs with different *Ppd* alleles. Changes in *Ppd* alleles in the sets 2 and 4 caused an increase of the analyzed traits in relation to the cultivars developed at the IFVCNS, while the lines from the set 3 were very similar to the Serbian cultivars. In the material some promising lines with good potential for breeding programs were identified.

Acknowledgment

The NILs of cv. Paragon were obtained from the John Innes Centre and the study was supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia, grant number: 451-03-68/2020-14/200032.

References

- Lobell D.B., Field C.B. (2007). Global scale climate-crop yield relationships and the impacts of recent warming. *Environmental Research Letters*, 2: 1-7.
- Scarth R., Law C.N. (1983). The location of the photoperiod gene, *Ppd-B1* and an additional genetic factor for ear-emergence time on chromosome 2B of wheat. *Heredity*, 51: 607-619.
- Scarth R., Law C.N. (1984). The control of the day-length response in wheat by the group 2 chromosomes. *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung*, 92: 140-150.

- Beales J., Turner A., Griffiths S., Snape J.W., Laurie D.A. (2007). A Pseudo-response regulator is misexpressed in the photoperiod insensitive *Ppd-D1a* mutant of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 115: 721-733.
- Nishida H., Yoshida T., Kawakami K., Fujita M., Long B., Akashi Y., Laurie D.A., Kato K. (2013). Structural variation in the 5' upstream region of photoperiod-insensitive alleles *Ppd-A1a* and *Ppd-B1a* identified in hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.) and their effect on heading time. *Molecular Breeding*, 31: 27-37.
- Worland A.J. (1996). The influence of flowering time genes on environmental adaptability in European wheat. *Euphytica*, 89: 49-57.
- Welsh J.R., Keim D.L., Pirasteh B., Richards R.D. (1973). Genetic control of photoperiod response in wheat. In: Sears ER, Sears LMS, eds, *Proceedings of the 4th International Wheat Genetic Symposium*. University of Missouri Press, Columbia, MO, USA. 897-884.
- Zhao Y.-Y., Wang X., Wei L., Wang J.-X., Yin J. (2015). Characterization of *Ppd-D1* alleles on the developmental traits and rhythmic expression of photoperiod genes in common wheat. *Journal of Integrative Agriculture*, Advance Online Publication 2015, Doi: 10.1016/S2095-3119(15)61129-7.

¹Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia.

POTENCIJAL PRINOSA GENOTIPOVA CRVENE DJETELIENE (*Trifolium pratense* L.)

Borislav Petković¹, Novo Pržulj^{2,3}, Vojo Radić², Darko Acimović¹

Izvod Cilj ovih istraživanja je bio da se u dvogodišnjem periodu (2010 i 2011) utvrdi genetički potencijal za prinos zelene mase i sijena osam genotipova crvene djeteline. Prinosi u prvom otkosu prve godine i drugom otkosu druge godine se nisu statistički značajno razlikovali. Najveći prosječni prinosi su dobijeni u prvom otkosu u drugoj godini. Najmanje prosječne prinose je dala sorta Viola a najveće sorta Kolubara.

Ključne reči: crvena djetelina, genotipovi, prinos, sijeno, zelena masa

Uvod

Gajenjem sorti crvene djeteline dobijen je prinos zelene mase od 40-50 t ha⁻¹ i prinos sijena 10-12 t ha⁻¹ (Vučković, 1999.). Pored gajenja crvene djeteline u monokulturi, ona se dobro prilagođava i kombinuje u sistemu gajenja travno-djetelinskih smjesa. Kada se gaji u travno-djetelinskoj smjesi za kosidbu, ostvaruju se visoki prinosi zelene mase u kombinaciji sa mačijim repom i italijanskim ljuljem, kao i u smjesama sa engleskim ljuljem i livadskim vijukom namjenjenih za ispašu (Cnops i sar., 2010.). Zbog dobrog kvaliteta krme crvena djetelina pogoduje ishrani preživara (Lee i sar., 2009.).

Ispitivanje varijabilnosti produktivnih osobina i kvaliteta krme tri genotipa crvene djeteline u drugoj i trećoj godini korišćenja na području Manjače obavljeno je tokom 2005. i 2006. godine (Gatarić i sar., 2010.). Najmanji prinos sijena imao je genotip G2 - 8,3 t ha⁻¹ u 2006. godini, a najveći prinos imao je genotip G1- 13,7 t ha⁻¹ u 2005. godini. U trogodišnjim ispitivanjima na tri lokaliteta prosječan prinos suve materije crvene djeteline sorte Kolubara je bio 9,94 t ha⁻¹ (Vasijević i sar., 2001.). U ispitivanjima obavljenim u Turskoj analizirano je 47 genotipova crvene djeteline, koji su prikupljeni na 20 različitih lokacija, utvrđene su velike razlike u prinosu sijena između genotipova (Asci, 2011.). Od 47 genotipova čak njih 29 su imali veći prinos sijena od kontrolne sorte. Tokom trogodišnjih ispitivanja četiri sorte crvene djeteline najmanji prinosi zelene mase i sijena dobijeni su u trećoj godini ispitivanja (Stevović i sar., 2012.). Najveći prosječan prinos zelene mase 39,6 t ha⁻¹, i sijena 7,18 t ha⁻¹ imala je sorta Una, najmanje prinose zelene mase i

¹Centar za razvoj poljoprivrede i sela, Vojvode Momčila 10-12, Banja Luka, Bosna i Hercegovina (borislav.p1980@gmail.com)

²Univerzitet u Banjoj Luci, Poljoprivredni fakultet Banja Luka, Bulevar Vojvode Petra Bojovića 1A, Banja Luka, Bosna i Hercegovina

³Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Poljoprivredni fakultet Istočno Sarajevo, Vuka Karadžića 30, Istočno Sarajevo, Bosna i Hercegovina

sijena dala je sorta Viola. Cilj rada je bio da se utvrdi produktivnost genitipova crvene djeteline za prinos zelene mase i sijena u prvoj i drugoj godini života. Utvrđivanjem najproduktivnijeg genotipa dobiće se podaci na osnovu kojih će se moći dati preporuke za veću primjenu u proizvodnji.

Materijal i metode rada

Poljski ogled je postavljen na parceli Košarište u Dobrnji (na Manjači, n.v. 527 m, 44°39'57" s.g.š i 17°00'24" i.g.š., teritorija Grada Banja Luka). Istraživanja su trajala dvije godine: 2010. i 2011. Sjetva oglada je obavljena 13.05.2010. godine, po potpuno randomiziranom blok sistemu u četiri ponavljanja, sa četiri domaće linije crvene djeteline (DS-1, DS-2, DS-3 i DS-4) i četiri sorte crvene djeteline (Kolubara, Start, Nike i Viola). Sjetvena norma je iznosila 17 kg ha⁻¹, sjetva je obavljena (ručno) na dubinu 1,5-2 cm. Razmak između redova je bio 20 cm. Za sjetvu je korišćeno sjeme linija crvene djeteline iz oplemenjivačkog programa Poljoprivrednog instituta Republike Srpske, dok je sjeme sorti Kolubara, Viola, Nike i Start kupljeno u maloprodaji. Tokom istraživanja u 2010. godini ostvaren je jedan otkos (godina sjetve), a u 2011. godini dva otkosa (druga godina života crvene djeteline).

Zemljište je kisele reakcije (pH u KCL - 4,0), dobro obezbijeđeno humusom (5,2%), sadržaj fosfora je bio nizak (7,0 mg P₂O₅ 100 g⁻¹ zemljišta), obezbijeđenost kalijumom je dobra (30,0 mg K₂O 100 g⁻¹ zemljišta). Prema podacima Hidrometeorološkog zavoda Republike Srpske, mjerne stanice u Banjoj Luci srednja mjesečna temperatura za period maj-oktobar mjesec u 2010. godini je bila 17,8 °C, dok je u 2011. godini za period mart-avgust mjesec iznosila 17,4 °C. Količina padavina za period maj-oktobar mjesec u 2010. godini je iznosila 815,7 mm/m². Period mart-avgust mjesec u 2011. godini se odlikovo manjom količinom padavina, ukupna količina padavina za taj period je iznosila 293,1 mm/m².

Kosidba zelene mase je vršena u fenološkoj fazi početak cvjetanja. Prinos zelene mase je utvrđen mjerenjem neposredno nakon kosidbe na poljskoj vagi. Iz pokošene zelene mase uzimani su uzorci zelene mase od 1 kg, koji su odvagani na vagi Fisher radi utvrđivanja prinosa sijena. Prinos sijena je utvrđen nakon sušenja uzoraka zelene mase u papirnim vrećama, prirodnim putem na suncu. Sušenje je obavljeno u vrećama u cilju eliminisanja gubitaka sadržaja lista i cvijeta. Prinos sijena je dobijen računski iz odnosa odvaga zelene i suve mase. Ako je neki genotip imao prinos zelene mase 30,0 t ha⁻¹ i ako je od uzorka zelene mase, koji je bio 1 kg dobijeno 0,2 kg sijena iz toga proizilazi da je prinos sijena 6,0 t ha⁻¹ (30000 kg zelene mase x 0,2 kg sijena).

Rezultati mjerenja obrađeni su u programu verzija 17 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA), StatSoft Statistica, Statistical Package for Social Sciences и Excel. Rezultati istraživanih svojstava obrađeni su analizom varijanse (ANOVA) pomoću računarskog programa koristeći GLM proceduru. Za utvrđivanje značajnosti razlika između otkosa i genotipova, i njihovo rangiranje za nivo značajnosti P≤0,01

korišćen je Duncan-ov test višestrukog ranga (Duncans Multiple Range Test-DMRT). Sorta standard je bila Kolubara.

Rezultati istraživanja i diskusija

Analiza (Tabela 1) prinosa zelene mase i sijena genotipova crvene djeteline u istraživanim otkosima je pokazala da se genotipovi značajno razlikuju i da faktor otkos ima značajan uticaj na prinos zelene mase i sijena. Analizom nisu utvrđeni značajni interakcijski efekti.

Tabela 1. Uticaj faktora na prinos zelene mase i sijena genotipova crvene djeteline
Table 1. Effects factors on yield green mass and hay of red clover genotypes

Faktori <i>Factors</i>	Zelena masa <i>Green mass</i>	Sijeno <i>Hay</i>
Otkos <i>Mowing</i>	**	**
Genotip <i>Genotype</i>	**	**
Otkos x genotip <i>Mowing x genotype</i>	ns	ns

** - značajno na 0,01; ns - nije značajno

Podaci u (Tabeli 2) pokazuju intervale značajnosti između istraživanih otkosa i genotipova po Duncan-testu. Prosječne vrijednosti prinosa zelene mase otkosa svrstane su u dva intervala (a i b). Kod genotipova konstatovana tri intervala koji se po srednjim vrijednostima statistički značajno razlikuju. Najveći prosječan prinos 45,39 t ha⁻¹ ostvaren je u prvom otkosu 2011. godine i on je statistički značajno veći od prinosa zelene mase ostalih otkosa. Prinosi prvog otkosa 2010. godine i drugog u 2011. godini se nalaze u istom intervalu i između njih nema statistički značajnih razlika. Prinos u prvom otkosu 2011. godine je najveći, može se reći i očekivan, jer je crvena djetelina najproduktivnija u drugoj godini korišćenja, a najveće prinose daje u prvom otkosu.

Najveći prosječan prinos imaju sorta Kolubara 39,46 t ha⁻¹ i linija DS-2 37,38 t ha⁻¹, a najmanji sorta Viola 29,38 t ha⁻¹. Kroz ogledni rad najveće prinose zelene mase crvene djeteline u prvom otkosu druge godine korišćenja u svojim istraživanjima dobili su (Vasiljević i sar., 2010.) i (Gatarić i sar., 2010.). Dvogodišnje ispitivanje prinosa zelene mase višegodišnjih krmnih biljaka u skopskom regionu obavljeno je tokom 1996. i 1997. godine. U prvoj godini prinos zelene mase crvene djeteline je bio 49,22 t ha⁻¹, a druge 36,04 t ha⁻¹ (Prentović i sar., 1999.).

U istraživanjima koja su obavljena na Manjači prinos zelene mase crvene djeteline u drugoj godini je bio 76,0 t ha⁻¹, dok je u trećoj bio niži i iznosio je 66,0 t ha⁻¹ (Gatarić i sar., 2010.). Prosječan prinos zelene mase za dva otkosa u drugoj godini istraživanja u ovom radu je 74,64 t ha⁻¹, što je saglasno sa navedenim istraživanjima na području Manjače.

Tabela 2. Prosječne vrijednosti prinosa zelene mase genotipova crvene djeteline ($t\ ha^{-1}$)
Table 2. Average values of green mass yield of red clover genotypes ($t\ ha^{-1}$)

Genotip <i>Genotype</i>	Prvi 2010 <i>First 2010</i>	Otkos <i>Mowing</i> Prvi 2011 <i>First 2011</i>	Drugi 2011 <i>Second 2011</i>	Prosjeak po genotipovima <i>Average by genotypes</i>	CV (%) <i>CV (%)</i>
DS-1	28,38	43,38	30,00	33,92 ^{abc}	23,00
DS-2	30,75	46,75	34,63	37,38 ^a	24,07
DS-3	30,63	47,63	32,13	36,79 ^{ab}	22,67
DS-4	29,75	44,88	30,00	34,88 ^{abc}	26,66
Nike	27,00	42,13	24,63	31,25 ^{bc}	32,29
Viola	24,13	41,50	22,50	29,38 ^c	32,22
Kolubara	33,00	49,38	36,00	39,46 ^a	22,00
Start	21,88	47,50	24,12	31,17 ^{bc}	40,49
Prosjeak po otkosima <i>Average per Mowing</i>	28,19 ^b	45,39 ^a	29,25 ^b	34,27	

Na osnovu testa prosječne vrijednosti prinosa sijena otkosa svrstane su u dva intervala (a i b). Analizom prosječnih vrijednosti prinosa sijena genotipova u tri otkosa konstatovana su četiri intervala, (a, b, c i d) koji se po srednjim vrijednostima statistički značajno razlikuju po prinosu (Tabela 3). Najveći prosječan prinos ostvaren je u prvom otkosu 2011. godine $8,65\ t\ ha^{-1}$ i on se statistički značajno razlikuje od prinosa ostalih otkosa (Tabela 3). Najviši prosječan prinos sijena su ostvarili genotipovi Kolubara $8,87\ t\ ha^{-1}$ i DS-2 $8,56\ t\ ha^{-1}$ a najmanji Start $6,71\ t\ ha^{-1}$ i Viola $5,74\ t\ ha^{-1}$.

Tabela 3. Prosječne vrijednosti prinosa sijena genotipova crvene djeteline ($t\ ha^{-1}$)
Table 3. Average values of hay yield of red clover genotypes ($t\ ha^{-1}$)

Genotip <i>Genotype</i>	Prvi 2010 <i>First 2010</i>	Otkos <i>Mowing</i> Prvi 2011 <i>First 2011</i>	Drugi 2011 <i>Second 2011</i>	Prosjeak po genotipovima <i>Average by genotypes</i>	CV (%) <i>CV (%)</i>
DS-1	6,94	8,70	7,29	7,64 ^{abc}	15,54
DS-2	8,06	9,13	8,48	8,56 ^a	18,25
DS-3	7,44	9,15	8,07	8,22 ^{ab}	12,92
DS-4	6,95	8,51	7,35	7,61 ^{abc}	15,96
Nike	6,91	7,89	6,22	7,01 ^{bc}	18,60
Viola	4,95	7,86	4,43	5,74 ^d	29,38
Kolubara	8,31	9,23	9,06	8,87 ^a	11,48
Start	5,13	8,74	6,25	6,71 ^{cd}	28,53
Prosjeak po otkosima <i>Avagadre per Mowing</i>	6,84 ^b	8,65 ^a	7,14 ^b	7,54	

Tokom trogodišnjeg perioda u Bugarskoj su obavljena komparativna istraživanja crvene djeteline. U prvoj godini dobijeni su namanji prinosi suve materije. U ovoj studiji druge godine dobijena su tri otkosa i ostvareni najveći prinosi suve materije, koji su bili u intervalu $16,9\ t\ ha^{-1}$ kod diploidne sorte Nika-11

do 19,7 t ha⁻¹ kod diploidne sorte Vltavin. Treće godine dobijena su dva otkosa a prinosi suve materije su bili u intervalu 6,2 t ha⁻¹ do 7,5 t ha⁻¹ (Mihovsky i Naydenova., 2017.). U istraživanjima obavljenim u Srbiji najveći prinos sijena od 17,3 t ha⁻¹ u drugoj godini imala sorta K-17, koja je dala i najveći ukupan trogodišnji prinos od 33,4 t ha⁻¹ (Vasiljević i sar., 2010.). Analiza produktivnih osobina genotipova crvene djeteline je obavljena u ranijim istraživanjima u agroekološkim uslovima Manjače. Najveći prinos sijena ostvario je isti genotip, u drugoj 13,7 t ha⁻¹ i trećoj godini 12,1 t ha⁻¹ (Gatarić i sar., 2010.). U ovom radu u drugoj godini u dva otkosa najveći prinos sijena dala je sorta Kolubara 18,28 t ha⁻¹ i linija DS-2 17,61 t ha⁻¹, što se može smatrati genetičkom osobinom ovih genotipa da daju visoke prinose sijena.

Zaključak

Najveći prinosi zelene mase i sijena se dobijaju iz prvog otkosa u drugoj godini života crvene djeteline. U prvom otkosu prve godine (godina sjetve) mogu se dobiti zadovoljavajući prinosi zelene mase i sijena, glavni preduslov za dobijanje zadovoljavajućih prinosa je da biljke na raspolaganju imaju dovoljno vode. Najbolje rezultate je imala sorta Kolubara i linija DS-2. Na osnovu dobijenih rezultata linija DS-2 predstavlja potencijalnu buduću sortu crvene djeteline. Na lokalitetu obavljenih istraživanja dobijaju se visoki prinosi zelene mase i sijena crvene djeteline. Za proizvodnju zelene mase i sijena na lokalitetu obavljenih istraživanja bi trebalo koristiti sortu Kolubara.

Literatura

- Asci O.O. (2011). Biodiversity in red clover (*Trifolium pratense* L.) collected from Turkey. I: Morpho-agronomic propertis. African Journal of Biotechnology, 10(64), 14073-14079.
- Cnops G., Antje R., Saracutu O., Malengier M., Roldan-Rouz I. (2010). Morphological and Molecular Diversity of Branching in Red Clover (*Trifolium pratense*) in: Huyghe, C. (ed.), Proceedings of the Conference of the Eucarpia fodder and Amenity Species Section: Sustainable use of genetic diversity in forage and truf breeding. Dordrecht, Heidelberg, London, New York, pp. 73-77.
- Gatarić Đ., Radić V., Đurić B., Kovačević Z., Petković B. (2010). Varijabilnost produktivnih osobina i kvaliteta krme genotipova crvene djetelie (*Trifolium pratense* L.). Agrozanjanje. 11 (3), 117-123.
- Lee M.R.F. Evans P.R. Nute G.R. Richardson R.I. Scollan N.D. (2009). A comparison between red clover silage and grass silage feeding on fatty acid composition, meat stability and sensory quality of the *M. Longissimus* muscle of dairy cull cows. Meat Science. 81 (4), 738-744.
- Mihovsky T., Naydenova G. (2017). Comparative study on Czech cultivars of red clover (*Trifolium pratense* L.) in the conditions of the central northern Bulgaria. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 23 (5), 739-742.

- Prentović T., Dimov Z., Ivanovski R.P. (1999). Prinos krme i semena višegodišnjih krmnih biljaka u skopskom rejonu. Selekcija i semenarstvo, 6 (3-4), 71-74.
- Stevović V., Tomić D., Đurović D., Bokan N., Stanisavljević R., Lazarević Đ. (2012). Forage yield of red clover grown for combined forage and seed production. Thired International Scientific Symposium "Agrosym Jahorina 2012", pp. 230-234.
- Vasiljević S., Mihailović V., Mitrović M. (2001). Nova sorta crvene deteline kolubara. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad. Sveska 35, 357-365.
- Vasiljević S. Mihailović V., Katić S., Mikić A., Karagić, Đ. (2010). Potencijal rodnosti sorti crvene deteline (*Trifolium pratense* L.). Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 47 (1), 217-223.
- Vučković S. (1999). Krmno bilje. Monografija. Institut za istraživanja u poljoprivredi, Srbija, Beograd i Bonart, Nova Pazova.

YIELD POTENTIAL OF RED CLOVER GENOTYPES (*Trifolium pratense* L.)

Borislav Petković¹, Novo Pržulj^{2,3}, Vojo Radić², Darko Aćimović¹

Abstract

The aim of this research was to determine the genetic potential for green mass and hay yield of eight red clover genotypes over the two-year period (2010 and 2011). Yields in the first mowing of the first year and the aftermath of the second year did not significantly differ statistically. The highest average yields were gained in the first moving of the second year. The lowest average yields were given by the Viola variety and the highest by the Kolubara

Key words: red clover, genotypes, yield, hay, green mass

¹Centre for Development of Agriculture and Villages, Vojvode Momčila 10-12, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina (borislav.p1980@gmail.com)

²University of Banja Luka, Faculty of Agriculture Banja Luka, Bulevar Vojvode Petra Bojovića 1A, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina

³University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture East Sarajevo, Vuka Karadžića 30, East Sarajevo Bosnia and Herzegovina

ZNAČAJ PRAVILNE ISHRANE KRMNIH LEGUMINOZA FOSFOROM NA KISELIM ZEMLJIŠTIMA

Dalibor Tomić¹, Vladeta Stevović¹, Dragan Đurović¹, Milomirka Madić¹, Miloš Marijanović¹, Aleksandar Simić², Jasmina Knežević³

Izvod: U Republici Srbiji kiselna zemljišta obuhvataju oko 60% ukupnih obradivih površina. Na takvim zemljištima, veliki broj mikro i makro elemenata su teško dostupni biljkama. Dovoljna obezbeđenost leguminoznih biljaka fosforom je veoma značajna za procese njihovog rasta i razvika, nodulacije i azotofiksacije. Cilj ovog rada je bio da se analizira značaj pravilne ishrane leguminoznih biljaka fosforom na kiselim zemljištima i da se ukaže na probleme koji u takvim uslovima postoje, kao i na moguće načine njihovog rešavanja.

Ključne reči: fosfor, kiselna zemljišta, leguminoze

Uvod

Fosfor je važan makroelement koji čini oko 0,2% suve mase biljke. Komponenta je biološki aktivnih molekula kao što su nukleinske kiseline, fosfolipidi i šećer-fosfatni intermedijari disanja i fotosinteze. Fosfor je konstitutivni element najvažnijih makromolekulskih i fiziološki aktivnih jedinjenja u biljci, kao što su ADP i ATP. On je i sastavni deo metabolizma važnih bioloških procesa uključujući i fotosintezu, disanje, membranski transport. Fosfor ma važnu ulogu u organogenezi, naročito razvoju generativnih organa. Neophodan je za ćelijsku deobu, razvoj meristemskih tkiva i ima stimulatívno dejstvo na razvoj i povećanje broja cvetnih pupoljaka i plodova. Fotosintetska aktivnost i efikasnost stominog aparata su smanjeni usled nedostatka fosfora. Fosfor je važan element u procesima fiksacije N višegodišnjih leguminoza. U skladu sa tim, jedna od prepreka za normalan rast i razvoj biljaka iz porodice *Fabaceae* takođe predstavlja nedostatak pristupačnog fosfora.

U Republici Srbiji, na oko 60% obradivih površina su zastupljena kiselna zemljišta. Kiselna zemljišta se odlikuju visokim prisustvom lako pristupačnih formi aluminijuma, gvožđa i mangana i smanjenim sadržajem lako pristupačnog fosfora, kalcijuma i molibdena. Cilj rada je bio da se analizira značaj pravilne ishrane leguminoznih biljaka fosforom na kiselim zemljištima i da se ukaže na probleme koji u takvim uslovima postoje, kako bi se agrotehničkim merama negativni uticaji smanjili na minimum i povećali prinosi biljaka.

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (dalibort@kg.ac.rs);

²Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, Zemun, Beograd, Srbija;

³Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet, Kopaonička bb, 38219, Lešak, Srbija.

Značaj fosfora kod krmnih leguminoza

Nizak nivo fosfora u zemljištu prepreka je za normalan rast i razvoj biljaka iz porodice *Fabaceae*. Dobra obezbeđenost leguminoznih biljaka fosforom je važna za proces azotifikacije, bilo direktno (Cassman et al., 1980.) ili indirektno (Yahiya, 1995.). Fosfor utiče na povećanje broja nodula po biljci i količine fiksiranog azota po biljci kod mediteranske deteline (Robson, 1981.), graška (Jakobsen, 1985.), soje (Argaw, 2012.), vigne (Linu et al., 2009.), na pojačanu aktivnost nitrogenaze (Høgh-Jensen and Schjoerring, 2002.) i bolju mikorizu korena (Merryweather and Fitter, 1996.), a time i jači porast korena i nadzemnog dela leguminoznih biljaka. Fosfor primenjen preko zemljišta pozitivno je uticao na broj nodula po biljci, sadržaj suve materije u nodulama i specifičnu nitrogenaznu aktivnost kod crvene deteline (Hellsten and Danell, 2000.). Autori ukazuju da je fosfor imao veći direktan uticaj na N₂-fiksaciju, u odnosu na indirektan uticaj preko povećanog rasta biljaka.

Đubrenje goveđe deteline (*Medicago polymorpha* L.) fosforom je uticalo na značajno povećanje prinosa zrna, zahvaljujući povećanju broja mahuna po biljci (Muir et al., 2001.). Adekvatna snabdevenost biljaka aleksandrijske deteline (*Trifolium alexandrinum* L.) fosforom je uticala na povećanje mase izdanaka i korena, dužine korena i akumulacije fosfora u korenu i stablu biljaka (Nadian et al., 2005.). Prema Yoneyama et al. (2012) nedostatak fosfora je negativno uticao na rast izdanaka, prinos nadzemne mase biljaka i broj listova leguminoznih biljaka, a pozitivno na rast korena i njegovo izduživanje.

Đubrenje soje sa fosforom je uticalo na značajno povećanje broja grana po biljci, mase hiljadu zrna, broja mahuna po biljci, broja semena po mahuni i prinosa semena (Xiang et al., 2012.). Prema Aise et al. (2011.) adekvatna ishrana soje fosforom je uticala na povećanje lisne površine, fotosintetske aktivnosti, asimilacije organskih materija, sadržaja fosfora u izdancima, suve mase izdanaka, mase hiljadu zrna, broja mahuna po biljci i prinosa semena. Lewis and Hawthorne (1996.) navode da prinos boba (*Vicia faba*) u velikoj meri zavisi od snabdevenosti biljaka fosforom.

Adekvatna ishrana fosforom je uticala na značajno povećanje neto površine listova, sadržaja hlorofila, fotosinteze, kao i na bolji metabolizam azota kod klaster pasulja (*Cyamopsis tetragonoloba* Taub.), što je dovelo do značajnog povećanja rasta biljaka i prinosa semena u sušnim uslovima (Burman et al., 2004.). Prema Singh et al. (1997.), đubrenje fosforom doprinosi povećanju tolerantnosti krmnih leguminoza prema suši. Nedostatak fosfora u ranoj fazi razvoja biljaka je uticao na odlaganje cvetanja mediteranske deteline (*Trifolium subterraneum* L.) (Rossiter, 1978.) i lupine (Ma et al., 1997.).

Usvajanje fosfora na kiselim zemljištima

Ukupna dinamika fosfora u sistemu biljka-zemljište je funkcija integralnog uticaja transformacije fosfora, njegove pristupačnosti za biljku, vezivanja za zemljište rizosfere i biljnih procesa (Turner et al., 2002.). Na kiselim zemljištima usvajanje fosfora je otežano, jer je on vezan u teško rastvorljivim jedinjenjima. Takođe, mala

difuzija fosfora u zemljištu ograničava njegovu dostupnost u rizosferi (Raghothama and Karthikeyan, 2005.). Fosfora đubriva su mobilna u obliku ortofosfata, ali se 80% primenjene količine fosfornih đubriva brzo imobilize u druge oblike. To uglavnom rezultira njegovom akumulacijom u zemljištu u oblicima koji su teško dostupni biljkama ili je to tzv. "nepristupačan" fosfor. Vremenom dolazi do njegovog gubljenja putem ispiranja ili preko površinskih voda. Na taj način dolazi do zagađenja životne sredine, naročito vode (Jianbo, 2011.).

Prema Furihata et al. (1992.) kod viših biljaka, najveća stopa usvajanja fosfora je pri pH vrednosti zemljišta između 5 i 6 kada se on nalazi uglavnom u obliku $H_2PO_4^-$. U kiselijim zemljištima fosfor može biti dominantno adsorbovan na aluminijum i gvožđe oksidima i hidroksidima. Sa povećanjem pH vrednosti, rastvorljivost gvožđe i aluminijum fosfata raste, ali rastvorljivost kalcijum fosfata opada (Hinsinger, 2009.). Prema Osztoics et al. (2006.) đubrenje kiselog zemljišta fosforom je uticalo na značajno povećanje prinosa krme crvene deteline, ali je veći efekat postignut na glinovitim u odnosu na peskovita zemljišta. Prema Ribera et al. (2010.), pri đubrenju crvene deteline fosforom na kiselom zemljištu, utvđena je značajna pozitivna korelacija između pH vrednosti zemljišta i pristupačne količine fosfora, kao i između količine dostupnog fosfora u zemljištu i njegovog sadržaja u izdancima. Međutim, dostupnost fosfora nije značajno zavisila od kalcizacije zemljišta kao ni prinos krme crvene deteline. Prinos krme crvene deteline je povećan sa povećanjem količine primenjenog fosfora na varijanti sa i bez kalcizacije. Dostupnost molibdena za crvenu detelinu povećava sa đubrenjem fosforom (López et al., 2007.).

Za fosfor je karakteristična niska rastvorljivost i mobilnost u zemljištu kao i visoka fiksacija od strane matičnog tla (Jianbo, 2011.). U biljci je fosfor mobilan, tako da mladi listovi i generativni organi mogu biti obezbeđeni fosforom koji je dostupan u starijim biljnim tkivima (Crozier et al., 2004.).

Alternativni načini snabdevanja leguminoznih biljaka fosforom

Veći broj studija ukazuje da je folijarna primena fosfora dobar način da se biljke obezbede dovoljnom količinom fosfora potrebnom za rast i razvoj (Noack, 2011.; Tomić i sar., 2020.). Prema Koontz and Biddulph (1957.) folijarna primena fosfora je najbolji način za ishranu pasulja. Količina translociranog fosfora u roku od 24 sata nakon folijarnog tretmana zavisi od lisne površine i koncentracije fosfora na površini tretiranih listova. Više fosfora je bilo translocirano sa donjih starijih listova u odnosu na mlađe gornje listove. Veoma mladi listovi nisu usvajali fosfor. Količina dopremljenog fosfora do korena zavisila je od udaljenosti listova. Najjače usvajanje fosfora je bilo u vidu NaH_2PO_4 , znatno veće u odnosu na $K_2HPO_4 > K_3PO_4 = Na_2HPO_4 = NH_4H_2PO_4 = (NH_4)_2HPO_4 > H_3PO_4 > KH_2PO_4 = Na_3PO_4$. Translokacija fosfora je zavisila i od brzine sušenja na površini lista.

U prirodi postoji ogromna genetička varijacija biljaka u pogledu efikasnosti usvajanja fosfora. Zbog toga se danas razvijaju strategije kao što su prirodna selekcija biljaka na bolje usvajanje fosfora iz zemljišta, genetički inženjering (kojim se uvode

geni koji poboljšavaju usvajanje fosfora) i primena inokulacije korena biljaka sojevima mikroorganizama za bolje iskorišćavanje fosfora (Ramaekers et al., 2010.).

Zaključak

Obezbeđenost leguminoznih biljaka fosforom je važna za procese nodulacije i azotofiksacije. Đubrenje leguminoza fosforom utiče na povećanje broja grana po biljci, broja mahuna po biljci, broja zrna po mahuni, broja cvetova po biljci i mase hiljadu zrna. Fosfor je veoma važan element za proces fotosinteze, pozitivno utiče na sadržaj hlorofila, povećanje broja listova i lisne površine kod leguminoza. Zahvaljujući tome, pravilna ishrana fosforom dovodi do povećanja prinosa krme i semena leguminoznih biljaka.

Previše kisela kao i previše bazna reakcija zemljišta otežava usvajanje fosfora. U kiselim zemljištima fosfor je dominantno adsorbovan na aluminium i gvožđe oksidima i hidroksidima. Sa povećanjem pH vrednosti, rastvorljivost gvožđe i aluminium fosfata raste, ali rastvorljivost kalcijum fosfata opada, što takođe otežava njegovo usvajanje. Zbog toga se u poslednje vreme sve više preporučuje korekcija đubrenja fosforom folijarnim tretmanima. Takođe se traže alternativna rešenja za snabdevanje biljaka fosforom alatima selekcije i oplemenjivanja biljaka, kao i selekcije različitih vrsta i sojeva simbiotkih mikroorganizama, koji bi se koristili za inokulaciju korena.

Napomena

Istraživanja u ovom radu su finansirana od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, ugovor broj 451-03-9/2021-14.

Literatura

- Aise D., Erdal S., Hasan A., Ahment M. (2011). Effects of different water, phosphorus and magnesium doses on the quality and yield factors of soybean (*Glycine max* L.) in Harran plain conditions. International Journal Physical Sciences. 6(6): 1484-1495.
- Argaw A. (2012). Evaluation of Co-inoculation of *Bradyrhizobium japonicum* and Phosphate Solubilizing *Pseudomonas spp.* Effect on Soybean (*Glycine max* L.) in Assossa Area. Journal of Agricultural Science and Technology. 14: 213-224.
- Burman U., Garg K.B., Kathju S. (2004). Interactive effects of thiourea and phosphorus on clusterbean under water stress. Biologia Plantarum. 48(1): 61-65.
- Cassman K.G., Whitney A.S., Stockinger K.R. (1980). Root growth and dry matter distribution of soyabean as affected by phosphorus stress, nodulation, and nitrogen source. Crop Science. 20: 239-244.
- Crozier C.R., Walls B., Hardy H.D., Barnes S.J. (2004). Response of cotton to P and K soil fertility gradients in North Carolina. Journal of Cotton Science. 8: 130-141.
- Furihata T., Suzuki M., Sakurai H. (1992). Kinetic characterization of two phosphate uptake systems with different affinities in suspension-cultured *Catharanthus roseus* protoplasts. Plant and Cell Physiology. 33: 1151-1157.

- Hellsten A., Huss-Daness K. (2000). Interaction Effects of Nitrogen and Phosphorus on Nodulation in Red Clover (*Trifolium pratense* L.). *Acta Agriculturae Scandinavica*. 50: 135-142.
- Hinsinger P., Bengough A.G., Vetterlein D., Young I.M. (2009). Rhizosphere: biophysics, biogeochemistry, and ecological relevance. *Plant and Soil*. 321: 117-152.
- Høgh-Jensen H., Schjoerring J.K., Soussana J.F. (2002). The influence of phosphorus deficiency on growth and nitrogen fixation of white clover plants. *Annals of Botany*. 90: 745-753.
- Jakobsen I. (1985). The role of phosphorus in nitrogen fixation by young pea plants (*Pisum sativum*). *Physiology Plantarum*. 64: 190-196.
- Jianbo S., Lixing Y., Junling Z., Haigang L., Zhaohai B., Xinping C., Weifeng Z., Fusuo Z. (2011). Phosphorus dynamics: from soil to plant. *Plant Physiology*. 156: 997-1005.
- Koontz H., Biddulph O. (1957). Factors affecting absorption and translocation of foliar applied phosphorus. *Plant Physiology*. 32: 463-470.
- Lewis D.C., Hawthorne A.W. (1996). Critical plant and seed concentrations of phosphorus and zinc for predicting response of faba beans (*Vicia faba*). *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 36(4): 479-484.
- Linu M. S., Stephen J., Jisha M. S. (2009). Phosphate Solubilizing *Gluconacetobacter* sp., *Burkholderia* sp. and their Potential Interaction with Cowpea (*Vigna unguiculata* L.). *International Journal of Agricultural Research*. 4(2): 79-87.
- López R., Alvear M., Gianfreda L. Mora M. (2007). Molybdenum availability in Andisols and its effect on biological parameters of soil and red clover (*Trifolium pratense* L.). *Soil Science*. 172(11): 913-924.
- Ma Q., Longnecker N., Dracup M. (1997). Nitrogen deficiency slows leaf development and delays flowering in narrow-leaved lupin. *Annals of Botany*. 79: 403-409.
- Merryweather J., Fitter A. (1996). Phosphorus nutrition of an obligatory mycorrhizal plant treated with the fungicide benomyl in the field. *New Phytologist*. 132: 307-311.
- Muir P.J., Pitman D.W., Coombs F.D. (2001). Seeding Rate, Phosphorus Fertilization, and Location Effects on 'Armadillo' Burr Medic. *Agronomy Journal*. 93: 1269-1275.
- Nadian H., Barzegar R.A., Rouzitalab P., Herbert J.S., Hashemi M.A. (2005). Soil compaction, organic matter, and phosphorus addition effects on growth and phosphorus accumulation of clover. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 36: 1327-1335.
- Noack R.S., McBeath M.T., McLaughlin J.M. (2011). Potential for foliar phosphorus fertilisation of dryland cereal crops. *Crop and Pasture Science*. 61(8): 659-669.
- Osztoics E., et al. (2006). Effect of five phosphate rocks on red clover (*Trifolium pratense* L.) yield in pot trial. *Communications in Soil Science Plant Analysis*. 37: 2713-2724.
- Raghothama G.K., Karthikeyan S.A. (2005). Phosphate acquisition. *Plant and Soil*. 274: 37-49.
- Ramaekers L., Remans R., Rao M.I., Blair W.M., Vanderleyden J. (2010). Strategies for improving phosphorus acquisition efficiency of crop plants. *Field Crops Research*. 117: 169-176.
- Ribera E.A., Mora L.M., Ghisellini V., Demanet R., Gallardo F. (2010). Phosphorus-molybdenum relationship in soil and red clover (*Trifolium pratense* L.) on an acid soil. *Revista de la Ciencia del Suelo Nutrición Vegetal*. 10(1): 78 - 91.

- Robson A.D., O'Hara W.G., Abbarr K.L. (1981). Involvement of phosphorus in nitrogen fixation by subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.). Australian Journal of Plant Physiology. 8: 427-436.
- Rossiter R.C. (1978). Phosphorus deficiency and flowering time in subterranean clover *Trifolium subterraneum*. Annals of Botany. 42: 325-330.
- Singh D.K., Sale P.W.G., McKenzie B.M. (1997). Water relations of white clover (*Trifolium repens* L.) in a drying soil, as function of phosphorus supply and defoliation frequency. Australian Journal of Agricultural Research. 48: 675-681.
- Tomić D., Stevović V., Simić A., Đurović D., Radovanović M., Madić M., Knežević J. (2020). Foliar fertilization with phosphorus and potassium in red clover seed production on an acidic soil. Acta Agriculturae Serbica. 25(49): 51-57.
- Turner L., Paphazy J.M., Haygarth M.P., McKelvie D.I. (2002). Inositol phosphates in the environment. PTRSL Biological Sciences. 357: 449-469.
- Xiang D.B., Yong T.W., Yang W.Y., Wan Y., Gong W.Z., Cui L., Lei T (2012). Effect of phosphorus and potassium nutrition on growth and yield of soybean in relay strip intercropping system. Scientific Research and Essays. 7(3): 342-351.
- Yahiya M., Samiullah M., Fatma A. (1995). Influence of phosphorus no N₂-fixation in chickpea cultivars. Journal of Plant Nutrition. 18: 719-727.
- Yoneyama K., Xie X., Kim H., Kisugi T., Nomura T., Sekimoto H., Yokota T., Yoneyama K. (2012). How do nitrogen and phosphorus deficiencies affect strigolactone production and exudation? Planta. 235: 1197-1207.

THE IMPORTANCE OF PROPER NUTRITION OF FORAGE LEGUMES WITH PHOSPHORUS ON ACID SOILS

Dalibor Tomić¹, Vladeta Stevović¹, Dragan Đurović¹, Milomirka Madić¹, Miloš Marijanović¹, Aleksandar Simić², Jasmina Knežević³

Abstract

In the Republic of Serbia, acid soils cover about 60% of the total arable land. On such soils, numerous micro and macro elements are hardly accessible for plants. Sufficient supply of leguminous plants with phosphorus is very important for the processes of their growth and development, nodulation and nitrogen fixation. The aim of this study was to analyze the importance of proper nutrition of leguminous plants with phosphorus on acid soils and to point out the problems that exist in such conditions, as well as the possible ways to solve them.

Key words: acid soils, legumes, phosphorus

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia (dalibort@kg.ac.rs).

²University of Beograd, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, Zemun, Beograd, Serbia;

³Univerzity of Priština, Faculty of Agriculture, Kopaonicka bb, 38219, Lešak, Serbia.

PRINOS SOJE U ZAVISNOSTI OD VREMENA PRIMENE NPK ĐUBRIVA

Vojin Đukić¹, Jegor Miladinović¹, Zlatica Miladinov Mamlić¹, Gordana Dozet², Marija Bajagić³, Marijana Jovanović Todorović⁴, Vojin Cvijanović⁵

Izvod: Prinos soje zavise od sorte, zemljišta, agrotehnike, kao i od vremenskih uslova u pojedinim godinama. Cilj ovih istraživanja je da se sagleda uticaj primene NPK đubriva u jesenjem i prolećnom periodu na visinu prinosa soje. Najviši prinosi soje ostvareni su primenom NPK đubriva u jesen, pred osnovnu obradu zemljišta uz prolećnu primenu azotnog đubriva AN. Prolećna primena NPK đubriva i AN-a povećava prinos, ali je dejstvo đubriva znatno manje u odnosu na jesenju primenu. Primena azotnog đubriva AN povećava prinos soje, a da bi ovo đubrivo ispoljilo puni efekat neophodno je da zemljište bude optimalno obezbeđeno makroelementima.

Ključne reči: soja, prinos, NPK đubrivo, AN, vreme primene đubriva

Uvod

Primena mineralnih đubriva u intenzivnoj biljnoj proizvodnji neophodna je radi postizanja visokih prinosa, a pored određivanja količine đubriva, veoma bitno je i pravovremena primena hraniva. Soja, kao leguminozna biljka većinu svojih potreba za azotom obezbeđuje usvajanjem iz atmosfere. Manje količine azota biljkama soje neophodne su u početnim fazama rasta, dok se ne formiraju kvržice na korenu. Primena većih količina azota kod soje ima smisla samo na izrazito kiselim zemljištima i ako ne dolazi do formiranja kvržica na korenu biljaka. Primena manjih doza azotnih đubriva doprinosi povećanju prinosa, a količine azota veće od 50 kg ha⁻¹ dovode do smanjenja prinosa soje (Đukić i sar., 2009.).

Radi postizanja visokih i stabilnih prinosa i zadovoljavajućeg kvaliteta zrna soje, mora se primenjivati sortna agrotehnika, odnosno ispoštovati zahteve pojedinih sorti koje se razlikuju u svojim potrebama za hranivima i vodom, vremenu setve i intenzitetu primene agrotehničkih mera (Đukić i sar., 2019.).

Oscilacije prinosa u pojedinim godinama potvrđuju da vremenski uslovi tokom vegetacije imaju veliki uticaj na prinos soje (Đukić, 2009; Dozet, 2009; Đukić i sar., 2009.), posebno je bitna količina padavina u kritičnim fazama razvoja soje kao što su klijanje i nicanje, period formiranja mahuna i nalivanja zrna (Đukić i sar., 2018.). Racionalno korišćenje mineralnih đubriva podrazumeva kontrolu plodnosti zemljišta, odnosno utvrđivanje hranjivih materija neophodnih za uspešnu proizvodnju na određenoj parceli. Mineralna đubriva čine znatan deo troškova u

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija (vojin.djukic@ifvcns.ns.ac.rs);

²Megatrend Univerzitet, Fakultet za biofarming, Maršala Tita 39, 24300 Bačka Topola, Srbija;

³Univerzitet u Bijeljini, Pavlovića put bb, Bijeljina, Bosna i Hercegovina;

⁴Institut za ekonomiku poljoprivrede, Volgina 15, 11000 Beograd, Srbija;

⁵Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Bulevar Despota Stefana 68b, 11000 Beograd, Srbija.

poljoprivrednoj proizvodnji i neracionalnom primenom istih, može se ostvariti smanjenje prinosa i finansijski gubitak (Đukić i sar., 2009.).

Cilj ovih istraživanja bio je da se ispita uticaj vremena primene đubriva na prinos različitih genotipova soje po dužini vegetacije.

Materijal i metode rada

U cilju sagledavanja uticaja vremena primene NPK đubriva na prinos soje postavljen je trogodišnji ogled sa tri sorte soje, četiri različite varijante đubrenja i u tri ponavljanja, na oglednim parcelama Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Rimskim Šančevima. Ispitivanje je vršeno na sortama: Galina, NS Apolo i Rubin. Velike parcele bile su sorte soje, a podparcele četiri varijante đubrenja (kontrolna varijanta, varijanta sa primenom 300 kg ha^{-1} NPK đubriva formulacije 8:15:15 u jesen, pred osnovnu obradu zemljišta i 70 kg ha^{-1} azotnog đubriva AN predsetveno, varijanta sa predsetvenom primenom 300 kg ha^{-1} NPK đubriva i 70 kg ha^{-1} AN-a i varijanta gde je predsetveno primenjeno 70 kg ha^{-1} azotno đubrivo AN). Osnovna parcela je bila veličine 15m², (šest redova, međuredni razmak 50 cm i pet metara dužine). U sve tri godine primenjena je standardna agrotehnika za soju, a u fazi tehnološke zrelosti izvršena je žetva kombajnom za oglede, izmerena vlaga zrna i izračunat prinos sa 14% vlage. U ovom radu analiziran je prinos soje. Rezultati su obrađeni analizom varijanse trofaktorijskog ogleda (program „Statistica 10“), a značajnost razlika testirana je LSD testom. Rezultati su prikazani tabelarno.

Rezultati istraživanja i diskusija

Istraživanja su vršena tokom 2017., 2018. i 2019. godine (Tabela 1).

Tabela 1. Vremenski uslovi u ispitivanim godinama

Table 1. Weather conditions in the study years

Mesec Month	Srednje mesečne temperature Mean monthly temperature (°C)				Padavine Precipitation (lm ⁻²)			
	2017	2018	2019	Višegodišnji prosek Long-term average 1964-2016	2017	2018	2019	Višegodišnji prosek Long-term average 1964-2016
IV	11,4	17,4	14,1	11,7	57,0	50,0	54,0	47,4
V	17,6	20,5	15,0	17,0	82,9	64,0	85,0	67,4
VI	23,2	21,7	22,6	20,1	65,7	164,0	64,0	87,6
VII	24,3	22,1	22,8	21,7	12,0	83,0	22,0	67,4
VIII	24,8	24,3	24,7	21,2	17,4	51,0	80,0	59,0
IX	16,9	19,5	19,2	17,0	81,5	27,2	54,0	47,5
Prosek, Suma Average, Total	19,7	20,9	19,7	18,1	316,5	439,2	359,0	376,4

Prosečne temperature u vegetacionom periodu za 2017. i 2019. godinu bile su veće za 1,6°C, a u 2018. godini za 2,8°C u odnosu na višegodišnji prosek (18,1°C). U 2017. godini zabeležene su visoke temperature u periodu intenzivnog porasta biljaka i u drugom delu vegetacionog perioda. U junu su temperature bile za 3,1°C, više od višegodišnjeg proseka, u julu za 2,6°C, a u avgustu za 3,6°C, a u ovom periodu protiče cvetanje, formiranje mahuna i nalivanje zrna (Đukić i sar., 2018.). Temperature u 2018. godini bile su visoke u prvom delu vegetacije (april i maj 5,7°C i 3,5°C iznad višegodišnjeg proseka) i u avgustu (3,1°C iznad proseka). U 2019. godini aprilske temperature bile su više od višegodišnjeg proseka za 2,4°C, majske niže za 2,0°C, a u vreme cvetanja i formiranja mahuna (jun) i nalivanja zrna (avgust) temperature su bile za 2,5°C, odnosno 3,5°C iznad višegodišnjeg proseka.

Prosečna količina padavina u vegetacionom periodu soje u 2017. godini bila je manja za 59,9 lm^{-2} , a u 2019. godini za 17,4 lm^{-2} u odnosu na višegodišnji prosek (316,5 lm^{-2}), dok je u 2018. godini bilo više padavina za 62,8 lm^{-2} u odnosu na višegodišnje vrednosti. Nedostatak padavina u 2017. godini bio je izražen u drugoj polovini juna, julu i avgustu, što je uz visoke temperature dovelo do prinudnog sazrevanja biljaka i značajnog smanjenja prinosa soje (Đukić i sar., 2017.). U 2018. godini nedostatak padavina javio se u avgustu i septembru, ali je raspored bio povoljniji u odnosu na 2017. godinu. Nedostatak padavina u 2019. godini bio je izražen u drugoj polovini juna i tokom jula, uz povoljnije temperaturne uslove u odnosu na 2017. godinu.

Prinos soje pri različitim varijantama đubrenja prikazan je u tabeli 2.

Posmatrajući prinose soje po različitim godinama (tabela 2), uočava se da je statistički veoma značajno viši prinos bio u 2018. godini (3542 kg ha^{-1}) u odnosu na 2017. godinu (2264 kg ha^{-1}) i 2019. godinu (2716 kg ha^{-1}). Statistički veoma značajne razlike u visini prinosa zabeležene su i između 2017. i 2019. godine.

Posmatrajući prosečne prinose soje po pojedinim sortama, zapaža se da su statistički veoma značajno viši prinosi ostvareni sa sortama Rubin (2966 kg ha^{-1}) i NS Apolo (2898 kg ha^{-1}) u odnosu na sortu Galina (2657 kg ha^{-1}). Statistički značajne razlike bile su i između sorti Rubin i NS Apolo.

Posmatrajući prinose po varijantama đubrenja, uočava se da je najviši prinos ostvaren na drugoj varijanti (3083 kg ha^{-1}), što je uz prinos na trećoj varijanti (2847 kg ha^{-1}) statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prvu varijantu (2681 kg ha^{-1}) i četvrtu varijantu (2752 kg ha^{-1}). Statistički veoma značajno viši prinos zabeležen je i na drugoj varijanti u odnosu na treću varijantu đubrenja.

Posmatrajući istu godinu, a različite sorte soje, uočava se da je najviši prinos u 2017. godini imala sorta NS Apolo (2385 kg ha^{-1}), statistički veoma značajno viši u odnosu na sortu Galina (2156 kg ha^{-1}) i statistički značajno viši u odnosu na sortu Rubin (2250 kg ha^{-1}). U 2018. godini postojale su statistički veoma značajne razlike u prinosu između sve tri sorte (Rubin 3803 kg ha^{-1} , NS Apolo 3587 kg ha^{-1} , Galina 3237 kg ha^{-1}). U 2019. godini najviši prinos imala je sorta Rubin (2847 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na sortu Galina (2577 kg ha^{-1}). Sorta NS Apolo (2723 kg ha^{-1}) imala je statistički značajno viši prinos u odnosu na sortu Galina i statistički značajno niži prinos u odnosu na sortu Rubin.

Tabela 2. Prinos soje pri različitim varijantama đubrenja (kg ha^{-1})

Table 2. Soybean yield in different fertilization variants (kg ha^{-1})

Godina Year (A)	Sorta Variety (B)	Đubrenje Fertilization (C)				Prosek AxB Average AxB	Prosek A Average A
		1	2	3	4		
2017	Galina	1985	2463	2162	2016	2156	2264
	NS Apolo	2245	2598	2384	2314	2385	
	Rubin	2142	2346	2304	2207	2250	
	Prosek Ax C Average Ax C	2124	2469	2283	2179		
2018	Galina	3048	3511	3236	3155	3237	3542
	NS Apolo	3417	3724	3657	3549	3587	
	Rubin	3681	4016	3788	3725	3803	
	Prosek Ax C Average Ax C	3382	3750	3560	3476		
2019	Galina	2466	2824	2535	2483	2577	2716
	NS Apolo	2546	3022	2694	2631	2723	
	Rubin	2595	3241	2860	2690	2847	
	Prosek Ax C Average Ax C	2536	3029	2696	2601	-	
Prosek BxC Average BxC	Galina	2500	2933	2644	2551	Prosek B Average B	2657
	NS Apolo	2736	3115	2912	2831		2898
	Rubin	2806	3201	2984	2874		2966
	Prosek C Average C	2681	3083	2847	2752	-	-
Prosek 2017-2019 Average 2016-2019							2841
Đubrenje Fertilizers: 1. Kontrola, 2. 300 kg ha^{-1} NPK u jesen + 70 kg ha^{-1} AN predsetveno 3. predsetveno 300 kg ha^{-1} NPK i 70 kg ha^{-1} AN, 4. Predsetveno 70 kg ha^{-1} AN							

LSD	A	B	C	AxB	AxC	BxC	AxBxC
1%	147,52	71,28	124,04	135,04	200,72	178,20	312,30
5%	88,96	50,85	93,94	95,68	151,78	134,94	236,52

Posmatrajući istu godinu a različita đubrenja, uočavamo da je u sve tri godine najviši prinos ostvaren na drugoj varijanti (2469 kg ha^{-1} u 2017. godini, 3750 kg ha^{-1} u 2018. godini i 3029 kg ha^{-1} u 2019. godini), što su statistički veoma značajno više vrednosti u odnosu na prvu varijantu (2124 kg ha^{-1} u 2017. godini, 3382 kg ha^{-1} u 2018. godini i 2536 kg ha^{-1} u 2019. godini) i četvrtu varijantu (2179 kg ha^{-1} u 2017. godini, 3476 kg ha^{-1} u 2018. godini i 2601 kg ha^{-1} u 2019. godini). Na trećoj varijanti ostvareni su statistički značajno viši prinosi u odnosu na prvu varijantu (2283 kg ha^{-1} u 2017. godini, 3560 kg ha^{-1} u 2018. godini i 2696 kg ha^{-1} u 2019. godini) i statistički značajno niži prinosi u odnosu na drugu varijantu đubrenja.

Posmatrajući istu sortu a različite varijante đubrenja, uočava se da je kod sve tri sorte najviši prinos ostvaren na drugoj varijanti (Galina 2933 kg ha^{-1} , NS Apolo 3115 kg ha^{-1} i Rubin 3201 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na ostale varijante đubrenja (prva varijanta: Galina 2500 kg ha^{-1} , NS Apolo 2736 kg ha^{-1} i Rubin 2806 kg ha^{-1} , treća varijanta: Galina 2644 kg ha^{-1} , NS Apolo 2912

kg ha^{-1} i Rubin 2984 kg ha^{-1} i četvrta varijanta: Galina 2551 kg ha^{-1} , NS Apolo 2831 kg ha^{-1} i Rubin 2874 kg ha^{-1}). Statistički značajno viši prinosi zabeleženi su i kod sve tri sorte soje na trećoj varijanti u odnosu na prvu varijantu đubrenja.

Količina i raspored padavina, temperaturni uslovi tokom vegetacionog perioda, vreme pojave, trajanje kao i intenzitet suše, značajno određuju visinu prinosa (Đukić i sar., 2011.).

Zaključak

Na osnovu analiziranih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

Primena NPK đubriva, kao i primena amonijum nitrata povećavaju prinos soje.

Najviši prinosi zabeleženi su primenom NPK đubriva u jesenjem periodu, pre osnovne obrade zemljišta i predsetvenom primenom amonijum nitrata.

Radi postizanja visokih i stabilnih prinosa treba vršiti đubrenje na osnovu analize zemljišta, uz pravilnu i pravovremenu primenu đubriva.

Literatura

- Dozet, G. (2009): Uticaj đubrenja predkulture azotom i primena Co i Mo na prinos i osobine zrna soje. Doktorska disertacija, Megatrend Univerzitet Beograd, Fakultet za biofarming, Bačka Topola.
- Đukić, V. (2009). Morfološke i proizvodne osobine soje ispitivane u plodoredu sa pšenicom i kukuruzom. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet Zemun, 127 str.
- Đukić, V., Đorđević, V., Popović, V., Kostić, M., Ilić, A., Dozet, G. (2009). Uticaj đubrenja na prinos soje, Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, sveska 46, 17-22. Dostupno: <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0354-7698/2009/0354-76980901017D.pdf>
- Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Đorđević, V., Tatić, M., Dozet, G., Jaćimović, G., Petrović, K. (2011). Prinos i semenski kvalitet soje u zavisnosti od uslova godine. Ratarstvo i povrtarstvo 48 (1): 137-142. Dostupno: <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/1821-3944/2011/1821-39441101137D.pdf>
- Đukić, V., Miladinov, Z., Dozet, G., Cvijanović, M., Tatić, M., Miladinović, J., Balešević-Tubić, S. (2017): Pulsed electromagnetic field – a cultivation practice used to increase soybean seed germination and yield. Zemdirbyste-Agriculture, vol. 104, No. 4, p. 345-352. Dostupno: http://www.zemdirbyste-agriculture.lt/wp-content/uploads/2017/11/104_4_str44.pdf
- Đukić, V., Miladinov, Z., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Đorđević, V., Valan, D., Petrović, K. (2018): Kritični momenti u proizvodnji soje, Zbornik referata 52. Savetovanja agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS), Zlatibor, 21-27. Januar 2018. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 34-44. ISBN:978-86-80417-78-3
- Đukić, V., Dozet, G., Miladinov, Z., Cvijanović, M., Vasiljević, M., Cvijanović, G., Randelović, P. (2019): Promena morfoloških osobina soje pri različitim sklopovima

biljaka. Zbornik radova 1, XXIV Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 15-16 Mart, 2019. 215-220 str. UDC63(082), 606:63(082) isbn 978-86-87611-63-4

SOYBEAN YIELD IN DEPENDENCE ON TIMING OF ADMINISTRATION OF NPK FERTILIZERS

Vojin Đukić¹, Jegor Miladinović¹, Zlatica Miladinov Mamlić¹, Gordana Dozet², Marija Bajagić³, Marijana Jovanović Todorović⁴, Vojin Cvijanović⁵

Abstract

Soybean yield depends on the variety, soil, cultural practices, as well as the weather conditions in certain years. The aim of this research is to examine the impact of NPK fertilizer application in the autumn and spring period on the level of soybean yield. The highest soybean yields were achieved by applying NPK fertilizer in autumn, before the basic tillage with spring application of nitrogen fertilizer AN. Spring application of NPK fertilizers and AN increases the yield, but the effect of fertilizers is significantly less compared to autumn application. The application of nitrogen fertilizer AN increases the soybean yield, and in order for this fertilizer to show its full effect, it is necessary for the soil to be optimally provided with macroelements.

Key words: soybean, yield, NPK fertilizer, AN, fertilizer application time

¹Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia (vojin.djukic@ifvcns.ns.ac.rs)

²University of Beograd, Faculty of Bifarming, Maršala Tita 39, 24300 Bačka Topola, Serbia

³University Bjeljina, Pavlovića put bb, Bijeljina, Bosnia and Hercegovina

⁴Institute Of Agricultural Economics, Volgina str. 15, 11000 Belgrade, Serbia

⁵Institute for Science Application in Agriculture, Despot Stefan Bulevard 68b, 11000 Belgrade, Serbia

DIVERZITET I ANALIZA KVALITATIVNOG SASTAVA BILJNE ZAJEDNICE STRNIŠTA KAO POTENCIJALNE KRME

Duško Brković¹, Dalibor Tomić¹, Snežana Branković²

Izvod: U biljnoj zajednici strništa je determinisano 25 taksona, razvrstanih u 22 roda i 13 familija. Od 7 najzastupljenijih porodica, pet je prisutno u ovoj mikrozajednici u kojoj Asteraceae imaju 6 taksona (27,27%), Lamiaceae pet vrsta (20%), a Poaceae pet predstavnika (12%). Za ishranu životinja mogu poslužiti: *Galinsoga parviflora* Cav., *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., *Elymus repens* (L.) Gould., *Amaranthus retroflexus* L., u manjoj količini i *Chenopodium album* L. i *Leontodon hispidus* L. Potencijalno otrovne biljke za ishranu domaćih životinja su: *Colchicum autumnale* L., *Equisetum arvense* L., *Equisetum telmateia* Ehrh., *Ranunculus bulbosus* L., *Sonchus arvensis* L.

Ključne reči: biljna zajednica, korovi, otrovne biljke, krmne biljke

Uvod

U intenzivnim sistemima poljoprivredne proizvodnje, preporuke su da se odmah nakon obavljene žetve, ako je moguće i istog dana vrši zaoravanje strništa. Međutim, iz različitih razloga, u Republici Srbiji, vrlo često prva mera obrade zemljišta nakon žetve je duboko jesenje oranje. U međuvremenu, na strništu dolazi do razvoja određene biljne zajednice. Korovi su po prirodi konkurentniji u odnosu na većinu gajenih biljaka, tako da na strništima brzo preovladavaju.

Celokupna vaskularna flora Srbije preliminarno je procenjena na 4200 do 4300 taksona u rangju vrste, podvrste i hibrida (Niketić i Tomović, 2018.). Brojnost biljnih vrsta strništu je relativno ograničena jakom kompeticijom. Među brojnim vrstama, mnoge pripadaju grupi lekovitih ili otrovnih biljaka za čoveka i domaće životinje. Pojmovi "otrovna" ili "lekovita" biljka su uslovni i relativni. Supstance koje uslovljavaju ovu pojavu, u malim tačno određenim količinama mogu imati korisno fiziološko dejstvo. Međutim, te iste supstance, unete u većim količinama u životinjski organizam postaju štetne, otrovne, pa čak i letalne.

Nastajanje određenih materija u biljkama je dinamičan proces, koji se menja u toku ontogenetskog razvoja biljaka, a takođe zavisi i od mnogobrojnih faktora spoljne sredine. To uslovljava da je kod nekih biljaka sadržaj štetnih materija manji u kasnijim fazama, dok kod nekih drugih postoji suprotna pojava. Zbog svega navedenog, posebno je značajno stručno poznavanje botaničkog sastava samoniklog rastinja, na osnovu čega bi se moglo proceniti da li postoji određeni krmni potencijal.

¹ Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (duskobrkovic@gmail.com);

² Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet u Kragujevcu, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Srbija.

Cilj rada je bio da se na strništu na teritoriji Zapadne Srbije u određenim uslovima analizira biljna zajednica i utvrdi eventualna mogućnost za iskorišćavanje pašom.

Materijal i metode rada

Proučavana biljna zajednica se nalazi u severozapadnoj Srbiji na jugoistočnim obroncima planine Suvobor (44.04915 N i 20.22643 E) u dolinskoj zaravni pored brdskog potoka, na nadmorskoj visini od 450 metara (Slika 1). Ispitivana površina prostire se na 50 ari, pri čemu je osnovna podloga laporac sa primesama aluvijuma (Filipović i sar., 1978.). Biljna zajednica se formirala postrno nakon 15. jula, kada je izvršena žetva ozime pšenice.



Sl. 1. Izgled i geografski položaj biljne zajednice na strništu

Figure 1 Appearance and geographical location of the plant communities on stubble

Podaci su prikupljeni 20. septembra određivanjem biljnih vrsta u svežem ili herbarizovanom obliku. Detreminacija je urađena uz pomoć ključeva (Josifović 1970), (Javorka and Csapody, 1979) i atlasa livadskih biljaka (Mišić i Lakušić, 1990). Za svaku biljnu vrstu su navedeni latinski naziv vrste, porodice i narodni naziv. Svrstavanje biljaka u korove rađeno je prema atlasu korova (Šarić, 1991).

Rezultati istraživanja i diskusija

Svetskoj poljoprivredi najveće štete nanosi oko 250 korovskih vrsta, od kojih oko 70% njih nalazimo u 12 porodica, a od toga oko 50% njih u svega pet porodica. Na proučavanom području biljne zajednce na strništu u jesenjem periodu (20. septembar) determinisano je i klasifikovano 25 biljnih taksona na nivou vrste i podvrste, raspoređenih u 22 roda i 13 familija (Tabela 1). Najzastupljenija je porodica Asteraceae sa 6 taksona, sledi Lamiaceae sa 5 predstavnika, Poaceae 3, Equisetaceae 2, dok preostalih 9 porodica imaju po jednog predstavnika. Od 25 taksona na nivou vrste i podvrste, najmanje 13 možemo smatrati korovskim, ostatak su uglavnom ruderalne i livadske biljke.

Od ukupnog broja od 115 familija na teritoriji brdsko-planinskog područja severozapadne Srbije i Šumadije u kategoriju izrazito bogatih i taksonomski veoma raznovrsnih svrstava se 7 familija, koje ukupno obuhvataju 46,27% vrsta i podvrsta od ukupne flore ovog područja. Na osnovu prikazanih analiza

zastupljenosti taksona u celokupnoj flori brdsko-planinskog područja severozapadne Srbije i Šumadije može se uočiti dominacija Asteraceae predstavljene sa 59 rodova i 152 vrste i podvrste. Poaceae su na istraživanom području zastupljene sa 51 rodom i 100 vrsta i podvrsta i druge po ukupnoj florističkoj zastupljenosti. Familija Fabaceae sa svoja 24 roda i 97 vrsta i podvrsta nalazi se na trećem mestu po brojnosti u okviru flore proučavanog područja. U grupu bogatijih spada i familija Lamiaceae sa 26 rodova i 75 vrsta i podvrsta. Slede po brojnosti vrsta Rosaceae, Brassicaceae i Caryophyllaceae (Brković, 2015.). Ako poredimo date podatke sa rezultatom dobijene analize biljne zajednice strništa dolazimo do zaključka da od 7 najzastupljenijih porodica, pet je prisutno u ovoj mikrozajednici. Asteraceae su i u mikrozajednici najzastupljenije sa 6 taksona (27,27%), Lamiaceae su zastupljenije nego u prostoru severozapadne Srbije i Šumadije sa pet vrsta (20%), Poaceae su ispod prosečno zastupljene sa tri predstavnika (12%). Od 7 najzastupljenih familija u posmatranoj mikrozajednici nisu pronađeni predstavnici Rosaceae i Caryophyllaceae.

Tabela 1. Naučni, narodni naziv biljaka i pripadnost porodici
Table 1. Scientific and folk name of plants and family affiliation

Latinski naziv biljke <i>Latin name of the plant</i>	Porodica <i>Family</i>	Narodni naziv(i) biljke <i>The folk name(s) of the plant</i>
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Amaranthaceae	štir
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	Asteraceae	obični pelin, crni pelin
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik	Brassicaceae	hoću-neću, rusomača
<i>Chenopodium album</i> L.	Chenopodiaceae	obična pepeljuga, loboda
<i>Colchicum autumnale</i> L.	Liliaceae	mrazovac
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv.	Poaceae	veliki muhar, korovsko proso
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould.	Poaceae	pirevina, pirika
<i>Equisetum arvense</i> L.	Equisetaceae	preslica, rastavić, borak
<i>Equisetum telmateia</i> Ehrh.	Equisetaceae	veliki rastavić
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Asteraceae	obična konika, konica
<i>Hibiscus trionum</i> L.	Malvaceae	njivska lubeničarka
<i>Lamium album</i> L.	Lamiaceae	bela mrtva kopriva
<i>Lamium purpureum</i> L.	Lamiaceae	purpurna mrtva kopriva
<i>Leontodon hispidus</i> L.	Asteraceae	lavlji zub, goloček dlakasti
<i>Mentha longifolia</i> (L.) Huds.	Lamiaceae	konjski bosiljak, nana
<i>Ononis arvensis</i> L.	Fabaceae	gladiš, zečji trn
<i>Pulicaria vulgaris</i> Gaertn.	Asteraceae	obični businjak
<i>Ranunculus bulbosus</i> L.	Ranunculaceae	bulnica
<i>Salvia verticillata</i> L.	Lamiaceae	pršljenasta žalfija, siruša
<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Schultes	Poaceae	sivi muhar
<i>Sonchus arvensis</i> L.	Asteraceae	gorčika
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill.	Asteraceae	rapava gorčika
<i>Stachys palustris</i> L.	Lamiaceae	barski čistac
<i>Verbascum blattaria</i> L.	Scrophulariaceae	divizma smrdljiva
<i>Verbena officinalis</i> L.	Verbenaceae	vrben

Edifikator u okviru posmatrane biljne zajednice je *Setaria pumila* (Poiret) Schultes. Ova biljna vrsta je umereni kompetitor i do cvetanja predstavlja kvalitetnu krmu, a kasnije ogrubi i izgubi vrednost (Šarić, 1991.). Prema Holmu et al. (1977.) od 76 najštetnijih korova na svetu, 36 korova, odnosno 40% pripada porodici Poaceae. Ova porodica obuhvata veliki broj rodova, među kojima je i rod *Setaria*. Holm et al. (1977.) opisali su taj rod kao jednu od najštetnijih skupina korova svetske poljoprivredne proizvodnje.

U ovim istraživanjima, na zajednici strništa su se razvile biljne samonikle vrste iz različitih familija. Neke od njih bi se potencijalno, u određenim fazama, mogle koristiti ispašom kao dopuna u ishrani životinja. To su: *Galinsoga parviflora* Cav., *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., *Elymus repens* (L.) Gould., *Amaranthus retroflexus* L., *Chenopodium album* L. i *Leontodon hispidus* L.

Galinsoga parviflora Cav. je korovska biljka koju dok je mlada stoka rado jede i koja povoljno deluje na mlečnost (Šarić, 1991.). *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., ima visok sadržaj šećera i u nekim mestima SAD se uzgaja za krmu. Stoka rado jede mlade biljke. *Elymus repens* (L.) Gould. predstavlja jedan od najopasnijih i najžilavijih korova te je jako teško uništiti i iskoreniti, međutim zelenu biljku i rizome stoka rado jede (Šarić, 1991.). Pored toga, ona je lekovita biljka čiji se rizom koristi uglavnom u narodnoj medicini (Stamenković i Stamenković, 2015.). *Chenopodium album* L. je biljka koju stoka rado jede, međutim u većim količinama može škoditi. Mlado lišće *Leontodon hispidus* L. se može koristiti u ljudskoj ishrani. Povoljno deluje u krmi na mlečne proizvode, ali ga stoka u starijim fazama slabo konzumira, zbog grube maljavosti (Mišić i Lakušić, 1990.).

Mlade biljke *Amaranthus retroflexus* L. i *Sonchus arvensis* L. mogu poslužiti za ishranu svinja.

Lamium purpureum L. i *Artemisia vulgaris* L. stoka uglavnom izbegava zbog neprijatnog ukusa i mirisa. *Stachys palustris* L. i *Artemisia vulgaris* L. u krmnim usevima smanjuju hranljivu vrednost. *Artemisia vulgaris* L. takođe smanjuje sekreciju mleka i izaziva njegovo grušanje prilikom kuvanja (Šarić, 1991.). Stoka retko jede rusomaču *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik, koja iskorišćena u krmi može da naškodi zdravlju stoke i da nepovoljno utiče na mlečnost (Šarić, 1991.).

Međutim, među determinisanim, postoje i brojne vrste koje mogu biti potencijalno otrovne za sve vrste domaćih životinja, kao što su: *Colchicum autumnale* L., *Equisetum arvense* L., *Equisetum telmateia* Ehrh., *Ranunculus bulbosus* L., *Sonchus arvensis* L.. Zbog mogućnosti da takve biljke budu iskorišćene od strane domaćih životinja, ovakva biljna zajednica se ne preporučuje za ispašu u intenzivnoj stočarskoj proizvodnji. *Colchicum autumnale* L. je otrovan korov livada prvenstveno zbog alkaloida kolhicina. Naročito su otrovne semenke i lukovica jer izazivaju teško trovanje stoke. Može uticati štetno na kvalitet mleka, pri čemu je zelena biljka otrovnija nego suva. Goveda ga izbegavaju, ali ga ovce i koze ponekad pasu, pri čemu utiče na loš kvalitet mleka. Stoka uglavnom izbegava *Equisetum arvense* L. i *Equisetum telmateia* Ehrh., a ako je pojede može da oboli i da smanji mlečnost. Smanjuje sekreciju mleka i izaziva njegovo grušanje, dok prilikom

kuvanja mleka, dovodi do promene njegove boje. Mlečnim proizvodima i mesu daje neprijatan ukus i miris (Šarić, 1991.).

Zaključak

U okviru biljne zajednice strništa od 25 biljnih taksona nekoliko njih bi moglo da se koristi kao krma i to uglavnom u stadijumu mlade biljke i manjim količinama. Prvenstveno su to sledeći taksoni: *Galinsoga parviflora* Cav., *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., *Elymus repens* (L.) Gould., *Amaranthus retroflexus* L., *Chenopodium album* L. i *Leontodon hispidus* L. *Amaranthus retroflexus* L. i *Sonchus arvensis* L. mogle bi se iskoristiti u mlađim fazama za ishranu svinja.

Lamium purpureum L., *Artemisia vulgaris* L., *Stachys palustris* L. *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik uglavnom u krmnim biljkama smanjuju krmnu vrednost, takođe smanjuju sekreciju mleka i izazivaju njegovo grušanje prilikom kuvanja.

U okviru ispitivane biljne zajednice strništa potencijalno otrovne za sve vrste domaćih životinja su: *Colchicum autumnale* L., *Equisetum arvense* L., *Equisetum telmateia* Ehrh., *Ranunculus bulbosus* L., *Sonchus arvensis* L.. Veliki broj biljaka u samonikloj vegetaciji nije otrovan za domaće životinje, ali ispoljava štetno dejstvo na kvalitet stočnih proizvoda. To štetno delovanje se najčešće ispoljava u promenama ukusa, mirisa i boje mleka i mlečnih proizvoda.

Opasnost od štetnog delovanja štetnih i otrovnih biljaka na domaće životinje je najveća u proleće kada životinje prvi put izlaze na pašu. Posebno su štetnom dejstvu ovih biljaka izložena mlada grla, koja još uvek ne poseduju dovoljno razvijena čula mirisa i ukusa. Inače, na smanjenje učestalosti trovanja životinja na terenu utiče gorak ukus štetnih biljaka, koji životinje odvraća od njihovog konzumiranja. Zbog mogućnosti da takve biljke budu iskorišćene od strane domaćih životinja, ovakva biljna zajednica se ne preporučuje za ispašu.

Literatura

- Brković D. (2015). Vaskularna flora brdsko-planinskog područja severozapadne Srbije i Šumadije ekološko fitogeografska studija. Doktorska disertacija. Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd. 612.
- Filipović I., Pavlović Z., Marković B., Rodin V., Marković O., Gačić N., Atin B., Milićević M. (1978). Socijalistička Federativna Republika Jugoslavija. Osnovna geološka karta 1:100000. L34-137 Gornji Milanovac. – Savezni geološki zavod, Beograd. 1.
- Holm L.G., Plucknett D.L., Pancho J.V., Herberger J.P. (1977). The world's worst weeds - distribution and biology. Univ. Press of Hawaii, Honolulu. HSU, C. 1975. Taiwan grasses. Taiwanprov. Educ. Assoc., Taipei. pp. 884.
- Javorka S., Csapody V. (1979). Iconographia Florae partiet Austro-Orientalis Europae Centralis. Academiae Budapest. 1-694.
- Josifović M. (1970). Flora of Serbia I-IX. Srpska akademija nauka i metnosti, Beograd. 1-615.

- Mišić LJ., Lakušić R. (1990). Livadske biljke. IP" Svjetlost", Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo; Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd 1-227.
- Niketić M., Tomović G. (2018). Kritička lista vrsta vaskularne flore Srbije 1. Srpska akademija nauka i umetnosti, Beograd. 1-294.
- Stamenković V., Stamenković D. (2015). Naše neškodljivo lekovito bilje III dopunjeno izdanje. Grafičar No5 Vlasotince. Leskovac. 1-177.
- Šarić T. (1991). Atlas korova 100 najvažnijih vrsta korovskih biljaka u Jugoslaviji. "Svjetlost" zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo. 1-221.

DIVERSITY AND ANALYSIS OF THE QUALITATIVE COMPOSITION OF THE POST STUBBLE PLANT COMMUNITY AS POTENTIAL FORAGE

Duško Brković¹, Dalibor Tomić¹, Snežana Branković²

Abstract

In the plant communities on stubble, 25 taxons were determined, classified into 22 genera and 13 families. Of the 7 most pre-stated families, five are present in this micro-company where asteraceae have 6 taxons (27.27%), Lamiaceae five species (20%) and Poaceae three representatives (12%). As feed can be used: *Galinsoga parviflora* Cav., *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., *Elymus repens* (L.) Gould., *Amaranthus retroflexus* L., *Chenopodium album* L. and *Leontodon hispidus* L. Potentially toxic to domestic animals are: *Colchicum autumnale* L., *Equisetum arvense* L., *Equisetum telmateia* Ehrh., *Ranunculus bulbosus* L., *Sonhus arvensis* L.

Key words: forage, stubble, plant community, weeds

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia (duskobrkovic@gmail.com);

²University of Kragujevac, Faculty of Science Kragujevac, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Serbia.

UTICAJ SORTE I MIKROBIOLOŠKIH PREPARATA NA BROJ I MASU NODULA KOD ORGANSKE PROIZVODNJE PASULJA

Gordana Dozet¹, Vojin Đukić², Zlatica Miladinov Mamlić², Nenad Đurić¹,
Gorica Cvijanović¹, Marijana Jovanović Todorović³, Dimitrije Dozet⁴

Izvod: Obavljena su trogodišnja istraživanja sa uticajem mikrobioloških preparata i Guaanita na broj i masu nodula na korenu pasulja kod organske proizvodnje. Najveći broj i masa nodula bila je u vremenski povoljnijoj godini sa više vlage. Najmanji broj nodula je bio u varijanti kada se Tiffi nanosio direktno na seme pre seve, dok je masa nodula bila najmanja u kontroli. Utvrđena je pozitivna nesignifikatna korelacija broja i mase nodula sa prinosom. Nodulacija je zavisila od sorte. Primena EM 7 dana pred setvu i kombinacija Guanito pred setvu+EM u cvetanju pokazali su pozitivan uticaj na broj i masu nodula.

Ključne reči: broj i masa nodula, mikrobiološki preparati, pasulj, sorta

Uvod

Pasulj je jednogodišnja zeljasta biljka iz porodice *Fabaceae*, rod *Phaseolus*. Osnovno je varivo u ishrani, ne samo našeg već i celokupnog svetskog stanovništva (Graham i Ranali, 1997). U svetu, pasulj se gaji na 32,3 miliona hektara sa prosečnim prinosom od 845 kg ha⁻¹. Kod nas se gaji u proseku na 12.815 ha sa prosečnim prinosom od 1.276 kg ha⁻¹. U svetu je u periodu od 2009. do 2018. godine zabeleženo povećanje površina pod pasuljem ($R^2=0,56$), kao i prinosa ($R^2=0,37$), dok se u Srbiji beleži za isti period smanjenje površina pod pasuljem ($R^2=-0,51$) i prinosa ($R^2=-0,39$) (Faostat, 2020). U periodu 2011. do 2015. potrošnja pasulja po stanovniku u Svetu je u proseku bila 2,54 kg, dok je za isti period u Srbiji to bilo 3,02 kg (<https://www.helgilibrary.com>). Zahtevi tržišta su mnogo veći, nego što je proizvodnja, posebno za pasuljem proizvedenog po organskim principima (Dozet i sar., 2019). Pasulj, kao legiminozna biljka ima sposobnost korišćenja elementarnog azota što omogućava prisustvo bakterija iz roda *Rhizobium* u simbiozi sa korenom pasulja. Nodulacija se ocenjuje na osnovu broja kvržica (nodula) po biljci. U zajednici sa kvržičnim bakterijama iz roda *Rhizobium* pasulj fiksira elementaran azot iz atmosfere koristeći ga prvenstveno za sintezu vlastitih proteina. Potencijal za simbioznu nitrofikaciju se procenjuje na osnovu pokazatelja simbiozne nitrofikacije, kao što su: broj kvržica i masa kvržica (Milić i sar., 2002). Na taj način moguće je pasulj gajiti na siromašnijim zemljištima

¹Megatrend Univerzitet, Fakultet za biofarming, Maršala Tita 39, 24300 Bačka Topola, Srbija (gdozet@biofarming.edu.rs);

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija;

³Institut za ekonomiku poljoprivrede, Volgina 15, 10160 Beograd;

⁴Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 3, 21000 Novi Sad

u azotu. Takođe gajenje pasulja moguće je bez upotrebe velikih količina azota primenjenog sa đubrivima što utiče na smanjenje troškova proizvodnje. Posebno u organskoj proizvodnji pasulja koja iziskuje upotrebu dozvoljenih organskih azotnih đubriva koja imaju visoku cenu. Iz navedenih razloga važna osobina kod pasulja je azotifikacija, a samim tim broj i masa nodula, kao element uspešne azotofiksacije (Dozet, 2019). U organskoj proizvodnji poseže se za novim inovativnim pristupom kojim se koriste organski peletirana đubriva, razni mikrobiološki preparati na bazi efektivnih mikroorganizama (EM), gljiva iz roda *Trichoderma* i sl.

Materijal i metode rada

Istraživanja su izvršena u trajanju od tri godine, tokom 2014, 2015. i 2016. godine. U eksperimentalnom poljskom ogledu korišćene su dve sorte pasulja determinantnog tipa rasta: Zlatko i Maksa, stvorene u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad. Guanito je peletirano organsko đubrivo sa formulacijom hranjivih elemenata N:P:K 6:15:3+10 Ca+2 Mg. EM aktiv je koncentrat u tečnom stanju, u kojem je uzgajano više od 80 sojeva glavnih anabiotičkih organizama koji se u prirodi nalaze u zemljištu. *Trichoderma atroviride* prastavlja sastavni deo komercijalnog bio preparata Tiffi, koji služi u kontroli patogenih gljiva. Eksperimentalni dvofaktorijski poljski ogled u suvom povrtarenju bio je postavljen na karbonatnom černozemu po dizajnu split - plot. Velike parcele su bile sorte, a potparcele tretmani sa sledećim varijantama: 1-kontrola, 2-tretman zemljišta 7 dana pred setvu EM aktivom, 3-tretman zemljišta 7 dana pred setvu sa Tiffi, 4-tretman zemljišta 7 dana pred setvu Guanitom, a u istoj varijanti primenjen je EM aktiv u butonizaciji pasulja i 5-tretman semena pasulja neposredno pred setvu sa Tiffi. EM aktiv i Guanito uneti su na dubinu setvenog sloja. Pasulj je sejan po 4 reda sa međurednim razmakom od 50 cm, dužine 5 m u četiri ponavljanja. Prvi i četvrti red, predstavljali su izolaciju, a dva središnja su poslužili za uzimanje uzoraka biljaka za dalje analize. Veličina osnovne parcelice iznosila je 10 m². U fazi punog cvetanja uzeto je po 3 biljake za utvrđivanje broja i mase nodula. U fiziološkoj zrelosti uzete su biljke za druge analize, dok je prinos utvrđen po osnovnoj parcelici i matematički preračunat u kg ha⁻¹. Rezultati istraživanja obrađeni su statistički analizom varijanse, a značajnost razlika testirana LSD testom na nivou značajnosti od 5 i 1% primenom računarskog softvera STATISTICA V12.6. Rezultati su prikazani tabelarno.

Cilj rada je da se u uslovima organske proizvodnje uz primenu mikrobioloških preparata i Guanita utvrdi broj i masa nodula na korenu pasulja kod dve ispitivane sorte. Takođe i koliki je uticaj broja i mase nodula na prinos pasulja.

Meteorološki uslovi

Podaci o temperaturama, padavinama preuzeti su sa validne meteorološke stanice Poljoprivredno stručne službe Bačka Topola iz Bačke Topole. Pasulj ima

osrednje zahteve prema vlazi, ali je veoma osetljiv na nedostatak vlage u kritičnom periodu. Kritičan period je od pojave pupoljaka do sazrevanja.

Tabela 1. Meteorološki uslovi u ispitivanim godinama
Table 1. Meteorological conditions in the examined years

Mesec Month	Temperature/Temperature (°C)			VP* MYA	Padavine/Precipitation (l m ⁻²)			VP* MYA*
	2014	2015	2016		2014	2015	2016	
Maj	15.6	17.4	17.1	17.2	168.0	128.4	31.2	65.4
Juni	20.0	20.6	22.2	20.5	48.0	20.4	66.4	69.4
Juli	21.9	24.1	23.9	22.2	88.2	15.0	26.6	61.6
Avgust	20.7	23.8	21.7	21.6	67.0	66.6	61.8	53.6
Σ/Σ	19.5	21.5	21.2	20.4	371.2	230.4	186.0	250.0

*VP/MYA-Višegodišnji prosek/Multi-year average

Temperature su u za vegetacioni period pasulja odstupale od višegodišnjeg proseka i to u 2015. godini preko 1 °C, a u 2016. godini 0,8 °C, ali je u 2014. godini temperatura bila ispod prosečne za isti period upoređujući je sa višegodišnjim prosekom. Padavine u 2014. godini su bile u vegetacionom periodu pasulja najviše i iznosile 371,2 l m⁻², što je u poređenju sa ostalim ispitivanim godinama i višegodišnjim prosekom bilo više u odnosu na 2015. godinu za 208,3%, i u odnosu na 2016. za 99,6%, dok je u poređenju sa višegodišnjim prosekom to iznosilo više za 48,5% (Tabela 1). Vrlo je važno da, ako se zimskoj rezervi vlage doda i suma padavina u mesecu maju od čak 168 l m⁻², pa sa tog aspekta 2014. godina je bila najpovoljnija za proizvodnju pasulja u suvom povrtarenju.

Rezultati istraživanja i diskusija

Prosečan broj nodula koji je izbrojan za istraživački period 2014-2016 iznosio je 17,97 (Tabela 2). U 2014. izbrojan je statistički vrlo značajano veći broj nodula na korenu pasulja u odnosu na 2015. i 2016. godinu. Noduli su bili sitni i njihov broj se kretao od 12,30 do 32,44 po biljci. To je bilo više u odnosu na ranija istraživanja rađena na pasulju gde su Jarak i Čolo (2007) utvrdili broj nodula kod pasulja od 5 do 30. Najveći broj nodula bio je u godini sa najvećom količinom padavina u vegetacionom periodu (posebno u maju mesecu kada je i započeto formiranje kvržica). To je u saglasnosti sa rezultatima (Marinković, 2006). Sorta Maksa imala je statistički značajno više nodula po biljci i to za 28,94% u odnosu na sortu Zlatko. Da genotip utiče na broj bakterijskih kvržica ističu i Dozet i sar. (2017). Slične rezultate navode Carvalho i sar. (2020). Kod primene Guanita, *Trichoderme*, EM aktiva, uključujući i kontrolu razlike između vrednosti broja nodula po biljci su bile na nivou visoke statističke značajnosti. Interakcija faktora BxC bila je visoko značajna, a interakcija CxB takođe, jer je postojala statistička značajnost na svim varijantama u razlici broja nodula između ispitivanih sorti, izuzev kontrolne vrijante.

Tabela 2. Uticaj faktora ispitivanja na broj nodula po biljci
Table 2. Influence of test factors on the number of nodules per plant

Godina Year(A)	Sorta Variety(B)	Tretman/ Treatment (C)					$\bar{X}$ AB	$\bar{X}$ A
		1	2	3	4	5		
2014	Zlatko	17,11	14,56	23,78	12,67	12,67	16,16	18,27
	Maksa	16,00	26,89	12,89	32,44	13,67	20,38	
	$\bar{X}$ AC	16,56	20,72	18,33	22,56	13,17		
2015	Zlatko	16,31	14,13	23,39	12,30	12,23	15,67	17,91
	Maksa	15,86	26,65	12,49	32,35	13,40	20,15	
	$\bar{X}$ AC	16,08	20,39	17,94	22,33	12,81		
2016	Zlatko	14,92	14,28	23,43	12,34	12,41	15,48	17,72
	Maksa	14,83	26,75	12,66	32,18	13,40	19,96	
	$\bar{X}$ AC	14,87	20,52	18,05	22,26	12,91	$\bar{X}$ B	
$\bar{X}$ BC	Zlatko	16,11	14,32	23,53	12,43	12,43	15,48	
	Maksa	15,56	26,76	12,68	32,32	13,49	19,96	
$\bar{X}$ C		15,84	20,54	18,11	22,38	12,96		
Prosek/Average		17,97						
LSD		Faktor/Factor						
		A	B	C	AxB	AxC	BxC	AxBxC
p<0.05		0,30	0,41	0,79	0,71	1,27	1,06	1,82
p<0.01		0,50	0,59	1,05	1,02	1,68	1,41	2,41

Prosečna masa nodula iznosila je 0,95 g (Tabela 3). S tim da je u 2015. bila statistički vrlo značajno manja masa nodula u odnosu na 2014. i značajno u odnosu na 2016. godinu. Da godina utiče na masu nodula utvrdili su u svojim istraživanjima sa gajenjem pasulja u ekološkim uslovima Dozet i sar (2017). Sorta Maksa ostvarila statistički vrlo značajno veću masu nodula u poređenju sa sortom Zlatko. Uticaj genotipa na masu nodula navode Carvalho i sar. (2020). Što se tiče uticaja primenjenog faktora ispitivanja primene Guanita i mikrobioloških preparata sve razlike su na nivou statističke značajnosti od 1%, izuzev između varijante 2, kod koje je izmerena značajno viša masa nodula (1,12 g) u odnosu na masu nodula iz varijante 4 (1,09 g) i to je bilo na nivou statističke značajnosti od 5%. Interakcija BxC i CxB su bile vrlo značajne.

Utvrđena je pozitivna nesignifikantna korelativna zavisnost između broja i mase nodula u poređenju sa prinosom ($r=0,35$ i $r=0,12$). Slične rezultate iznose Dozet i sar. (2018), koji su utvrdili pozitivnu korelaciju između broja nodula i prinosa kod soje. Broj i masa nodula bila je u značajnoj korelativnoj zavisnosti ($r=0,84$).

Tabela 3. Uticaj faktora ispitivanja na masu nodula po biljci (g)

Table 3. Influence of test factors on nodule mass per plant (g)

Godina Year(A)	Sorta Variety(B)	Tretman/Treatment (C)					$\bar{X}$ AB	$\bar{X}$ A
		1	2	3	4	5		
2014	Zlatko	0,89	0,95	1,01	0,96	0,81	0,92	0,96
	Maksa	0,68	1,32	0,93	1,19	0,90	1,00	
	$\bar{X}$ AC	0,78	1,13	0,97	1,08	0,85		
2015	Zlatko	0,83	0,92	0,98	0,96	0,78	0,89	0,93
	Maksa	0,57	1,29	0,89	1,21	0,87	0,97	
	$\bar{X}$ AC	0,70	1,10	0,93	1,09	0,82		
2016	Zlatko	0,83	0,94	0,99	0,97	0,81	0,91	0,95
	Maksa	0,60	1,30	0,92	1,24	0,89	0,99	
	$\bar{X}$ AC	0,71	1,12	0,95	1,10	0,85	$\bar{X}$ B	
$\bar{X}$ BC	Zlatko	0,85	0,93	0,99	0,96	0,80	0,91	
	Maksa	0,61	1,30	0,91	1,21	0,88	0,99	
$\bar{X}$ C		0,73	1,12	0,95	1,09	0,84		
Prosek/Average		0,95						
LSD		Faktor/Factor						
		A	B	C	AxB	AxC	BxC	AxBxC
p<0.05		0,02	0,01	0,03	0,02	0,05	0,04	0,07
p<0.01		0,03	0,01	0,04	0,03	0,07	0,06	0,10

Zaključak

N osnovu trogodišnjih rezultata može se zaključiti da broj i masa nodula zavise od padavina u proizvodnoj godini što je raspoloživa vlaga veća-veći je broj i masa nodula. Sorta Maksa formirala je značajno veći broj i masu nodula, kao i prinos. Najmanji broj nodula je bio u varijanti kada se Tiffi nanosio direktno na seme pre seve, dok je masa nodula bila najmanja u kontroli.

Literatura

- Carvalho, R.H., Coceição E.J, Favero O.V.,Stralioetto R., Araújo a.P. (2020). The Co-inoculation *Rhizobium* and *Bradyrhizobium* increases the early nodulation and development common beans. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 20, 860-864.
- Dozet G., Cvijanović G., Vasić M., Đurić N., Đukić V. (2017). Uticaj efektivnih mikroorganizama na prinos pasulja (*Phaseolus vulgaris* L.) u organskom sistemu gajenja. Zbornik naučnih radova XXXI Savetovanje agronoma, veterinar, tehnologa i agroekonomista, 23(1-2), 155-162, Padinska Skela, Beograd, Institut PKB Agroekonomik.
- Dozet G., Đukić V., Miladinov Z., Dozet D., Đurić N., Popović V., kaluđerović D. (2018). Uticaj organskog đubriva i genotipa na prinos soje u suvom ratarenju po organskim principima gajenja. Zbornik naučnih radova XXXII Savetovanje agronoma, veterinar, tehnologa i agroekonomista, 24(1-2), 145-152, Padinska Skela, Beograd, Institut PKB Agroekonomik.

- Dozet G., S. Abuatwarat, S. Jakšić, Đukić V., Đurić N., Vasić M., Ugrinović M. (2019): Morfološke osobine pasulja gajenog po organskim principima. Zbornik radova 1, XXIV Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 15-16 Mart, 2019., 75-80.
- Graham P.H., Ranalli P. (1997). Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Field Crop Research, 53, 131-146.
- <http://faostat.fao.org> (21.01.2021.: 20:30h)
- <https://www.helgilibary.com> (22.01.2021.: 21:45h)
- Jarak M. i Čolo J. (2007): *Mikrobiologija zemljišta*, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad
- Marinković, Jelena (2006): Efekat primene *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* u proizvodnji pasulja (*Phaseolus vulgaris* L.). Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Milić V., Mrkovački, N.B., Hrustić M. (2002). Odnos potencijala za azotofiksaciju i prinosa soje. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi sad, 36, 133-136.

THE IMPACT OF VARIETY AND MICROBIAL PREPARATIONS ON NODULE NUMBER AND MASS IN ORGANIC BEAN PRODUCTION

Gordana Dozet¹, Vojin Đukić², Zlatica Miladinov Mamlić², Nenad Đurić¹, Gorica Cvijanović¹, Marijana Jovanović Todorović³, Dimitrije Dozet⁴

Abstract

Three-year research, in the impact of microbial preparations and Gunatito on bean-root-nodule number and mass in organic production, was published. The highest nodule number and mass was in the year with a more favorable weather conditions, with a higher humidity. The lowest nodule number was in the method with a direct Tiffi application on the pre-sowing seed, whereas the lowest nodule mass was in the control variety. A positive insignificant correlation was determined between nodule number and mass, and yield. Nodulation was variety dependant. EM application 7 days before sowing, and the combination of Guanito before sowing with EM in flowering, showed a positive impact on nodule number and mass.

Key words: number and mass nodules, microbial preparations, bean, variety

¹Megatrend University, Faculty of biofarming, Bačka Topola, Maršala Tita 39, Bačka Topola, Serbia (gdozet@biofarming.edu.rs)

²Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia

³Institute of Agricultural Economics Belgrade Volgina 15, 11060 Beograd, Serbia

⁴University of Novi sad, Faculty of Sciences, Trg Dositeja Obradovića 3, 21000 Novi Sad, Serbia

UTICAJ PRIMENE NPK ĐUBRIVA I EFEKTIVNIH MIKROORGANIZAMA NA MASU I VISINU BILJAKA SOJE

Gorica Cvijanović¹, Eltreki Abduladim², Nenad Đurić², Vojin Đukić³, Gordana Dozet², Zlatica Miladinov Mamlić³, Asija Abduladim²

Izvod: NPK đubriva i efektivni mikroorganizmi imaju veliki uticaj na morfološke osobine biljaka soje. U ovom radu analiziran je uticaj NPK đubriva i efektivnih mikroorganizama na masu i visinu biljaka soje. Najviše vrednosti analiziranih osobina ostvarene su na varijanti sa primenom NPK đubriva u kombinaciji sa efektivnim mikroorganizmima, dok je pojedinačni uticaj NPK đubriva i efektivnih mikroorganizama slabije izražen.

Ključne reči: NPK đubivo, efektivni mikroorganizmi, soja, masa biljaka, visina biljaka

Uvod

Za uspešnu primenu đubriva neophodno je poznavati potrebe biljaka za hranivima i vreme intenzivnog usvajanja. Soja usvaja fosfor i kalijum tokom celog vegetacionog perioda, najveće potrebe za fosforom su od cvetanja do punog formiranja zrna, a za kalijum intenzivni vegetativni porast, dok se usvajanje kalijuma usporava početkom faze formiranja zrna (Đukić i Dozet, 2014). Ishrana soje azotom je veoma specifična, a biljke soje mogu azot usvajati iz vazduha, iz zemljišta i preko lista. Pored đubriva i različiti agroekološki uslovi imaju znatan uticaj na ostvareni prinos soje (Cvijanović i sar., 2019).

Intenzivna biljna proizvodnja podrazumeva niz mera koje je neophodno preduzeti kako bi se ostvarili maksimalni prinosi po jedinici površine (Randelović i sar., 2018). Folijarna đubriva sadrže elemente koje biljke lako usvajaju, a njihova efikasnost zavisi od količine hraniva u zemljištu, potrebe biljaka za određenim elementima, stanja useva i vremena primene (Miladinov i sar., 2018).

Primenom efektivnih mikroorganizama prinos soje je u dvogodišnjim istraživanjima povećan u proseku za 10,84%, odnosno po godinama za 6,86% i 14,81% (Dozet i sar., 2014). Masa i visina biljaka zavisi od uslova godine, a ove vrednosti se povećavaju sa primenom NPK đubriva i preparata EM Aktiv (Abduladim, 2020).

Cilj ovih istraživanja je da se sagleda uticaj NPK đubriva i efektivnih mikroorganizama na masu i visinu biljaka soje.

¹Institut za informacione tehnologije, Univerzitet u Kragujevcu, Jovana Cvijića 66, 34000 Kragujevac, Srbija; (cvijagor@yahoo.com);

²Megatrend Univerzitet, Fakultet za biofarming, Maršala Tita 39, 24300 Bačka Topola, Srbija;

³Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija;

Materijal i metode rada

Istraživanja su izvršena u trajanju od tri godine, tokom 2016, 2017. i 2018. godine, na oglednoj parceli Instituta za ratarstvo i povrtarstvo na Rimskim Šančevima. Ogled je postavljen u četiri ponavljanja, sa tri sorte soje, stvorene u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Valjevka, Sava i NS Zita. U ogledu je primenjeno NPK mineralno đubrivo formulacije 8:15:15 u kočini od 300 kg ha⁻¹ i mikrobiološko đubrivo sa efektivnim mikroorganizmima EM-aktiv (tretman zemljišta u količini 20 l ha⁻¹ i dva tretiranja u toku vegetacije količinom 5 l ha⁻¹). U fazi tehnološke zrelosti uzeti su uzorci biljnog materijala za morfološke analize. U ovom radu analiziran je uticaj đubriva na masu i visinu biljaka soje. Rezultati istraživanja obrađeni su analizom varijanse trofaktorijskog ogleda, a značajnost razlika testirana je LSD testom na nivou značajnosti 1% i 5% (statistički program „Statistica 10.0“). Rezultati su predstavljeni tabelarno.

Rezultati istraživanja i diskusija

Prosečna masa biljaka (tabela 1) u 2016. godini iznosila je 49,03 g., što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na 2017. godinu (32,44 g.) i statistički značajno viša vrednost u odnosu na 2018. godinu (45,86 g.). Statistički veoma značajno viša masa biljaka bila je i u 2018. godini u odnosu na 2017. godinu.

Posmatrajući masu biljaka po pojedinim sortama uočava se da je najviša vrednost zabeležena kod sorte soje NS Zita (47,82 g.), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sorte Sava (42,02 g.) i Valjevka (38,16 g.).

Najniža vrednost za masu biljaka ostvarena je na kontrolnoj varijanti (40,12 g.), što je statistički veoma značajno niža vrednost u odnosu na varijantu sa primenom NPK đubriva i preparata EM Aktiv (45,15 g.) i statistički značajno niža vrednost u odnosu na varijante gde je primenjeno samo NPK đubrivo (42,82 g.).

Posmatrajući istu godinu, a različite sorte soje, uočava se da je u 2016. godini sorta NS Zita (54,76 g.) imala statistički veoma značajno višu vrednost mase biljaka u odnosu na sorte Sava (47,52 g.) i Valjevka (44,82 g.). U 2017. godini najviša masa biljaka ostvarena je sa sortom NS Zita (37,46 g.), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sortu Valjevka (28,10 g.). U 2018. godini sorta NS Zita (51,25 g.) imala je statistički veoma značajno višu vrednost za masu biljaka u odnosu na sorte Sava (44,80 g.) i Valjevka (41,55 g.).

Posmatrajući masu biljaka u istim godinama, a na različitim varijantama đubrenja, uočava se da je u 2016. godini na kontrolnoj varijanti (47,12 g.), zabeležena statistički značajno niža masa biljaka u odnosu na primenu NPK đubriva i preparata EM Aktiv (51,37 g.). U 2017. godini masa biljaka na kontrolnoj varijanti (29,79 g.) bila je statistički veoma značajno niža u odnosu na primenu NPK đubriva i preparata EM Aktiv (35,67 g.) i statistički značajno niža u odnosu na primenu preparata EM Aktiv (33,68 g.) i NPK đubriva (33,26 g.). U 2018. godini masa biljaka na kontrolnoj varijanti (43,45 g.) bila je statistički veoma značajno niža u odnosu na primenu NPK đubriva i preparata EM Aktiv (48,41 g.).

Posmatrajući istu sortu, a različite varijante đubrenja, uočavamo da je najviša masa biljaka zabeležena na varijanti sa primenom NPK đubriva u kombinaciji sa preparatom EM Aktiv, a statistički značajno viši prinos zabeležen je kod sorte Sava (44,86 g. u odnosu na kontrolnu varijantu 39,17 g.).

Tabela 1. Uticaj đubrenja na masu biljaka soje (g)
Table 1. Effect of fertilizer on soybean plant weight (g)

Godina Year (A)	Sorte Varieties (B)	Varijante ogleda <i>Mirror variants</i> (C)				Prosek AxB <i>Average AxB</i>	Prosek A <i>Average A</i>
		Kontrola	EM Aktiv	NPK	NPK + EM Aktiv		
2016	Valjevka	42,72	44,04	45,03	47,50	44,82	49,03
	Sava	45,11	47,37	48,16	49,44	47,52	
	NS Zita	53,52	53,78	54,56	57,18	54,76	
	Prosek AxC <i>Average AxC</i>	47,12	48,40	49,25	51,37		
2017	Valjevka	24,42	29,38	28,45	30,16	28,10	33,10
	Sava	29,76	34,42	34,24	36,51	33,73	
	NS Zita	35,18	37,24	37,09	40,34	37,46	
	ProsekAxC <i>Average AxC</i>	29,79	33,68	33,26	35,67		
2018	Valjevka	38,88	41,62	42,33	43,37	41,55	45,86
	Sava	42,64	43,87	44,04	48,64	44,80	
	NS Zita	48,84	51,46	51,46	53,22	51,25	
	Prosek AxC <i>Average AxC</i>	43,45	45,65	45,94	48,41	-	
Prosek BxC <i>Average BxC</i>	Valjevka	35,34	38,35	38,6	40,34	Prosek B	38,16
	Sava	39,17	41,89	42,15	44,86		42,02
	NS Zita	45,85	47,49	47,70	50,25		47,82
	Prosek C <i>Average C</i>	40,12	42,58	42,82	45,15	-	-
Prosek 2016-2018 <i>Average 2016-2018</i>							42,67

LSD	A	B	C	AxB	AxC	BxC	AxBxC
1%	4,62	3,28	4,76	5,84	4,95	7,70	9,61
5%	2,54	1,96	2,58	3,91	3,24	5,24	7,20

Prosečna visina biljaka u 2016. godini iznosila je 115,20 cm, što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na 2017. godinu (80,78 cm) i značajno viša u odnosu na 2018. godinu (103,73 cm). Statistički veoma značajna razlika bila je i između vrednosti u 2018. godini u odnosu na 2017. godinu (tabela 2).

Posmatrajući prosečne visine biljaka po sortama uočava se da je kod sorte NS Zita (118,83 cm) statistički veoma značajno viša vrednost visine biljaka u odnosu na sorte Sava (94,44 cm) i Valjevka (93,44 cm).

Analizom visine biljaka po varijantama đubrenja vidi se da je na kontrolnoj varijanti (96,19 cm) statistički veoma značajno niža visina biljaka u odnosu na primenu NPK đubriva i preparata EM Aktiv (103,59 cm) kao i preparata EM Aktiv (101,80 cm). Statistički veoma značajno viša visina bila je i kod primene NPK đubriva i preparata EM Aktiv u odnosu na primenu NPK đubriva (98,03 cm).

Posmatrajući istu godinu, a različite sorte, uočava se da je u sve tri godine sorta NS Zita (122,43 cm u 2016. godini, 92,73 cm u 2017. godini i 120,33 cm u 2018. godini) imala statistički veoma značajno višu visinu biljaka u odnosu na sorte Sava (111,90 cm u 2016. godini, 73,53 cm u 2017. godini i 97,90 cm u 2018. godini) i Valjevka (111,28 cm u 2016. godini, 76,10 cm u 2017. godini i 92,95 cm u 2018. godini).

Tabela 2. Uticaj đubrenja na visinu biljaka soje (g)
Table 2. Effect of fertilizer on soybean plant height (g)

Godina Year (A)	Sorte Varieties (B)	Varijante ogleda <i>Mirror variants (C)</i>				Prosek AxB <i>Average AxB</i>	Prosek A <i>Average A</i>
		Kontrola	EM Aktiv	NPK	NPK + EM Aktiv		
2016	Valjevka	104,0	114,6	108,5	118,0	111,28	115,20
	Sava	106,5	115,5	107,2	118,4	111,90	
	NS Zita	117,6	124,4	117,9	129,8	122,43	
	Prosek AxC <i>Average AxC</i>	109,37	118,17	111,20	122,07		
2017	Valjevka	73,9	77,0	75,3	78,2	76,10	80,78
	Sava	71,3	75,7	71,7	75,4	73,53	
	NS Zita	91,4	92,4	92,6	94,5	92,73	
	ProsekAx C <i>Average Ax C</i>	78,87	81,70	79,87	82,70		
2018	Valjevka	90,5	93,9	92,2	95,2	92,95	103,73
	Sava	94,3	100,0	97,0	100,3	97,9	
	NS Zita	116,2	122,7	119,9	122,5	120,33	
	Prosek Ax C <i>Average Ax C</i>	100,33	105,53	103,03	106,00	-	
Prosek BxC <i>Average BxC</i>	Valjevka	89,47	95,17	92,00	97,13	Prosek B	93,44
	Sava	90,70	97,07	91,97	98,03		94,44
	NS Zita	108,40	113,17	110,13	115,60		118,83
	Prosek C <i>Average C</i>	96,19	101,80	98,03	103,59	-	-
Prosek 2016-2018 <i>Average 2016-2018</i>							99,90

LSD	A	B	C	AxB	AxC	BxC	AxBxC
1%	14,05	10,53	5,04	10,23	4,29	6,51	10,12
5%	9,32	7,75	3,69	7,37	3,16	4,74	7,42

Posmatrajući istu godinu i različita đubrenja, uočava se da je visina biljaka u 2016. godini kod primene NPK đubriva i efektivnih mikroorganizama (122,07 cm), statistički veoma značajno viša u odnosu na kontrolu (109,37 cm) i primenu NPK đubriva (111,20 cm) i statistički značajno viša u odnosu na primenu EM Aktiv-a (118,17 cm). U 2017. godini statistički značajno viša visina biljaka zabeležena je kod primene NPK đubriva i preparata EM Aktiv (82,70 cm) u odnosu na kontrolu (78,87 cm). U 2018. godini visina biljaka kod primene NPK đubriva i preparata EM Aktiv (106,00 cm) bila je statistički veoma značajno viša u odnosu na kontrolu (100,33 cm). Statistički veoma značajno viša vrednost bila je i kod primene EM Aktiv-a (105,53 cm) u odnosu na kontrolu.

Posmatrajući istu sortu, a različite varijante đubrenja, uočava se da je visina biljaka svih sorti kod primene NPK đubriva u kombinaciji sa EM Aktivom (Valjevka 97,13 cm, Sava 98,03 cm, NS Zita 115,60 cm) statistički veoma značajno viša u odnosu na kontrolu (Valjevka 89,47 cm, Sava 90,70 cm, NS Zita 108,40 cm) i statistički značajno viša u odnosu na primenu NPK đubriva (Valjevka 92,00 cm, Sava 91,97 cm i NS Zita 110,13 cm).

Zaključak

Na osnovu analiziranih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

Visina i masa biljaka su morfološke osobine soje pod velikim uticajem klimatskih faktora, prvenstveno količine padavina u prvom delu vegetacije.

Masa i visina biljaka zavise od gajenog genotipa, ali i od plodnosti zemljišta, odnosno količine hraniva dostupnih biljkama soje.

Upotreba efektivnih mikroorganizama u kombinaciji sa NPK đubrivom povećavaju masu i visinu biljaka, povećavajući potencijal za ostvareni prinos soje.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta . 451-03-68/2020-14/200378 koji finansira MPNTR Republike Srbije.

Literatura

- Abduladim, E. (2020): Interakcija genotipa soje (*Glicine Max.* L) i đubrenja na morfološke osobine biljaka, hemijski sastav i prinos zrna, Doktorska disertacija, Megatrend univerzitet, fakultet za biofarming, Bačka Topola, 211 str.
- Cvijanović, Gorica, Đukić, V., Cvijanović, Marija, Cvijanović, V., Dozet, Gordana, Đurić, N., Stepić, Vesna (2019): Značaj folijarnih tretmana soje u različitim agroekološkim uslovima na prinos zrna i sadržaj ulja. Zbornik radova 60. Savetovanja Proizvodnja i prerada uljarica, 16-21. Jun 2019., Herceg Novi, 79-86.

- Dozet Gordana, Cvijanović Gorica, Djukić Vojin, Cvijanovic Drago, Kostadinovic Ljiljana (2014): Effect of microbial fertilizer on soybean yield in organic and conventional production. Turkish Journal of Agriculture and Natural Sciences, Special Issue 1, 2014, 1333-1339.
- Đukić, V., Dozet, G. (2014): Tehnologija gajenja semenskog useva soje: (Svetlana Balešević-Tubić, Jegor Miladinović red.): Semenarstvo soje: Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 53-114.
- Miladinov, Zlatica, Đukić, V., Čeran, Marina, Valan, Dragana, Dozet, Gordana, Tatić, M., Randelović, P. (2018): Uticaj folijarne prihrane na sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, Zbornik radova 59. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica, 17-22. Jun 2018, Herceg Novi, 73-78.
- Randelović, P., Đukić, V., Miladinov, Z., Valan, D., Čobanović, L., Ilić, A., Merkulov-Popadić, L. (2018): Uticaj folijarne prihrane na prinos i masu 1000 zrna soje. Zbornik radova 1. Domaćeg naučno stručnog skupa „Održiva primarna poljoprivredna proizvodnja u Srbiji – stanje, mogućnosti, ograničenja i šanse“, Bačka Topola, 26. Oktobar 2018. 211-217.

INFLUENCE OF APPLICATION OF NPK FERTILIZERS AND EFFECTIVE MICROORGANISMS ON THE WEIGHT AND HEIGHT OF SOYBEAN PLANTS

Gorica Cvijanović¹, Eltreki Abduladim², Nenad Đurić², Vojin Đukić³, Gordana Dozet², Zlatica Miladinov Mamlić³, Asija Abduladim²

Abstract

NPK fertilizer and effective micro-organisms have a strong influence on morphological characteristics of soybean plants. In this paper, the influence of NPK fertilizers and effective microorganisms on the weight and height of soybean plants is analyzed. The highest values of the analyzed properties were achieved in the variant with the application of NPK fertilizers in combination with effective organisms, while the individual influence of NPK fertilizers and effective microorganisms was less pronounced.

Key words: NPK fertilizer, effective microorganisms, soybean, plant mass, plant height

¹Institute for Information Technologies, University of Kragujevac, Jovana Cvijića, 34000 Kragujevac, Serbia (cvijagor@yahoo.com)

²Faculty of Biofarming, Megatrend University, M. Tita 39, 24300 Bačka Topola, Serbia;

³Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija

STABILNOST PRINOSA ZRNA LINIJA PŠENICE CENTRA ZA STRNA ŽITA Kragujevac

Kristina Luković¹, Veselinka Zečević², Vladimir Perišić¹, Milivoje Milovanović³, Kamenko Bratković¹, Vera Rajčić⁴

Izvod: U radu je analizirana stabilnost prinosa 14 genotipova ozime hlebne pšenice. Eksperimentalni deo oglada izveden je tokom 2013/2014. godine na tri lokaliteta (Kragujevac, Kruševac i Sombor). Analiza varijanse AMMI modelom za prinos zrna pokazala je da su svi izvori varijacije (genotip, spoljna sredina, njihova interakcija) značajno uticali na ekspresiju ove kompleksne osobine. U ukupnoj varijaciji oglada, najveće učešće imala je interakcija genotip/sredina, a najmanje genotip. Izdvojeni su stabilni genotipovi pšenice, adaptirani na nepovoljne uslove spoljašnje sredine, koji mogu poslužiti kao roditelji za ukrštanja u budućim oplemenjivačkim programima.

Ključne reči: pšenica, prinos, stabilnost, AMMI, interakcija

Uvod

Svaka sorta pšenice poseduje genetički potencijal za prinos i kvalitet zrna, koji u velikoj meri određuju njenu zastupljenost u proizvodnji. Međutim, varijabilni klimatski uslovi iz godine u godinu, naročito u pogledu količine i rasporeda padavina, kao i primenjena tehnologija proizvodnje, u znatnoj meri utiču da prinos zrna bude znatno niži od genetičkog potencijala gajenih sorti pšenice (Malešević i sar., 2011; Ruiz i sar., 2019; Senapati i Semenov, 2020). Osim toga, poznato je da sve sorte ne mogu postići visok i stabilan prinos zrna u svakom regionu gajenja, jer se oni razlikuju u pogledu klimatskih i edafskih karakteristika. Iz tih razloga, potrebno je sprovesti ispitivanja sorti pšenice na različitim lokalitetima u cilju pronalaženja razlika između njih i dobijanja podataka o interakciji genotipa i spoljašnje sredine. Ovakva istraživanja imaju praktičan značaj, jer ukazuju na adaptabilnost i stabilnost sorti, kao i pravce za njihovu rejonizaciju.

Cilj ovog rada bio je da se proceni stabilnost prinosa perspektivnih linija pšenice Centra za strna žita, Kragujevac, na osnovu rezultata oglada postavljenih u različitim agroekološkim uslovima sa specifičnim klimatskim i zemljišnim karakteristikama.

¹Centar za strna žita, Save Kovačevića 31, 34000 Kragujevac, Srbija (kika@kg.ac.rs)

²Megatrend univerzitet u Beogradu, Fakultet za biofarming, Maršala Tita 39, 24300 Bačka Topola, Srbija

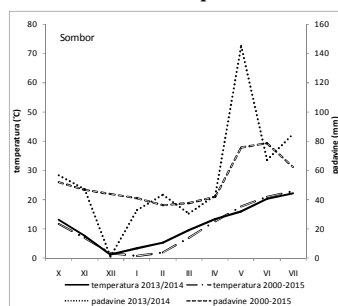
³Visoka tehnička škola strukovnih studija, Nemanjina 2, 12000 Požarevac, Srbija

⁴Univerzitet u Nišu, Poljoprivredni fakultet u Kruševcu, Kosančićeva 4, 37000 Kruševac, Srbija

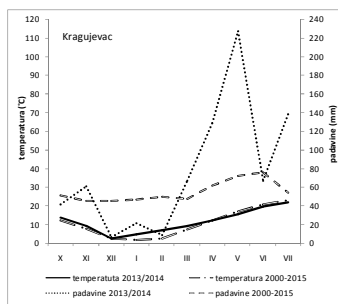
Materijal i metode rada

Kao material u ovim istraživanjima odabrano je 13 perspektivnih linija ozime pšenice (*Triticum aestivum* L.), stvorenih u Centru za strna žita u Kragujevcu, i standardna sorta Pobeda. Eksperimentalni deo oglada izveden je tokom 2013/2014. godine na tri lokaliteta: Institut za krmno bilje u Kruševcu, Agroiinstitut u Somboru i Centar za strna žita u Kragujevcu. Oglad je postavljen u poljskim uslovima po potpuno slučajnom blok sistemu, u tri ponavljanja, sa veličinom osnovne parcele od 5 m² (5 × 1 m). Nakon žetve, izmeren je prinos zrna za svaku parcelu, a potom preračunat na prinos u t ha⁻¹.

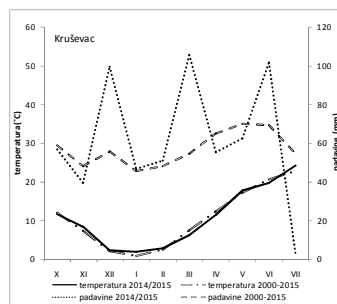
Prosečne vrednosti srednjih mesečnih temperatura vazduha i sume padavina po pojedinim mesecima za sva tri lokaliteta, prikazane su na grafikonu 1.



(a)



(b)



(c)

Grafikon 1. Srednje mesečne temperature vazduha i sume padavina za Sombor (a), Kruševac (b) i Kragujevac (c) tokom vegetacionog perioda 2013/2014. godine.

Graf. 1. Average monthly air temperatures and total amount of precipitation for Sombor (a), Kruševac (b) and Kragujevac (c) during the vegetation period 2013/2014. years.

Sušni period sa izuzetno niskom količinom padavina karakterisao je decembar u Somboru, februar u Kruševcu, kao i decembar i februar u Kragujevcu, što je uticalo na sporiji razvoj biljaka. Osnovna odlika vegetacionog perioda 2013/2014. godine je izuzetno velika količina padavina po mesecima na sva tri lokaliteta. Tako je tokom aprila meseca, u Kragujevcu zabeleženo 129,1 mm padavina a u Kruševcu

188,8 mm, što predstavlja tri puta veću količinu padavina u odnosu na višegodišnji prosek. U Somboru je, za isti period, zabeleženo 42,8 mm padavina. Period klasanja i početak naliivanja zrna (maj mesec) karakterisale su niže temperature vazduha na sva tri lokaliteta, kao i veoma velike količine padavina. U Somboru i Kruševcu zabeležene su dva puta veće količine padavina u poređenju sa višegodišnjim prosekom (145 mm i 126,6 mm, po redosledu), a u Kragujevcu čak i tri puta veće (227 mm).

Za procenu interakcije genotip/spoljna sredina primenjen je AMMI model (Gauch i Zobel, 1996). AMMI analiza je sprovedena upotrebom *R software*, verzija 3.1.2 (R Development Core Team, 2014).

Rezultati istraživanja i diskusija

Analiza varijanse prinosa zrna (AMMI model) pokazala je da postoji značajna razlika između proučavanih genotipova, lokaliteta i njihove interakcije. U ukupnoj varijaciji ogleda, najveći udeo imala je interakcija genotip/sredina (34,15%), zatim sredina (32,92%), a najmanji udeo genotip (25,92%). Značajna interakcija genotip/sredina ukazuje na postojanje razlika u stabilnosti između ispitivanih genotipova, što upućuje na opravdanost AMMI analize. Analizom interakcije, izdvojene su dve glavne komponente, pri čemu je prva glavna komponenta obuhvatila najveći udeo sume kvadrata interakcije i obajsnila 68,52% varijacije, a druga 31,48% varijacije (Tabela 1).

Tabela 1. AMMI model analize varijanse za prinos zrna ($t\ ha^{-1}$)

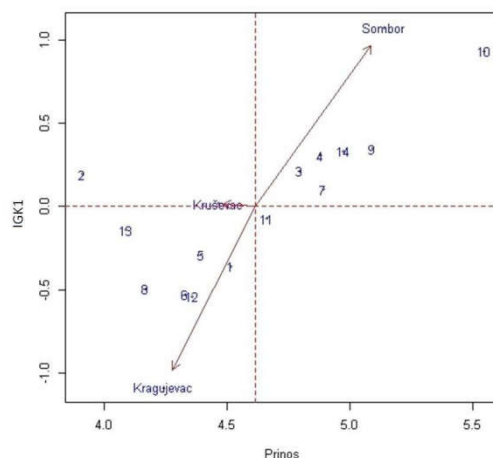
Table 1. AMMI analysis of variance for grain yield ($t\ ha^{-1}$)

Izvor variranja <i>Source of variation</i>	df	SS	SS %	MS	F
Genotip/ <i>Genotype</i>	13	23,27	32,92	1,79	32,64**
Blok/ <i>Block</i>	6	0,67	0,95	0,11	2,02
Sredina/ <i>Environment</i>	2	18,32	25,92	9,16	82,71*
Interakcija/ <i>Interaction</i>	26	24,14	34,15	0,93	16,93**
IGK (IPCA)1 (68,5%)	14	16,54	68,52	1,18	21,55**
IGK (IPCA)2 (31,5%)	12	7,60	31,48	0,63	11,55**
Greška/ <i>Error</i>	78	4,28	6,06	0,06	
Ukupno/ <i>Total</i>	125	70,68			

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$;

Na AMMI 1 biplotu prikazan je odnos prosečne vrednosti prinosa zrna i vrednost prve glavne komponente (IGK1). Prema vrednosti prve glavne komponente najveću stabilnost ispoljili su genotipovi KG-1/6, KG-47/21, KG-191/5-13, KG-244/4 i KG-199/4 (11, 13, 7, 2 i 3). Pri tome, genotipovi KG-1/6, KG-191/5-13 i KG-199/4 (11, 7 i 3) su ostvarili više prosečne vrednosti od opšteg proseka, dok su preostali genotipovi, iako su pokazali visoku stabilnost, postigli niži prinos zrna od proseka. Najmanju stabilnost, odnosno visoku vrednost interakcije, ispoljio je genotip KG-60-3/3 (10), koji se u pogledu prinosa zrna

pokazao kao superioran u poređenju sa ostalim genotipovima, ostvarivši najveći prinos zrna na nivou celog oglada ($5,55 \text{ t ha}^{-1}$). Kruševac kao lokalitet je imao najmanju vrednost interakcije, tako da bi u takvim agroekološkim uslovima procena potencijala za prinos genotipova bila objektivnija u odnosu na ostale lokalitete. Sombor se izdvojio kao najproduktivnija sredina, gde su ostvareni najveći prosečni prinosi zrna ($5,14 \text{ t ha}^{-1}$, za sve sorte), uz visoku vrednost interakcije (Graf. 2).



Grafikon 2. Prosečan prinos zrna u odnosu na vrednost prve glavne komponente interakcije 14 genotipova pšenice u 3 lokaliteta (Kragujevac, Kruševac, Sombor)
 Graf. 2. Average grain yield in relation to the value of the first principal component of interaction for 14 wheat genotypes in 3 localities (Kragujevac, Kruševac, Sombor)

Genotipovi/ Genotypes 1- KG-27/6; 2- KG-244/4; 3- KG-199/4; 4- KG-307/4; 5- KG-28/6; 6- KG-162/7; 7- KG-191/5-13; 8- KG-40-39/3; 9- KG-52/23; 10- KG-60-3/3; 11- KG-1/6; 12- KG-52/3; 13- KG-47/21; 14- Pobeda

U ovim istraživanjima visoka suma kvadrata spoljne sredine i interakcije genotip/sredina u ukupnoj varijaciji oglada ukazuje na njihov značajan uticaj na variranje prinosa analiziranih genotipova. Do sličnih rezultata došli su Banjac i sar. (2014), pri proceni stabilnosti prinosa zrna genotipova pšenice gajenih na zaslanjenom zemljištu. Mohammadi i sar. (2017) ističu preovlađujući uticaj spoljašnje sredine (84,3% ukupne varijacije ogeda) na varijabilnost prinosa zrna. Do sličnih rezultata došli su Mladenov i sar. (2016), pri čemu navode da je najstabilnija sorta postigla prinos zrna na nivou opšteg proseka oglada. U istrživanjima Gómez-Becerra i sar. (2006) utvrđeno je da je najprinosniji genotip ujedno bio i najmanje stabilan, odnosno adaptiran na specifične agroekološke uslove. Ebadi i sar. (2020) su, na osnovu AMMI analize oglada izvedenih u uslovima različite obezbeđenosti biljaka vodom, izdvojili najstabilnije genotipove, odnosno pogodne za gajenje u stresnim uslovima prouzrokovanih sušom.

Godinu 2014. karakterišu izuzeno velike količine padavina u Republici Srbiji, koje su naročito bile obilne u periodu od 14. aprila do 05. maja. U ovom periodu palo je između 120 l m^{-2} i 250 l m^{-2} kiše, što je prouzrokovalo katastrofalne poplave u pojedinim delovima Srbije (Prohaska i sar., 2014). U ovako nepovoljnim klimatskim uslovima, izdvojeni su genotipovi pšenice koji su pokazali visoku stabilnost prinosa zrna, pa se mogu smatrati široko adaptiranim na različite agroekološke uslove. Takođe, ovi genotipovi se mogu smatrati poželjnim u agroekološkim područjima gde se primenjuje niži nivo agrotehnike, kao i na zemljištima lošijih fizičko-hemijskih osobina.

Zaključak

Na osnovu rezultata ovih istraživanja može se zaključiti da su u Centru za strna žita, Kragujevac, selekcionisani genotipovi koji se mogu označiti kao stabilni, odnosno adaptirani na nepovoljne uslove spoljašnje sredine. Genotipovi KG-1/6, KG-47/21, KG-191/5-13, KG-244/4 i KG-199/4 su, u pogledu stabilnosti prinosa zrna, bili bolji od sorte Pobeda, pa se mogu smatrati poželjnim odnosno široko adaptiranim na različite, čak i nepovoljne agroekološke uslove. Najprinosniji genotip KG-60-3/3 se pokazao kao nestabilan, odnosno adaptiran na povoljne agroekološke uslove.

Napomena

Istraživanja u ovom radu su deo projekta III 46006 koji je finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Banjac B., Mladenov V., Dimitrijević M., Petrović S., Bočanski J. (2014): Genotype $\times$ environment interactions and phenotypic stability for wheat grown in stressful conditions. GENETIKA, Belgrade, 46 (3), 799-806.
- Ebadi A., Mehreban A., Kamrani M., Shiri M. (2020): Evaluation of grain yield stability and selection of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under different irrigation regimes. GENETIKA, 52(2), 453-464.
- Gauch H., Zobel W. (1996): AMMI Analysis of yield trials. In: Genotype-by environment interaction, Chapter 4, edited by Kang M., Gauch H. CRC Press.
- Gómez-Becerra H. F., Morgounov A., Abugalieva A. (2006): Evaluation of grain yield stability, reliability and cultivar recommendations in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) from Kazakhstan and Siberia. Journal of Central European Agriculture, 7 (4), 649-660.
- Malešević M., Jaćimović G., Jevtić R., Aćin V. (2011): Iskorišćavanje genetskog potencijala pšenice u uslovima abiotičkih stresova. 45. Savetovanje agronoma Srbije, 30.01-05.02.2011., Zlatibor. Zbornik referata, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 3-14.

- Mladenov V., Banjac B., Dimitrijević M., Petrović S., Latković D., Jocković B., Bogdanović S. (2016): Variability of seed parameters in bread wheat cultivars. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 20 (1), 33-35.
- Mohammadi R., Armion M., Zadhasan E., Ahmadi M. M., Amri A. (2017): The use of AMMI model for interpreting genotype $\times$ environment interaction in durum wheat. *Experimental Agriculture*, 54 (5), 670-683.
- Prohaska S., Đukić D., Bartoš Divac V., Todorović N., Božović N. (2014): Karakteristike jakih kiša koje su prouzrokovale čestu pojavu poplava na teritoriji Srbije u periodu april-septembar 2014. godine. *Vodoprivreda*, 0350-0519, 46, 267-272, 15-26.
- Ruiz M., Zambrana E., Fite R., Sole A., Tenorio J. L., Benavente E. (2019): Yield and Quality Performance of Traditional and Improved Bread and Durum Wheat Varieties under Two Conservation Tillage Systems. *Sustainability* 11 (17), 4522. <https://doi.org/10.3390/su11174522>
- Senapati N., Semenov M. A. (2020): Large genetic yield potential and genetic yield gap estimated for wheat in Europe. *Global Food Security*, 24, 100340. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100340>.

GRAIN YIELD STABILITY OF WHEAT LINES OF THE CENTER FOR SMALL GRAINS KRAGUJEVAC

Kristina Luković¹, Veselinka Zečević², Vladimir Perišić¹, Milivoje Milovanović³, Kamenko Bratković¹, Vera Rajičić⁴

Abstract

In these investigations, the yield stability of 14 winter bread wheat genotypes were analyzed. The experimental part of the trial was performed at three locations (Kragujevac, Kruševac and Sombor) during 2013/2014. AMMI analysis of variance for grain yield showed that all sources of variation (genotype, environment, their interaction) had a significant effect on the expression of this complex trait. In the total variation of the experiment, the largest contribution had genotype/environment interaction, and genotype had the least. The most stable genotypes have been identified, which can be considered as desirable genotypes, widely adapted to different agroecological conditions.

Key words: wheat, yield, stability, AMMI, interaction

¹Centre for Small Grains, Save Kovačevića 31, 34000 Kragujevac, Serbia (kika@kg.ac.rs)

²Megatrend University, Belgrade, Faculty of Biofarming, Maršala Tita 39, 24300 Bačka Topola, Serbia

³Technical Vocational College, Nemanjina 2, 12000 Požarevac, Serbia

⁴Faculty of Agriculture, University of Niš, Kosančićeva 4, 37000 Kruševac, Serbia

POGODNOST ZEMLJIŠTA ZA GAJENJE MALINE

Ljiljana Bošković-Rakočević¹, Gorica Paunović¹, Goran Dugalić¹, Jelena Mladenović¹

Izvod: U intenzivnom gajenju maline, u cilju postizanja visokih, stabilnih i redovnih prinosa, neophodno je pravilno izbalansirati mineralnu ishranu. U tom cilju postavljen je ogled sa tri varijante đubrenja (kontrola, NPK 15:15:15 (800 kg ha⁻¹), NPK 15:15:15 (800 kg ha⁻¹) + KAN (400 kg ha⁻¹)), na dve različite parcele. Dobijeni rezultati pokazuju da je najmanji prinos maline ostvaren na kontroli, dok je primenom NPK đubriva i KAN-a utvrđeno povećanje prinosa maline, na obe ispitivane parcele. Dodavanje KAN-a u prihranjivanju je pokazalo pozitivne efekte na povećanje prinosa maline. Veći prosečni prinos maline ostvaren je na parceli Konopljak (17 380 kg ha⁻¹) u odnosu na parcelu Donja (14 673 kg ha⁻¹).

Ključne reči: malina, zemljište, đubrivo, prinos

Uvod

Zbog izuzetno velike hranljive, lekovite i dijetetske vrednosti, plodovi maline imaju veliku ulogu i značaj u ishrani ljudi, kako u svežem tako i u prerađenom stanju. Dobijanje visokih, redovnih i stabilnih prinosa maline je moguće postići samo u povoljnim klimatskim, zemljišnim i orografskim uslovima. Takođe, bitan faktor predstavlja pravilan izbor sadnica pri zasnivanju zasada, kao i primenjena agrotehnika tokom korišćenja zasada.

Malina spada u voćne vrste koje imaju velike potrebe u pojedinim hranljivim materijama koje se u najvećoj meri usvajaju iz zemljišta (Petrović i sar., 2020). Zbog velikog areala rasprostranjenosti u kojima se gaji malina, postoji i velika raznovrsnost u pogledu kvaliteta i plodnosti zemljišta, pre svega razlika u njihovim agrofizičkim i agrohemijskim osobinama. Za uspešno gajenje maline preporučuju se srednje teška zemljišta (sa oko 50% gline), duboka, plodna, dobro propusna zemljišta, bogata humusom (oko 5%). Malini ne odgovaraju ni jako kisela (pH < 4), suva, peskovita, kamenita, plitka i alkalna zemljišta (pH > 8). Na krečnim zemljištima i aluvijalnim nanosima često se javlja hloroza lišća, praćena niskim prinosima i umanjenom otpornošću na sušu (Ubavić i sar., 2016). Od svih vrsta jagodastog voća malina iznosi najveće količine hraniva iz zemljišta, pa je neophodno redovno unošenje organskih i mineralnih đubriva. Navedene činjenice ukazuju da je veoma bitno znati u kojoj fazi razvoja maline su potrebni koji elementi, ali istovremeno i pravilno izbalansirati međusobni njihov odnos. Od biogenih elemenata malina najviše usvaja kalijum, zatim azot, pa fosfor. Odnos N:P:K za pravilnu ishranu maline treba da je 1:2:2,5 (Pejkić, 1996).

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Srbija.

Da bi se obezbedile dovoljne količine hranljivih materija, neophodno je đubrenje zasada organskim i mineralnim đubrivima. Nikolić i Milivojević (2015) navode da zasade maline treba redovno svake godine đubriti kroz osnovno đubrenje, prihranjivanje i folijarno đubrenje. Za osnovno đubrenje organskim đubrivima treba svake godine upotrebiti 15-20 t ha⁻¹ stajnjaka. Od mineralnih đubriva treba koristiti kompleksno NPK đubrivo 10:12:26 + 3% MgO. Mogu se koristiti i NPK đubriva formulacija 6:12:24, 7:14:21, 8:16:24. Količina primenjenih kompleksnih đubriva je različita (500-900 kg ha⁻¹), a zavisi od plodnosti zemljišta, količine upotrebljenog stajnjaka i intenziteta gajenja maline. Prihranjivanje maline se vrši različitim azotnim đubrivima, zavisno od kiselosti zemljišta. Međutim, veoma često zbog lokalnog unošenja azotnih đubriva neposredno uz redove maline dolazi do pojave visokog sadržaja mineralnog azota u zemljištu (65-190 mg kg⁻¹), što prouzrokuje sušenja biljaka (Stevanović i sar., 2004).

Na osnovu svega navedenog postavljen je cilj ovog rada, a to je utvrditi pogodnost ispitivanog zemljišta za gajenje maline sorte Vilamet u selu Krstac, opština Lučani.

Materijal i metode rada

U ogledu je korišćena malina sorte Vilamet, jedna od najpoznatijih i najznačajnijih sorti maline, kako u svetu tako i kod nas. Sorta Vilamet pripada grupi srednje ranih sorti malina jer počinje da zri polovinom juna, a berba traje oko mesec dana. Ako se pravilno neguje prinos može iznositi i više od 20 t ha⁻¹.

Ispitivanja su vršena u zasadu maline koji se nalazi u selu Krstac, koje je udaljeno 5 km od opštine Lučani (43°51'39" SGŠ i 20°8'17" IGD), na nadmorskoj visini 309 m, na nagnutom terenu. Površina zasada iznosi 20 ari. Zasad je podignut 2015. godine, sa rastojanjem sadnje 2,5 m × 0,25 m, odnosno 2,5 m između redova i 0,25 m u redu. Uzgojni oblik je špalirski. U zasadu su primenjivane sve redovne mere nege koje se koriste u intenzivnim zasadima. Jedina razlika je u primeni različitih vrsta i doza đubriva. U zasadima ne postoji mogućnost navodnjavanja. Pre podizanja zasada stajsko đubrivo je uneto u količini od 20 t ha⁻¹.

Primena mineralnih đubriva je izvedena po sledećim varijantama ogleda: 1. Kontrola; 2. NPK đubrivo 15:15:15, u količini od 800 kg ha⁻¹, odmah nakon vezivanja malina, zajedno sa okopavanjem; 3. NPK đubrivo 15:15:15 u količini od 800 kg ha⁻¹ (odmah nakon vezivanja malina, zajedno sa okopavanjem) + KAN u količini od 400 kg ha⁻¹, primenjen u tri navrata: pre kretanja vegetacije, drugi put početkom cvetanja i treći put pred berbu.

Pre početka izvođenja ogleda uzeti su uzorci zemljišta između redova na dubini od 30 cm. S obzirom da se parcela nalazi pod nagibom, uzorci su uzeti iz dva dela, iz gornjeg i donjeg dela. U uzorcima su određene sledeće agrohemijske osobine: aktivna i supstitucionna kiselost zemljišta - potencijometrijski; sadržaj humusa - metodom po Kotzman-u; sadržaj ukupnog azota - metodom po Kjeldahl-

u; sadržaj karbonata - volumetrijskom metodom; sadržaj lakopristupačnog fosfora i kalijuma – metodom po Egner-Riehm-u.

Rezultati istraživanja i diskusija

Rezultati analize uzetih uzoraka pre postavljanja oglada pokazuju da je zemljište kisele do blago kisele reakcije (Tabela 1). Na parceli Donja utvrđena je kisela hemijska reakcija zemljišta, bez značajne razlike u vrednosti aktivne kiselosti između vrha i dna parcele (5,7 pH jedinica na dnu i 5,8 pH jedinica na vrhu parcele). Na parceli Konopljak je utvrđena blago kisela reakcija, sa sličnom tendencijom u pogledu razlika između dna i vrha parcele (6,4 pH jedinica na dnu i 6,2 pH jedinica na vrhu parcele). I kod supstitucione kiselosti zemljišta najmanja pH/KCl je utvrđena u uzorku zemljišta koji je uzet sa vrha parcele Donja - 5,0 pH jedinica, a najveća vrednost je utvrđena u uzorku zemljišta koji je uzet sa dna parcele Konopljak - 6,0 pH jedinica. U saglasnosti sa vrednostima kiselosti zemljišta je i sadržaj karbonata. Naime, na parceli Donja, koja je kisele hemijske reakcije, nema karbonata, dok je kod parcele Konopljak utvrđen sadržaj karbonata od 0,17% (vrh) do 3,62% (dno), što prati pH vrednosti na ovim delovima parcele. Na osnovu rezultata Ubavića i sar. (2016) koji su utvrdili da kod zemljišta sa pH vrednošću 5,0-6,0 ne treba primenjivati krečna đubriva, već unositi u zemljište fiziološki alkalna đubriva, može se zaključiti da na obe parcele na kojima su izvedeni ogledi ne treba primenjivati meliorativnu meru kalcizaciju. Prema Bošković-Rakočević i Dugalić (2015) malina se može gajiti i na zemljištima koja pokazuju nešto jaču kiselu hemijsku reakciju, zbog toga što tu kiselost uslovljavaju H-joni koji preovlađuju nad Al-jonima.

Tabela 1. Agrohemijske osobine zemljišta
Table 1. Agrochemical properties of soil

Varijante <i>Variants</i>	pH		Humus (%)	Karbonati <i>Carbonates</i> (%)	N (%)	P ₂ O ₅	K ₂ O
	H ₂ O	KCl				(mg 100g ⁻¹)	
Donja dno	5,7	5,1	3,39	0	0,233	4,5	10,7
Donja vrh	5,8	5,0	3,00	0	0,188	9,6	13,9
Konopljak dno	6,4	6,0	3,70	3,62	0,257	34,8	26,4
Konopljak vrh	6,2	5,6	3,49	0,17	0,253	29,9	32,5

U pogledu obezbeđenosti zemljišta organskom materijom može se uočiti da su obe parcele dobro obezbeđene humusom. Naime, na parceli Donja sadržaj humusa se kretao u intervalu 3,00-3,39%, dok je parcela Konopljak imala nešto veće vrednosti (3,49-3,70%). Obezbeđenost ispitivanih uzoraka zemljišta najvažnijim

hranljivim materijama pokazuje da je jedino na gornjem delu parcele Donja sadržaj ukupnog azota bio u granicama srednje obezbeđenosti (0,188%), dok je u donjem delu iste parcele, kao i na parceli Konopljak utvrđen visok sadržaj azota. Slične vrednosti sadržaja ukupnog azota utvrđene su na celoj parceli Konopljak (0,253% - vrh i 0,257 % - dno). Sadržaj pristupačnog fosfora je pokazao najveće variranje između proučavanih parcela, što je i očekivano ako se imaju u vidu utvrđene razlike u pH vrednosti zemljišta. Kod oba uzorka zemljišta na parceli Donja je utvrđen nizak sadržaj lakopristupačnog fosfora (4,5 mg 100g⁻¹ zemljišta - dno parcele i 9,6 mg 100g⁻¹ zemljišta - vrh parcele). Na parceli Konopljak utvrđen je visok sadržaj lakopristupačnog fosfora (34,8 mg 100g⁻¹ zemljišta - dno parcele i 29,9 mg 100g⁻¹ zemljišta - vrh parcele). Nizak sadržaj lakopristupačnog fosfora na parceli Donja se tumači stvaranjem slabo rastvorljivih jedinjenja fosfora u kiselim zemljištima (Petrović i sar., 2020). Na parceli Donja sadržaj pristupačnog kalijuma je bio u granicama niske do srednje obezbeđenosti (10,7 mg 100g⁻¹ zemljišta - dno parcele i 13,9 mg 100g⁻¹ zemljišta - vrh parcele). Na parceli Konopljak su utvrđene veće vrednosti ovog hraniva (26,4 mg 100g⁻¹ zemljišta - dno parcele i 32,5 mg 100g⁻¹ zemljišta - vrh parcele).

Na osnovu dobijenih rezultata analiza zemljišta, a imajući u vidu preporuke da su najpovoljnija zemljišta za malinu zemljišta blago kisele reakcije (pH oko 6), koja sadrže 8-10 mg P₂O₅ i 18-20 mg K₂O u 100 g vazdušno suvog zemljišta (Nenadić, 1986), može se zaključiti da se malina može uspešno gajiti na parceli Konopljak, uz primenu odgovarajućih agrotehničkih i pomotehničkih mera. Na parceli Donja neophodno je dodati veće količine odgovarajućih formulacija NPK đubriva da bi se popravio sadržaj fosfora i kalijuma u zemljištu. Takođe, kod obe parcele za prihranjivanje uvek koristiti KAN kako ne bi došlo do daljeg zakišeljavanja zemljišta.

Analizom podataka iz Tabele 2. može se videti da je najmanji prinos maline ostvaren na kontroli, bez primene mineralnih đubriva, dok je primenom NPK đubriva i KAN-a utvrđeno povećanje prinosa maline. Ako se međusobno uporede ostvareni prinosi maline na ispitivanim parcelama može se zaključiti da je veći prosečni prinos ostvaren na parceli Konopljak (17 380 kg ha⁻¹) u odnosu na parcelu Donja (14 673 kg ha⁻¹), što se može tumačiti boljom obezbeđenosti zemljišta hranljivim materijama i povoljnijom pH vrednošću. Na obe parcele došlo je do sličnog povećanja prinosa maline primenom NPK-đubriva i KAN-a u odnosu na kontrolnu varijantu koja je đubrena samo organskim đubrivom. Na parceli Konopljak, neznatno povećanje prinosa (16%) utvrđeno je unošenjem samo NPK-đubriva 15:15:15 u količini od 800 kg ha⁻¹, dok je kombinovanom primenom NPK-đubriva i KAN-a povećanje iznosilo 33%. Primenom 800 kg ha⁻¹ NPK-đubriva 15:15:15 na parceli Donja povećanje prinosa maline je bilo 22% u odnosu na kontrolnu varijantu, dok je kombinovanom primenom NPK-đubriva i KAN-a povećanje iznosilo 32%.

Tabela 2. Prinos maline

Table 2. Raspberry yield

Varijante Variants	Konopljak		Donja	
	Prinos Yield (kg ha ⁻¹)	Index (%)	Prinos Yield (kg ha ⁻¹)	Index (%)
Kontrola/Control	14 950	100	12 440	100
NPK	17 330	116	15 180	122
NPK+KAN	19 860	133	16 400	132
Prosek/Average	17 380		14 673	

Dobijeni rezultati su u saglasnosti sa podacima Nikolić i Milivojević (2015) koji navode da malinu treba đubriti sa 500-900 kg ha⁻¹, zavisno od plodnosti zemljišta, količine upotrebljenog stajnjaka i intenziteta gajenja maline. Dodavanje KAN-a u prihranjivanju je pokazalo pozitivne efekte na povećanje prinosa maline, što je u saglasnosti sa prethodnim rezultatima Petrovića i Miloševića (2002), jer veliki broj autora navodi da azot kod maline pokazuje različite efekte na prinos, od smanjenja pa do povećanja prinosa, čak i bez uticaja na prinos (Seipp, 1987; Dale, 1989).

Zaključak

Parcela Konopljak se karakteriše boljom obezbeđenošću hranljivim materijama i povoljnijom pH vrednošću zemljišta za gajenje maline sorte Vilamet u odnosu na parcelu Donja. Najmanji prinos maline ostvaren je na kontroli, bez primene mineralnih đubriva, dok je primenom NPK đubriva i KAN-a utvrđeno povećanje prinosa maline, na obe ispitivane parcele. Dodavanje KAN-a u prihranjivanju je pokazalo pozitivne efekte na povećanje prinosa maline. Veći prosečni prinos maline ostvaren je na parceli Konopljak (17 380 kg ha⁻¹) u odnosu na parcelu Donja (14 673 kg ha⁻¹). U intenzivnom gajenju maline, u cilju postizanja visokih, stabilnih i redovnih prinosa, neophodno je primeniti organska đubriva (stajnjak), kompleksna mineralna đubriva, kao i azotna đubriva u prihranjivanju.

Literatura

- Bošković-Rakočević, Lj., Dugalić, G. (2015): Agrofizičke i agrohemijske karakteristike zemljišta zapadne Srbije (Moravički i Kolubarski okrug) sa preporukom njegovog korišćenja za gajenje različitih vrsta voćaka. Institut za Voćarstvo Čačak, Agronomski fakultet u Čačku, 1-132.
- Dale, A. (1986): Some effects of the environment on red raspberry cultivars. Acta Hort., 183, 155-161.
- Milošević, T., Petrović, S. (2002): Malina – tehnologija i organizacija proizvodnje. Agronomski fakultet Čačak, 13-79.

- Nenadić, D. (1986): Uklanjanje prve serije izdanaka maline-nova metoda u gajenju maline. *Jugoslovensko voćarstvo*, 20, 75-76.
- Nikolić, M., Milivojević, J. (2015): Jagodaste voćke tehnologija gajenja. Univerzitet u Beogradu. Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- Pejkić, B. (1996): Đubrenje voćnjaka. Dimitrije Davidović, Smederevo.
- Petrović, S., Milošević, T. (2002) Malina - tehnologija i organizacija proizvodnje. Čačak: Agronomski fakultet, str. 1-245 (ISBN 86-82107-31-7, COBISS.IR-ID=97260300).
- Petrović, S., Milošević, T., Jevremović, D., Glišić, I., Milošević, N. (2020): Jagodasto voće-tehnologija gajenja, zaštite i prerade. Agronomski fakultet Čačak, Institut za voćarstvo Čačak, 97-229.
- Seipp, D. (1987): Effect of nitrogen supply on growth and yield of raspberry. *Erwerbsobstbau*, 28, 98-101.
- Stevanović, D., Martinović, Lj., Šalipurović, B. (2004): Stanje i promene agrohemijskih osobina zemljišta Ariljsko-Ivanjičkog malinogorja. *Jugoslovensko voćarstvo*, 38 (147-148), 139-147.
- Ubavić, M., Bošković Rakočević, Lj., Paunović, G. (2016): Ishrana voćaka. Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet Čačak, 1-242.

SUITABILITY OF LAND FOR GROWING RASPBERRIES

Ljiljana Bošković-Rakočević, Gorica Paunović, Goran Dugalić

Abstract

In intensive raspberry growing, in order to achieve high, stable and regular yields, it is necessary to properly balance the mineral nutrition. For this purpose, an experiment with three variants of fertilization was set up (control, NPK 15:15:15 (800 kg ha⁻¹), NPK 15:15:15 (800 kg ha⁻¹) + KAN (400 kg ha⁻¹)), on two plots Donja and Konopljak. The obtained results show that the lowest yield of raspberries was achieved in the control, while the application of NPK fertilizers and KAN determined an increase in the yield of raspberries, on both examined plots. The supplementary nutrition of KAN has shown positive effects on increasing the yield of raspberries. A higher average yield of raspberries was achieved on the plot Konopljak (17,380 kg ha⁻¹) compared to the plot Donja (14,673 kg ha⁻¹).

Key words: raspberry, soil, fertilizer, yield

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia (ljiljabr@kg.ac.rs)

UTICAJ NAČINA PRIMENE MINERALNIH ĐUBRIVA NA PRINOS KROMPIRA

Marijana Dugalić¹, Ljiljana Bošković Rakočević², Vera Rajičić¹, Dragan Terzić¹

Izvod: U ovom radu je prikazano kako određena doza mineralnih đubriva primenjena na različite načine utiče na prinos dve sorte krompira gajene u agroekološkim uslovima planinskog masiva Radočelo na lesiviranom zemljištu prilično povoljnih agrofizičkih i nešto lošijih agrohemijskih osobina. U toku 2018. i 2019. godine zasnovan je ogled gde su sađene sorte krompira Arizona i Esmee. Određena doza mineralnih đubriva (N_{200} , P_{150} , K_{150}) zaorana je u jesen (jedan način primene), i drugi način - pola te doze za vreme predsetvene pripreme zemljišta, a polovina zajedno sa sadnjom u brazde. Rezultati ispitivanja pokazuju da je primena polovina doze predsetveno i polovina za vreme sadnje dala viši ukupan prinos obe sorte krompira, nego zaoravanje celokupne doze za vreme jesenjeg dubokog oranja.

Ključne reči: mineralna đubriva, način primene, krompir, prinos

Uvod

Krompir po hranljivoj vrednosti i površini koju zauzima u svetu i kod nas pripada redu vodećih kultura.

U Srbiji se krompir gaji na oko 50000 ha sa prisutnim trendom smanjenja površina poslednjih godina, a prosečni prinosi su oko 15 t (Bugarčić, 2015). Jedan od razloga prosečno niskih prinosa krompira kod nas, pored upotrebe nekvalitetnog sadnog materijala, je nedovoljna i nepravilna primena đubriva. Poznato je da krompir najbolje reaguje na kombinovanu primenu organskih i mineralnih đubriva, ali organskih đubriva nema dovoljno, pa su mineralna đubriva najčešće jedina vrsta đubriva kod većine naših poljoprivrednih proizvođača krompira. Veoma je važno da se pored određene doze koja se određuje na bazi planiranog prinosa i stanja hraniva u zemljištu đubriva pravilno primene. Rezultati dosadašnjih ispitivanja đubrenja krompira u različitim agroekološkim i zemljišnim uslovima potvrđuju da mineralna đubriva najviše utiču na povećanje prinosa krtola krompira (Stoiljković i Sušić, 1975; Dugalić i sar., 2004; Rostami et al., 2015; Bošković-Rakočević i sar., 2018). Nema mnogo podataka kod nas kako određena doza mineralnih đubriva primenjena na različite načine utiče na prinos naročito novih sorti krompira.

¹Univerzitet u Nišu, Poljoprivredni fakultet u Kruševcu, Kosančićeva 4., 37000 Kruševac, Srbija (marijanadugalic80@gmail.com)

²Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Srbija.

Cilj ovog ispitivanja je bio da se utvrdi kako određena doza mineralnih đubriva primenjena na dva načina utiče na prinos dve sorte krompira visokog genetskog potencijala rodnosti.

Materijal i metode rada

Ispitivanja obuhvaćena ovim radom izvedena su tokom vegetacione sezone 2018. i 2019. godine u ataru sela Bzovik koje se nalazi oko 80 km jugozapadno od grada Kraljeva (43°25'33 SGŠ I 20°25'53 IGD) na nadmorskoj visini 1107 m u podnožju planine Radočelo. Ogled je izveden na lesiviranom zemljištu (luvisolu) u tri ponavljanja u potpuno slučajnom blok sistemu. Veličina elementarne parcele iznosila je 21 m² (4 reda dužine 7,5 m), a veličina obračunske parcele iznosila je 10,80m². Ispitivanje je obuhvatilo sledeće načine primene đubriva: 1. N₂₀₀, P₁₅₀, K₁₅₀ zaorano je u jesen za vreme dubokog oranja, 2. N₁₀₀, P₇₅, K₇₅ primenjeno za vreme predsetvene pripreme zemljišta + N₁₀₀, P₇₅, K₇₅ primenjeno za vreme sadnje u brazde. Sadene su dve sorte krompira kategorije Original 35-55 mm, Arizona (srednje stasna sorta blede-žute boje pokožice) i Esmee (srednje stasna sorta crvene pokožice). Predusev krompiru bila je heljda. Jesenje duboko oranje obavljeno je obe godine tokom novembra meseca. Sadnja je obavljena 25.04.2018. i 29.04. 2019. godine na međurednom rastojanju od 70 cm i rastojanju u redu od 25 cm. Sve agrotehničke mere su blagovremeno izvedene (zaštita od štetočina, korova, bolesti, kao i zagrtanje krompira). Pre postavljanja oglada uzeti su uzorci zemljišta do dubine 30 cm iz kojih su određene najvažnije fizičke i hemijske osobine zemljišta na oglednom polju po priznatim, standardnim metodama Srpskog društva za proučavanje zemljišta. Prinos krompira utvrđen je vađenjem i merenjem dva srednja reda, a dobijeni rezultati obrađeni su analizom varijanse dvofaktorijskog oglada (sorta, način primene đubriva), posebno za svaku godinu, jer je analiza varijanse sa godinom kao trećim faktorom ukazala samo na značajnost razlike između godina.

Rezultati istraživanja i diskusija

Lesivirano zemljište (luvisol) planinskog masiva Radočelo obrazovano je na vulkanskom tufoznom nanosu (Gajić i sar., 2001). Po mehaničkom sastavu do dubine 30 cm spada u lake glinuše (Tabela 1).

Tabela 1. Mehanički sastav lesiviranog zemljišta na oglednom polju
Table 1. Mechanical composition of luvisol soil in the experimental field

Dubina cm Depth	Mehaničke frakcije u % <i>Mechanical fractions in %</i>							Tekstura <i>Texture</i>
	2-0,2	0,2-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,002	<0,002	<0,01	
0-30	7,73	14,36	27,68	11,15	12,60	26,48	50,24	Laka glinuša <i>Lake glinus</i>

Može se reći da po mehaničkom sastavu ovo zemljište je povoljno za gajenje krompira, jer pored lako glinovitog sastava ima i veliku ukupnu i fiziološku dubinu. Za razliku od povoljnog mehaničkog sastava, čime su uslovljene i povoljne druge agrofizičke osobine (poroznost, zapreminska masa) agrohemijske osobine ovog zemljišta su nešto lošije. Rezultati hemijskih analiza prikazani u tabeli 2., pokazuju da ovo zemljište poseduje kiselu hemijsku reakciju do dubine 30 cm (pH u H₂O iznosio je 5,1 a pH u KCl-u 4,8), srednje je obezbeđeno humusom i lakomobilnim kalijumom, dok je siromašno lakomobilnim fosforom.

Tabela 2. Osnovne agrohemijske osobine zemljišta na oglednom polju
Table 2. Basic agrochemical properties of land in the experimental field

Dubina cm <i>Depth</i> 0-30	Humus % <i>Humus</i> 3,33	pH		K ₂ O	P ₂ O ₅
		H ₂ O	KCl	mg 100 g ⁻¹	
		5,1	4,8	26,2	5,8

Ako posmatramo ukupan prinos krtola krompira uzimajući u obzir način primene đubriva značajno se među sobom razlikuju ispitivane godine. Naime u 2018. godini ukupan prosečan prinos krtola obe sorte krompira bio je niži za 4803 kg/ha u odnosu na 2019. godinu, što se može objasniti povoljnijim meteorološkim uslovima, pre svega pravilnijim rasporedom padavina tokom vegetacije. Nešto viši prinos u 2019. godini bez obzira na način primene mineralnih đubriva ostvarila je sorta Arizona u odnosu na sortu Esme, no ta razlika nije statistički značajna (Tabela 3).

Tabela 3. Prinos sorti krompira u zavisnosti od načina primene đubriva u 2018.
godini (kg/ha)

Table 3. Yield of potato varieties depending on the method of fertilizer application in 2018. (kg/ha)

Sorta <i>Sort</i>	Način primene đubriva <i>Method of fertilizer application</i>	
	1	2
Arizona	35 823	37 290
Esme	34 240	35 566

	n	Prinos t/ha $\bar{X} \pm S\bar{x}$	
Sorta (A)			
Arizona (1)	6	36,56±1,293	
Esme (2)	6	34,90±1,293	
Način primene (B)			
Zaorano (1)	6	35,03±1,293	
Predsetveno (2)	6	36,43±1,293	
Sorta x način primene (A x B)			
Arizona (1)	Zaorano (1)	3	35,82±1,828
	Predsetveno (2)	3	37,29±1,828

Esme (2)	Zaorano (1)	3	34,24±1,828
	Predsetveno (2)	3	35,57±1,828
A			ns
B			ns
A x B			ns

F-test: N.S. (P > 0.05)

Kada je u pitanju način primene đubriva u 2018. godini nešto viši prinos obe sorte krompira ostvaren je na varijanti gde su mineralna đubriva primenjena polovina predsetveno a polovina u brazde sa sadnjom u odnosu na varijantu gde je celokupna količina zaorana u jesen, ali ta razlika u prinosu kao sto pokazuju rezultati analize varijanse prikazani u tabeli nije značajna.

U rodnijoj 2019. godini na varijanti gde je celokupna doza mineralnog đubriva zaorana sorta Arizona ostvarila je prinos od 40 256 kg/ha a sorta Esme 37 606 kg/ha, a tamo gde je doza mineralnih đubriva podeljena sorta Arizona ostvarila je prinos 42 956 kg/ha, a sorta Esme 41 313 kg/ha, što je statistički značajno povećanje (Tabela 4).

Tabela 4. Prinos sorti krompira u zavisnosti od načina primene đubriva u 2019. godini (kg/ha)

Table 4. Yield of potato varieties depending on the method of fertilizer application in 2019. (kg/ha)

Sorta Sort	Način primene đubriva Method of fertilizer application	
	1	2
Arizona	40 256	42 956
Esme	37 606	41 313

	n	Prinos t/ha $\bar{X} \pm S\bar{x}$	
Sorta (A)			
Arizona (1)	6	41,61±0,902 ^a	
Esme (2)	6	39,46±0,902 ⁶	
Način primene (B)			
Zaorano (1)	6	38,93±0,902 ^b	
Predsetveno (2)	6	42,13±0,902 ^a	
Sorta x način primene (A x B)			
Arizona (1)	Zaorano (1)	3	40,26±1,276
	Predsetveno (2)	3	42,96±1,276
Esme (2)	Zaorano (1)	3	37,61±1,276
	Predsetveno (2)	3	41,31±1,276
A		*	
B		**	
A x B		ns	

*F-test: N.S. (P > 0.05); * - P < 0.05; ** - P < 0.01;*

Dakle, bolja se pokazala varijanta gde su mineralna đubriva primenjena predsetveno i u brazde nego gde su zaorana u jesen. Ovo je u saglasnosti sa ranijim ispitivanjima (Dugalić i sar., 2004). Sorta Arizona dala je viši prinos za 2 650 kg/ha gde su mineralna đubriva zaorana u jesen u odnosu na sortu Esme i za 1 643 kg/ha tamo gde je doza mineralnih đubriva bila podeljena, što je statistički značajno povećanje u odnosu na sortu Esme.

Posmatrano za obe godine (2018. i 2019. godinu) sorta Arizona je dala viši prinos u odnosu na sortu Esme bez obzira na način primene đubriva. Na varijanti gde su mineralna đubriva primenjena predsetveno i u brazde ostvaren je viši prinos krompira, ali to povećanje prinosa nije statistički značajno (Tabela 5).

Tabela 5. Rezultati analize varijanse u dvogodišnjem periodu
Table 5. Results of variance analysis in a two-year period

Izvori varijacije <i>Sources of variation</i>	Stepeni slobode <i>Degrees of freedom</i>	2018		2019	
		Sredine kvadrata <i>Middle of squares</i>	p	Sredine kvadrata <i>Middle of squares</i>	p
Blok / <i>Block</i>	2	30,23		14,67	
Sorta / <i>Sort</i>	1	8,20	0,166	13,82	0,027
Način primene <i>Method of application</i>	1	5,85	0,231	30,78	0,05
Sorta x način primene <i>Sort x Method of application</i>	1	0,01	0,949	0,76	0,520
Greška / <i>Error</i>	6	3,30		1,625	

Zaključak

Na osnovu dvogodišnjih ispitivanja načina primene mineralnih đubriva na prinos dve sorte krompira (Arizona i Esme), može se zaključiti da je bolje da određena doza mineralnih đubriva bude primenjena polovina predsetveno, a polovina u brazde za vreme sadnje, nego celokupnu dozu zaorati u jesen. Ova razlika u ukupnom prinosu krompira bila je statistički značajna u 2019. godini, a u 2018. godini ta razlika nije bila statistički značajna. Posmatrano za obe godine ispitivanja sorta Arizona ostvarila je viši prinos u odnosu na sortu Esme.

Napomena

Istraživanja su finansirana sredstvima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (Ugovor ev. br. 451-03-68/2020-14/200383).

Literatura

- Bošković-Rakočević LJ, Dinić Z, Paunović A, Bokan N, Dugalić M, Dugalić G. (2018). Prinos i kvalitet krtola krompira u zavisnosti od đubriva. Zbornik radova, br. 23, 18-24.
- Bugarčić Ž. (2015). Krompir - tehnologija proizvodnje i vodič kroz sorte. Arum, Beograd, 48.
- Dugalić G., Bročić Z., Biberdžić M. (2004). Prinos krompira na lesiviranom zemljištu u zavisnosti od načina primene đubriva. Agroznanje, vol. 5., br.1., 37-42
- Gajić B., Dugalić G., Đurović N. (2001). Agrofizičke osobine lesiviranog zemljišta (luvisola) iz područja planinskog masiva Radočelo. Kongres JDPZ, Vrnjačka B., 62.
- Rostami A., Davtyan V.A., Ahmadvand G. (2015). The effect of green manures and nitrogen fertilizer on yield, yield components and nitrate accumulation of potato tuber. Int. J. Biosci., 6 (8), 140-148.
- Stoiljković B., Šušić S. (1975). Uticaj različitih količina složenih đubriva (NPK) na prinos krompira. Zbornik radova Ogledne stanice za selekciju i proizvodnju krompira, Sv. 2-3, Guča, 183-194.

EFFECT OF MINERAL FERTILISER APPLICATION METHOD ON POTATO YIELD

Marijana Dugalić¹, Ljiljana Bošković Rakočević², Vera Rajičić¹, Dragan Terzić¹

Abstract

This study showed the effect of different methods of application of mineral fertiliser rates on the yield of two potato cultivars grown under the agroenvironmental conditions of the Radočelo Mountain massif on a luvisol exhibiting rather favourable agrophysical and some what poorer agrochemical properties. In 2018 and 2019, a trial with potato cvs. 'Arizona' and 'Esmee' was established. Planned rates of mineral fertilisers (N₂₀₀, P₁₅₀, K₁₅₀) were applied as two treatments: treatment 1 – fertiliser rates were ploughed in during autumn, and treatment 2 – one half of the planned rates was applied during seedbed preparation and the other half in-furrow at planting. The results showed that the treatment involving the application of one half of the fertiliser rate before planting, and the other half at planting resulted in higher total yields of both potato cultivars compared with the placement of the whole rate of fertilisers during deep ploughing in autumn.

Key words: mineral fertilisers, application method, potato, yield

¹University of Nis, Faculty of Agriculture in Kruševac, Kosančićeva 4., 37000 Kruševac, Serbia (marijanadugalic80@gmail.com);

²University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak.

ZNAČAJ PREDUSEVA ZA PRODUKTIVNOST KUKURUZA

Milena Simić¹, Vesna Dragičević¹, Željko Dolijanović², Milan Brankov¹,
Života Jovanović¹

Izvod: Prednosti tropskog i četvoropoljnog plodoreda u odnosu na dvopoljni su smanjena učestalost obrade zemljišta i time ušteda u energentima, manji unos mineralnih azotnih đubriva i količine primenjenih herbicida. Istraživanja su imala za cilj da ukažu na značaj pravilne smene useva u tropskom plodoredu i uporede prednosti gajenja kukuruza nakon ozime pšenice ili soje u pogledu smanjenja zakorovljenosti, formiranja žetvenog indeksa i prinosa zrna. Rezultati višegodišnjih ispitivanja su pokazali da je smena useva u plodoredu značajno doprinela da sveža masa korova bude manja a žetveni indeks i prinos zrna kukuruza veći u plodosmeni kukuruz-ozima pšenica-soja u odnosu na kukuruz-soja-ozima pšenica.

Glavne reči: korovi, kukuruz, plodored, prinos, soja

Uvod

Kukuruz (*Zea mays* L.) i pšenica (*Triticum aestivum* L.) zauzimaju najveći udeo u setvenoj strukturi u Republici Srbiji. Iz tog razloga kukuruz se najčešće gaji u smeni sa pšenicom ili monokulturi (Simić i sar., 2018.). Međutim, nezamenljiva je uloga plodoreda u očuvanju i zaštiti agroekosistema, proizvodnji biološki ispravne hrane bez ili sa smanjenom primenom pesticida i mineralnih đubriva.

Proučavanja sistema gajenja kukuruza su često usmerena na utvrđivanje gubitaka u prinosu kao posledice delovanja mnogih faktora (Ruffo i sar., 2015.), dok sveobuhvatniji pristupi ukazuju da bi tehnologiju gajenja trebalo zasnovati na kombinovanoj primeni više mera koje su ekološki opravdane (Morris i Winter, 1999.). U tom smislu sistemi proizvodnje koji mogu da integrišu biljnu i stočarsku proizvodnju, poput plodoreda, doprinose ekološkoj bezbednosti proizvodnje uz istovremeno održavanje profitabilnosti (Sulc i Franbluebbers, 2014.).

Pravilnom smenom useva u plodoredima-plodosmenom, prelaskom sa monokulture i dvopoljnog na tropski i višepoljni plodored sa leguminozama, čuva se i popravljaju sadržaj mineralne i organske materije u zemljištu i doprinosi ostvarenju većih prinosa kukuruza (Jovanović, 1995.; Kovačević, 2010.; Spasojević i sar., 2015.; Dragičević i sar., 2019.). Prednosti tropskog i četvoropoljnog plodoreda u odnosu na dvopoljni su smanjena učestalost obrade zemljišta i time ušteda u energentima, manji unos mineralnih azotnih đubriva i količina primenjenih herbicida, čak do 72% u tropskom plodoredu kukuruz-soja-žitarica i 79% u četvoropoljnom plodoredu kukuruz-soja-žitarica-detelina u poređenju sa dvopoljnim plodoredom kukuruz-soja (Katsvairo i Cox, 2000).

¹Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Slobodana Bajića 1, Beograd, Srbija (smilena@mrizp.rs):

²Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet Beograd, Nemanjina 6, 11080 Beograd, Srbija.

Istovremeno, gajenjem kukuruza u tropskom i višepoljnom plodoredu postiže se efikasnije suzbijanje korova, insekata i prouzrokovaca biljnih bolesti (Simić i sar., 2016.). Specijalizacijom biljne proizvodnje u Srbiji, stajnjak je manje dostupan tako da se količina mineralizovane organske materije mora nadoknaditi iz drugih izvora. Uključivanje u plodored biljaka iz porodice *Fabaceae* značajno doprinosi njegovoj efikasnosti jer se prinos kukuruza povećava a upotreba mineralnih azotnih đubriva smanjuje i za 50%, što je značajna ušteda a i važno je za očuvanje zemljišta (Dolijanović i sar., 2011.; Videnović i sar., 2013.). Poznato je da svaki usev u različitoj meri koristi hraniva iz zemljišta kao i da se sastav i brojnost zemljišne mikroflore razlikuju među usevima što utiče na nivo transformacije organske i mineralne materije u oblike pristupačne za biljke.

Iako je primena herbicida neizostavni deo tehnologije proizvodnje kukuruza, poslednjih godina preporuka je da se suzbijanje korova, ne vrši samo hemijskim putem, nego da se koriste sve druge raspoložive mere kojima je moguće direktno ili indirektno uticati na prisutne štetne vrste. Vrlo efikasna mera u kontroli korova, koja se lako uvodi u sistem a istovremeno je i najjeftinija je plodored (Dolijanović i sar., 2020.). U slučaju rotacije useva, odnosno plodoređa, uočljivi su pozitivni efekti na gajene biljke uz istovremeno smanjenje zakorovljenosti. Sa druge strane, ovaj sistem ne isključuje hemijske mere borbe protiv korova, nego upućuje na njihovu pravilniju upotrebu (Simić i sar., 2020.).

U Srbiji je tokom dvadesetih godina 21. veka kukuruz gajen na više od 10% površina na kojima je prethodne godine gajena soja, što je vrlo kvalitetan pomak u tehnologiji gajenja. Neophodno je da se ovaj procenat površina ubuduće poveća i time maksimalno iskoristi genetički potencijal sorti i hibrida a istovremeno očuva kvalitet zemljišta u proizvodnim rejonima u Srbiji. Istraživanja su imala za cilj da ukažu na značaj pravilne smene useva u tropskom plodoredu i uporede prednosti gajenja kukuruza nakon ozime pšenice ili soje u pogledu smanjenja zakorovljenosti, formiranja žetvenog indeksa i prinosa zrna.

Materijal i metode rada

Poljski ogled je zasnovan u proleće 2009. godine, po sistemu razdeljenih parcela (split-split-plot) sa četiri ponavljanja, na oglednom polju Instituta za kukuruz „Zemun Polje“ i još uvek traje. Pored uticaja meteoroloških faktora u godini ispitivanja (G), ogled ima i sledeća dva faktora: sistem smene useva u plodoredu (P) i to kukuruz-soja-ozima pšenica (K-S-OP) i kukuruz-ozima pšenica-soja (K-OP-S), i primenu herbicida za suzbijanje korova (H). Kukuruz je u oba sistema smene useva gajen u 2012, 2015. i 2018. godini. Veličina elementarne parcele sa plodoredom je iznosila 896 m² a za mere suzbijanja korova 28 m².

U jesen, zajedno sa osnovnom obradom zemljišta, primenjeno je 150 kg ha⁻¹ dvokomponentnog mineralnog đubriva MAP, dok je stajnjak u količini od 30 t ha⁻¹ unošen na tropsku K-S-OP svake treće godine a na tropsku K-OP-S, nije unošen. U proleće u fazi 5-6 listova kukuruza, na osnovu N-min metode, vršeno je prihranjivanje kukuruza amonijum-nitratom. Hibrid ZP606 je sejan u prvoj

polovini aprila, pneumatskom četvoredom sejalicom (Majevica, Srbija) na međurednom rastojanju od 70 cm i sa gustinom od 62,100 biljaka ha⁻¹. U kukuruзу je posle setve a pre nicanja useva primenjena kombinacija herbicida za suzbijanje korova acetochlor + isoxaflutol (Trophy 768-EC+Merlin 750 WG) u preporučenoj količini (1536 g a.m. ha⁻¹ + 105 g a.m. ha⁻¹). Acetolochlor je od 2016. godine zamenjen metolachlorom (Dual gold 960EC) koji je primenjivan takođe u preporučenoj količini od 960 g a.m. ha⁻¹. U kontrolnoj varijanti korovi su nakon ocene uništavni okopavanjem. Ocena zakorovljenosti metodom probnih kvadrata je urađena šest nedelja nakon primene herbicida utvrđivanjem broja jedinkikorova i njihove ukupne sveže mase (g m⁻²). Na kraju vegetacionog perioda kukuruza, meren je žetveni indeks (ŽI) i prinos zrna koji je prepačunat na 14% vlage. Dobijeni podaci su statistički obrađeni metodom analize varijanse a razlike sredina su utvrđene LSD-testom na nivou značajnosti p≤0,05.

Tabela 1. Meteorološki uslovi u godinama ispitivanja, Zemun Polje
Table 1. Meteorological conditions during the investigation, Zemun Polje

Godine/ meseci Years/ Months	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Prosek/ Suma Average/ Sum
Srednje mesečne temperature vazduha, °C Mean monthly air temperatures, °C													
2012	2,7	-2,5	10,1	14,4	17,9	24,6	27,1	26,2	22,1	15,4	11,1	2,0	14,3
2015	3,3	4,2	8,1	12,9	19,1	22,1	26,4	25,7	20,2	12,4	8,1	4,3	13,9
2018	5,0	1,9	6,4	18,0	21,7	22,7	23,6	25,7	19,8	15,9	9,4	2,1	14,4
Količina padavina, mm Precipitation sum, mm													
2012	64,3	33,5	10,7	56,2	58,5	14,8	19,8	4,8	20,7	41,3	24,6	47,1	396,3
2015	46,7	44,0	99,1	19,7	97,8	31,1	7,2	56,0	73,6	65,1	44,1	3,3	587,7
2018	31,9	41,7	32,4	24,6	39,0	150,1	61,9	44,0	16,9	20,8	30,1	52,2	545,9

U godinama ispitivanja, srednje mesečne temperature vazduha u Zemun Polju se u proseku nisu značajno razlikovale, dok su sume padavina bile značajno veće u 2015. (587,7 mm) i 2018. (545,9 mm) u poređenju sa 2012. godinom (396,3 mm) (Tabela 1). U pogledu sume padavina, 2015. i 2018. godina se nisu značajno razlikovale ali je raspored padavina bio mnogo povoljniji za kukuruz u 2018. godini, kada je od maja do avgusta palo 295,0 mm kiše a u 2015. samo 192,1 mm. Količina padavina zabeležena u junu i julu, u vreme intenzivnog rastenja i oprašivanja kukuruza, je naročito dala prednost 2018. godini u poređenju sa ostale dve godine ispitivanja.

Rezultati istraživanja i diskusija

Meteorološki uslovi u periodu istraživanja su imali značajan uticaj na svežu masu korova, ŽI i prinos zrna kukuruza (Tabela 2). Zadovoljavajuća količina padavina i njihov dobar raspored uticali su da su ŽI i prinos zrna imali najveće

vrednosti u 2018. godini ($0,64$ i $8,68 \text{ t ha}^{-1}$), dok je sveža masa korova bila najveća u sušnoj 2012. ($1868,0 \text{ g m}^{-2}$). U uslovima ograničenosti osnovnih životnih elemenata kao što je voda, konkurentski odnosi između korova i gajene biljke su izraženiji, i mada prednost imaju biljke sa razvijenijim korenovim sistemom (Stratonovitch i sar., 2012.), dosta utiče i sastav korovske zajednice kao i dinamika nedostatka vlage u zemljištu. Smena useva u plodoredu je takođe značajno uticala na svežu masu korova koja je bila manja u K-OP-S ($897,0 \text{ g m}^{-2}$), što pokazuje da, iako je pšenica gust usev, hemijsko suzbijanje korova u soji, kao širokoredom usevu, više doprinosi manjoj pojavi korova u kukuruзу kao narednom usevu. Samim tim su i ŽI ($0,55$) i prinos zrna kukuruза ($7,06 \text{ t ha}^{-1}$) imali veće vrednosti u plodosmeni K-OP-S nego u K-S-OP ($0,52$ i $6,59 \text{ t ha}^{-1}$). Rezultati prethodnih istraživanja su takođe ukazali na različit uticaj ozimih (pšenica) i jarih useva (kukuruz i soja), kao i mera koje se primenjuju u njihovom gajenju, na zastupljenost korova (Demjanova i sar., 2009.; Spasojević i sar., 2012.). Takođe je i značaj ekoloških faktora za ŽI kukuruза potvrđen u ranijim istraživanjima (Wasaya i sar., 2012.).

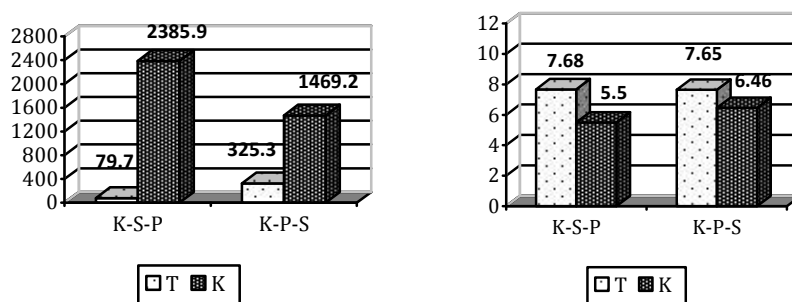
Primena herbicida je takođe prosečno za tri godine doprinela formiranju značajno manje sveže mase korova i višem prinosu kukuruза na tretiranoj površini ($202,5 \text{ g m}^{-2}$ i $7,66 \text{ t ha}^{-1}$), dok se ŽI nije značajno razlikovao između tretmana i kontrole.

Tabela 2. Značajnost ispitivanih faktora za zakorovljenost i produktivnost kukuruза
Table 2. The significance of investigated factors for maize weediness and productivity

	Sveža masa korova, g m^{-2} <i>Weed biomass, g m^{-2}</i>	Žetveni indeks <i>Harvest index</i>	Prinos zrna, t ha^{-1} <i>Grain yield, t ha^{-1}</i>
2012	1686,0a	0,54b	5,28b
2015	532,0c	0,42c	6,51c
2018	977,0b	0,64a	8,68a
<i>LSD_{0,05}</i>	260,4366	0,0434	0,5727
K-S-P/M-S-W	1233,0	0,52	6,59
K-P-S/M-W-S	897,0	0,55	7,06
<i>LSD_{0,05}</i>	212,6456	0,0354	0,4676
Herbicid/Herbicide	202,5	0,52	7,66
Kontrola/Control	1927,5	0,54	5,95
<i>LSD_{0,05}</i>	212,6456	0,0354	0,4676
ANOVA, Verovatnoća (F) ANOVA, Probability (F)			
G	5,1194**	1,6973**	1,5446**
P	0,0029**	0,1189ns	0,0503ns
H	2,5095**	0,5370ns	1,3585**
G×P	0,4091ns	0,4756ns	0,0116*
G×H	8,9300**	0,1356ns	0,1845ns
P×H	2,8373**	0,0759ns	0,0378*
G×P×H	0,1131*	0,0213*	0,0242*

*-značajno na nivou 0,05; **-značajno na nivou $p \leq 0,01$; ns-nije statistički značajno; a,b,c-vrednosti označene istim slovima se ne razlikuju značajno na nivou $p \leq 0,05$

Ipak, kao rezultat interakcije P×H sveža masa korova je bila najmanja na tretiranoj površini u plodosmeni K-S-OP a na kontrolnoj u plodosmeni K-OP-S, (Graf. 1). I prinos kukuruza je, adekvatno zastupljenosti korova, bio viši na tretiranim površinama u obe plodosmene (7,68 i 7,65 t ha⁻¹), dok je na kontroli značajno bio viši u plodosmeni K-OP-S (6,46 t ha⁻¹). Navedeno ukazuje na značajnu međusobnu korelaciju između biomase korova i prinosa kukuruza (Hussain i sar., 2014.; Simić i sar., 2016.) kao i na značaj preduseva za produktivnost kukuruza u integrisanim sistemima biljne proizvodnje kada se teži smanjenoj upotrebi herbicida (Simić i sar., 2020.).



Graf. 1. Uticaj plodosmene i primene herbicida na svežu masu korova (g m⁻²) i prinos kukuruza (t ha⁻¹)

Graph. 1. The effects of crop sequence and herbicide treatment on weed biomass (g m⁻²) and maize grain yield (t ha⁻¹)

Zaključak

U vremenu kada je specijalizacija poljoprivredne proizvodnje sve izraženija, gajenje kukuruza u plodoredu sa sojom u velikoj meri kompenzuje nedostatak stajnjaka i njegove primene i doprinosi poboljšanju sadržaja organske materije odnosno potencijalne plodnosti zemljišta, kao i poboljšanju kontrole korova u usevu kukuruza. Svi ovi činioci igraju veoma važnu ulogu u ostvarivanju visokih i stabilnih prinosa zrna.

Napomena

Istraživanja u ovom radu su finansirana sredstvima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, Republike Srbije.

Literatura

Demjanova E., Macak M., Đalović I., Majernik F., Tyr Š., Smatana J. (2009). Effects of tillage systems and crop rotation on weed density, weed species composition and weed biomass in maize. *Agronomy Research*. 7: 785-792.

- Dolijanović Ž., Kovačević D., Momirović N., Oljača S., Šeremešić S., Jug D. (2011). Zakorovljenost i produktivnost useva soje u zavisnosti od sistema gajenja. *Zbornik radova Međunarodnog naučnog simpozijuma agronoma „Agrosym Jahorina 2011“*, Kovačević D. (ed.), 119-125. Jahorina, 10-12. Novembar, BiH: Poljoprivredni fakultet u istočnom Sarajevu, Republika Srpska.
- Dolijanović, Ž., Kovačević, D., Oljača Snežana, Milena Simić (2020). Adaptacija agrotehničkih mera u ratarstvu na klimatske promene. *Zbornik radova „Značaj razvojnih istraživanja i inovacija u funkciji unapređenja poljoprivrede i šumarstva Srbije“*, 60-71, Lazarević R. (ed.). Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, 04. novembar, Beograd. Akademija inženjerskih nauka Srbije- AINS, Odeljenje biotehničkih nauka.
- Dragičević V., Simić M., Brankov M., Kresović B., Tolimir M. (2019): Efekti plodoreda na iznošenje azota sa prinosom kukuruza. *Zbornik radova XXIV Savetovanja o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem*, Dugalić G. (ed.), 203-207. Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, 15-16. mart, , Čačak, Srbija.
- Jovanović Ž. (1995). Uticaj različitih sistema gajenja na fizičke osobine zemljišta i prinos kukuruza. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd, 1-232.
- Katsvairo W.T., Cox J. W. (2000). Economics of Cropping Systems Featuring Different Rotations, Tillage, and Management. *Agronomy Journal*. 92: 485–493.
- Kovačević D. (2010). Opšte ratarstvo. Božić D., Mišvoić M., Glamočlija Đ., Momirović N. (eds.). Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd, 1-771.
- Morris C., Winter M. (1999). Integrated farming systems: The third way for European agriculture: Land Use Policy. 16: 193–205. [https://doi.org/10.1016/S0264-3948377\(99\)00020-4](https://doi.org/10.1016/S0264-3948377(99)00020-4)
- Ruffo L. M., Gentry L. F., Heinninger A. S. (2015). Evaluating management factor contributions to reduce maize yield gaps. *Agronomy Journal*, 107, 495–505.
- Simić M., Spasojević I., Kovacević D., Brankov M., Dragicević V. (2016). Crop rotation influence on annual and perennial weed control and maize productivity. *Romanian Agricultural Research*, 33, 125-133.
- Simić M., Kresović B., Dragičević V., Tolimir M., Brankov M. (2018): Improving cropping technology of maize to reduce the impact of climate changes. *Proceedings of the IX International Scientific Agriculture Symposium “Agrosym 2018”*, Kovačević D. (ed.), 631-639. Jahorina, October, 3-7, BiH: Faculty of Agriculture in East Sarajevo, Republic of Srpska.
- Simić M., Dragičević V., Chachalis D., Dolijanović Ž., Brankov M. (2020). Integrated weed management in long-term maize cultivation. *Zemdirbyste-Agriculture*. 107: 33–40.
- Spasojević I., Simić M., Dragičević V., Brankov M., Filipović M. (2012). Weed infestation in maize stands influenced by the crop rotation and herbicidal control. *Herbologia*. 13: 73-82.
- Spasojevic I., Simic M., Kovacevic D., Dragicevic V., Brankov M., Dolijanovic Z. (2015): Comparison of different crop sequences and their influences on maize

- growing parameters and yield. *Proceeding of the 6th International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2015"*, Kovačević D. (ed.), 413-417. Jahorina, October 15-18, BiH: Faculty of Agriculture in East Sarajevo, Republic of Srpska.
- Stratonovitch P., Storkey J., Semenov A. A. (2012). A process-based approach to modelling impacts of climate change on the damage niche of an agricultural weed. *Global Changes in Biology*. 18: 2071-2080.
- Sulc R. M., Franbluebbers, J. A. (2014). Exploring integrated crop-livestock systems in different ecoregions of the United States. *European Journal of Agriculture*. 57: 21-30.
- Videnović Ž., Jovanović Ž., Dumanović Z., Simić M., Srdić J., Dragičević V., Spasojević I. (2013). Effects of long-term crop rotation and fertilizer application on maize productivity. *Turkish journal of field crops*. 18: 233-237.
- Wasaya, A., Tahir M., Tanveer A., Yaseen M. (2012). Response of maize to tillage and nitrogen management. *Journal of Animal and Plant Science*. 22: 452-456.

THE IMPORTANCE OF CROP SEQUENCE FOR MAIZE PRODUCTIVITY

Milena Simić¹, Vesna Dragičević¹, Željko Dolijanović², Milan Brankov¹,
Života Jovanović¹

Abstract

The advantages of the three- and four-crop rotations in relation to the two-crop rotation are reduced frequency of soil tillage, and thus savings in energy sources, lower intake of mineral nitrogen fertilisers and the amount of applied herbicides. The aim of the present study was to indicate the importance of a proper alternation of crops in the three-crop rotation system and to compare the advantages of cultivation of maize after winter wheat or soybean in terms of reducing weediness, formation of the harvest index and grain yield. Results of long-term studies have shown that the crop sequence significantly contributed to the decrease in fresh biomass of weed and the increase in the harvest index and grain yield in the maize-winter wheat-soybean rotation in relation to the maize-soybean-winter wheat rotation.

Key words: crop sequence, maize, weeds, soybean, yield

¹Maize Research Institute, Zemun Polje, Slobodana Bajića 1, Belgrade, Serbia (smilena@mrizp.rs);

²University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Belgrade, Serbia.

PRINOS ZRNA HIBRIDA KUKURUZA RAZLIČITIH FAO GRUPA ZRENJA

*Milomirka Madić¹, Dalibor Tomić¹, Aleksandar Paunović¹, Vladeta Stevović¹,
Dragan Đurović¹*

Izvod: Poljski ogledi sa 11 domaćih hibrida kukuruza za proizvodnju zrna FAO grupa zrenja 400-600 postavljeni su tokom dve godine na dva lokaliteta (atar sela Brzan i Lužnice opština Kragujevac) sa ciljem da se na osnovu visine prinosa po godinama preporuče hibridi za konkretne agroekološke uslove. Prosečan prinos zrna kukuruza za sve hibride u 2017. godini bio je 4,2 t ha⁻¹, a u 2018. godini 11,1 t ha⁻¹. Najveći prosečan prinos zrna u 2017. godini imali su hibridi ZP 548 i NS 5051 a u 2018. godini ZP 560 i NS 4051. Veći prinosi u 2018. godini su uglavnom rezultat veće količine i povoljnijeg rasporeda padavina u vegetacionom periodu. U obe godine, koje su se razlikovale u agrometeorološkim uslovima u periodu vegetacije, naročito u količini i rasporedu padavina u drugom delu vegetacije, u kome protiču i kritične faze razvoja kukuruza, najveći prinosi su zabeleženi uglavnom kod hibrida FAO grupe zrenja 500.

Ključne reči: kukuruz, hibrid, prinos zrna

Uvod

Kukuruzu, zajedno sa pšenicom i pirinčem pripada najvažnije mesto u ukupnoj svetskoj poljoprivrednoj proizvodnji. U 2020. godini u Republici Srbiji kukuruz je zasejan na 996 527 ha, što je za 3,6%, više u poređenju sa 2019. godinom, odnosno za 0,1% više u odnosu na desetogodišnji prosek (2010–2019).

Osnovni privredni značaj kukuruza proizilazi iz njegove raznovrsne upotrebe u ishrani ljudi, domaćih životinja i industrijskoj preradi. Kukuruzno zrno u proseku sadrži oko 70% skroba, zbog čega je veoma pogodna sirovina za proizvodnju bioetanola (Semenčenko et al., 2015).

Prinos zrna hibrida kukuruza u velikoj meri, zavisi od vremenskih uslova u vegetacionom periodu (Starčević i Latković, 2006). Visok potencijal rodosti hibrida kukuruza najbolje se ispoljava u uslovima kada su u vegetacionom periodu biljke snabdevene sa 550-700 mm vodenih taloga (Filipović i sar., 2015.).

U poslednjih 25 godina prinos zrna kukuruza u sve većoj meri zavisi od meteoroloških uslova tokom vegetacionog perioda, koji se vrlo često karakterišu pojavom „ekstremnih klimatskih događaja“ (Bekavac i sar., 2010 i Pavlov i sar. 2011). Jedan od načina da se postigne kompromis i zadovolje interesi i proizvođača i oplemenjivača jeste podela područja gajenja neke kulture na rejone

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (mmadic@kg.ac.rs)

na osnovu geografskih, klimatskih i zemljišnih uslova koji ih karakterišu, i preporučiti hibridi za svaki rejon (Babić, 2011, Babić et al., 2013).

U Republici Srbiji do sada je stvoren i priznat veliki broj hibrida kukuruza i nužno je da se svake godine na velikom broju lokaliteta postavljaju makroogledi sa ciljem da se proizvođači upoznaju sa novopriznatim hibridima, koje do sada nisu gajili i da se novi hibridi provere u proizvodnji u različitim agroekološkim uslovima. Poljski ogled sa 11 domaćih hibrida kukuruza za proizvodnju zrna FAO grupa zrenja 400-600 postavljeni su u okolini Kragujevca tokom dve godine sa ciljem da se na osnovu visine prinosa po godinama preporučiti hibridi za konkretne agroekološke uslove.

Uzimajući u obzir potencijal za prinos zrna hibrida, kao i njegovu varijabilnost po godinama, mogli bi se za određeno područje preporučiti takvi hibridi koji se, uz zadovoljavajući nivo prinosa, odlikuju i najmanjom varijabilnošću.

Materijal i metode rada

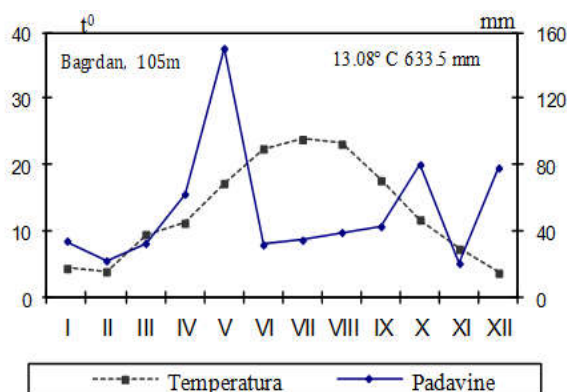
Za ogled je odabrano 11 perspektivnih hibrida kukuruza FAO grupa zrenja 400-600 i to: 5 hibrida Instituta "Zemun Polje" (ZP 434, ZP 548, ZP 560, ZP 606, ZP 666) i 6 hibrida Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad (NS 3022, NS 4051, NS 5051, NS 6030, NS 6102, NS 6140).

Makroogled sa hibridima kukuruza postavljen je 2017. godine u ataru sela Brzan u opštini Batočina (44° 07' SGŠ, 21° 06' JGD, 105 m.n.v.) na parceli od 2,5 hektara pored magistralnog puta Lapovo – Jagodina, na zemljištu tipa aluvijalna smonica. Makroogled sa istim hibridima kukuruza postavljen je 2018. godine, na lokalitetu Lužnice, opština Kragujevac (44° 06' SGŠ, 20° 49' JGD, 240 m.n.v.) na parceli od 0,5 hektara, na zemljištu tipa gajnjača. Osnovna obrada zemljišta je izvršena tokom jeseni predhodne godine, oranjem na dubinu od 30 cm. Setva hibrida kukuruza je obavljena 30.04.2017. na parceli u Brzanu, i 27.04.2018. na parceli u Lužnicama. Svi hibridi su bili zasejani sa 8 redova sa kataloški preporučenim brojem biljaka, na međuredno rastojanje 70 cm, i rastojanjem u redu od 18 do 25 cm. U toku vegetacije primenjena je uobičajena tehnologija proizvodnje. U zemljište je sa osnovnom obradom uneto 20 t ha⁻¹ stajnjaka; u predsetvenoj pripremi 400 kg N:P:K ha⁻¹ (16:16:16) i u prihrani (faza 5-6 listova) 250 kg ha⁻¹ KAN -a. U sklopu mera nege korišćeni su herbicidi za suzbijanje korova Mont 0,75 l ha⁻¹ + Terbis 0,5 l ha⁻¹. U toku vegetacije usevi nisu navodnjavani. Berba kukuruza obavljena je ručno krajem septembra odnosno početkom oktobra.

Meterološki uslovi

Vegetacioni period 2017. godine (april - septembar) bio je topliji i sa manjom količinom padavina u odnosu na višegodišnji prosek.. Od aprila do septembra za opštinu Bagrdan zabeleženo je približno 360 mm padavina, što je za oko 20% manje od višegodišnjeg proseka (graf. 1). Proleće 2017. godine (mart - maj) započelo je znatno toplijim vremenom od uobičajenog, potom je usledilo promenljivo vreme sa velikim kolebanjem temperature u aprilu i prosečno topao

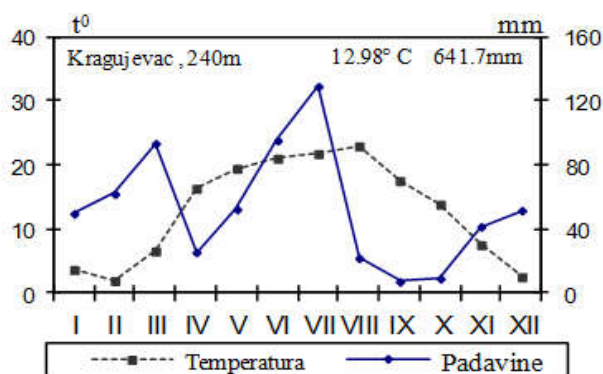
maj. Leto (jun-avgust) bilo je toplije i sa manjom količinom padavina u odnosu na višegodišnji prosek. Za ova tri meseca količina padavina iznosila je 106,9 mm. Veoma toplo vreme se nastavilo i u septembru, poslednjem mesecu vegetacije, kada su temperature vazduha bile često oko i iznad 30 °C, uz veoma malu količinu padavina.



Graf. 1. Klima dijagram za Bagrdan u 2017. godini

Figure 1. Climate diagram for Bagrdan in 2017

Proleće 2018. godine (mart - maj) započelo je znatno hladnijim vremenom od uobičajenog (graf. 2). Rano proleće (mart) obeležilo je hladnije i vlažno vreme, dok su april i maj bili topliji nego što je uobičajeno. U vreme setve kukuruza vreme je bilo izuzetno toplo i suvo, što je uslovalo neujednačeno nicanje. U junu i julu zabeleženo je ukupno za Kragujevac 224,9 mm padavina, u fazi formiranja i nalivanja zrna, tokom jula meseca, obilne padavine (129,3 mm), dok su avgust i septembar bili topli sa znatno manjom količinom padavina (29,5 mm).



Graf. 2. Klima dijagram za Kragujevac u 2018. godini

Figure 2. Climate diagram for Kragujevac in 2018

Leto 2018. godine (jun – avgust) je bilo toplije i sa većom količinom padavina u odnosu na višegodišnji prosek tako da je prinos kukuruza bio dosta veći od višegodišnjeg proseka.

Rezultati istraživanja i diskusija

Srbija spada među vodeće zemlje u proizvodnji kukuruza u Evropi i svetu. Naši domaći ZP i NS hibridi su odavno postali poznati, ne samo u Srbiji nego i šire, na svetskom nivou. Najnovije generacije hibrida kukuruza imaju genetski potencijal rodnosti od 15 do 20 t ha⁻¹. U proizvodnim uslovima, međutim ostvareni prinosi se u našim uslovima kreću 6,5 t ha⁻¹ zrna kukuruza u prosečnim godinama, odnosno u najrodnijim i do 8,0 t ha⁻¹, što ukazuje da se genetički potencijal rodnosti koristi svega 25-30% (Filipović i sar. 2015).

Prinos zrna kukuruza zavisi od hibrida, agroekoloških uslova i nivoa primenjene agrotehnike. Pri tome, udeo hibrida se kreće 46 - 51%, agroekoloških uslova 9 - 23%, a agrotehnike 31 - 40% (Jevtić, 1986). Na osnovu rezultata svojih istraživanja Starčević i sar. (1991.) navode da je u godinama sa povoljnim vremenskim uslovima razlika u prinosu zrna veća u korist hibrida dužeg vegetacionog perioda (od 18 do 26%), u manje povoljnim godinama prinosi su izjednačeni, dok su u nepovoljnim rani hibridi imali veći prinos zrna (do 7%) u odnosu na srednje rane i srednje kasne hibride.

Tabela 1. Prinos zrna hibrida kukuruza u 2017. godini (lokalitet Brzan)

Table 1. Grain yield of maize hybrids in 2017 (locality Brzan)

ZP hibridi <i>ZP hybrids</i>	Prinos zrna (t ha ⁻¹) <i>Grain yield</i>	NS hibridi <i>NS hybrids</i>	Prinos zrna (t ha ⁻¹) <i>Grain yield</i>
ZP 434	4,1	NS 3022	3,2
ZP 548	4,6	NS 4051	3,8
ZP 560	4,3	NS 5051	4,6
ZP 606	4,4	NS 6030	4,2
ZP 666	4,2	NS 6102	4,4
		NS 6140	4,3
Prosek <i>Average</i>	4,32		4,08

Prosečan prinos zrna kukuruza za sve hibride u 2017. godini bio je 4,2 t ha⁻¹ (tabela 1). Nešto veće prosečne prinose imali su hibridi selekcionisani u Institutu za kukuruz Zemun polje, gde je prinos kod svih hibrida bio veći od 4 t ha⁻¹. U grupi ovih hibrida najveći prinos zabeležen je kod ZP 548 (4,6 t ha⁻¹) i ZP 606 (4,4 t ha⁻¹) (tabela 1).

Prosečan prinos zrna NS hibrida bio je 4,08 t ha⁻¹. U ovoj grupi najveće prinose zrna su, takođe, ostvarili hibridi iz grupe zrenja 500 i 600 i to NS 5051 (4,6 t ha⁻¹), NS 6102 (4,2 t ha⁻¹). Prinos zrna na zadovoljavajućem nivou u 2017. godini imali su takođe, hibridi: NS 6140 NS 6030, ZP 560, ZP 666, NS 4051 i ZP 434, dok je najmanji prinos zabeležen kod hibrida NS 3022.

Analizirajući prinose zrna hibrida kukuruza u 2018. godini, koja se odlikovala povoljnijim agrometeorolškim uslovima, u odnosu na prethodnu godinu, naročito u pogledu količine padavina i temperature tokom leta (jun, jul i avgust) može se primetiti da su skoro svi hibridi imali dva do tri puta veći prinos u odnosu na 2017. godinu (tabela 2). Prosečan prinos zrna kukuruza za sve hibride u 2018. godini bio je 11,1 t ha⁻¹ što je skoro tri puta više u odnosu na prethodnu godinu. Rezultati su pokazali da su i u 2018. godini veće prinose zrna takođe, imali hibridi FAO grupa zrenja 500 i 600. Najveći prinos zrna imali su hibridi ZP 560 (14,1 t ha⁻¹) i NS 4051 (13,05 t ha⁻¹). Visoke prinose suvog zrna imali su i hibridi: ZP 666, ZP 606, ZP 434, NS 6102, NS 3022, NS 6030 i NS 5051. Najmanji prinos zrna zabeležen je kod hibrida: NS 6140 i ZP 548 (tabela 2).

Tabela 2. Prinos zrna hibrida kukuruza u 2018. godini (lokalitet- Lužnice)

Table 2. Grain yield of maize hybrids in 2018 (locality - Lužnice)

ZP hibridi ZP hybrids	Prinos zrna (t ha ⁻¹) Grain yield	NS hibridi NS hybrids	Prinos zrna (t ha ⁻¹) Grain yield
ZP 434	9,4	NS 3022	11,1
ZP 548	8,25	NS 4051	13,05
ZP 560	14,1	NS 5051	9,8
ZP 606	12,9	NS 6030	11,1
ZP 666	13,1	NS 6102	11,13
		NS 6140	7,8
Prosek Average	11,57		10,66

Veći prinosi zrna u 2018. godini u odnosu na 2017 su uglavnom rezultat veće količine i povoljnijeg rasporeda padavina tokom vegetacionog perioda naročito u kritičnim periodima za vodu (faza intenzivnog porasta i faza svilanja). Da na razliku prinosa između hibrida značajno utiču pored klimatskih i zemljišni uslovi ukazuju Živanović, (2012), Biberdžić et al. (2018) i Madić i sar. (2019). Prosečno godišnje smanjenje prinosa uzrokovano sušom, i sa njom povezanim drugim stresnim faktorima, kreće se od 10% do 20%, čak do 50 % u odnosu na očekivane prinose u datim uslovima (Filipović i sar. 2015). Jasno, vidljivi simptomi suše na kukuruзу su sušenje donjih i uvrtnje vršnih listova, nepotpuno ozrnjeni klipovi kao i manja masa zrna. Na osnovu analize rezultata makroogleda sa 15 hibrida kukuruza na 30 različitih lokaliteta na teritoriji Srbije Stojaković i sar. (2010) navode da su hibridi iz grupa zrenja FAO 500 i FAO 600 bili većeg prinosa i manjeg sadržaja vlage u zrnu od hibrida grupe zrenja FAO 700, što upućuje na zaključak da je u Centralnoj Srbiji suma temperatura opredeljujući faktor kod izbora hibrida. Vremenske prilike u letnjim mesecima (jun, jul i avgust) imaju značajan uticaj na prinose zrna kukuruza. Gajenjem hibrida otpornijih prema suši i manjim inprovizacijama u agrotenciji bi se mogle ublažiti posledice stresa izazvanog nepovoljnim vremenskim uslovima (Kovačević i sar. 2010).

Jovanović i sar. (2013) i Filipović i sar. (2015) navode da savremeni trendovi u svetu oplemenjivanja kukuruza idu ka stvaranju hibrida savremene arhitekture tj. biljaka nižeg habitusa, uspravnog položaja gornjih listova, klipova sa većim brojem redova zrna, odnosno manjim brojem zrna u redu i sposobnošću brzog otpuštanja vlage iz zrna u periodu sazrevanja.

Zaključak

Prosečan prinos zrna kukuruza za sve hibride u 2017. godini bio je 4,2 t ha⁻¹, a u 2018. godini 11,1 t ha⁻¹. Najveći prosečan prinos zrna u 2017. godini imali su hibridi ZP 548 i NS 5051. Veći prinosi u 2018. godini su uglavnom rezultat veće količine i povoljnijeg rasporeda padavina u vegetacionom periodu. Najveći prinos zrna imali su hibridi ZP 560 i NS 4051.

Analizirajući prinos zrna u 2018. godini, koja se odlikovala povoljnijim agrometeorološkim uslovima, u odnosu na prethodnu godinu, naročito u pogledu količine padavina i temperature tokom leta (jun, jul i avgust), rezultati su pokazali da su bolje prinose takođe, imali hibridi FAO grupa zrenja 500 i 600.

U obe godine, koje su se jako razlikovale u agrometeorološkim uslovima u periodu vegetacije, naročito u količini i rasporedu padavina u drugom delu vegetacije, u kome protiču i kritične faze razvoja kukuruza, najveći prinosi su zabeleženi uglavnom kod hibrida FAO grupa zrenja 500.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta 451-03-9/2021-14 koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Babić V. (2011). Genetičke komponente stabilnosti hibrida kukuruza (*Zea mays* L.), Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun.
- Babić V., Prodanović S., Babić M., Deletić N., Anđelković V. (2013). The identification of bands related to yields and stability in maize hybrids and their parental components. *Genetika*, 45 (2), 589-599.
- Bekavac G., Purar B., Jocković Đ., Stojaković M., Ivanović M., Malidža G., Đalović I. (2010). Proizvodnja kukuruza u uslovima globalnih klimatskih promena. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 47 (2), 443-450.
- Biberdžić M., Barać S., Lalević D., Stojiljković J., Knežević B., Beković D. (2018). Uticaj tipa i sabijenosti zemljišta na prinos kukuruza. *Journal of Agricultural Sciences (Belgrade)*, 63 (4), 323-334.
- Filipović M., Jovanović Ž., Tolimir M. (2015). Pravci selekcije novih ZP hibrida. XX Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem (zbornik radova). Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet Čačak, 13. -14. mart 2015. 7-15.

<https://www.stat.gov.rs/sr-latn/oblasti/poljoprivreda-sumarstvo-i-ribarstvo/biljna-proizvodnja>.

Jovanović Ž., Kresović B., Tolimir M., Filipović M., Dumanović Z., Lopandić D. (2013). Rejonizacija najnovije generacije ZP hibrida kukuruza metodom toplotnih jedinica. XXVIII Savetovanje agronoma, veterinara i agroekonomista, 20 (1-4), 21-26.

Јевтић С. (1986). Кукуруз. Научна књига. Београд.

Kovačević V., A. Paunović, D. Knežević, M. Biberdžić, M. Josipović (2010): Uticaj vremenskih prilika na prinose kukuruza u periodu 2000-2007. godine. XV Savetovanje o biotehnologiji, Agronomski fakultet, Čačak, 26-27. mart 2010.godine, Zbornik radova 15 (16), 13-19.

Madić M., Milić V., Đurović D., Govedarica B., Đurđić I., Mitrović M. (2019). Komponente prinosa i kvalitet zrna hibrida kukuruza različitih grupa zrenja. Zbornik radova 1, XXIV Savetovanje o Biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, (urednik T. Milošević), Univerzitet u Kragujevcu Agronomski fakultet u Čačku 15-16. mart 2019, 127-135.

Pavlov J., Delić N., Stevanović M., Čamdžija Z., Grčić N., Crevar M. (2011). Grain yield of ZP maize hybrids in the maize growing areas in Serbia. Proceedings. 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture, (editor M. Pspišil) University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Opatija, Croatia 395-398.

Republički Hidrometeorološki Zavod Srbije

Semenčenko V., Radosavljević M., Mojović Lj., Terzić D., Milašinović-Šeremešić M., Todorović G. (2015). A genetic base of utilisation of maize grain as a valuable renewable raw material for bioethanol production. Genetika, 47 (1), 171-184.

Starčević Lj., Marinković B., Rajčan I. (1991): Uloga nekih agrotehničkih mera u proizvodnji kukuruza sa posebnim osvrtom na godine sa nepovoljnim vremenskim uslovima. Zbornik radova XXI Seminara agronoma, Poljoprivredni fakultet - Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 19, 415 - 424.

Starčević, L.Đ., Latković, D. (2006). Povoljna godina za rekordne prinose kukuruza. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 42 (2), 299-310.

Stojaković, M., Ivanović M., Jocković Đ., Bekavac G., Purar B., Nastasić A., Stanisavljević D., Mitrović B., Treskić S., Lajšić R. (2010). NS maize hybrids in production regions of Serbia. Field and Vegetable Crops Research, 47 (1), 93-102.

Živanović Lj. (2012). Uticaj tipa zemljišta i količine azota na produktivnost hibrida kukuruza različitih FAO grupa zrenja. Zemun: Poljoprivredni fakultet, Doktorska disertacija.

GRAIN YIELD OF MAIZE HYBRIDS OF DIFFERENT FAO MATURITY GROUPS

*Milomirka Madić¹, Dalibor Tomić¹, Aleksandar Paunović¹, Vladeta Stevović¹,
Dragan Đurović¹*

Abstract

Field experiments with 11 native maize hybrids for grain production FAO maturity group 400-600 were set up over two years at two sites (near the villages of Brzan and Lužnice, Kragujevac municipality) with the aim of, based on the yield over years, recommending hybrids for specific agroecological conditions. The average maize grain yield for all hybrids in 2017 was 4.2 t ha⁻¹, and in 2018 11.1 t ha⁻¹. Hybrids ZP 548 and NS 5051 had the highest average grain yield in 2017, and in 2018 ZP 560 and NS 4051. Higher yields in 2018 are mainly the result of a larger amount and a more favorable distribution of precipitation in the vegetation period. In both years, which differed in agrometeorological conditions during the vegetation period, especially in the amount and distribution of precipitation in the second part of the vegetation, in which the critical phases of maize development take place, the highest yields were recorded mainly in FAO 500 hybrids.

Key words: maize, hybrids, grain yield

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia (mmadic@kg.ac.rs)

EFEKAT ZALIVNOG REŽIMA U ZATVORENOM PROSTORU NA INTENZITET POJAVE PLAMENJAČE KRASTAVCA

Miroljub Aksić¹, Gordana Šekularac², Slaviša Gudžić¹, Nebojša Gudžić¹,
Dragan Grčak¹, Milosav Grčak¹, Borivoj Pejić³, Aleksandar Đikić¹

Izvod: Eksperimentalna istraživanja obavljena su u Gračanici 2019. godine, na komercijalnom gazdinstvu u plasteniku. Varijanta tretirana fungicidom Previcur Energy imala je u proseku najniži stepen zaraze od 0,5%. Na varijanti tretiranoj preparatom Antracol WP-70, pri zalivnoj normi od 15 mm zabeležen je intenzitet zaraze od 1,5% , dok je sa zalivnom normom od 20 mm bio viši stepen zaraze od 2,5%. Varijanta tretirana fungicidom Folio Gold sa zalivnom normom od 15 mm imala je intenzitet zaraze od 1%, a sa zalivnom normom od 20 mm registrovan je viši stepen zaraze (2%). Varijanta sa hemijskom zaštitom fungicidom Quadris u proseku je bila inficirana intenzitetom od 1%.

Ključne reči: krastavac, navodnjavanje, *Pseudoperonospora cubensis*

Uvod

Povećanje proizvodnje hrane u svetu će zavisići pre svega od količine i kvaliteta vode za navodnjavanje (Najafi i Tabatabaei, 2007). Krastavac krajnje rasipnički troši vodu, ima veoma razvijenu vegetativnu masu, koja intenzivno transpiriše, a koren se razvija u površinskom sloju do 20-25 cm dubine. Za naše uslove procenjuje se potrebe krastavaca za vodom od 250-400 mm u zavisnosti da li je rana, letnja ili kasna proizvodnja (Bošnjak, 1999).

Poznat je veliki broj prouzrokovaca bolesti povrtarskih biljaka, različitih po mestu održavanja, načinu širenja, prodiranja u biljku, reprodukciji i simptomima koje prouzrokuju.

Krastavac je sklon brojnim gljivičnim, bakterijskim i virusnim bolestima koje uzrokuju ozbiljne ekonomske gubitke. Mnogobrojni autori (Lazić i sar., 1998; Zitter i sar., 1998; Marić i sar., 2001; Saha, 2002) navode sledeće patogene krastavca: *Pseudoperonospora cubensis*, *Sphaerotheca fuliginea*; *Erysiphae cichoracearum*, *Colletotrichum orbiculare* syn. *C. Lagenarium*, *Cercospora citrullina*, *Alternaria alternata*, *Pythium* spp., *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum*.

U zatvorenim prostorima važnu ulogu u razvoju *Pseudoperonospora cubensis* ima visoka relativna vlažnost vazduha i orošavanje. Konidije mogu izdržati i visoke temperature, mogu se održati par dana na temperaturi od 37°C (Matotan, 2008).

¹Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet u Lešku. Kopaonička bb, 38219 Lešak, Srbija (miroljub.aksic@pr.ac.rs);

²Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija;

³Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, 21000 Novi Sad, Srbija.

U zaštiti krastavca od napada ovih fitopatogena u proizvodnoj praksi, najčešće se pribegava upotrebi hemijskih sredstava. Kako bi se izbegle velike količine sredstava za zaštitu bilja, danas veliki značaj imaju otporne sorte, odnosno hibridi, koji su manje osetljivi na štetne organizme. Kako trend povećanja potražnje hrane raste, tako napreduju i istraživanja o oplemenjivanju biljaka na otporne, patogene organizme. S obzirom da se rasni sastav patogena menja, potrebno je stalno uključivati u proizvodnju nove hibride krastavca sa izraženim svojstvom otpornosti.

U zaštićenim prostorima neophodno je navodnjavanjem održati optimalnu vlažnost zemljišta i vazduha što je preduslov za normalan rast i razvoj biljaka. Pri nedovoljnoj relativnoj vlažnosti vazduha u uslovima visokih temperatura u zaštićenom prostoru listovi biljaka se zagrevaju, asimilacija opada, intenzitet disanja raste, što smanjuje prinose. Biljne vrste u staklenicama i plastenicima imaju povećane potrebe za vodom jer imaju intenzivan rast, stvaraju velike prinose, a kod većine je korenov sistem u relativno plitkom sloju sa slabim usisnim silama. Koren krastavca razvija se u površinskom sloju zemljišta, do dubine 20-25 cm. Potrebe krastavca za vodom u našim uslovima su od 250 – 400 mm u zavisnosti od vremena proizvodnje. Primena pravilnog zalivnog režima je jedna od važnih integralnih preventivnih mera zaštite krastavca od napada fitopatogena.

Materijal i metode rada

Istraživanja su obavljena u Gračanici (Kosovo i Metohija) 2019. godine, na komercijalnom gazdinstvu u plasteniku. U plasteniku je bilo grejanja, osvetljenja, i mernih instrumenata za kontrolu temperature i vlažnosti vazduha. Setva krastavca obavljena je hibridom Centauro u saksije sa supstratom.

Rasađivanje na stalno mesto u plasteniku, obavljeno je u fazi formiranih 3 – 4 prava lista. Zalivanje je izvedeno kapanjem. Krastavac je navodnjavan sa dve zalivne norme: 15 i 20 mm. Određivanje vremena zalivanja kontrolisano je tenziometrima, a pred zalivna vlažnost je bila 20 kPa.

Pojava i intenzitet plamenjače krastavca pratila se ukupno na 250 biljaka. Sa hemijskom zaštitom bilo 200 biljaka, a 50 biljaka bilo je u kontroli bez hemijske zaštite. Tretman fungicidima obavljen je leđnom prskalicom. Intenzitet zaraze utvrđen je u vreme maksimalnog razvoja bolesti i to brojanjem zdravih i obolelih biljaka. Sve biljke svrstane su samo u jednu kategoriju pošto obolele biljke retko donose rod (Gudžić, 2006).

Intenzitet zaraze ocenjen je prema sledećoj formuli:

$$I = O / K \times 100$$

I – intenzitet zaraze u %,

O – ukupan broj obolelih biljaka i

K – ukupan broj pregledanih biljaka.

Efikasnost fungicida obračunata je po formuli Abbott-a koja glasi:

$$E = (C - T) / C \times 100$$

E – efikasnost ispitivanog fungicida,
S – broj obolelih biljaka na netretiranoj varijanti,
T – broj obolelih biljaka na tretiranoj varijanti.

Zaštita krastavca od *Pseudoperonospora cubensis* izvedena je fungicidima: Antracol WP-70, FolioGold 537.5 SC, Quadris i Previcur Energy.

Rezultati istraživanja i diskusija

Na eksperimentalnom ogledu u plasteniku tokom perioda istraživanja redovno je praćen vegetacioni razvoj krastavca. Vizuelnim pregledom identifikovani su simptomi usled napada *Pseudoperonospora cubensis*. Okruglaste pege su prvo primećene na naličju lista. Svetlo zelene pege su u toku 2-4 dana poprimile žućkastu do žućkasto smeđu boju. U početku su pege bile promera do 15 mm. Daljim razvojem gljive postale su krupnije i nalaze se između nervature listova. Lisno tkivo je počelo da poprima smeđu boju i na kraju se osušilo. Tokom vegetacionog perioda u ogledu nije bilo pojave drugih bolesti krastavca.

Rezultati istraživanja intenziteta infekcije usled napada *Pseudoperonospora cubensis* na krastavcu prikazani su u tabeli 1. Prvi simptomi bolesti identifikovani su na kontrolnoj varijanti sa zalivnom normom od 20 mm. Očekivano je bilo da će na toj varijanti biti visok stepen infekcije, što se na kraju istraživanja i potvrdilo, jer je na toj varijanti zabeležen najviši intenzitet zaraze od 38%. Na kontrolnoj varijanti sa zalivnom normom od 15 mm, obračunat je stepen zaraze od 22%. Varijante koje su bile pod hemijskom zaštitom od plamenjače krastavca imale su znatno niže intenzitete zaraze. Varijanta tretirana fungicidom Previcur Energy imala je u proseku najniži stepen zaraze krastavca (0,5%).

Tabela 1. Intenzitet zaraze *Pseudoperonospora cubensis* na krastavcu
Table 1. Intensity of infection of Pseudoperonospora cubensis on cucumber

Fungicid <i>Fungicide</i>	Zalivna norma (mm) <i>Irrigation norm (mm)</i>	Број заражених биљака <i>Number of infected plants</i>	Интезитет заразе (%) <i>Intensity of infection (%)</i>	Просек интезитета заразе(%) <i>Average infection intensity (%)</i>
Previcur Energy	15	0	0	0,5
	20	2	1,0	
Antracol WP-70	15	3	1,5	2,0
	20	5	2,5	
Folio Gold 537.5 SC	15	2	1,0	1,5
	20	4	2,0	
Quadris	15	1	0,5	1,0
	20	3	1,5	
Контрола <i>Control</i>	15	11	22,0	30,0
	20	19	38,0	

Na varijanti tretiranoj preparatom Antracol WP-70, pri zalivnoj normi od 15 mm zabeležen je intenzitet zaraze na krastavcu od 1,5% , dok je sa zalivnom normom od 20 mm bio viši stepen zaraze od 2,5%. Biljke krastavca na varijanti tretiranoj fungicidom Folio Gold sa zalivnom normom od 15 mm, imale su intenzitet zaraze od 1%, a sa zalivnom normom od 20 mm registrovan je viši stepen zaraze (2%). Krastavac na varijanti sa hemijskom zaštitom fungicidom Quadris u proseku je bio inficiran intenzitetom od 1%.

Rezultati ispitivanja efikasnosti primenjenih fungicida u suzbijanju *Pseudoperonospora cubensis* na krastvcu, prezentovani su u tabeli 2. Najefikasniji fungicid u ogledu je bio Previcur Energy sa prosekom efikasnosti od 94,7%.

Tabela 2. Efikasnost fungicida u suzbijanju plamenjače krastavca
Table 2. Effectiveness of fungicides in control of downy mildew in cucumber

Fungicid <i>Fungicide</i>	Zalivna norma (mm) <i>Irrigation norm (mm)</i>	Broj zaraženih biljaka <i>Number of infected plants</i>	Efikasnost (%) <i>Effectiveness (%)</i>	Prosek efikasnosti (%) <i>Average effectiveness (%)</i>
Previcur Energy	15	0	100	94,7
	20	2	89,5	
Antracol WP-70	15	3	72,7	73,2
	20	5	73,7	
Folio Gold 537.5 SC	15	2	89,5	84,2
	20	4	78,9	
Quadris	15	1	90,9	87,5
	20	3	84,2	

Antracol WP-70 je imao u proseku najnižu efikasnost u odnosu na druge fungicide, ali je ispoljio podjednaku efikasnost kod obe varijante navodnjavanja (72,7% i 73,7%). Drugi po stepenu efikasnosti je bio Quadris, ali viši stepen efikasnosti (90,9%) je ispoljio na varijanti sa zalivnom normom od 15 mm, u odnosu na varijantu sa zalivnom normom od 20 mm (84,2%). Folio Gold je takođe efikasniji bio na varijanti sa zalivnom normom od 15 mm (89,5%) u odnosu na varijantu sa zalivnom normom od 20 mm (78,9 %).

Zaključak

Na osnovu rezultata istraživanja intenziteta napada *Pseudoperonospora cubensis* na krastavcu, kao i ispitivane efikasnosti fungicida u suzbijanju *Pseudoperonospora cubensis*, došlo se do sledećih zaključaka:

- Intenzitet napada *Pseudoperonospora cubensis* bio je viši na varijanti sa zalivnom normom od 20 mm u odnosu na varijantu sa zalivnom normom od 15 mm. Malim zalivnim normama, a češćim zalivanjima može se umanjiti intenzitet zaraze *Pseudoperonospora cubensis* na krastavcu.

- Svi primenjeni fungicidi pokazali su visoku efikasnost od 72,7% (Antracol WP-70) do 100% (Previcur Energy) u suzbijanju plamenjače krastavca. Efikasnost fungicida je bila veća na varijanti sa zalivnom normom od 15 mm.
- Praćenjem intenziteta infekcije plamenjače krastavca ukazuje, da se u slučaju prisustva ovog fitopatogena i povoljnih uslova za razvoj oboljenja, krastavac uspešno može zaštititi od ovog oboljenja samo učestalom i kvalitetnom primenom fungicida. Cilj je, da se obezbedi stalno prisustvo fungicida na biljci dok postoji opasnost od infekcije.

Literatura

- Najafi, P. Tabatabaei, SH. (2007). Effect of using subsurface drip irrigation and Et-Hs model to increase wue in irrigation of some crops. *Irrigation and Drainage* 56: 477-486.
- Bošnjak, Đ. (1999). Navodnjavanje poljoprivrednih useva. Univerzitet u Novom Sadu. Poljoprivredni fakultet Novi Sad, str. 260 – 261.
- Gudžić, S. (2006). Praktikum iz fitopatologije. Poljoprivredni fakultet, Kosovska Mitrovica – Zubin potok.
- Lazić, B., Đurovka, M., Marković, V. (1993). Povrtarstvo. Univerzitet u Novom Sadu. Poljoprivredni fakultet Novi Sad, str. 405 – 421.
- Marić, A., Mijatović, M., Obradović, A. (2001). Atlas bolesti povrtarskih biljaka. Centar za povrtarstvo, Smederevska Palanka. Školska knjiga, Novi Sad. Zajednica za voće i povrće d.d., Novi Beograd, str. 79 – 99.
- Matotan, Z. (2008.). Plodovito povrće I. Az Promo, Bjelovar
- Saha, L.R. (2002). Hand Book of Plant Pathology. 1st Edition, Kalyani Publishers. New Delhi, p. 928.
- Zitter, T.A., Hopkins, D.L., Thomas, C.E. (1998). Compendium of Cucurbit Diseases. St. Paul, Minnesota, APS Press, p. 87.

EFFECT IRRIGATION REGIME IN THE GREENHOUSE ON INTENSITY OF DOWNY MILDEW IN CUCUMBER

Miroljub Aksić¹, Gordana Šekularac², Slaviša Gudžić¹, Nebojša Gudžić¹,
Dragan Grčak¹, Milosav Grčak¹, Borivoj Pejić³, Aleksandar Đikić¹

Abstract

Experimental research was conducted in Gracanica in 2019, on a commercial farm in a greenhouse. The variant treated with the fungicide Previcur Energy had on average the lowest infection rate of 0.5%. In the variant treated with the preparation Antracol WP-70, at an irrigation norm of 15 mm, an intensity of infection of 1.5% was recorded, while with an irrigation norm of 20 mm, the degree of infection was higher than 2.5%. The variant treated with the fungicide Folio Gold with a watering rate of 15 mm had an infection intensity of 1%, and with a watering rate of 20 mm a higher degree of infection was registered (2%). The variant with chemical protection with the fungicide Quadris was infected with an intensity of 1% on average.

Key words: cucumber, irrigation, *Pseudoperonospora cubensis*

¹University of Priština, Faculty of Agriculture, Kosovska Mitrovica – Lešak, Kopaonička bb, Lešak, Serbia, (miroljub.aksic@pr.ac.rs);

²University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia;

³University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, 21000 Novi Sad, Serbia.

PRAĆENJE AKTIVNOSTI PČELA PRIMENOM RAČUNARSKE VIZIJE

Sladana Đurašević¹, Uroš Pešović¹, Dejan Vujičić¹, Dušan Marković², Snežana Tanasković², Dalibor Tomić², Vladeta Stevović²

Izvod: Računarska vizija kao alat omogućava automatizovanu obradu vizuelnih informacija i daje mogućnost značajnog unapređenja procesa poljoprivredne proizvodnje. U ovom radu prikazani su rezultati primene YOLO algoritma za praćenje pčela na ulazu u košnicu. Primljeni model postizao je preciznost detekcije od 92,86% i implementiran je na Raspberry PI 4 računarskom sistemu. Ovaj računarski sistem malih dimenzija se može koristiti za dalja testiranja na terenu, pri čemu se aktivnost pčela na ulazu u košnicu prati preko snimka sa video kamere.

Ključne reči: pčele, računarska vizija, YOLO algoritam, detekcija objekata

Uvod

Računarska vizija (eng. Computer Vision – CV) je oblast računarstva čiji je osnovni zadatak obuka računara da izdvajaju korisne informacije iz digitalnih slika ili video snimka. Vizuelni sistem čoveka je jedno od najrazvijenijih čula, putem koje čovek dobija najveći broj informacija iz svoje okoline. U masovnim proizvodnjama različitih privrednih delatnosti, oslanjanje na čoveka kao vizuelnog kontrolora procesa proizvodnje za čoveka je izuzetno naporno, zbog velike brzine i brojnosti proizvoda. Zadatak računarske vizije je da se korišćenjem računarskih algoritama automatizuju zadaci koje vizuelni sistem čoveka može da obradi. Računarska vizija koristi sliku ili niz slika u slučaju video snimka, kao ulaznu veličinu, pri čemu ona može biti snimljena pomoću jedne kamere, niza prostorno pomeranih kamera (stereovizija), kamera koje prikazuju različite delove spektra (multispektralna vizija) i višedimenzionalni podaci kao u slučaju medicinskog skenera.

U današnjoj industrijskoj proizvodnji, računarska vizija je u velikoj meri zamenila čoveka u vizuelnoj kontroli kvaliteta proizvoda na pokretnim trakama, pri čemu je jedan ovakav sistem u stanju da zameni desetine ljudi, a da pri tome postiže i znatno veću tačnost donošenja odluka od čoveka. U ovakvim sistemima proizvodnje, računarska vizija se oslanja na poređenje industrijskih proizvoda sa predefinisanim šablonima kako bi se utvrdilo da li proizvod zadovoljava određene kriterijume kvaliteta (praćenje markera na proizvodima, prisustvo defekata u proizvodu analizom oblika i boje proizvoda). Čak i ovako jednostavni zadaci zahtevaju značajne računarske resurse, pa su upravo i oni bili glavni ograničavajući faktor ubrzanog razvoja ove oblasti. Zahvaljujući značajnom unapređenju

¹Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet tehničkih nauka u Čačku, Svetog Save 65, Čačak, Srbija (sladjana.djurasevic@ftn.kg.ac.rs, uros.pesovic@ftn.kg.ac.rs, dejan.vujicic@ftn.kg.ac.rs);

²Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (dusan.markovic@kg.ac.rs, stansko@kg.ac.rs, dalibort@kg.ac.rs, vladeta@kg.ac.rs).

performansi računarskih sistema i savremenim algoritama računarske vizije oni omogućavaju realizaciju znatno kompleksnijih zadataka računarske vizije kao što su: detekciju događaja, praćenje putanje objekata, klasifikacija objekata, čime se znatno proširuju oblasti njene primene.

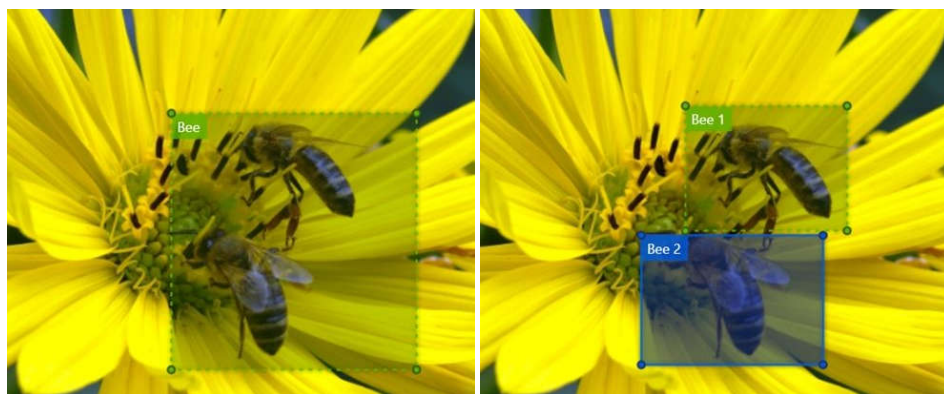
U poljoprivrednoj delatnosti, čovek se u najvećoj meri oslanja na čulo vida u donošenju odluka, kao što su klasiranje proizvoda, detekcija korova, utvrđivanje vegetativnog stanja biljaka, praćenje domaćih životinja, detekcija štetočina, korisnih organizama (Kamilaris i Prenafeta-Boldú, 2018.). Zahvaljujući napretku računarske vizije pruža se mogućnost značajnom unapređenju efikasnosti poljoprivredne proizvodnje njenom automatizacijom (Medojević i sar., 2019).

U ovom radu predstavljena je upotreba YOLO algoritma računarske vizije koji je iskorišćen za praćenje brojnosti pčela na ulazu u košnicu. Ovaj algoritam je u prethodnim istraživanjima korišćen kod autonomnih robota namenjenih za branje jabuka (Kuznetsova et al., 2020.) i paradajza (Lawal, 2021.).

Materijal i metode rada

Detekcija objekata u oblasti računarske vizije oslanja se na sledeće koncepte:

1. Klasifikacija određuje verovatnoću da se na slici nalazi objekat određene klase (automobil, pas, mačka,...), odnosno daje odgovor na pitanje šta se nalazi na slici 1.a. Klasifikacija objekta može predvideti samo jednu klasu za jednu sliku.
2. Lokalizacija kombinuje klasifikaciju objekta i njegovu lokaciju na slici, odnosno daje odgovor na pitanje šta i gde se nalazi na slici 1.a.
3. Detekcija objekata prevazilazi zadatak prethodne dve metode koje se samo brinu o jednom objektu i njegovoj lokaciji. Detekcija objekata pruža informaciju o svim objektima na slici 1.b koje obeležava pomoću okvira.



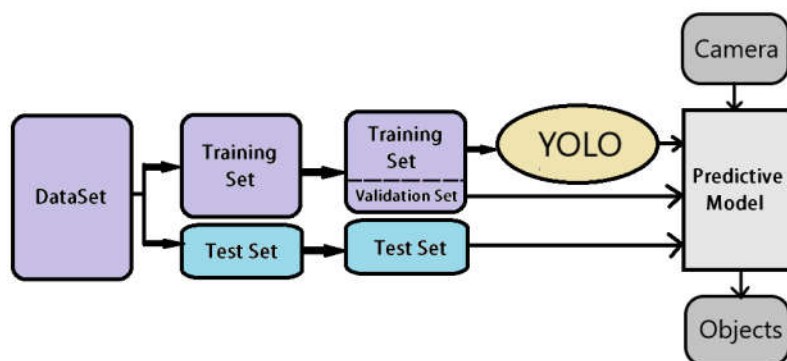
Slika. 1. a) Klasifikacija i lokalizacija b) detekcija objekata na slici
 Figure. 1. a) Classification and localization b) object detection

YOLO (eng. You Only Look Once) predstavlja algoritam računarske vizije koji omogućava detekciju i praćenje objekata snimljenih kamerom u realnom vremenu (Redmon and Farhadi, 2018.). Za razliku od prethodno razvijenih algoritama koji su bazirani na principu kretanja prozora po slici, YOLO algoritam analizira kompletnu sliku u jednom prolazu čime se znatno poboljšava tačnost i brzine detekcije objekata. Prva verzija algoritma predstavljena je 2015. godine, a nedavno je predstavljena i peta verzija algoritma. YOLO algoritmi prvenstveno su namenjeni za izvršavanje na računarskim sistemima visokih performansi, kao što su radne stanice. U ovom radu korišćena je verzija algoritma YOLO v3 Tiny namenjena za implementaciju na računarskim sistemima sa ograničenim procesnim resursima, i ona je implementirana na Raspberry PI 4 miniračunaru.

Ovaj algoritam pripada oblasti nadgledanog učenja, koja zahteva obuku (treniranje) algoritma nad poznatim skupom ulaznih podataka za koje je poznat ishod detekcije (klase objekata), kako bi se algoritam osposobio da donosi ispravne odluke kada se susretne sa nepoznatim skupom ulaznih podataka. Ulazni skup podataka predstavlja skup slika na kojima su obeleženi objekti od interesa koji se pojavljuju na slici. Objekti se mogu obeležiti kao skup objekata iste klase ili različitih klasa. Slike su izdvojene iz video zapisa snimljenog digitalnom kamerom rezolucije 1280 x 720 piksela koja je postavljena na ulazu u košnicu. Objekti se obeležavaju tako što se svaka pčela na slici 2. ručno uokviruje pravougaonikom kojem se pridružuje oznaka klase Bee. Da bi se algoritam što bolje obučio potrebno je obezbediti dovoljan broj obeleženih slika koji je reda od nekoliko desetina do nekoliko hiljada obeleženih slika, u zavisnosti od očekivane tačnosti obuke algoritma. Za potrebe obeležavanja koriste se alati za označavanje slika kao što su Vott ili LabelImg. Obeležene slike se eksportuju zajedno sa informacijama o poziciji i klasi objekta na slici u formi XML fajla koji je pridružen uz svaku obeleženu sliku. Za potrebe obuke algoritma skup slika se deli na deo slika za treniranje i testiranje (slika 3). Skup za treniranje sadrži 80% slika i koristi se za obuku modela, dok se skup za testiranje koji sadrži preostalih 20% slika koristi za procenu tačnosti treniranog algoritma.



Slika. 2. Obeležavanje objekata
Figure. 2. Object annotation



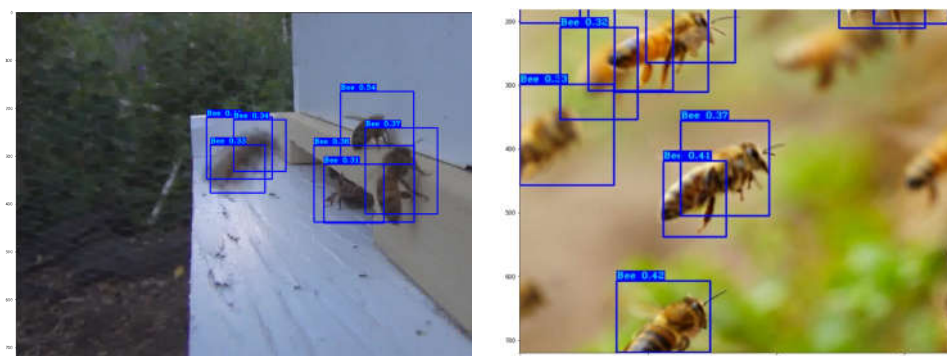
Slika. 3. Proces treniranja i testiranja modela
 Figure. 3. Process of model training and testing

Treniranje algoritma je računarski intenzivan posao koji je potrebno uraditi samo jednom, pa se ono se može obaviti na računarima visokih performansi kako bi se trenirani algoritam preneo na ciljni računar gde bi samo vršio prepoznavanje objekata koje je procesno znatno jednostavnije. Za potrebe treniranja algoritma korišćen je Google Colab (Colaboratory) servis koji omogućava besplatno izvršavanje Python koda na računar visokih performansi u trajanju od maksimalno 12 časova. Na ovom servisu dostupan je računarski sistem sledeće konfiguracije: dvojezgarni procesor Intel Xeon @ 2.30GHz sa 13 GB RAM memorije, grafički procesor NVidia Tesla T4@ 1.6GHz sa 16 GB memorije. Treniranje algoritma se izvodi korišćenjem grafičkog procesora čije su performanse 8.1 TFLOPSa to jest 8.1 biliona operacija u pokretnom zarezu u sekundi. Korisniku je na raspolaganju i 64 GB prostora na hard disku udaljenog računara za skladištenje skupova podataka koji se koriste za treniranje algoritma.

YOLO algoritam deli sliku na $S \times S$ ćelija, pri čemu je svaka ćelija zadužena za detekciju jednog objekta čiji je centar lociran unutar ćelije. Objekat koji je identifikovan u toj ćeliji klasifikuje se u jednu od kategorija, sa pratećom informacijom o verovatnoći te klasifikacije. Korišćenjem B regresionih konvolutivnih modela, svaka ćelija generiše pravougaonike, koji predviđaju granice detektovanog objekta. Pouzdanost predviđanja se ocenjuje kao proizvod verovatnoće klasifikacije za predloženu klasu objekta i IoU (eng. Intersection Over Union) količnika površina preseka i unije predviđenog pravougaonika i stvarnog pravougaonika koji obuhvata objekat na slici. YOLO algoritam koristi parametar dobijen kombinovanjem pouzdanosti klasifikacije i preciznosti detekcije koji vrednuje ukupan kvalitet detekcije. Objekat može biti detektovan većim brojem pravougaonika koji se preklapaju ali sa različitim pouzdanostima. Kako bi se otklonio ovaj problem, odabira se pravougaonik sa najvećom pouzdanošću detekcije, dok se ostali pravougaonici za detektovani objekat odbacuju.

Rezultati istraživanja i diskusija

Prvobitno je izvršeno obeležavanje skupa slika na kojima su označene sve pčele na slici sa klasom Bee. Skup označenih slika u XML formatu je podeljen u dva dela, koji uključuju skup za treniranje sa 20 slika i skup za testiranje sa 6 slika. Korišćenjem Google Colab platforme izvršeno je treniranje YOLO v3 Tiny modela kojim je postignuta tačnost mAP (eng. mean Average Precision) predikcije od 92,86%. Istrenirani model je eksportovan u formi datoteke koja sadrži sve parametre modela na Raspberry PI 4 računarski sistem na kojem je izvršeno realno testiranje. Model je testiran tako što je vršio detekciju pčela na nezavisnom skupu ulaznih podataka na kojima je postizao preciznost detekcije u opsegu od 0.3 do 0.7 u zavisnosti od brzine kretanja pčela na snimku.



Slika. 4. Detekcija pčela a) testni scenario b) nezavisni scenario (orig.)
 Figure. 4. Bee detection a) test scenario b) independent scenario(orig.)

Na slici 4.a prikazan je test detekcije u scenariju treniranog modela, dok je na slici 4.b prikazana detekcija u slučaju potpuno nezavisnog scenarija. Rezultati testiranja pokazuju da je moguće postići zadovoljavajuću preciznost detekcije koja omogućava praćenje kretanja pčela pomoću računarske vizije. Na preciznost detekcije prvenstveno utiče kvalitet slika ili video zapisa, pa je potrebno koristiti veće brzine snimanja u odnosu na standardne video zapise od 25 FPS. Preciznost detekcije se može poboljšati i obukom modela sa većim brojem obeleženih slika, snimljenim u različitim scenarijima i u različitim uslovima osvetljenja i pozadine.

Zaključak

Računarska vizija predstavlja jednu od značajnih oblasti koja doprinosi unapređenju efikasnosti poljoprivredne proizvodnje to jest značajno smanjuje direktnu uključenost ljudskih resursa u realizaciji potrebnih aktivnosti nadgledanja i/ili kontrole procesa. U ovom radu prikazan je primer primene YOLO algoritma računarske vizije koji je korišćen u praćenju kretanja pčela na ulazu u

košnicu. Sistem je implementiran na Raspberry PI 4 računarskom sistemu na kojem je postigao zadovoljavajuću preciznost detekcije.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta 451-03-9/2021-14 koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Kamilaris, A., Prenafeta-Boldú, F. X. (2018). Deep learning in agriculture: A survey. *Computer and Electronics in Agriculture* 147, 70–90.
- Medojević I., Marković D., Simonović V., Joksimović A., Šakota Rosić J. (2019). Konvolucijske neuronske mreže – primena u preciznoj poljoprivredi, *Poljoprivredna tehnika*, godina XLIV, Broj 1, 2019, Strane: 1 – 9
- Lawal M. O. (2021). Tomato detection based on modified YOLOv3 framework, *Scientific Reports* volume 11, Article number: 1447 (2021)
- Kuznetsova A., Maleva T., Soloviev V. (2020). Using YOLOv3 Algorithm with Pre- and Post-Processing for Apple Detection in Fruit-Harvesting Robot, *Agronomy*, Volume 10, Issue 7
- Redmon J., Farhadi, A. (2018). YOLOv3: An Incremental Improvement, Technical report, <https://arxiv.org/pdf/1804.02767>,

MONITORING OF BEE ACTIVITY USING COMPUTER VISION

Sladana Đurašević¹, Uroš Pešović¹, Dejan Vujičić¹, Dušan Marković², Snežana Tanasković², Dalibor Tomić², Vladeta Stevović²

Abstract

Computer vision as a tool enables automated processing of visual information and provides the possibility of significant improvement of the agricultural production process. This paper presents the results of the application of the YOLO algorithm for monitoring bees at the entrance to the hive. The applied model achieved a detection accuracy of 92.86% and was implemented on a Raspberry PI 4 computer system. This small computer system can be used for further field testing, where the activity of bees at the entrance to the hive is monitored via video recording.

Key words: honeybees, computer vision, YOLO algorithm, object detection

¹University of Kragujevac, Faculty of technical sciences Čačak, Svetog Save 65, Čačak, Serbia (sladjana.djurasevic@ftn.kg.ac.rs, uros.pesovic@ftn.kg.ac.rs, dejan.vujicic@ftn.kg.ac.rs)

²University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia (dusan.markovic@kg.ac.rs, stansko@kg.ac.rs, dalibort@kg.ac.rs, vladeta@kg.ac.rs)

UTICAJ AGROEKOLOŠKIH USLOVA I FAZA RAZVOJA HELJDE (*Fagopyrum esculentum* Moench) NA SADRŽAJ RUTINA

Svetlana Hadžić¹, Alma Mičijević², Vedrana Komlen³

Izvod: Analiza sadržaja rutina u heljdi (*Fagopyrum esculentum* Moench) obavljena je pod uticajem agroekoloških faktora područja Nišičke Visoravni (Sarajevo) u toku 2019. godine. U cilju ispitivanja postavljen je ogled u kojem je analiziran sadržaj rutina u različitim fenofazama razvoja heljde (početak cvetanja, puno cvetanje, mlečna zrioba zrna). Za analizu je korišten sveži biljni materijal od kojeg je procesom parne destilacije dobijen rastvor koji je analiziran HPLC metodom u Institutu Agromediterranskog fakulteta u Mostaru. Meteorološki uslovi na ispitivanom lokalitetu u toku istraživanja su bili povoljni za rast i razvoj heljde. Najveći sadržaj rutina u periodu istraživanja zabeležen je u razvojnjoj fazi punog cvetanja 28 mg/100 g, u fazi mlečne zriobe iznosi 21 mg/100 g, a najmanji sadržaj je ustanovljen u fazi početka cvetanja 19 mg/100 g.

Ključne reči: heljda, rutin, agroekološki uslovi, faze razvoja.

Uvod

Heljda (*Fagopyrum esculentum* Moench) potiče iz Azije, a u Evropi se uzgaja od 16. veka. Vodi poreklo iz brdskih područja srednje i severoistočne Azije gde se i danas mogu naći samonikle vrste (Kolak, 2014.). U BiH se zasiye oko 1.000 ha heljde poslednjih godina pretežno u brdsko-planinskom području (Gadžo i sar., 2009). Heljda je biljka umerenih klimatskih uslova, jako je osetljiva na temperature iznad 30°C, ali i na niske temperature i strada već na -1°C. Dosta je osetljiva na sušu, ali i na suvišak vode. Skromnih je zahteva i uspeva i na siromašnijim zemljištima na kojima proizvodnja drugih kultura nije ekonomski isplativa (Oljača i sar., 2012.). Heljda kroz vrlo kratko razdoblje vegetacije stvara veliku nadzemnu masu pa se može koristiti i u intenzivnoj proizvodnji za zelenu gnojidbu (Bogović, 2018.). Heljda pripada skupini medonosnih biljaka i zavisno od vremena setve može predstavljati odličnu pčelinju pašu tokom letnjeg i jesenjeg perioda (Gadžo i sar., 2017.). Primarno se uzgaja zbog zrna, od koga se, nakon ljuštenja, mlevenja i prosejavanja, proizvodi brašno od heljde, koga odlikuje zavidan sadržaj antioksidanata, pre svega polifenola i tokoferola. Heljda se može smatrati funkcionalnom sirovinom, ne samo zbog toga što sadrži visokovredne proteine, vitamine i prehrambena vlakna i ne sadrži gluten, već i zbog činjenice da obiluje antioksidantima. Rutin kao antioksidant, ispoljava niz pozitivnih efekata na

¹Univerzitet „Džemal Bijedić“ Mostar, Agromediterranski Fakultet, Mostar, Bosna i Hercegovina (svjetlana.hadzic@unmo.ba)

²Univerzitet „Džemal Bijedić“ Mostar, Agromediterranski Fakultet, Mostar, Bosna i Hercegovina

³Univerzitet „Džemal Bijedić“ Mostar, Agromediterranski Fakultet, Mostar, Bosna i Hercegovina

zdravlje. (Sakač i sar., 2015.). Sadržaj rutina ovisi o genotipu heljde, uslovima rasta, fazi rasta, delu biljke i godini žetve (Lachmann i Adachi, 1990.). Najviše se rutin akumulira tokom cvetanja u stabljici (iznad 0,12 mg g⁻¹ s. tv.); u gornjim listovima (0,08-0,10 mg g⁻¹ s. tv.) (Hagels 1999.); i u zrnu (0,12-0,36 mg g⁻¹ s.tv.), ovisno o vrsti i uslovima rasta (Kitabayashi i sar., 1995.). Najveća količina rutina nalazi se u listovima neposredno pre cvetanja (Michalova i sar., 1998.). Na temelju istraživanja koje su proveli Park i sar. (2004.), pronađeno je da je sadržaj rutina u semenu i delovinu biljke tatarske (gorke) heljde *Fagopyrum tartaricum* Gaert veći od onog u običnoj heljdi i *F. esculentum* Moench i višegodišnjoj heljdi *F. cymosum* Meisn.

Materijal i metode rada

Ogled je obavljen na lokalitetu Nišićka Visoravan (Sarajevo) na 1.000 m nadmorske visine u 2019. godini. Ispitivanje je obavljeno na običnoj heljdi *Fagopyrum esculentum* na zemljištu koje nije korišteno u konvencionalnoj proizvodnji. Zemljište na oglednim parcelama je distrično smeđe zemljište – kambisol, kisele hemijske reakcije (pH u KCl 5,2 - 5,5), sa sadržajem humusa 2-4 %. Obezbeđenost kalijem i fosforom je slaba (količine aktivnog K₂O su ispod 10 mg/100 g zemljišta, vrednost gornje granice P₂O₅ je 2,2 mg/100 g zemljišta). Pre setve heljde izvršena je osnovna obrada zemljišta oranjem na dubinu 25 cm, zatim predsetvena priprema frezanjem. Gnojidba se obavila stajnjakom u količini 25 t/ha. Setva heljde u količini od 60 kg/ha na širokorednom rastojanju od 50 cm je obavljena 12. 5. 2019. godine. Nicanje heljde zabeleženo je 6 dana nakon setve, početak cvetanja 26 dana nakon nicanja, puno cvetanje 40 dana nakon nicanja i mlečna zrioba 40 dana nakon pojave prvih cvetova. Za hemijsku analizu heljde i ispitivanje sadržaja rutina uzeti su uzorci zelene mase heljde u različitim fazama razvoja (faza početke cvetanja, puno cvetanje, mlečna zrioba). Pokošena masa pojedinih faza razvoja se sitnila na 2-3 cm dužine i destilirala. Rastvor destilirane heljde analiziran je HPLC metodom.

Rezultati istraživanja i diskusija

Analizirani meteorološki uslovi na ispitivanom lokalitetu u toku istraživanja su bili povoljni za rast i razvoj heljde. Tokom vegetacijskog perioda u godini istraživanja nisu zabeleženi ekstremni meteorološki uslovi koji bi mogli negativno uticati na rezultate istraživanja. Meteorološki uslovi lokaliteta (prosečne mesečne temperature i mesečne količine padavina) u periodu vegetacije heljde prikazani su u tabeli 1.

Tabela.1 Meteorološki uslovi na ispitivanom lokalitetu
Table1. Meteorological conditions in the investigated location

Mesec <i>Month</i>	Temperatura (°C) <i>Temperature (°C)</i>	Padavine (mm) <i>Precipitation (mm)</i>
April	10,0	96
Maj	15,3	79
Juni	18,4	119
Juli	21,5	80
Avgust	18,7	47
Prosek/Suma <i>Average/Sum</i>	16,78	421

Rezultati istraživanja su pokazali razliku u sadržaju rutina zavisno od faza cvetanja heljde i prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2. Sadržaj rutina u različitim razvojnim fazama heljde.
Table 2. The content of rutine in different development stages of buckwheat.

Jedinjenje <i>Component</i>	Početak cvetanja <i>Beginning of flowering</i>	Puno cvetanje <i>Full flowering</i>	Mlečna zrioba zrna <i>Maturity</i>
Rutin <i>Rutin</i>	19 mg/100g	28 mg/100g	21 mg/100g

Analizom heljde u različitim razvojnim fazama utvrđena je razlika u sadržaju rutina zavisno od faze cvetanja. Količina rutina u biomasi heljde u razvojnoj fazi početak cvetanja je bio niži (19 mg/100 g) u odnosu na razvojnu fazu punog cvetanja (28 mg/100 g). Prelaskom razvojne faze punog cvetanja u razvojnu fazu mlečna zrioba sadržaj rutina se smanjivao i bio je niži u odnosu na fazu punog cvetanja i iznosio je 21 mg /100 g, ali viši od sadržaja rutina u fazi početka cvetanja.

Zaključak

Na osnovu rezultata istraživanja ustanovljeno je da su meteorološki uslovi u periodu vegetacije bili povoljni i imali su pozitivan uticaj na razvoj heljde na ispitivanom lokalitetu. Sadržaj rutina u heljdi (*Fagopyrum esculentum*) na lokalitetu Nišićka Visoravam (Sarajevo) u toku 2019. godine je različit u odnosu na razvojne faze. Najveći sadržaj rutina heljde zabeležen je u razvojnoj fazi punog cvetanja (28 mg/100 g). Najmanji sadržaj zabeležen je u razvojnoj fazi početak cvetanja (19 mg/100 g). U fazi mlečne zriobe sadržaj rutina je 21 mg/100 g niži od sadržaja punog cvetanja, ali viši od sadržaja rutina u fazi početka cvetanja. Prelaskom razvojne faze iz faze početka cvetanja u fazu punog cvetanja sadržaj rutina se povećava, a prelaskom u fazu mlečne zriobe količina rutina se smanjuje.

Literatura

- Bogović M. (2018). Hrvatska poljoprivredno-šumarska savjetodavna služba, Zagreb.
- Gadžo D., I. Kreft I., Đikić M., Hadžić A., Gavrić T., Fajić S. (2009). Značaj intenziviranja proizvodnje heljde u FBiH. Zbornik radova – XX Naučno-stručna konferencija poljoprivrede i prehrambene industrije, Neum. BiH. str. 223-238.
- Gadžo D., Đikić M., Jovović Z., Mijić A. (2017). Alternativni ratarski usjevi. Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu
- Hagels H. (1999). *Fagopyrum esculentum* Moench. Chemical review. U: Zbornik BFUL 73, 29–38
- Kitabayashi H., Ujihara A., Hirose T., Minami M. (1995). Varietal differences and heritability for rutin content in common buckwheat, *Fagopyrum esculentum* Moench. Jpn. J. Breed. 45, 75–79.
- Kolak I. (2014). Heljda, kultura prošlosti, sadašnjosti i budućnosti. Izdavač: Udruga za biosjemenarstvo republike Hrvatske. Varaždin.
- Lachmann S. i Adachi T. (1990). Studies on the influence of photoperiod and temperature on floral traits in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) under controlled stress conditions. Plant Breeding. 105, 248–253.
- Michalova A., Dotlacil L., Cejka L. (1998). Evaluation of common buckwheat cultivars. Rost. Vyroba. 44, 361–368.
- Oljača S., Dolijanović Ž., Oljača M., Đorđević S. (2012). Uticaj mikrobiološkog đubriva i oplemenjivača zemljišta na prinos heljde (*Fagopyrum esculentum* Moench) u uslovima veće nadmorske visine. Ratarstvo i povrtlarstvo Vol. 49. No. 3 302-306.
- Park B. J., Park J. I., Chang K. J., Park C. H. (2004). Comparison in rutin content in seed and plant of tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum*). U: Advances in buckwheat research: Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat (Faberová, I., Dvořáček, V., Čepková, P., Hon, I., Holubec, V, Stehno, Z., ured.), Research Institute of Crop Production, str. 626–629.
- Sakač M. B., Sedej I. J., Mandić A. I., Mišan A. Č. (2015). Antioksidativna svojstva brašna od heljde – Doprinos funkcionalnosti pekarskih, testeničarskih i brašneno-konditorskih proizvoda. Univerzitet u Novom Sadu, Naučni institut za prehrambene tehnologije u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija

INFLUENCE OF AGROECOLOGICAL CONDITIONS AND DIFFERENT DEVELOPMENT PHASES OF BUCKWHEAT (*Fagopyrum esculentum* Moench) ON RUTIN CONTENT

Svetlana Hadžić¹, Alma Mičijević², Vedrana Komlenr³

The analysis of the content of rutine in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) was performed under the influence of agroecological factors in the area of Nišićka Visoravna (Sarajevo) during 2019. A field experiment in which the content of rutines in different development phenophases of buckwheat (beginning of flowering, full flowering, maturation) was set up and analyzed. Fresh plant material was used for analysis, and the hydrolate production process was carried out by steam distillation. The distilled buckwheat solution was analyzed by HPLC method at the Institute of Agromediterranean Faculty in Mostar. The highest content of rutine in the research period was recorded in the developmental phase of full flowering 28 mg/100 g, in the phase of maturation it is 21 mg/100 g and the lowest content was found in the phase of the beginning of flowering 19 mg/100 g.

Key words: buckwheat, rutin, agroecological conditions, development phases

¹University „Džemal Bijedić“ Mostar, Agromediterranean Faculty, Mostar, Bosnia and Herzegovina (svjetlana.hadzic@unmo.ba)

²University „Džemal Bijedić“ Mostar, Agromediterranean Faculty, Mostar, Bosnia and Herzegovina

³University „Džemal Bijedić“ Mostar, Agromediterranean Faculty, Mostar, Bosnia and Herzegovina

UNAPREĐENJE PROIZVODNJE STOČNE HRANE NA PRIRODNIM TRAVNJACIMA

Vladeta Stevović¹, Dalibor Tomić¹, Dragan Đurović¹, Milomirka Madić¹

Izvod: Prinos i kvalitet krme travnjaka uglavnom zavise od florističkog sastava odnosno udela kvalitetnijih trava i leguminoza, ekoloških uslova, plodnosti zemljišta, količine i rasporeda padavina, toplotnih uslova i svetlosti. Prirodne livade i pašnjaci predstavljaju najznačajniji resurs u proizvodnji kabaste stočne hrane u brdsko-planinskom području Republike Srbije. I pored značajnih površina, proizvodnja kabaste stočne hrane sa prirodnih travnjaka je relativno niska. Ograničena primena malog broja agrotehničkih mera osnovni je razlog niskih i nestabilnih prinosa i lošeg kvaliteta krme. Samo odgovarajućim đubrenjem livada i pašnjaka mineralnim i organskim đubrivima, njihovom racionalnom eksploatacijom, moguće je istovremeno postići povećanje prinosa sena za nekoliko puta i poboljšanje kvaliteta krme.

Ključne reči: kvalitet, prinos, prirodni travnjaci, đubrenje

Uvod

Travnjaci, kao najrasprostranjeniji vid biljnog pokrivača na svetu, u Evropi zauzimaju jednu trećinu poljoprivrednog zemljišta (Pacurar et al., 2012.). U Republici Srbiji travnjaci zauzimaju 19,4% od ukupno korišćenog poljoprivrednog zemljišta, od toga livade 346.196 ha, a pašnjaci 329.118 ha (SGRS, 2020.).

Za razvoj stočarstva u brdsko-planinskom području travnjaci imaju naročit značaj, jer su osnovni, često jedini izvor stočne hrane. U današnje vreme, prirodni travnjaci su najčešće zapuštene površine sa niskom biološkom produkcijom. Karakteriše ih i vrlo nisko učešće kvalitetnijih leguminoza, koje su nosioci kvaliteta krme. Nizak prinos na prirodnim travnjacima je najčešće posledica klimatskih prilika, nedostatka padavina u pojedinim godinama, kao i činjenice da se travnjaci razvijaju na zemljištima siromašnim u hranivima, naročito u fosforu (Simić, 2020.), niske pH vrednosti i dr. Takođe, razlog niske proizvodnje je odsustvo ili veoma nizak nivo agrotehničkih mera koje se primenjuju na ovim površinama. Najveći uticaj na povećanje prinosa imaju mineralna đubriva, čijom su primenom povećavane ne samo proizvodnja, već i kvalitet krme.

Đubrenje prirodnih travnjaka, ima za cilj, pre svega, povećanje proizvodnje krme po jedinici površine, izmenu njegovog florističkog sastava i poboljšanje kvaliteta biomase.

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (vladeta@kg.ac.rs);

Uticaj đubrenja na prinos travnjaka

Brojnim istraživanjima je potvrđeno da nema biljne proizvodnje koja se može tako lako, brzo i ekonomično povećati samo upotrebom đubriva kao što je proizvodnja krme na travnjacima. Đubrenje je i faktor stabilizacije prinosa krme naročito u uslovima suše, zbog racionalnog korišćenja vode u toku sinteze organske materije. Povećanje prinosa krme sa travnjaka utvrđeno je i u godinama sa optimalnim količinama i rasporedom vodenih taloga, čak i sa izuzetno velikim količinama padavina (Stevović i sar., 2006.). Na prirodnim travnjacima u moravičkom okrugu u 2005. godini, usled neuobičajeno visokih količina padavina, zabeležen je prosečan prinos na livadama od 14,75 t ha⁻¹ zelene krme, odnosno 6,40 t ha⁻¹ sena, a na pašnjacima 10,36 t ha⁻¹ zelene krme, ili 4,54 t ha⁻¹ sena. Pritom, na dubrenim travnjacima su ostvareni znatno veći prinosi zelene krme (56,21%) i sena (34,16%) u odnosu na neđubrene (Stevović i sar., 2006.).

Smatra se da je primena kompleksnih mineralnih đubriva najbolja rano u proleće, neposredno po otapanju snega, odnosno pre kretanja vegetacije. S obzirom na to da je proizvodnja na prirodnim travnjacima koncentrisana u prvom porastu, posebno, u brdsko-planinskom području, prihranjivanje azotom najčešće ne utiče na povećanje prinosa, te se ova mera i ne preporučuje (Stošić i Lazarević, 2007). Prihranjivanje azotom prirodnih travnjaka tipa *Festuceto-Agrostietum* na Kopaoniku (1600 m) (Stošić i sar., 1996.) i travnjaka tipa *Agrostietum vulgaris* (1000 m) (Tomić i sar., 2018.) je uticalo na povećanje prinosa u drugom otkosu, u uslovima kada je posle prvog otkosa bilo redovnih padavina. Autori su zaključili da prihranjivanje azotom prirodnih travnjaka posle prvog otkosa u planinskom području nema opravdanja i preporučili da sve planirane količine mineralnih đubriva treba primenjivati što ranije u proleće, odmah po otapanju snega.

Na travnjaku *Danthonietum calycinae* na Sjeničko-peštarskoj visoravni Stošić (1972.) je utvrdio da povećane količine azota (N) pri istim količinama fosfora (P) i kalijuma (K) značajno povećavaju prinos, povećane količine fosfora u nekim slučajevima daju veći prinos, a da to nikada nije slučaj sa kalijumom. Stošić (1974.) je u višegodišnjim istraživanjima zajednice *Danthonietum calycinae* na Goču utvrdio da dvojne kombinacije (NP, NK, PK) utiču na povećanje prinosa u odnosu na neđubrenu varijantu i da je pri tome najveći prinos na varijanti NP a najniži na varijanti PK. Autor je zaključio da odnos NPK 3:1:1 (150:50:50 kg ha⁻¹) daje najbolje rezultate.

Analizom rezultata istraživanja u dužem periodu i na različitim lokacijama Lazarević et al. (2003.) su zaključili da je povećanjem količina azota (30–150 kg ha⁻¹) pri 50–60 kg ha⁻¹ P₂O₅ i K₂O, relativno povećanje prinosa bilo najveće na manje produktivnim travnim zajednicama, ali da je apsolutno povećanje uvek veće na produktivnijim travnjacima. Na travnjacima Engleske i Velsa pokazuje azot se primenjuje najčešće u količinama od 65–135 kg ha⁻¹, a fosfor i kalijum 20–35 kg ha⁻¹ (Rath et al, 2005.).

Primenom mineralnog đubriva u višegodišnjem ogledu na travnjaku tipa *Nardetum strictae* na Kopaoniku, ustanovljeno je značajno povećanje prinosa krme

(Petrović i sar., 2014.). Sa povećanjem količine azota, pri konstantnim vrednostima fosfora i kalijuma, prinos krme se povećavao. Zornić i sar. (2019.) navode da je povećanje količine primenjenog azota do 120 kg ha⁻¹, pri konstantnoj količini fosfora i kalijuma od 60 kg ha⁻¹, dovelo do linearnog povećanja prinosa travnjaka. Međutim, povećanje doze azota sa 120 na 180 kg ha⁻¹ nije pratilo srazmerno povećanje prinosa.

Primena mineralnih đubriva na prirodnom travnjaku na području Kopaonika je uticala na značajno povećanje prinosa krme za 42,7% na varijanti N40, 53,6% na varijanti N80 i 58,6% na varijanti N120 u odnosu na neđubrenu varijantu (Stevović i sar., 2011.). Efekat povećanja prinosa sena u odnosu na neđubrenu varijantu (izražen u kg sena od primenjenog 1 kg ha⁻¹ N) na N40 varijanti je iznosio 50,75 kg, na N80 29,62 kg, a na N120 21,58 kg. To ukazuje da bi pri određivanju količine azota za đubrenje trebalo obratiti pažnju na ekološke činioce, pre svega na plodnost zemljišta. Promene prinosa pod uticajem đubrenja pokazuju sledeću zakonomernost: potencijalno produktivnije zajednice imaju veće povećanje prinosa u apsolutnom iznosu, dok je relativno povećanje prinosa uvek veće kod manje produktivnih zajednica.

Organska đubriva imaju veću meliorativnu vrednost od mineralnih, naročito na degradiranim travnjacima na kojima dominiraju trave zbijenog bokora, kao i na travnjacima na jako kiselim i zaslanjenim zemljištima. Prema rezultatima Stevović i sar. (2005.) i Đukić i sar. (2008.), upotreba stajnjaka je uticala na značajno povećanje prinosa i kvaliteta biomase u odnosu na neđubrenu varijantu na prirodnim livadama lokaliteta Mokra gora i Zaovine. Takođe, na varijantama na kojima su korišćena organska đubriva zabeležen je veći udeo leguminoza i kvalitetnih vrsta trava, što je uticalo na značajno povećanje kvaliteta biomase.

Uticaj đubrenja na floristički sastav travnjaka

Prirodne livade i pašnjaci Moravičkog okruga su u odmakloj fazi degradacije, na šta ukazuje visoka zastupljenost korovskih, štetnih i otrovnih vrsta (39,85%)(Stevović i sar., 2006.). U velikom broju analiziranih uzoraka, učešće kvalitetnih trava bilo je 40,53%, a leguminoza 19,62%. U zavisnosti od osobina zemljišta, lokaliteta, primene agrotehničkih mera, načina iskorišćavanja travnjaka i dr., zastupljenost korovskih biljaka se kretala od 8,48% do 68,06%. Na neđubrenim varijantama utvrđen je visok udeo korovskih i nisko vrednih travnih vrsta (71,13%). Nasuprot tome, na đubrenim livadama zabeleženo je znatno veće učešće trava (62,38%) i leguminoza (34,12%) (Stevović i sar., 2006.; Ilić i sar., 2008.).

Veće količine đubriva, posebno azota, potenciraju razvoj boljih i prinostnijih vrsta trava, a koje su bile zastupljene u manjoj meri u prirodnoj zajednici. Promena florističkog sastava, kao i kvaliteta biomase, zavise od tipa biljne zajednice, uslova staništa i primenjenih količina mineralnih đubriva (Simić et al., 2015.). Primena mineralnih đubriva svake godine, jedan je od načina da se trajnije održava i dalje

poboljšava biljni pokrivač i unapređuje proizvodnja stočne hrane na prirodnim travnjacima.

Povećanje količine primenjenog azota uticalo je na značajno povećanje udela trava u biomasi, na račun smanjenja udela leguminoza i ostalih biljnih vrsta (Stevović i sar., 2011). Pored doprinosa florističkom diverzitetu travnjaka, pojedine biljke iz grupe ostalih (korovske, lekovite i dr.) imaju i značajnu hranljivu vrednost. Utvrđivanje udela pojedinih biljnih vrsta je veoma značajno, s obzirom da su prinos i kvalitet krme rezultat florističkog sastava travnjaka (Troxler and Charles, 1980; Frasear et al, 1997.).

Zaključak

Uprkos tome što su prinosi krme na planinskim travnjacima veoma niski, oni se dosta koriste za košenje odnosno spremanje sena. Osnovni razlozi za niske prinose sena na ovim površinama su pre svega, činjenica da se oni nalaze na zemljištima lošijeg kvaliteta, izostanak odgovarajućih agrotehničkih mera, uglavnom đubrenja, nepravilno iskorišćavanje, kao i veliko prisustvo korova.

Popravka prirodnih travnjaka se najbrže ostvaruje primenom mineralnih đubriva. Pri tome je od najvećeg proizvodnog, ekološkog i ekonomskog značaja da se količine i odnosi hraniva prilagode svakoj biljnoj zajednici.

Florističko bogatstvo prirodnih travnjaka je rezultat velikog udela brojnih vrsta iz različitih familija i rodova, pri čemu je na većini travnjaka u brdsko-planinskom području udeo vrsta iz familije *Poaceae* i *Fabaceae* nizak. Mineralna đubriva najčešće smanjuju udeo korovskih vrsta, a pospešuju razvoj trava.

Najveći efekat na prinos i kvalitet travnjaka postiže se đubrenjem azotom, zatim fosforom, a najmanji đubrenjem kalijumom.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta 451-03-9/2021-14 koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Đukić D., Stevović V., Đurović D., Ilić O. (2008). The effect of organic fertiliser on biomass yield and quality of natural meadows. Options mediterraneennes, seria A. 79: 431-434.
- Fraser T.J., Rowarth J.S., Knight T.L. (1997). Pasture Species Effects on Animal Performance. Proceedings of the XVIII International Grassland Congress, Winnipeg, Manitoba, Saskatoon, Saskatchewan, Canada. 23-29.
- Ilić O., Stevović V., Đukić D., Đurović D. (2008). Zastupljenost korovskih vrsta na prirodnim travnjacima Moravičkogokruga. Acta herbologica. 17(1): 69-74.
- Lazarević D., Mrfat-Vukelić S., Stošić M., Dinić B. (2003). Potential of natural grasslands in mountainous and hilly areas of Serbia. Procc. Of the 12th

- Symposium of the EGF Optimal Forage Systems for Animal Production and the Environment. Pleven, Bulgaria, 8: 60-64.
- Mijatović M., Pavešić-Popović J. (1972). Uticaj vremena unošenja NPK mineralnih đubriva na prinos brdskih livada *Agrostidetum vulgaris* i *Chrysopogonetum grylli*. Arhiv za poljoprivredne nauke. 91:84–96.
- Pacurar F., Rotar I., Bogdan A., Vidican R., Dale L. (2012). The influence of mineral and organic long-term fertilization upon the floristic composition of *Festuca rubra* L.-*Agrostis capillaris* L. grassland in Apuseni Mountains, Romania. Journal food agriculture environmental. 10(1): 866-879
- Petrović M., Zornić V., Lugić Z., Stevović V., Anđelković S., Babić S. (2014). Uticaj mineralnih đubriva na prinos travnjaka tipa *Nardetum strictae* u planinskom području Kopaonika, XIX Savetovanje o biotehnologiji, Zbornik radova. 19 (21): 117-121.
- Rath M., Peel S. (2005). Grassland in Ireland and the UK. Grassland: a global resource. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. 13-27.
- SGRS (2020). Statistički godišnjak Republike Srbije. Republički zavod za statistiku Srbije, str. 232.
- Simić A., Vučković S., Tomić Z., Bijelić Z., Mandić V., Krga I. (2015). Management of permanent grasslands in Serbia: Evaluation of current fertilizer practice. Proceedings of the 4th International Congress New Perspectives and Challenges of Sustainable Livestock Production, Belgrade, October 7–9. 4:381-389.
- Симић А. (2020). Системи пашњака и производње крмних биљака у агроеколошким условима Републике Српске. У: Пржуљ Н., Тркуља В. (уредници) Од генетике и спољне средине до хране. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, Монографија 41:439-487.
- Stevović V., Đukić D., Đurović D., Đurić S. (2005). Prinos i hranljiva vrednost travnjaka brdsko-planinskog područja. Zbornik radova, „Poljoprivreda i lokalni razvoj“, 24–26. novembar, Vrnjačka Banja. 189–195.
- Stevović V., Đukić D., Đurović D., Ilić O. (2006). Produktivnost i kvalitet prirodnih travnjaka Moravičkog okruga. XI Savetovanje o biotehnologiji, Čačak. 317–324.
- Stevović V., Tomić D., Bokan N., Đurović D. (2011). Uticaj primene NPK đubriva na prinos krme i botanički sastav prirodne livade tipa *Agrostietum vulgaris*. Proceedings of International Scientific Symposium of Agriculture Agrosym Jahorina. 133–138.
- Stošić M. (1972). Uticaj mineralnih đubriva na botanički sastav i produktivnost livada tipa *Danthonietum calycinae* na Sjeničko-peštarskoj visoravni. Arhiva za poljoprivredne nauke. 91: 97–106. Beograd.
- Stošić M. (1974). Uticaj mineralnih đubriva na prinos i floristički sastav brdske livade tipa *Danthonietum calycinae*. Beograd, Arhiv za poljoprivredne nauke. 97: 121–147.
- Stošić M., Lazarević D. (2007). Dosadašnji rezultati istraživanja na travnjacima u Srbiji. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo,. 44(1): 333–346.
- Stošić M., Lazarević D. (2009). Country Pasture/Forage Resource Profiles: Serbia and Montenegro.

- Stošić M., Lazarević D., Dinić B. (1996). Uticaj vremena iskorišćavanja i načina primene azotnog đubriva na raspored produkcije prirodnog travnjaka tipa *Agrostietum vulgaris* na Kopaoniku. Zbornik radova VIII jugoslovenskog simpozijuma o krmnom bilju. 26: 309–316.
- Tomić D., Brković D., Stevović V., Bokan N., Đurović D., Lazarević Đ. (2018). Productivity of natural grassland of the order *Arrhenatheretalia* depending on nitrogen fertilization level. *Acta Agriculturae Serbica*. 23(46):187-196.
- Troxler J., Charles J.P. (1980). Some Aspects of the Grassland Utilization of Marginal Land in the Mountain Area. European Grassland Federation 8 th General Meeting. Proceedings of Forage Production Under Marginal Conditions. 3: 1-19.
- Zornić V., Stevović V., Lugić Z., Anđelković S., Jevtić G., Radović J., Petrović M. (2019). Effect of Nitrogen Fertiliser and Lime on the Floristic Composition, Soil Microbes and Dry Matter Yield of *Danthonietum calycinae* Grassland. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(4):1055-1062.
- Vučković S., Prodanović S., Simić A., Savić M., Pajčin Đ. (2016). Effect of fertilization on yield on permanent grasslands in Serbia. *Grassland science in Europe*, 21: 332-334.

IMPROVEMENT OF FEED PRODUCTION ON NATURAL GRASSLANDS

Vladeta Stevović¹, Dalibor Tomić¹, Dragan Đurović¹, Milomirka Madić¹

Abstract

Yield and quality of forage mainly depend on the floristic composition, ie the share of higher quality grasses and legumes, soil fertility, amount and distribution of precipitation and light. Natural meadows and pastures are the most important resource in the forage production in the hilly and mountainous area of Republic of Serbia. Despite the large areas, the forage production on natural grasslands is relatively low. Limited application of a small number of agrotechnical measures is the main reason for low and unstable yields and poor forage quality. Only by appropriate fertilization of meadows and pastures with mineral and organic fertilizers, their rational exploitation, it is possible to achieve an increase in hay yield by several times and improvement in forage quality, simultaneously.

Key words: fertilization, natural grasslands, yield, quality

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia (vladeta@kg.ac.rs)

UTICAJ PRORJEĐIVANJA PUPOLJAKA NA KVALITET PLODOVA TREŠNJE (*Prunus avium* L.) SORTI 'KORDIA' I 'SWEETHEART'

Jelisaveta Seka Cvijanović¹, Miljan Cvetković¹, Tatjana Jovanović-Cvetković¹

Izvod: Stabla trešnje formiraju veći broj plodova nego što mogu da održe ili razviju na odgovarajući način, te oni ostaju sitni. Prorjeđivanje pupoljaka majskih kitica, kao pomotehnička mjera može značajno uticati na povećanje prosječne krupnoće ploda. U radu su prikazani rezultati prorjeđivanja pupoljaka sorti 'Kordia' i 'Sweetheart' na podlogama 'Gisela 5' i 'Gisela 6' gajenih u sistemu vogelovog vretena. Ispitivane sorte su pozitivno reagovala na prorjeđivanje pupoljaka, kroz povećanje mase ploda što je posebno bilo izraženo kod sorte 'Kordia'. Prorjeđivanje pupoljaka je pozitivno uticalo i na zastupljenost plodova tržišnog kvaliteta, iako ne u značajnijem obimu.

Ključne reči: sorta, podloga, prorjeđivanje, prinos

Uvod

Trešnja je privredno značajna voćna vrsta, a plodovi su veoma atraktivno voće za potrošače (Radičević, 2013; Correia i sar., 2017). Profitabilnost proizvođača trešnje zavisi od stalnih, visokih prinosa kvalitetnih plodova (Einhorn i sar., 2011). Optimalni sistem gajenja, visok prinos, konzistentna proizvodnja i krupni plodovi su od primarnog značaja u savremenoj proizvodnji trešnje (Whiting, 2004; Whiting i Ophardt, 2005; Whiting i sar., 2006). Veličina plodova je veoma važna osobina kvaliteta i na izvoznom tržištu, a što su plodovi krupniji to je i prinos veći (von Bennewitz i sar., 2010). Jedan od načina proizvodnje plodova zadovoljavajuće krupnoće je i prorjeđivanje pupoljaka. Prorjeđivanje je kritična pomotehnička mjera koja utiče na dostupnost asimilata, razvoj plodova, kvalitet plodova i prinos (Davaryneyad i sar., 2008). Neke sorte trešnje (posebno one samooplodne) zametnu veći broj plodova, nego što imaju lisne mase neophodne da ih ishrani i obezbijedi dovoljnu krupnoću. Veoma često takvi plodovi ostaju sitni, jer prekomjeran broj plodova nema dovoljno asimilativa kako bi postigli sortnu krupnoću. Cilj rada je analiza uticaja različitog intenziteta prorjeđivanja generativnih pupoljaka u cilju dobijanja krupnijih plodova tržišnog kvaliteta.

Materijal i metode rada

Istraživanje je vršeno u proizvodnom zasadu na području Banjalučke regije (opština Gradiška), tokom 2019. godine. Istraživanjem su bile obuhvaćene sorte 'Kordia' i 'Sweetheart', kalemljene na podlogama 'Gisela 5' i 'Gisela 6'. Razmak

¹Univerzitet u Banjoj Luci, Poljoprivredni fakultet (jelisaveta_seka@hotmail.com)

sadnje kod ispitivanih kombinacija sorta/podloga bio je u skladu sa njihovim genotipskim specifičnostima ('Kordia/Gisela5' – 4,0 × 2,0 m, 'Kordia/Gisela6' – 4,0 × 2,5 m, 'Sweetheart/Gisela 5' – 4,0 × 1,0 m, 'Sweetheart/Gisela6' – 4,0 × 2,0 m). Ogled je postavljen na stablima ujednačenog habitusa i bujnosti, razvijenosti krošnje. Ogled je podrazumevao prorjeđivanje cvetnih pupoljaka kod majskih kitica kao najzastupljenijeg tipa rodnog drveta u dva tretmana: t_1 – intenzivnije prorjeđivanje pri čemu je ostavljan samo jedan generativni i vegetativni pupoljak na majskoj kitici i t_2 – prorjeđivanje umjerenog intenziteta pri čemu su na majskoj kitici ostavljena tri generativna i jedan vegetativni pupoljak. Kod kontrolnih stabala nije vršeno prorjeđivanje majskih kitica. Ogled je postavljen po slučajnom blok sistemu na po tri stabla u tri ponavljanja za svaku od kombinacija. Prorjeđivanje pupoljaka je izvršeno u periodu etape 53 i 54 BBCH skale (Fadón i sar., 2015). Prije berbe analiziran je ukupan broj plodova po stablu, kao i broj tržišno prihvatljivih plodova. Za svaku kombinaciju analizirano je po 50 plodova. Laboratorijskim analizama određene su osnovne morfometrijske karakteristike plodova kao i sadržaj suvih materija u plodu. Prinos po stablu i hektaru, preračunat je na osnovu ukupnog broja plodova i prosječne mase ploda.

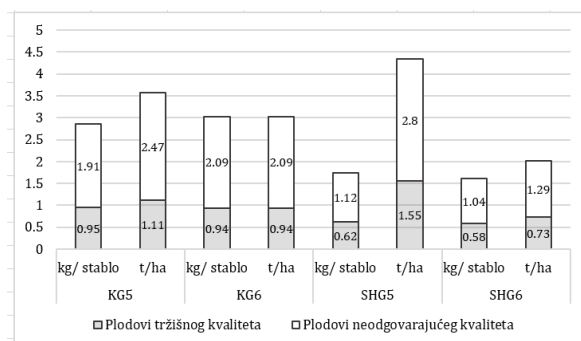
Rezultati istraživanja i diskusija

Masa plodova tokom istraživanja kretala se od 7,7g ('Sweetheart/G6' kod t_2) do 12,8g ('Kordia/G6' kod t_1). Veća masa plodova sorte 'Kordia' predstavlja njenu sortnu karakteristiku kao krupnije sorte. Iz tabele 1, se može zaključiti da je intenzitet prorjeđivanja uticao na povećanje mase plodova, izuzev kod sorte 'Sweetheart/G6'. Može se konstatovati da prorjeđivanje generativnih pupoljaka kod sorte 'Sweetheart/G6' nije imao pozitivan efekat u pogledu mase i dijametra plodova (Ayala i Andrade, 2011).

Tabela 1. Pomološke karakteristike plodova trešnje
Table 1. Pomological characteristics of sweet cherry fruits

Sorta/ podloga Cultivar/ rootstock	Kordia/Gisela 5			Kordia/Gisela 6			Sweetheart/Gisela 5			Sweetheart/Gisela 6		
Tretman Treatment	t_1	t_2	k	t_1	t_2	k	t_1	t_2	k	t_1	t_2	k
Masa (g) Mass (g)	12,4	12,1	10,3	12,8	11,8	10,8	9,6	9,2	8,6	8,1	7,7	8,4
Dužina (mm) Length (mm)	28,4	28,6	27	29,3	28,5	27,6	27,9	27,4	26,9	25,5	24,7	26,7
Širina (mm) Width (mm)	27,8	27,7	26,6	28,5	27,5	26,9	24,7	23,7	24,7	25,5	24,7	26,7
Brix (%) Brix (%)	17,5	19,7	16,7	17,1	17,3	16,8	14,3	14,6	12,8	15,1	14,2	14,1

Masa ploda je jedna od najvažnijih pomoloških karakteristika, jer od nje zavisi veliki broj drugih osobina, a prije svega prinos što je i krajnji cilj svake proizvodnje (Kulina i Radović, 2016). Veličina plodova je direktno povezana sa finalnom cijenom koju plodovi trešnje dostižu na tržištu. Kupci više vole krupnije plodove trešnje za koje su voljni platiti više (Perez-Sanchez i sar., 2010). Veličina plodova je najvažniji kriterijum kvaliteta plodova trešnje (Milošević i sar., 2015), a mala veličina plodova je jedan od ograničavajućih faktora kvaliteta plodova mnogih voćnih vrsta (Stern i sar., 2006). Krupnoća ploda u velikom obimu zavisi i od uslova uzgoja. Jači intenzitet prorjeđivanja imao je pozitivan efekat na povećanje veličine plodova i nivoa šećera u plodovima kod sorte 'Kordia', što se slaže sa istraživanjima Whiting (2004), von Bennewitz i saradnika (2010), kao i Radivojević i saradnika (2011). Einhorn i saradnici (2011) navode u svom radu da se veličina plodova povećala pri blažem intenzitetu prorjeđivanja, što nije slučaj u ovom istraživanju. Povećanje sadržaja šećera bi se moglo povezati sa vremenom dozrijevanja i vremenskim prilikama u toku vegetacije 2019. godine, jer je klima jedan od ključnih faktora koji utiču na kvalitet plodova, te i na sam prinos. Pri jačem intenzitetu prorjeđivanja (Graf. 1), zabilježen je najveći broj plodova izvan tržišnog karaktera. Einhorn i saradnici (2011) ostvarili su veće prinose sa blažim intenzitetom prorjeđivanja cvjetnih pupoljaka, kod sorte 'Sweetheart / Mazzard' i niži prinos pri jačem intenzitetu prorjeđivanja cvjetova.

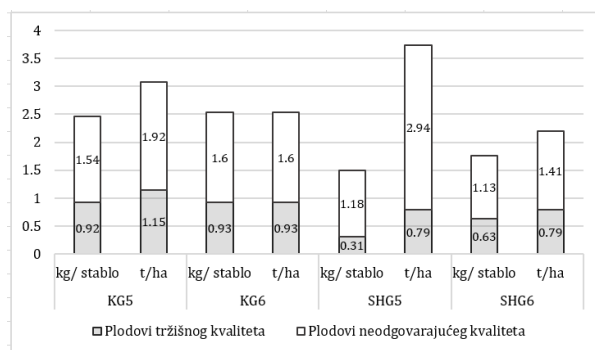


Graf. 1. Grafički prikaz prinosa po stablu i hektaru tretmana 1 (t_1)

Graph. 1. Yield per tree and per hectare in treatment 1 (t_1)

Pri blažem intenzitetu prorjeđivanja (Graf. 2) sorta 'Kordia/G6' imala je najveći prinos po stablu, dok je na podlozi 'Gisela 5' imala najveći prinos plodova tržišnog kvaliteta po hektaru. Na kontrolnim stablima (Graf. 3) sorta 'Kordia/G5' imala je najviši ukupni prinos. Ručno prorjeđivanje cvjetnih pupoljaka na majskim kitica je povećalo prinos po stablu i hektaru, što nije u skladu sa istraživanjem Radivojević i sar., (2011). Sorta 'Kordia' imala je veći prinos po stablu u odnosu na sortu 'Sweetheart', bez obzira na podlogu.

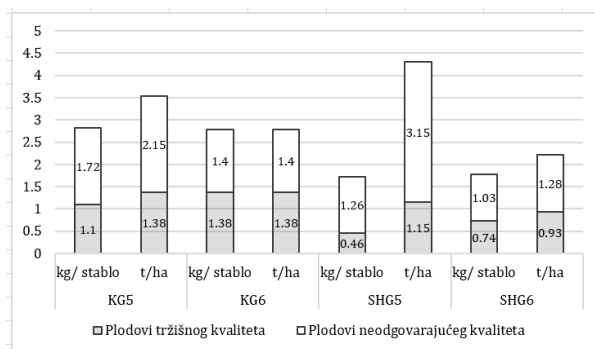
Veći prinos kod blažeg intenziteta prorjeđivanja cvjetnih pupoljaka zabilježen je u istraživanjima Einhorn i saradnika (2011) kod sorte 'Sweetheart/Mazzard', a najmanji prinos kod jačeg intenziteta prorjeđivanja pupoljaka. Sorte kalemljenje na podlozi 'Gisela 5' imale su veći prinos po hektaru.



Graf. 2. Grafički prikaz prinosa po stablu i hektaru tretmana 2 (t2)

Graph. 2. Yield per tree and per hectare in treatment 2 (t2)

Najmanja razlika u prinosu po hektaru i po stablu između ukupnog broja plodova i plodova tržišnog kvaliteta bila je kod sorte 'Sweetheart/G6', kod sva tri tretmana. Najveća razlika u ukupnom prinosu po stablu kod sva tri tretmana uočena je kod sorte 'Kordia', i to na tretmanu 1 na podlozi 'Gisela 6', a na podlozi 'Gisela 5' kod tretmana 2 i kontrole.



Graf. 3. Grafički prikaz prinosa po stablu i hektaru - kontrola

Graph. 3. Yield per tree and per hectare - control

Smanjenje prinosa usljed prorjeđivanja generativinih pupoljaka majskih kitica, kao što je slučaj kod sorte 'Sweetheart/G5', zabilježen je i kod sorti 'Bing' u istraživanju Whiting i Ophardt (2005) i 'Starking Hardy Giant' u radu Radivojević i saradnika (2011).

Zaključak

Proređivanje cvetnih pupoljaka, bez obzira na intenzitet imalo je pozitivan uticaj na povećanje krupnoće plodova u svim kombinacijama sorta/podloga. Prorjeđivanje je kod sorte 'Kordia' veoma pozitivno reagovalo na karakteristike plodova. Zabilježeni prinosi kod svih kombinacija su ispod realno mogućih, na šta je značajan uticaj imalo i relativno nepovoljni vremenski uslovi tokom cvjetanja i zametanja plodova. Veći prinosi po stablu zabilježeni su kod sorte 'Kordia' dok je najveći prinos po jedinici površine zabilježen kod kombinacije 'Sweetheart/G5' usljed veće gustine sadnje. Odnos plodova tržišnog i neodgovarajućeg kvaliteta je nešto povoljniji kod primijenjenih tretmana u odnosu na kontrolna stabla, iako rezultati pokazuju da je modeliranje prinosa i kvaliteta ploda kod trešnje veoma zahtjevno i podrazumijeva upotrebu svih dostupnih agro- i pomotehničkih mjera.

Literatura

- Ayala, M., Andrade, M.P. (2009). Effects of fruiting spur thinning on fruit quality and vegetative growth of sweet cherry (*Prunus avium*). *Cien. Inv. Agr.* 36(3), 443-450. ISSN 0718-1620.
- Correia, S., Schouten, R., Silva, A.P., Goncalves, B. (2017). Factors Affecting Quality and Health Promoting Compounds during Growth and Postharvest Life of Sweet Cherry (*Prunus avium* L.). *Frontiers in plant science*. Vol.8. No.2166.
- Davaryneyad, G.H., Nyeki, J., Szabo, T., Szabo, Z. (2008). Influences of hand thinning of bud and blossom on crop load, fruit characteristics and fruit growth dynamic of Ujfeherto frutos sour cherry cultivar. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 4 (2), 138-141.
- Einhorn, T.C., Laraway, D., Turner, J. (2011). Crop load management does not consistently improve crop value of „Sweetheart“/“Mazzard“ sweet cherry trees. *Hort. Technology* 21(5), 546-553.
- Fadón, E., Herrero, M., Rodrigo, J. (2015). Flower development in sweet cherry framed in the BBCH scale. *Scientia Horticulturae* 192, 141-147.
- Kulina, M., Radović, M. (2016). Pomološke osobine ploda nekih sorti trešnje. XXV Savjetovanje o biotehnologiji. Zbornik radova, vol. 21(23), 253-259.
- Milošević, T., Milošević, N., Glišić, I., Nikolić, R., Milivojević, J. (2015). Early tree growth, productivity, fruit quality and leaf nutrients content of sweet cherry grown in a high-density planting system. *Hort. Sci. (Prague)* 42(1), 1-12.
- Perez-Sanchez, R., Gomez-Sanchez, M.A., Morales-Corts, M.R. (2010). Description and quality evaluation of sweet cherries cultured in Spain. *Journal of Food Quality* 33, 490-506.
- Radičević, S. (2013). Biologija oplođenja i pomološke osobine novointrodotovanih sorti trešnje (*Prunus avium* L.). Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu. Poljoprivredni fakultet. UDK: 634.1.232;631.522;

- Radivojević, D., Milivojević, J., Oparnica, Č. (2011). The influence of spur thinning on yield and fruit characteristics of sweet cherry cv. „Starking Hardy Giant“. Proceedings of International Scientific Symposium of Agriculture „AgroSym Jahorina 2011“, 172-176.
- Stern, R.A., Ben Arie, R., Applebaum, S., Flaishman, M., (2006). Cytokinins increase fruit size on Delicious and Golden Delicious apple in warm climate. J. Hort. Sci. Biotech. 81, 61-56.
- Von Bennewitz, E., Sanhueza, S., Elorriaga, A. (2010). Effect of different crop load management strategies on fruit production and quality of sweet cherries (*Prunus avium* L.) „Lapins“ in Central Chile. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. Vol. 18(1), 51-57.
- Whiting, M.D. (2004). „Bing“ sweet cherry on the dwarfing rootstock „Gisela 5“: Thinning affects fruit quality and vegetative growth but not net CO₂ exchange. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 129(3), 407-415.
- Whiting, M.D., Ophardt, D. (2005). Comparing novel sweet cherry crop load management strategies. Hort. Science 40(5), 1271-1275.
- Whiting, M. D., Ophardt, D., & McFerson, J. R. (2006). Chemical blossom thinners vary in their effect on sweet cherry fruit set, yield, fruit quality and crop value. Hort. Technology, 16, 66-70.

IMPACT OF THINNING BUDS ON THE QUALITY OF CHERRY FRUIT (*Prunus avium* L) CULTIVARS 'KORDIA' AND 'SWEETHEART'

Jelisaveta Seka Cvijanović¹, Miljan Cvetković¹, Tatjana Jovanović-Cvetković¹

Abstract

Thinning the buds of May flowers, as an pomotechnical measure, can significantly increase the average fruit size. The paper presents the results of thinning of buds of cultivars "Kordia" and "Dušice" on rootstocks "Gisela 5" and "Gisela 6" grown in the system of Vogel spindles. The examined cultivars reacted positively to the thinning of the buds by increasing the fruit weight, which was especially expressed in the cultivar 'Kordia'. Thinning of the buds had a positive effect on the presence of marketable fruits, although not to a significant extent.

Key words: cultivar, rootstock, thinning, yield

¹ University of Banja Luka, Faculty of Agriculturae

UTICAJ HRANIVA I TERMINA SADNJE NA PROIZVODNE OSOBINE JAGODE (*Fragaria ananassa* Duch.)

Ivana Milanović¹, Tomo Milošević², Gorica Paunović², Ivan Glišić², Radmila Ilić²

Izvod: U radu su prikazani rezultati uticaja termina sadnje i hraniva na proizvodne osobine jagode. Termin sadnje su početak jula i početak oktobra, a programi ishrane su podrazumevali upotrebu đubriiva Rosasol (Orandž Rosasol formulacije 15-30-20, zatim Plavi Rosasol formulacije 20-20-20 i na kraju Žuti Rosasol formulacije 17-09-29) i upotrebu đubriiva Soluveg (Green 10-40-10 + 4MgO, a potom Parma 16-6-27 + 3MgO +ME). Rezultati su pokazali da je raniji termin sadnje uticao na ranije plodonošenje, ali i bolje proizvodne rezultate (veći prinos, krupniji plodovi). U pogledu hraniva, bolji rezultati su postignuti sa Rosasolom.

Ključne reči: jagoda, đubrenje, vreme sadnje, prinos.

Uvod

Proizvodnja jagode u našoj zemlji, i pored odgovarajućih prirodnih uslova, značajno zaostaje za rezultatima ostvarenim u svetu. Zarić i sar. (2015) navode da u izvozu plodova jagode dominiraju primarni proizvodi pretežno u smrznutom stanju. U cilju ispunjenja novih zahteva, zapaža se i povećan interes proizvođača za primenom boljih tehnologija gajenja i introdukcijom novih visokoproduktivnih i kvalitetnih sorti (Milivojević i sar., 2009, 2015).

Jednu od najvažnijih agrotehničkih mera u savremenoj proizvodnji jagode predstavlja đubrenje, koje uključuje primenu organskih i mineralnih đubriiva (Nikolić i Milivojević, 2015). U zasadima jagode u Srbiji zastupljene su različite tehnologije gajenja, među kojima je poslednjih godina dominantno primenjuje tehnologija gajenja na gredicama pokrivenim polietilenskom folijom uz obavezno instaliranje sistema za navodnjavanje (Tomić, 2015).

Jagoda se odlikuje dinamičnim razvojem u vrlo kratkom periodu i kratkim periodom eksploatacije u odnosu na ostale vrste voćaka. Iz tih razloga đubrenje jagode je jedna od najznačajnijih agrotehničkih mera, kojoj se mora prići sa velikom pažnjom, jer greške koje se ovde čine utiču na rast, prinos i kvalitet plodova. Od vremena sadnje zavise i prinos i kvalitet plodova, ne samo u prvoj već i u narednim godinama.

Cilj završnog rada je ispitati uticaj hraniva i termina sadnje na proizvodne osobine jagode.

¹Master inž. agronomije;

²Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet - Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija

Materijal i metode rada

Ispitivanja su obavljena u monosortnom zasadu jagode, u ataru sela Parcanе, oko 18 km od Kruševca. Sadnja jagode je obavljena na polietilenskoj foliji. Ispitivanja su obavljena na sorti jagode Roxana. Razmak između biljaka je 35x35 cm, folija je dvoredna, sadnja izgleda u cik-cak. Gređice ili bankovi su određene veličine i mašinski se prave, preko kojih se postavljaju polietilenska folija i creva za navodnjavanje. Zemljište je dobro usitnjeno i pripremljeno.

Sadnja je obavljena u dva termina: **T₁**- početak jula; **T₂**- početak oktobra.

Korišćena su dva vodotopiva đubriva (hraniva): **h₁** – Rosasol (korišćene su sledeće formulacije: Orandž Rosasol formulacije 15-30-20, zatim Plavi Rosasol formulacije 20-20-20 i na kraju Žuti Rosasol formulacije 17-09-29). **h₂** – Soluveg (Green 10-40-10 + 4MgO, a potom Parma 16-6-27 + 3MgO +ME). Đubrenje je obavljano 7 puta na svakih 7 dana uglavnom u jutarnjim i večernjim satima. Prvo đubrenje je bilo 1. aprila i to Rosasolom formulacije 15:30:20 + ME i Soluvegom formulacije 10:40:10 + MgO; u količini od 350 g u 100 L vode. Drugo đubrenje je bilo 7. aprila po istom principu kao i prvo đubrenje. Treće đubrenje bilo je 12. aprila sa promenom formulacije Rosasola i to odnos 20:20:20 sa istom količinom đubriva kao i kod prvog. Četvrto i peto đubrenje bila su 21. i 29. aprila iste formulacije i količine kao i kod trećeg. Tokom šestog đubrenja koje je bilo 13. maja, formulacije su bile bogate kalijumom, što je veoma bitno za početak plodonošenja, intenzivan porast i za obojenost plodova. Rosasol je tada imao formulaciju 17:09:29 + ME, a Soluveg 16:6:27 + 3,5 MgO + ME. Od momenta đubrenja sa velikom količinom kalijuma na svaki četvrti dan vršena je folijarna prihrana Ca i Mg hranivima za postizanje čvrstine plodova. Sedmo đubrenje bilo je 18 maja, iste formulacije kao i kod šestog.

Ispitivanja su obavljena na uzorku po 30 biljaka u 4 ponavljanja (ukupno 120 biljaka).

Ispitivanja su obuhvatila sledeće parametre: broj cvetnih drški po bokoru, broj cvetova po cvetnoj drški, početak i kraj zrenja plodova, masa plodova (polovina berbe) iz svake kombinacije, dimenzije ploda (visina, širina i debljina plodova), sadržaj RSM (°Brix) u plodu, prinos po bokoru.

Dobijeni rezultati su obrađeni statistički primenom Fišerovog modela analize varijanse (MANOVA) dvofaktorijalnog ogleda primenom F testa za $P \leq 0,05$. U slučajevima kada je F test bio značajan, testiranje razlika aritmetičkih sredina i njihovog interakcijskog efekta je obavljeno testom najmanje značajnih razlika (LSD test) za prag značajnosti $P \leq 0,05$.

Rezultati istraživanja i diskusija

Rezultati rada koji se odnose na broj cvetnih drški po bokoru i broj cvetova po cvetnoj drški prikazani su u tabeli 1.

Iz prikazanih podataka uočavamo da je broj cvetnih drški po bokoru značajno varirao pod uticajem termina sadnje. Veća vrednost pomenutog parametra

evidentirana je kod prvog termina sadnje ($9,63 \pm 3,08$), u odnosu na drugi ($6,46 \pm 0,36$). Broj cvetnih drški po bokoru nije statistički značajno varirao kod upotrebe pojedinih hraniva, jer je vrednost ispitivanog parametra kod upotrebe Rosasola iznosio ($8,45 \pm 0,31$), a kod hraniva Soluveg ($8,38 \pm 0,24$). Kod kontrolne varijante broj cvetnih drški po bokoru ima najmanju vrednost ($7,31 \pm 0,17$), koja se značajno razlikuje od vrednosti kod primenjenih hraniva. Značajan uticaj ispoljio je interakcijski efekat između termina sadnje i hraniva.

Tabela 1. Uticaj termina sadnje i hraniva na broj cvetnih drški po bokoru i broj cvetova po cvetnoj drški kod jagode.

Table 1. Influence of terms of planting and fertilizers on the number of flower stalks per cluster and the number of flowers per flower stalk in strawberries.

Parametar <i>Parameter</i>	Br. cv. drški po bokoru <i>Num. of fl. stalks per cluster</i>	Br. cvetova po cv. drški <i>Num. of flowers per fl. stulk</i>
Termin sadnje (A)		
T ₁	9,63±3,08 a	2,00±0,05 b
T ₂	6,46±0,36 b	2,10±0,08 a
Hranivo (B)		
Rosasol	8,45±0,31 a	2,09±0,07
Soluveg	8,38±0,24 a	2,07±0,05
Kontrola	7,31±0,17 b	1,99±0,07
ANOVA		
A	*	*
B	*	nz
A × B	*	*

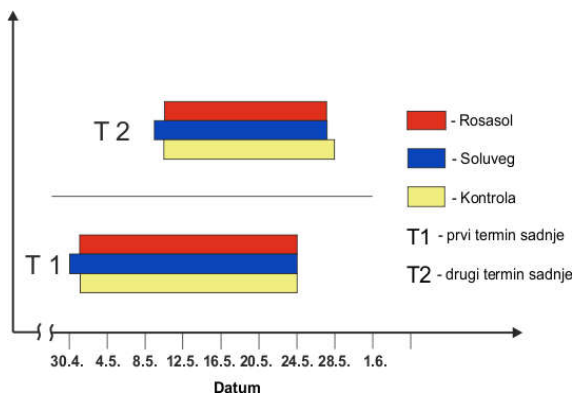
Vrednosti u kolonama označene različitim slovnim oznakama ukazuju na statistički značajne razlike na nivou $R \leq 0.05$ (LSD test); zvezda (*) označava statistički značajne razlike na nivou $R \leq 0.05$, nz – nema statistički značajne razlike između tretmana (F test).

Values in columns marked with different letter designations indicate statistically significant differences at the level of $R \leq 0.05$ (LSD test); star () indicates statistically significant differences at the level of $R \leq 0.05$, nz - there is no statistically significant difference between treatments (F test).*

Na osnovu podataka za broj cvetova po cvetnoj drški možemo konstatovati da je termin sadnje značajno uticao na vrednosti ovog parametra. Statistički značajna veća vrednost pomenutog parametra evidentirana je kod drugog termina sadnje ($2,10 \pm 0,08$) u odnosu na prvi ($2,00 \pm 0,05$). Hraniva koja su primenjena u ispitivanju nisu značajno uticala na broj cvetova po cvetnoj drški. Interakcijski efekat ispoljio je značajan uticaj na broj cvetova po cvetnoj drški.

Tomić (2015) je ispitala uticaj sorte i primenjenog tipa đubriva na generativni potencijal i proizvodne osobine jagode i došla do zaključka da je sorta značajno uticala na vrednosti ovih parametara. Za razliku od sorte, tretmani sa različitim tipovima đubriva nisu ispoljili značajan uticaj na broj cvetnih drški po bokoru, što je saglasno i našim istraživanjima.

Datumi početka i kraja zrenja plodova u zavisnosti od termina sadnje i primenjenog hraniva prikazani su u graf. 1.



Graf. 1. Berba jagode u zavisnosti od termina sadnje i primenjenog hraniva
Graph. 1. Strawberry harvest depending on the planting date and applied fertilizers

Početak zrenja plodova u prvom terminu sadnje (T_1) bio je u periodu od 30. 04. (Soluveg) do 1. 5. (Rosasol i kontrola). Završetak zrenja u navedenom terminu sadnje je bio 01. 06. Zrenje plodova je trajalo 30 dana.

Početak zrenja u drugom terminu sadnje (T_2) bio je u periodu od 9. 05. (Soluveg) do 10. 05. (Rosasol i kontrola). Završetak zrenja u navedenom terminu sadnje bio je 07. 06. Berba je trajala 30 dana.

Palencia et al. (2013) navode da su klimatski parametri i termin sadnje glavni faktori koji utiču na početak i tok zrenja plodova jagode.

Rezultati rada koji se odnose na prinos jagode, prikazani su u tabeli 2.

Rezultati rada i statistička obrada podataka pokazuju značajan uticaj termina sadnje i primenjenog hraniva na prinos jagode.

Po pitanju termina sadnje, značajno veći prinos je ostvaren kada je sadnja obavljana u prvom terminu ($1,02 \pm 0,12$ kg po bokoru, odnosno $41,82 \pm 4,92$ t ha⁻¹), dok je u kasnijem terminu sadnje (termin 2) ostvaren značajno niži prinos ($0,61 \pm 0,13$ kg po bokoru, odnosno $25,01 \pm 5,33$ t ha⁻¹).

Primenjena hraniva su takođe značajno uticala na prinos. Najveći prinos je ostvaren u varijanti đubrenja sa Rosasolom ($1,16 \pm 0,17$ kg po bokoru, odnosno $47,56 \pm 6,97$ t ha⁻¹); Manji prinos je ostvaren u varijanti đubrenja sa Soluvegom ($1,00 \pm 0,14$ kg po bokoru, odnosno $41,00 \pm 5,74$ t ha⁻¹), dok je najmanji prinos ostvaren u kontrolnoj varijanti ($0,28 \pm 0,05$ kg po bokoru, odnosno $11,48 \pm 2,05$ t ha⁻¹).

Prinos je jedan od najvažnijih pokazatelja uspešnosti primenjene tehnologije gajenja. Na razne načine se može uticati na povećanje prinosa jagode (Milosevic et al., 2009). U zavisnosti od uslova gajenja i primenjenih mera nega, prinosi jagode u našoj zemlji se kreću u veoma širokim granicama – od 4,2 pa do preko 40 t ha⁻¹ (Nikolić i Milivojević, 2015). U zemljama koje su najveći svetski proizvođači jagode, kao Španije, prinosi su dosta stabilni – prosečno oko 38 t ha⁻¹, dok rekordni prinosi nisu mnogo veći od toga i iznose nešto preko 40 t ha⁻¹ (Márquez Dominguez, 2008).

Naši rezultati su pokazali da se uz adekvatnu i pravovremenu ishranu jagode i uz primenu ostalih mera nege mogu postići veoma dobri rezultati u pogledu prinosa praćenog odgovarajućim kvalitetom plodova.

Tabela 2. Uticaj termina sadnje i hraniva na prinos jagode
Table 2. Influence of planting terms and fertilizers on strawberry yield

Parametar <i>Parameter</i>	Prinos <i>Yield</i>	
	Po bokoru (kg) <i>Per cluster (kg)</i>	Po ha (t) <i>Per ha (t)</i>
Termin sadnje (A)		
T ₁	1,02±0,12 a	41,82±4,92 a
T ₂	0,61±0,13 b	25,01±5,33 b
Hranivo (B)		
Rosasol	1,16±0,17 a	47,56±6,97 a
Solueveg	1,00±0,14 b	41,00±5,74 b
Kontrola	0,28±0,05 c	11,48±2,05 c
ANOVA		
A	*	*
B	*	*
A × B	nz	nz

Vrednosti u kolonama označene različitim slovnim oznakama ukazuju na statistički značajne razlike na nivou $R \leq 0.05$ (LSD test); zvezda (*) označava statistički značajne razlike na nivou $R \leq 0.05$, nz – nema statistički značajne razlike između tretmana (F test).

Values in columns marked with different letter designations indicate statistically significant differences at the level of $R \leq 0.05$ (LSD test); star () indicates statistically significant differences at the level of $R \leq 0.05$, nz - there is no statistically significant difference between treatments (F test).*

Rezultati koji se odnose na osobine plodova jagode pod uticajem termina sadnje i primenjenog hraniva, prikazani su u tabeli 3.

Na osnovu prikazanih podataka uočavamo da je masa ploda značajno varirala pod uticajem termina sadnje. Značajno veća vrednost pomenutog parametra evidentirana je kod prvog termina sadnje (19,75±0,64 g) u odnosu na drugi (14,53±0,82 g). Razlike u masi ploda u zavisnosti od primenjenih hraniva nisu bile značajne, ali je masa ploda u kontrolnoj varijanti bila značajno manja od obe varijante primenjenih hraniva.

Gotovo ista pravilnost je zapažena i po pitanju dimenzija ploda.

Masa ploda zavisi od većeg broja činilaca, pre svega od sorte, klimatskih uslova, primenjenih hraniva i odgovarajuće agrotehnike. Takođe, masa ploda je jedna od veoma važnih osobina koje utiču na prihvatanje sorte od strane kupaca. Plodovi jagode u našim istraživanjima su u obe varijante đubrenja postigli masu koja ih, prema rezultatima Nikolić i Milivojević (2015) svrstava u krupne do vrlo plodove. Isti autori navode da termin sadnje takođe može uticati na osobine plodova jagode. Naši rezultati su potvrdili ove navode. Milivojević i sar. (2015) navode da sorta Roksana može imati i krupnije plodove (prosečne mase oko 28 g), što je značajno više od vrednosti dobijenih u našem radu. Tomić i sar. (2014) navode da primenjeno hranivo može biti jedan od glavnih parametara koji utiču na prinos jagode.

Najveća vrednost sadržaja rastvorljive suve materije evidentirana je kod drugog termina sadnje (8,59±0,14°Brix) i bila je značajno veća u odnosu na prvi

termin sadnje ($7,54 \pm 0,25$ °Brix). Brojni autori navode da sadržaj rastvorljivih suvih materija (PCM) predstavlja jedan od ključnih parametara koji determiniše kvalitet, a time i prihvatljivost ploda od strane potrošača. Generalno, sadržaj PCM u pogledu se povećava sa dozrevanjem ploda i dobar je pokazatelj njegovog kvaliteta i zrelosti. Takođe, veoma često sitniji plodovi imaju veći sadržaj rastvorljive suve materije od krupnih plodova, što je i potvrđeno našim ispitivanjima, obzirom da su u drugom terminu sadnje u našim istraživanjima dobijeni sitniji plodovi jagode nego u prvom terminu.

Tabela 3. Uticaj termina sadnje i hraniva na osobine ploda jagode
Table 3. Influence of planting terms and fertilizers on strawberry fruit traits

Parametar <i>Parameter</i>	Masa ploda (g) <i>Fruit mass (g)</i>	Visina (mm) <i>Length (mm)</i>	Širina (mm) <i>Width (mm)</i>	Debljina (mm) <i>Thickness (mm)</i>	Sadržaj RSM (°Brix) <i>RSM content (°Brix)</i>
Termin sadnje (A)					
T ₁	19,75±0,64 a	42,44±1,03 a	33,28±0,54 a	31,10±1,22 a	7,54±0,25 b
T ₂	14,53±0,82 b	37,35±1,14 b	29,89±0,64 b	26,76±0,63 b	8,59±0,14 a
Hranivo (B)					
Rosasol	20,83±0,82 a	44,51±1,50 a	34,89±0,61 a	31,43±0,75 a	8,02±0,07
Solueveg	18,51±0,80 a	41,78±0,44 b	32,47±0,36 a	29,96±0,81 a	8,19±0,11
Kontrola	12,07±0,57 b	33,40±1,31 c	27,41±0,80 b	25,40±1,21 b	7,99±0,01
ANOVA					
A	*	*	*	*	*
B	*	*	*	*	nz
A × B	nz	nz	nz	nz	*

Vrednosti u kolonama označene različitim slovnim oznakama ukazuju na statistički značajne razlike na nivou $R \leq 0.05$ (LSD test); zvezda (*) označava statistički značajne razlike na nivou $R \leq 0.05$, nz – nema statistički značajne razlike između tretmana (F test).

Values in columns marked with different letter designations indicate statistically significant differences at the level of $R \leq 0.05$ (LSD test); star () indicates statistically significant differences at the level of $R \leq 0.05$, nz - there is no statistically significant difference between treatments (F test).*

Tomić (2015) navodi da su se prosečne vrednosti sadržaja rastvorljive suve materije kretale od 9,9 °Brix do 10,5 °Brix u zavisnosti od sorte i primenjenog hraniva. Faktori koji utiču na hemijski sastav ploda jagode i parametre njegovog kvaliteta su mnogobrojni (Crisosto et al., 1995).

Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata mogu se doneti sledeći zaključci:

- broj cvetnih drški po bokoru je bio veći kod prvog termina sadnje u odnosu na drugi termin sadnje, dok je broj cvetova po cvetnoj drški veći kod drugog termina sadnje;

- termin sadnje je značajno uticao na početak plodonošenja. Zrenje plodova je bilo ranije kada je sadnja u prethodnoj godini obavljena ranije;
 - značajno veće vrednosti mase, kao i vrednosti sve tri dimenzije ploda evidentirane su kod prvog termina sadnje u odnosu na drugi;
 - termin sadnje značajno je uticao na sadržaj rastvorljive suve materije u plodu jagode, tako da je kod drugog termina sadnje evidentirana veća vrednost RSM u odnosu na prvi termin sadnje;
 - značajno veći prinos je ostvaren kada je sadnja obavljana u prvom terminu, a u pogledu upotrebe đubriva, veći prinos je ostvaren u varijanti đubrenja sa Rosasolom.
- Aдекватна ishrana primenom odgovarajućih hraniva i pravovremena sadnja, uz primenu ostalih mera nege može postići veoma dobre rezultate u pogledu prinosa i kvaliteta plodova jagode.

Napomena

Ovo istraživanje je deo projekta 451-03-9/2021-14 koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvija Republike Srbije i deo istraživanja obuhvaćenih Završnim radom kandidata Ivane Milanović.

Literatura

- Crisosto C.H., Mitchell F.G., Johnson S. (1995): Factors in fresh market stone fruit quality. *Postharvest News and Information*, 6: 17-21.
- Márquez Domínguez J. A. (2008): The strawberry crop at Huelva: The geographical setting of strawberry fields. *Autonomous Ministry of Agriculture and Fisheries, Spain*.
- Milivojević, J., Nikolić, M., Đurović, D. (2009): The influence of growing system on cropping potential of strawberry cultivar 'Clery' grown in plastic tunnel. *Acta Horticulturae*, 842: 115–118.
- Milivojević, J., Radivojević, D., Nikolić, M. (2015): Proizvodna svojstva i kvalitet ploda sorti i novih selekcija jagode introdukovanih iz Italije. *Zbornik radova sa 5. Savetovanja „Inovacije u voćarstvu“, tema „Savremena proizvodnja jagode“*, 65–75.
- Milosevic T., Milosevic N., Glisic I. (2009): Strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) yield as affected by the soil pH. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 81 (2): 265-269.
- Николић М., Миливојевић Ј. (2015): Јагодасте воћке – технологија гајења. Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, Београд, 12-168.
- Palencia P., Martinez F., Medina J.J., Medina J.L. (2013): Strawberry yield efficiency and its correlation with temperature and solar radiation. *Horticultura Brasileira*, 31: 93-99.
- Tomić J., Milivojević J., Pešaković M. (2014): The effect of fertilizer type on vegetative and generative potential of strawberry cv. "Joly". *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 17, 6: 1621-1636.

- Томић Ј., (2015): Утицај микробиолошких и минералних ђубрива на биолошко-производне особине сорти јагоде (*Fragaria ananassa* Duch.). Докторска дисертација, Пољопривредни факултет Београд.
- Zarić, V., Durićanin, T., Rajković, B. (2015): Analiza marketinškog kanala jagoda u Republici Srbiji. Zbornik radova sa 5. Savetovanja „Inovacije u voćarstvu“, tema „Savremena proizvodnja jagode“, Beograd, Republika Srbija, 143–153.

INFLUENCE OF FERTILIZERS AND TERMS OF PLANTING ON STRAWBERRY PRODUCT CHARACTERISTICS (*Fragaria ananassa* Duch.)

Ivana Milanović¹, Tomo Milošević², Gorica Paunović², Ivan Glišić², Radmila Ilić²

Abstract

The paper presents the results of the influence of terms of planting and fertilizers on the production characteristics of strawberries. Planting dates are the beginning of July and the beginning of October. The feeding programs included the use of Rosasol fertilizers (Orange Rosasol formulation 15-30-20, Blue Rosasol formulation 20-20-20 and Yellow Rosasol formulation 17-09-29) and the use of Soluveg fertilizers (Green 10-40-10 + 4MgO and Parma 16-6-27 + 3MgO + ME). The results showed that the earlier planting date influenced earlier fruiting, but also better production results (higher yield, larger fruits). In terms of fertilizers, better results have been achieved with Rosasol.

Key words: strawberry, fertilization, planting time, yield.

¹Mast. Eng. of Agronomy;

²University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia

KALKULACIJA PROIZVODNJE KRUŠKE SORTE VILJAMOVKA NA PORODIČNOM GAZDINSTVU

Nela Bojović¹, Milan Jovanović¹, Biljana Veljković¹, Ranko Koprivica¹, Dušan Marković¹

Izvod: U radu je data kalkulacija proizvodnje kruške Viljamovke na porodičnom gazdinstvu u ataru sela Kriva Reka u blizini opštine Gornji Milanovac. Zasad je u fazi pune rodnosti i podignut je 2009. godine na površini od 1ha. Za potrebe izrade kalkulacije korišćeni su podaci iz 2018. godine koja je uzeta kao prosečna godina tokom perioda pune rodnosti zasada. Primenom kalkulacije bruto marže analizirani su učinjeni troškovi ostvareni ekonomski rezultati i cena koštanja kruške u proizvodnoj godini.

Ključne reči: viljamovka, troškovi, bruto marža

Uvod

Proizvodnja kruške u Srbiji u 2019. godini je 54,8 hiljada t sa prosečnim prinosima od 11 t ha⁻¹. U periodu 2017-2019. godine ostvareno je povećanje proizvodnje za oko 5%, a najviše kruške je proizvedeno u 2003. godini 68,7 hiljada t. Region Šumadije i Zapadne Srbije proizvode 42% od ukupne proizvodnje kruške u Srbiji, sa prinosom nižim od prosečnog 7,7 t ha⁻¹. U ukupnim površinama pod voćnjacima u Republici Srbiji kruška je zastupljena sa 3% u odnosu na ostale voćne vrste. Više od polovine površina pod kruškom čine sorte iz grupe Viljamovka i to 58%. Najzastupljeniji zasadi kruške i to 55% su starosti od 5-14 godina, prema podacima Republičkog Zavoda za statistiku Srbije. Proizvodnja kruške po stanovniku u Srbiji je 7,3 kg, a za komercijalnu proizvodnju kruške potrebno je ostvariti prinos preko 10 t ha⁻¹ (Tomašević, 2016.) U komparativnoj analizi proizvodnje voća najbolji ekonomski rezultati u pogledu ekonomičnosti i bruto marže postignuti su u proizvodnji kruške (Lukač-Bulatović i sar. 2017.) Povoljni klimatski uslovi i tradicija u proizvodnji uticali su da Moravički region bude jedan od vodećih u proizvodnji kruške.

U bavljenju voćarskom proizvodnjom i izboru voćne vrste kao i sortimenta veliku ulogu imaju agrobiološki uslovi, koji se odnose na uticaj klimatskih faktora, reljef ekspoziciju terena i plodnost zemljišta (Mratinić, 2012.) Kao i agrotehnički i organizaciono ekonomski uslovi proizvodnje, izvršenje planiranih tehnoloških operacija prema kalendaru radova, raspoložive radne snage (stalne i sezonske) i očekivanom prinosu kruške i kvalitetu plodova (Milić i sar. 2018.)

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (bojovicnela334@gmail.com);

Izbor sorte je značajan i sa aspekta rentabilnosti proizvodnje, Viljamovka je sorta koja se koristi prvenstveno za preradu i postiže nižu cenu na tržištu u odnosu na sorte koje se koriste za stonu upotrebu i rano sazrevaju. Odlikuje se visokom rodnošću i kvalitetnim plodovima. Ograničavajući faktor proizvodnje je izbor podloga za kalemljenje. Najznačajnija podloga je Dunja MA, koja se dobro ožiljava i ukorenjava i dobro podnosi mrazeve. Za postizanje visokih prinosa potrebna su plodna, rastresita i umereno vlažna zemljišta (Lučić i sar. 2011.) Kod kruške kao i kod ostalih jabučastih voćnih vrsta sezona upotrebe i čuvanja plodova traje duže pa se prodaja može obaviti po povoljnijim cenama. Da bi se smanjili rizici u proizvodnji kruške, proizvodni a naročito tržišni, potrebno je da se planira plasman i otkup voća. Obzirom da je u pitanju sorta Viljamovka koja se uglavnom prerađuje u rakiju, blizina prerađivačkog kapaciteta Swisslion-Takovo u Gornjem Milanovcu je uticala da se gazdinstva sa ovog područja opredele za proizvodnju kruške. U godinama nepovoljnih otkupnih cena na porodičnim gazdinstvima u domaćoj radinosti proizvodi se istoimena rakija Viljamovka. Prosečna otkupna cena za krušku Vilijamovku je od 0,25 -0,30€ kg⁻¹ (Paunović i sar. 2018.)

Materijal i metode rada

Istraživanje je sprovedeno u ataru sela Kriva Reka, udaljenom 14 km od opštine Gornji Milanovac. Geografske koordinate očitane su sa približnog središta parcele i iznose 48°07'09" SGŠ i 20°23'28" IGŠ, na nadmorskoj visini od 345 m. Parcela je pod blagim nagibom (5,1°). Klima na teritoriji Opštine Gornji Milanovac pripada umereno – kontinentalnom tipu. Odlikuje se toplim letima i hladnim zimama. Prema RHMZ-u najviša temperatura je zabeležena 2009. godine sa srednjom temperaturom 36,2° C (jul), dok je najniža temperatura iznosila -27,1° C (decembar). Zemljište zasada kruške je dobro obezbeđeno najvažnijim biogenim elementima (0,18 % N, 29,75 mg P₂O₅ i 32,4 mg K₂O na 100 g vazdušno suve zemlje). Na parceli je zasad kruške sorte Viljamovka, površine 1 ha. Zasad je podignut 2009. godine i nalazi se u fazi pune rodnosti. Srednje je bujna sorta, kalemljena na sejancu dunje MA + Kaluđerka. Sistem gajenja je Vitko Vreteno sa rastojanjem sadnje 3,2 x 1,5 m, broj stabala po hektaru iznosi 2350. Evidencija i obračun proizvodno ekonomskih rezultata dati su za 2018. godinu, kada su vegetaciono klimatski uslovi bili povoljni, a prinosi zadovoljavajući, što ujedno predstavlja prosečnu godinu proizvodnje u punoj rodnosti zasada.

Tabela 1. Tehnološka karta radova u zasadu kruške
Table 1. Technological map of works in the pear orchard

Redni broj	Radne operacije	Mesec izvođenja	Jedinica mere	Broj radnika	Broj radnih dana
1	Rezidba	Februar	Radni dan	5	3
2	Zaštita	Februar	Radni dan	2	1
3	Zaštita	Mart	Radni dan	2	1
4	Zaštita	Mart	Radni dan	2	1
5	Đubrenje	April	Radni dan	2	1

6	Zaštita	April	Radni dan	2	1
7	Zaštita	April	Radni dan	2	1
8	Zaštita	Maj	Radni dan	2	1
9	Košenje	Maj	Radni dan	2	1
10	Đubrenje	Maj	Radni dan	2	1
11	Zaštita	Jun	Radni dan	2	1
12	Zaštita	Jul	Radni dan	2	1
13	Zaštita	Jul	Radni dan	2	1
14	Košenje	Jul	Radni dan	2	1
15	Zaštita	Avgust	Radni dan	2	1
16	Košenje	Avgust	Radni dan	2	1
17	Berba	Avgust	Radni dan	8	5
18	Zaštita	Novembar	Radni dan	2	1
19	Đubrenje	Novembar	Radni dan	2	1
20	Kultiviranje	Novembar	Radni dan	2	1

Na osnovu tehnološke karte (Tabela 1.) analizirani su i razvrstani svi troškovi proizvodnje po grupama. Metodom kalkulacije bruto marže obračunati su ekonomski rezultati. Evidentirani su svi troškovi proizvodnje tokom vegetacije, izračunata je ostvarena vrednost proizvodnje i prinosi u proizvodnoj godini sa prodajnom otkupnom cenom, kao i stvarna proizvođačka cena koštanja kruške u 2018. godini.

Rezultati i diskusija

Porodično gazdinstvo na kome je komercijalni zasad kruške Viljamovke poseduje svu neophodnu mehanizaciju za potrebe proizvodnje, kao i pomoćne objekte za smeštaj mehanizacije i repro materijala. Gazdinstvo je registrovano i ostvaruje subvencije. Većinu poslova u voćnjaku obavlja tročlana porodica, a kada postoje potrebe najčešće u vreme rezidbe i berbe angažuje se i sezonska radna snaga. Proizvodni zasad kruške nije opremljen protivgradnom mrežom kao ni sistemom za navodnjavanje. Voćnjak je podignut 2009. godine i uloženo je u podizanje zasada 7300 €, sa početkom pune rodnosti od 2013. godine. Povraćaj investiranih sredstava ostvaren je u periodu od 2009-2016. godine.

Da bi se ostvarila puna rodnost zasada važno je da se tokom proizvodne godine primene sve agrotehničke mere i da tokom fenofaza razvoja budu dostupni potrebni makro i mikroelementi za pravilnu ishranu kruške, koji se apliciraju kroz mineralna đubriva i folijarnu ishranu. Tokom proizvodnje planira se i adekvatno primenjuje program zaštite od bolesti i štetočina i apliciraju potrebni pesticidi tokom vegetacije. Na taj način se obezbeđuje konstantna proizvodnja kruške, i ujednačeni prinosi. Evidentirani nivo ulaganja u 2018. u materijalne troškove đubriva i hemijskih sredstava je 1691,75 €, a sa ostalim materijalnim troškovima 3415,55 € godišnje (Tabela 2.) Ostvareno učešće u ukupnim troškovima je 38,5%. U varijabine troškove pored materijalnih troškova svrstani su troškovi rada, troškovi održavanja objekata i opreme kao i režijski troškovi sa ukupnim iznosom od 4398,60 € godišnje (Tabela 3.) Poslovi nege zasada i ulaganje u voćnjak obavlja se tokom cele godine.

Tabela 2. Materijalni troškovi proizvodnje po ha

Table 2. The material costs of production per ha

A. Materijalni troškovi	Jedin. mere	Količina	Cena RSD	Iznos RSD	Iznos EUR
1. Mineralno đubrivo					
NPK 6:12:24	Kg	700	50,00	35000,00	296,61
UREA 46%	Kg	300	48,00	14400,00	122,03
KAN 27%	Kg	150	38,00	5700,00	48,31
Peletirani stajnjak	Kg	700	50,00	35000,00	296,61
2. Pesticidi					
Galmin	L	30,4	469,00	14257,00	120,83
Cipkord 20 EC	L	0,24	3823,00	917,52	7,78
Bakar oksihlorid 50	Kg	8	1191,00	9528,00	80,75
Metod 480 SC	L	9,6	960,00	9216,00	78,10
Konzul	L	2,8	1647,00	4611,00	39,08
Harpun	L	2	4428,00	8856,00	75,05
Nu Film 17	L	3,2	2498,00	7993,00	67,74
Mankogal 80	Kg	8	780,00	6240,00	52,88
Fobos EC	L	0,4	5395,00	2158,00	18,29
Pehar	L	1,6	1736,00	2777,60	23,54
Abastate	L	2,4	4409,00	10581,60	89,67
Sekvenca	l	0,32	7150,00	2288,00	19,39
Kulisa	Kg	0,84	28116,00	23617,44	200,15
Galofungin T	t	2,4	2205,00	5292,00	44,85
Polux	t	0,4	2979,00	1191,60	10,10
Ukupno (1+2)				199624,76	1691,74
3. Ostali mater. troškovi					
Gorivo i mazivo	L	205	102,00	20910,00	177,20
Ambalaža	Kom	4000	45,00	180000,00	1525,42
Vezivo	Kg	10	250,00	2500,00	21,19
A. UKUPNO (1+2+3)				403034,76	3415,55

Tabela 3. Troškovi rada i ostali varijabilni troškovi proizvodnje po ha

Table 3. Labor costs and other variable production costs per ha

B. Troškovi rada	Jedin. mere	Količina	Cena RSD	Iznos RSD	Iznos EUR
Troškovi rezidbe	Sat	120	250,00	30000,00	254,24
Troškovi berbe	Sat	320	150,00	48000,00	406,78
B. UKUPNO				78000,00	661,02
C. Ostali troškovi					
Režijski troškovi			16400,00	16400,00	138,98
Održavanje mehanizacije objekata i opreme			21600,00	21600,00	183,05
C. UKUPNO				38000,00	322,03
UKUPNI TROŠKOVI (A+B+C)				519034,76	4398,60

Gazdinstvo ostvaruje subvencije za višegodišnji zasad u iznosu od 15000 dinara za mineralno đubrivo. U kooperativnim odnosima je sa kompanijom Swisslion-Takovo sa kojom ima ugovor o otkupu voća, uz isplatu garantovanih cena u određenom roku od momenta preuzimanja kruške (36,70 dinara odnosno 0,31€, sa rokom isplate 60 dana).

U proizvodnoj 2018. godini ostvaren je prinos kruške od 2,5 t ha⁻¹ i realizovana je po ugovorenoj otkupnoj ceni od 36,7 dinara sa subvencijama ostvarena je vrednost proizvodnje 7902,54 €. Kalkulacijom je dobijena bruto marža 3503,94 € godišnje (Tabela 4.)

Tabela 4. Ostvarena vrednost proizvodnje i bruto marža po ha
Table 4. Realized value of production and gross margin per ha

Ekonomski rezultati	Jedin. mere	Količina	Cena RSD	Iznos RSD	Iznos EUR
Kruška prinos ploda	Kg	25000	36,70	917500,00	7775,42
Prihodi od subvencija				15000,00	127,12
VREDNOST PROIZVODNJE (VP)				932500,00	7902,54
UKUPNI TROŠKOVI (UT)				519034,76	4398,60
BRUTO MARŽA (BM)				413465,24	3503,94
CENA KOŠTANJA	Kg			20,76	0,18

Dobijeni ekonomski rezultati pokazuju da je u 2018. godini ostvarena ekonomičnost proizvodnje od 1,8.

Ekonomičnost proizvodnje: Vrednost Proizvodnje VP / Ukupni Troškovi UT = 932500/519036,56 = 1,80

Izračunata je cena koštanja kruške u proizvodnoj godini od 20,76 dinara po kilogramu odnosno 0,18 €.

Cena koštanja: Ukupni Troškovi UT / Ostvareni prinos kg po ha = 519034,76/25000 = 20,76 RSD

Obračunom bruto marže evidentirani su samo varijabilni troškovi što znači da su fiksni troškovi i dobit sadržani u iznosu bruto marže. Značajni fiksni troškovi su troškovi rada na porodičnom gazdinstvu kao i troškovi amortizacije raspoložive mehanizacije opreme i samog zasada, pa tek kada se u obzir uzmu ovi troškovi može se dalje izračunati ostvarena dobit.

Zaključak

Na osnovu ekonomske analize proizvodnje kruške Viljamovke na porodičnom gazdinstvu može se zaključiti da su dobijeni ekonomski rezultati pozitivni. Ekonomska isplativost postignuta je dobrim prinosom po stablu od 10,6 kg i povoljnim odnosom prodajne-otkupne cene kruške i cene koštanja (proizvođačke cene). Oduzimanjem učinjenih varijabilnih troškova ostaje po kg kruške 16 dinara da se pokriju fiksni troškovi i ostvari dobit (neto prihod).

Koeficijent ekonomičnosti pokazuje da se na svaki dinar ukupnih troškova u proizvodnji kruške ostvari 1,80 dinara vrednosti proizvodnje. Drugim rečima, vrednost proizvodnje je za 80% veća od ukupnih troškova, što ukazuje da se radi o isplativoj proizvodnji.

Literatura

- Lučić P., Paunović G., Kulina M. (2011). Rasadnička proizvodnja – proizvodnja sadnog materijala voćaka. Univerzitet u Kragujevcu Agronomski fakultet u Čačku, ISBN 978-86-87611-16-0.
- Lukač-Bulatović M., Vukoje V., Milić D. (2017). Ekonomski indikatori proizvodnje važnijih voćnih vrsta u Vojvodini, *Ekonomika poljoprivrede*, 64(3): 973-985.
- Milić D., Kalanović-Bulatović B., Veljković B. (2013). Menadžment i organizacija voćarsko-vinogradarske proizvodnje. Agronomski fakultet, Čačak.
- Mratinić Evica (2012). Kruška Partenon, Beograd, 463.
- RZS Republički Zavod za statistiku Srbije 2018: Statistika voćarske proizvodnje rezultati istraživanja o voćnjacima 2017.
- Paunović G., Veljković B., Ilić R., Bošković-Rakočević Lj. 2018 Economic analysis of pear orchard establishment, *Acta Agriculture Serbica* 23(46): 157-165.
- Tomašević Dejan (2016). Stanje i mogućnosti izvoza voća iz Srbije, Doktorska disertacija, Univerzitet u Kragujevcu Agronomski fakultet u Čačku, 225.

THE CALCULATION OF VILJAMOVKA PEAR PRODUCTION IN FAMILY FARM

*Nela Bojović¹, Milan Jovanović¹, Biljana Veljković¹, Ranko Koprivica¹
Dušan Marković¹*

Abstract

The paper presents calculation of production of Viljamovka pear on family farm in area of the village Kriva Reka near the municipality of Gornji Milanovac. The orchard is in the phase of full fertility and was raised in 2009, on area of 1ha. For the purposes of making the calculation data from 2018 was used, and represent average year during period of full fertility of the orchard. Used the gross margin calculation, the costs incurred were analyzed achieved economic results and the cost price of a pear in the production year.

Key words: viljamovka, costs, gross margin

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy in Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (bojovicnela334@gmail.com);

AGROBIOLOŠKA SVOJSTVA SORTE SEMIJON U OPLENAČKOM VINOGORJU

Mlađan Garić¹, Vera Vukosavljević², Zoran Bosiočić³

Izvod: U radu su prikazani rezultati proučavanja nekih agrobioloških svojstava sorte Semijon u uslovima oplenačkog vinogorja. Vinograd je podignut 2014. godine i nalazi se u fazi rastuće rodnosti. Razmak sađenja iznosi 2.5 x 1.0 m. U periodu ispitivanja vladali su povoljni meteorološki uslovi za rastenje i razviće sorte Semijon. Rezultati ispitivanja ukazuju da u oplenačkom vinogorju postoje povoljni agroekološki uslovi za gajenje sorte Semijon i postizanje karakterističnog kvaliteta grožđa i vina

Ključne reči: Semijon, oplenačko vinogorje, prinos, kvalitet.

Uvod

Sorta Semijon je rejonirana za gajenje u vinogorjima Srbije. Potiče iz Francuske i smatra se bordovskom sortom. Gaji se u Francuskoj, Španiji, Italiji, Ukrajini, Ruskoj Federaciji i dr. U našoj zemlji zastupljena je na relativno malim površinama. Pripada ekološko geografskoj grupi Proles occidentalis. U ovom radu se prikazuju rezultati ispitivanja važnijih agrobioloških svojstava sorte Semijon u uslovima oplenačkog vinogorja.

Materijal i metode rada

Ispitivanja su obavljena u periodu 2019 i 2020. godine. Vinograd je podignut 2014. godine na imanju vinarije „EDEN“, u selu Ranilovići u neposrednoj blizini Arandelovca. Razmak sađenja iznosi 2.5 x 1.0 m, tako da broj čokota po hektaru iznosi 4.000. Uzgojni oblik je Gijov jednogubi visine stabla 80-90 cm. Ukupna površina vinograda iznosi 7 ha. Zastupljene su sledeće sorte: Merlo, Kaberne sovignon, Kaberne frank, Šardone, Sovignon i Semijon. Površina pod sortom Semijon iznosi 0,40 ha. Za osmatranje je odabrano 10 čokota sorte Semijon približno jednakog vegetativnog potencijala. Na njima je pri rezidbi ostavljano po 12 okaca. Lukovi su orezivani na po 10 okaca a kondiri za zamenu na 2 okca. Svaki čokot je služio kao posebna eksperimentalna jedinica. Praćeni su sledeći pokazatelji:

- Fenološka osmatranja,
- Kretanje, razvoj i rodnost okaca i lastara,

¹Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet Priština (Lešak), Kopaonička bb, 38219 Lešak, Srbija (garicm@sbb.rs);

²Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (verav@kg.ac.rs);

³Vinarija „EDEN“ Arandelovac, Srbija

- Prinos i kvalitet grožđa.

Svi podaci su registrovani primenom adekvatnih ampelografskih metoda

Rezultati istraživanja i diskusija

U periodu ispitivanja klimatski uslovi su bili povoljni, što se vidi iz podataka prikazanih u Tabeli 1.

Tabela 1. Vrednosti osnovnih klimatskih pokazatelja (2019-2020)

Table 1. Basic climate indicator values

Red br. No	Pokazatelj-Indicator	Godina - Year		Prosek Average
		2019	2020	
1	Srednja godišnja temperatura vazduha u °C	11.30	11.20	11.25
2	Srednja vegetaciona temperatura u °C	16.50	16.80	16.60
3	Godišnja količina padavina u mm	720	719	719,50
4	Padavine u vegetaciji u mm	450	452	451,00

Termički uslovi u ovom vinogorju su povoljni za gajenje vinove loze i omogućavaju normalno sazrevanje grožđa sorte Semijon. U 2019. godini su vrednosti godišnje i vegetacione temperature bile nešto niže u odnosu na 2020. godinu. U 2019. godini vladala je suša tokom vegetacionog perioda. Nasuprot tome, u 2020. godini padavine su bile česte i obilne.

Zemljište na kome je podignut vinograd pripada smonici i odlikuje se povoljnim fizičkim i hemijskim osobinama za gajenje vinove loze.

Fenološka osmatranja

Vreme odvijanja pojedinih fenofaza u godišnjem ciklusu razvića sorte Semijon u oplenačkom vinogorju na lokalitetu sela Ranilović može se sagledati iz podataka prikazanih u Tabeli 2.

Tabela 2. Fenofaze razvoja sorte Semijon

Table 2. Phenophases of development of the vine cultivar Semijon

Godina Year	Bubrenje okaca <i>Begining of bud burst</i>	Cvetanje <i>Begining of flowering</i>	Šarak <i>Veraison</i>	Puna zrelost <i>Full maturity</i>
2019	06. IV	30. V	26. VII	10. IX
2020	09. IV	05. VI	29.VII	13.IX
Prosek Averase	07.IV	02.VI	27.VII	11.IX
Najranije Earliest	06. IV	30. V	26. VII	10. IX
Najkasnije Latest	09. IV	05. VI	29.VII	13.IX

Okca ove sorte rano bubre i otvaraju se. Najranije otvaranje okaca se odvijalo u 2019. godini (06. aprila), a nešto kasnije u 2020. godini (09. aprila). Otvaranje okaca se odvijalo srazmerno početku vegetacionog perioda. Rastenje lastara se u početku odvijalo veoma usporeno. Kasnije, sa povećanjem temperatura vazduha, intezivira se i izduživanje lastara. Do cvetanja lastari su dostigli dužinu 120-150 cm što je dovoljno za oformljenje potrebne površine listova i stvaranje dovoljnih količina organskih materija za pravilnu ishranu cvetova i normalno oplođavanje. Cvetanje je počelo 56 dana nakon bubrenja u proseku 02. juna. Od bubrenja okaca do berbe grožđa protekne u proseku oko 157 dana. Prva berba grožđa najranije se obavljala 10. septembra a najkasnije 13. septembra.

Rodnost okaca i lastara

Rodnost sorte Semijon može se oceniti na osnovu podataka navednih u Tabeli 3. Pri redovnoj rezidbi na čokotu je ostavljano po 12 okaca , jedan luk od 10 i jedan kondir od 2 okca.

Tabela 3.Osnovni pokazatelji rodnosti sorte Semijon
Table 3.Basic production parametres of the vine cultivar Semijon

Red br. No	Pokazatelj Indicator	Godina-Year		Prosek Average	LSD	
		2019	2020		0.05	0.01
1	Broj okaca po čokotu	12.00	12.00	12.00		
2	Broj razvijenih lastara	10.00	11.00	10.50	0.60	0.68
3	Procenat razvijenih lastara	83.33	91.66	87.49		
4	Broj rodni lastara	9.00	10.00	9.50	0.70	1.05
5	Procenat rodni lastara	90.00	90.90	90.45		
6	Broj grozdova po okcu	1.08	1.00	1.04	0.03	0.05
7	Broj grozdova po razvijenom lastaru	1.30	1.09	1.19	0.07	0.10
8	Broj grozdova po rodnom lastaru	1.44	1.20	1.32	0.03	0.09
9	Broj grozdova po čokotu	13.00	12.00	12.50	2.30	2.11
10	Masa grozda u g	127.00	122.00	124.50	50.36	57.43

Kretanje okaca i prorastanje novih zelenih lastara iznosio je u proseku 87.49 %, dok je 12.51 % okaca bilo neaktivirano. Učešće rodni lastara u strukturi razvijenih varirao je od 90.00 % u 2019. godini do 90.90 % u 2020. godini. Može se konstatovati da je udeo rodni lastara bio normalan u ispitivanim godinama.

Broj grozdova po ostavljenom okcu, razvijenom i rodnom lastaru varirao je u zavisnosti od vremenskih uslova i položaja okaca na lastaru. Na osnovu broja grozdova po ostavljenom okcu, razvijenom i rodnom lastaru može se oceniti da je ispoljena dobra rodnost u ispitivanim godinama. Razlike u broju grozdova između pojedinih godina statistički su dokazane kao značajne. Broj grozdova po čokotu u proseku je iznosio 12.5, što je dovoljno za postizanje normalnog prinosa i kvaliteta

grožđa za ovu sortu. Masa grožđa bila je u granicama koje se u literaturi navode kao tipične za sortu Semijon.

Prinos i kvalitet grožđa

Prinos i kvalitet grožđa sorte Semijon u uslovima oplenačkog vinogorja može se sagledati iz podataka prikazanih u Tabeli 4.

Ostvareni prinos grožđa po ostavljenom okcu i razvijenom lastaru ukazuje na njihovu veliku produktivnost. Ona je rezultat broja grozdova i njihove mase. Isto tako i prinos grožđa po čokotu i hektaru je bio visok. Najveći prinos grožđa po ostavljenom okcu ostvaren je u 2019. godini (132.16 g). Slična pravilnost se uočava i sa prinosom grožđa po razvijenom i rodnom lastaru.

Iz ovih podataka se vidi da je produktivnost okaca sorte Semijon veoma dobra, pa je ostvaren i visok prinos grožđa po čokotu i hektaru.

U pogledu kretanja lastara, stepena rodnosti i prinosa grožđa po čokotu i hektaru ispoljene su značajne razlike između ispitivanih godina.

Tabela 4. Osnovni elementi prinosa i kvaliteta grožđa sorte Semijon

Table 4. Basic elements of grape yield and quality of vine cultivar Semijon

Red. br. No	Pokazatelj Indicator	Godina-Year		Prosek Average	LSD	
		2019	2020		0.05	0.01
1	Prinos grožđa po okcu u g	132.16	124.00	128.08	9.10	10.50
2	Prinos grožđa po lastaru u g	158.60	135.27	146.93	10.12	11.66
3	Prinos grožđa po rodnom lastaru	176.22	148.80	162.51	10.20	12.20
4	Prinos grožđa po čokotu u kg	1.586	1.488	1.537	1.15	1.68
5	Sadržaj šećera u širi u %	22.30	23.40	22.85	3.02	3.46
6	Sadržaj ukupnih kiselina gl ⁻¹	7.52	7.05	7.28	0.76	0.82

Sadržaj šećera u širi bio je visok i kretao se u granicama normalnih vrednosti za sortu Semijon u uslovima oplenačkog vinogorja. U proseku je iznosio 22.85 %.

Sadržaj ukupnih kiselina u širi bio je u zavisnosti od variranja sadržaja šećera i u proseku je iznosio 7.28 g l⁻¹.

Zaključak

Na osnovu analize oglednih podataka mogu se izvesti sledeći zaključci:

U agroekološkim uslovima oplenačkog vinogorja postoje povoljni uslovi za normalan razvoj sorte Semijon i postizanje visokog kvaliteta grožđa i vina.

Sorta Semijon u oplenačkom vinogorju započinje bubrenje okaca u proseku 17. aprila, a prva berba se u proseku obavlja 9. septembra.

Primenjeni uzgojni oblik stabla, opterećenje i način rezidbe ispoljio je znatan uticaj na rastenje, rodnost i kvalitet grožđa.

Stepen opterećenja čokota rodnim okcima ispoljio je pozitivan uticaj na broj razvijenih lastara i grozdova kao i na ostvareni prinos grožđa po čokotu i hektaru.

Procenat razvijenih i rodni lastara bio je visok u svim ispitivanim godinama.

Kvalitet grožđa bio je veoma dobar, procenom na osnovu sadržaja šećera i ukupnih kiselina u širi, kao i zdravstvenog stanja grožđa.

Na osnovu dobijenih rezultata, može se konstatovati da se sorta Semijon može sa uspehom gajiti i širiti na većim površinama u oplenačkom vinogorju

Literatura

- Avramov, L.: (1991). Vinogradarstvo. Nolit. Beograd.
- Cindrić, P., Korać Nada., Kovač, V.(2000). Sorte vinove loze. Promotej. Novi Sad.
- Cindrić, P., Korać Nada, Medić Mira. (1986). Ispitivanje belih vinskih sorti rejoniranih u Vojvodini, na jednom jednostavnom uzgojnom obliku. Jugoslovensko vinogradarstvo i vinarstvo 2-3 Beograd.
- Pospíšilova, Dorota. (1981). Ampelografija ČSSR. Bratislava.
- Zirojević, D. (1979). Poznavanje sorti vinove loze II. Niš.
- Žunić, D., Garić, M. (2017). Posebno vinogradarstvo. Beograd.

AGROBIOLOGICAL PROPERTIES OF SEMILLION VARIETY IN OPLENAC VINEYARDS

Mlađan Garić¹, Vera Vukosavljević², Zoran Bosiočić³

Abstract

The paper presents the results of the study of some agrobiological properties of the Semijon variety in the conditions of the Oplenac vineyards. The vineyard was built in 2014 and is in the phase of growing yield. The planting distance is 2.5 x1.0 m. During the examination period, favorable meteorological conditions prevailed for the growth and development of the Semion variety. The test results indicate that in the Oplenac vineyards there are favorable agroecological conditions for growing the Semijon variety and achieving the characteristic quality of grapes and wine.

Key words: Semillion, Oplenac vineyards, yield, quality.

¹University of Pristina, Faculty of Agriculture, Priština (Lešak), Kopaonicka bb, 38219 Lešak, Serbia (garicm@sbb.rs)

²University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia (verav@kg.ac.rs)

³Winery "EDEN" Arandelovac, Serbia

ISPITIVANJE SORTI ŠLJIVE RANOG VREMENA SAZREVANJA PLODA NA PODRUČJU ČAČKA

Nebojša Milošević¹, Ivana Glišić¹, Milena Đorđević¹, Sanja Radičević¹, Slađana Marić¹

Izvod: Iako u svetu postoji više od 6000 sorti šljive koje vode poreklo od različitih divljih vrsta sa područja Evrope, Azije i Severne Amerike, postoji stalna potreba za stvaranjem novih sorti boljih proizvodnih osobina, tolerantnih/otpornih na nepovoljne činioce spoljne sredine i najznačajnije bolesti, na prvom mestu šarku šljive. Pored toga, jedan od najznačajnijih ciljeva oplemenjivanja šljive u svetu je i stvaranje sorti što ranijeg i što kasnijeg vremena sazrevanja ploda, da bi se sezona svežih plodova na tržištu što više produžila. Cilj ovog rada je bio da se ispituju najznačajnije pomološke i proizvodne osobine dve domaće i tri uvedene sorte šljive ranog vremena sazrevanja ploda: 'Boranka', 'Čačanska rana', 'Opal', 'Katinka' i 'Tegera'. Ispitivanje su najznačajnije fenološke (fenofaza cvetanja i sazrevanja plodova) i morfometrijske osobine (masa ploda i koštice, randman mezokarpa ploda, dimenzije ploda i sferičnost ploda), kao i bujnost (površina poprečnog preseka debla) i rodnost (prinos po stablu i koeficijent rodnosti).

Ključne reči: šljiva, rano vreme sazrevanja ploda, fenološke i pomološke osobine, prinos.

Uvod

Prema podacima različitih autora (Neumüller, 2011; Milošević i Milošević 2018) u svetu postoji više od 6000 sorti šljive nastalih od većeg broja različitih vrsta, a koje vode poreklo iz Evrope, Azije i Severne Amerike. Ove sorte su veoma raznolike namene i među njima ima onih koje su pogodne za upotrebu u svežem stanju, sušenje, sečenje, duboko zamrzavanje, proizvodnju rakije i druge vidove prerade, a takođe postoje i sorte koje objedinjuju dva ili više ovih svojstava. Bez obzira na tako veliki broj, u svetu postoji stalna potreba za stvaranjem novih kvalitetnijih sorti u skladu sa zahtevima tržišta i prerađivačke industrije. Najveći broj sorti u oplemenjivačkim programima širom sveta se stvara planskom hibridizacijom sa unapred precizno postavljenim ciljevima i odabirom roditeljskih sorti, dok se znatno manji broj sorti izdvaja selekcijom iz prirodne populacije ili klonskom selekcijom. Osnovni ciljevi oplemenjivanja šljive u najpoznatijim programima u svetu su uglavnom slični i odnose se u najvećem delu na kvalitet ploda i tolerantnost ili otpornost na virus šarke šljive (Neumüller, 2011; Milošević i Milošević 2018; Milošević et al., 2019). Takođe svaki program oplemenjivanja ima i određene specifične ciljeve među kojima je jedan od najznačajnijih stvaranje sorti

¹Institut za voćarstvo, Čačak, Kralja Petra I br. 9, Čačak, Srbija (mnebojsa@ftn.kg.ac.rs)

što ranijeg i što poznijeg vremena sazrevanja ploda kako bi se sezona svežih plodova šljive na tržištu što više produžila (Hartmann, 1994; Milošević et al., 2019). Sorte veoma ranog vremena sazrevanja ploda uglavnom su namenjene potrošnji u svežem stanju i nisu pogodne ni za kakve vidove prerade jer uglavnom sadrže manju količinu rastvorljive suve materije i šećera. Međutim, zbog sezonskog karaktera, plodovi ovih sorti uglavnom dostižu višu cenu na tržištu svežih plodova pa je trend podizanja zasada ranim sortama uvek prisutan.

Cilj ovog rada je bio da se ispituju najznačajnije fenološke (fenofaza cvetanja i sazrevanja plodova) i morfometrijske karakteristike (masa ploda i koštice, randman mezokarpa ploda, dimenzije i sferičnost ploda), kao i bujnost (površina poprečnog preseka debla) i rodnost (prinos po stablu i koeficijent rodnosti) dve domaće ('Boranka' i 'Čačanska rana') i tri introdukovane sorte šljive ('Opal', 'Katinka' i 'Tegera') ranog vremena sazrevanja ploda na području Grada Čačka.

Materijal i metode rada

Biljni materijal. U toku 2019. i 2020. godine, ispitivane su dve domaće ('Boranka' i 'Čačanska rana') i tri introdukovane ('Opal', 'Katinka' i 'Tegera') sorte šljive ranog vremena sazrevanja ploda kalemljene na podlogu sejanac džanarike.

Objekat. Eksperiment je obavljen u zasadu šljive na objektu Preljinsko brdo Instituta za voćarstvo, Čačak. Zasad je podignut u jesen 2011. godine sa standardnim jednogodišnjim sadnicama šljive zasađenim na rastojanje 4 × 2,5 m. Sadnja je obavljena po slučajnom blok sistemu, pri čemu je svaka sorta bila zastupljena sa po pet stabala u dva ponavljanja. Uzgojni oblik je vretenasti žbun. U zasadu su primenjivane standardne mere nege u skladu sa zahtevima šljive kao vrste voćaka, izuzev navodnjavanja.

Agroekološki uslovi. Klima na području Grada Čačka je umerenokontinentalnog tipa. Na osnovu podataka Republičkog hidrometeorološkog zavoda prosečna godišnja temperatura za 2019. i 2020. godinu, iznosila je 11,3°C, prosečna temperatura za period vegetacije (april–oktobar) 16,9°C, prosečna godišnja suma padavina 698,5 mm, a prosečna suma padavina za period vegetacije 507,5 mm. Zemljište na objektu 'Preljinsko brdo' na kome se nalazi eksperimentalni zasad pripada tipu smonice.

Fenološke osobine. Fenofaze cvetanja su ispitivane u skladu sa preporučenom metodologijom od strane međunarodne radne grupe za polinaciju (Wertheim, 1996). Beležen je datum početka cvetanja (otvoreno 10% cvetova), punog cvetanja (otvoreno 80% cvetova) i precvetavanja (otplao preko 90% kruničnih listića). Obilnost cvetanja je izražena ocenama 0, 1, 2, 3, 4 ili 5 (nije bilo cvetova, slab, rđav, dobar, vrlo dobar i odličan). Plodovi su ubrani kada su dostigli optimalnu boju i najbolji kvalitet za upotrebu u svežem stanju (Funt, 1998). Fenofaza cvetanja i vreme sazrevanja plodova su predstavljeni kao broj dana od početka godine pri čemu je za prvi dan uzet 1. januar.

Bujnost. Bujnost je prikazana preko površine poprečnog preseka debla i određivana je na kraju svake vegetacije tako što je na 10 cm iznad mesta

kalemljenja meren prečnik debla (R) uz pomoć kljunastog merila (Inox 1/20 mm, sa tačnošću $\pm 0,01$ mm) i uz pomoć obrasca $(R/2)^2\pi$ je računata površina poprečnog preseka debla.

Rodnost. Ispitivanje rodnosti je vršeno merenjem prinosa po stablu (kg) i koeficijenta rodnosti (kg cm^{-2}). Prinos po stablu je meren upotrebom elektronske vage ACS System Electronic Scale (Zhejiang, China). Koeficijent rodnosti je izračunat po formuli prinos po stablu/površina poprečnog preseka debla.

Morfometrijske osobine ploda. Masa 25 plodova i koštica u dva ponavljanja mereni su pomoću tehničke vage Ohaus Adventurer (Persippany, NJ, USA). Randman mezokarpa ploda je izračunat kao udeo mase mezokarpa ploda u odnosu na masu celog ploda. Dimenzije ploda su utvrđene merenjem digitalnim kljunastim merilom Starret, 727 series (Athol, NE, USA). Da bi se izračunala sferičnost ploda, prvo je izračunat srednji geometrijski prečnik ploda po obrascu: $D_g = (LWT)^{1/3}$, pri čemu D_g predstavlja srednji geometrijski prečnik, L visinu, W širinu i T debljinu ploda. Nakon toga sferičnost ploda (ϕ) je izračunata po obrascu: $\phi = D_g/L$.

Statistička obrada podataka. Dobijeni rezultati su statistički analizirani upotrebom Fišerovog modela analize varijanse (ANOVA) dvofaktorijskog oglada za prag značajnosti $P \leq 0,05$. U situaciji kada je F test bio značajan, testiranje razlika aritmetičkih sredina je obavljeno testom najmanje značajnih razlika (LSD test) za prag značajnosti $P \leq 0,05$. U radu su prikazane prosečne vrednosti ispitivanih parametara za proučavane sorte dobijene tokom dvogodišnjih ispitivanja, kao i standardna greška aritmetičke sredine.

Rezultati istraživanja i diskusija

Fenofaza cvetanja, obilnost cvetanja i vreme sazrevanja plodova ispitivanih sorti šljive na području Grada Čačka prikazani su u Tabeli 1. Sve ispitivane sorte ('Boranka', 'Čačanska rana', 'Opal', 'Katinka' i 'Tegera') su imale približno vreme i ujednačeno cvetanje tokom prve i druge dekade aprila u obe ispitivane godine. Početak, puno i kraj cvetanja su kod svih ispitivanih sorti nastupili u razmacima od jednog do tri dana, a samo cvetanje je trajalo između 9 i 12 dana u zavisnosti od sorte. Fenofaza cvetanja je najranije započela i završila se kod sorte 'Boranka', a najkasnije kod sorte 'Čačanska rana'. Kod sorti 'Boranka', 'Čačanska rana' i 'Tegera' zabeležena je vrlo dobra, a kod sorti 'Opal' i 'Katinka' odlična obilnost cvetanja. Ispitujući neke od ovih sorti u prethodnim godinama, utvrđeno je njihovo slično ponašanje, tj. fenofaza cvetanja je najvećim delom trajala tokom prve i druge dekade aprila (Milošević et al., 2012a; 2018). U istim istraživanjima u prethodnim godinama, sam datum početka cvetanja je nastupao nekoliko dana ranije ili kasnije, najviše u zavisnosti od temperature vazduha u periodu pre cvetanja, što potvrđuje činjenicu da na ovu fenofazu najveći uticaj imaju faktori spoljne sredine. Vreme sazrevanja svih ispitivanih sorti je bilo tokom jula meseca tako da se sve mogu svrstati u grupu sorti ranog vremena sazrevanja ploda (Neumüller, 2011). Prosečno za dve ispitivane godine, najranije su obrani plodovi sorte 'Boranka'

(9.07.), zatim sorti 'Čačanska rana' (15.07.) i 'Katinka' (19.07.), a najkasnije sorti 'Tegera' (25.07.) i 'Opal' (26.07.).

Tabela 1. Fenofaza cvetanja i sazrevanja plodova ispitivanih sorti šljive
Table 1. Flowering and ripening phenophase of studied plum cultivars

Sorta	Vreme cvetanja <i>Blooming time</i>			Obilnost cvetanja <i>Abundance of flowering</i>	Vreme sazrevanja <i>Ripening time</i>	
	Početak <i>Onset</i>	Puno <i>Full</i>	Kraj <i>End</i>			
'Boranka'	97	101	107	4	190	9.07.
'Čačanska rana'	99	103	110	4	196	15.07.
'Opal'	98	103	110	5	207	26.07.
'Katinka'	97	102	109	5	200	19.07.
'Tegera'	98	104	109	4	206	25.07.

*vreme cvetanja i sazrevanja ploda je predstavljeno kao broj dana od početka godine

U vreme sazrevanja plodova ispitivanih sorti, tržište generalno nije dovoljno snabdeveno svežim plodovima šljive tako da se uglavnom postižu nešto više cene u odnosu na period kada sazrevaju najznačajnije i najzastupljenije sorte. Sa druge strane zbog njihove manje zastupljenosti u zasadima lakše je organizovati i sprovesti berbu što može uticati na smanjenje ukupnih troškova proizvodnje. Međutim, obzirom da je njihova osnovna namena potrošnja u svežem stanju, berbu i pakovanje je neophodno sprovoditi pažljivo i u skladu sa određenim standardima.

U Tabeli 2 su prikazani podaci koji se odnose na bujnost (prikazanu preko površine poprečnog preseka debla), prinos po stablu i koeficijent rodnosti.

Tabela 2. Bujnost stabla, prinos po stablu i indeks rodnosti ispitivanih sorti šljive
Table 2. Tree vigor, yield per tree and yield efficiency of studied plum cultivars

	PPPD (cm ²) <i>TCSA (cm²)</i>	Prinos po stablu (kg) <i>Yield per tree (kg)</i>	Koeficijent rodnosti (kg cm ⁻²) <i>Yield efficiency (kg cm⁻²)</i>
'Boranka'	66.78±2.01 b	17.55±0.44 d	0.26±0.01 d
'Čačanska rana'	78.06±3.45 a	21.95±0.97 bc	0.28±0.02 cd
'Opal'	69.27±2.95 b	22.92±0.75 b	0.33±0.02 ab
'Katinka'	72.22±2.92 a	25.22±1.47 a	0.35±0.03 a
'Tegera'	68.76±3.22 b	20.70±0.55 c	0.30±0.02 bc

PPPD – površina poprečnog preseka debla; TCSA – Trunk cross sectional area

Različita mala slova u kolonama označavaju značajne razlike za $P \leq 0,05$ primenom LSD testa.

The different lower-case letters assigned to columns show significant differences for $P \leq 0.05$ after applying LSD test.

Površina poprečnog preseka debla predstavlja najpouzdaniji indikator bujnosti neke sorte. Bujnost sorte zavisi pre svega od sorte (Nenadović-Mratinić et al., 2007), a zatim od podloge (Stefanova et al., 2010), uzgojnog oblika, visine prinosa,

starosti i stanja zasada (Gryzb i Sitarek, 2006). U našem radu, najveće vrednosti površine poprečnog preseka debla, a samim tim i najveću bujnost stabla imale su sorte 'Čačanska rana' ($78.06 \pm 3.45 \text{ cm}^2$) i 'Katinka' ($72.22 \pm 2.92 \text{ cm}^2$), dok su sorte 'Opal', 'Tegera' i 'Boranka' imale nešto manju bujnost ($69.27 \pm 2.95 \text{ cm}^2$; $68.76 \pm 3.22 \text{ cm}^2$; $66.78 \pm 2.01 \text{ cm}^2$, resp.). Do sličnih rezultata kada su u pitanju ove sorte, došli su i brojni drugi autori (Miletić et al., 2013; Glišić et al., 2016; Milošević et al., 2018 i Milatović et al. 2019) što ide u prilog činjenici da sorta 'Čačanska rana' pripada grupi sorti izražene bujnosti, a sorte 'Katinka', 'Tegera', 'Opal' i 'Boranka' grupi sorti umerene bujnosti. Prinos po stablu predstavlja jedan od najznačajnijih parametara u komercijalnoj proizvodnji svih vrsta voćaka, uključujući i šljivu. U našem radu najveći prinos je utvrđen kod sorte 'Katinka' (25.22 ± 1.47), a najmanji kod sorte 'Boranka' (17.55 ± 0.44). Obzirom da je bujnost stabla kod svih ispitivanih sorti bila približno slična, veći prinos je uslovio veći, a niži prinos niži koeficijent rodnosti. Tako je sorta 'Katinka' imala najveći ($0.35 \pm 0.03 \text{ kg cm}^{-2}$), a sorta 'Boranka' ($0.26 \pm 0.01 \text{ kg cm}^{-2}$) najmanji koeficijent rodnosti. Kada su ove sorte u pitanju, do sličnih rezultata su u prethodnim istraživanjima došli Milošević et al. (2012a; 2018) u istim agroekološkim uslovima, dok Milatović et al., 2019. i Miletić et al., 2019 navode nešto niže vrednosti ovih parametara, što se može pripisati najverovatnije drugačijim merama nege zasada.

Masa ploda pored toga što je jedna od najznačajnijih osobina utiče posredno ili neposredno i na prinos, fizičke osobine ploda i prihvatljivost od strane potrošača (Chrisosto et al., 2004). U našem radu, najveća masa ploda je utvrđena kod sorti 'Boranka' i 'Čačanska rana' ($59.84 \pm 2.83 \text{ g}$, odnosno $59.19 \pm 2.07 \text{ g}$), dok je najmanja ustanovljena kod sorti 'Katinka' i 'Opal' ($28.91 \pm 0.86 \text{ g}$, odnosno $28.83 \pm 0.95 \text{ g}$) (Tabela 3.).

Tabela 3. Masa ploda i koštice i randman mezokarpa ploda ispitivanih sorti šljive
Table 3. Fruit and stone weight and flesh percentage of studied plum cultivars

	Masa ploda (g) Fruit weight (g)	Masa koštice (g) Stone weight (g)	Randman ploda (%) Flesh percentage (%)
'Boranka'	$59.84 \pm 2.83 \text{ a}$	$1.77 \pm 0.07 \text{ b}$	$97.28 \pm 0.25 \text{ a}$
'Čačanska rana'	$59.19 \pm 2.07 \text{ a}$	$2.68 \pm 0.07 \text{ a}$	$95.11 \pm 0.22 \text{ c}$
'Opal'	$28.83 \pm 0.95 \text{ c}$	$1.42 \pm 0.03 \text{ c}$	$94.80 \pm 0.23 \text{ c}$
'Katinka'	$28.91 \pm 0.86 \text{ c}$	$1.29 \pm 0.06 \text{ c}$	$95.63 \pm 0.27 \text{ b}$
'Tegera'	$33.61 \pm 1.35 \text{ b}$	$1.74 \pm 0.03 \text{ b}$	$94.78 \pm 0.24 \text{ c}$

Različita mala slova u kolonama označavaju značajne razlike za $P \leq 0,05$ primenom LSD testa.

The different lower-case letters assigned to columns show significant differences for $P \leq 0.05$ after applying LSD test.

Ove dve sorte su imale i najmanju masu koštice ($1.29 \pm 0.06 \text{ g}$, odnosno $1.42 \pm 0.03 \text{ g}$), koja je bila najveća kod sorte 'Čačanska rana' ($2.68 \pm 0.07 \text{ g}$) (Tabela 3.). Zbog izrazito krupne koštice, sorta 'Čačanska rana' je imala najmanji randman

mezokarpa ploda (95.11 ± 0.22 %). Nasuprot tome, sorta 'Boranka' koje je imala relativno sitnu košticu je imala najveću vrednost ovog parametara (97.28 ± 0.25 %) (Tabela 3.). Pored uticaja genotipa, na masu ploda značajno utiču i prinos i primenjene mera nege u zasadu (Gryzb i Sitarek, 2006) što potvrđuju i naši rezultati. Naime sorta 'Boranka' je imala veoma krupan plod, ali i najniži prinos. U prethodnim istraživanjima, Miletić et al. (2019) navode da je ova sorta imala i niži prinos i manju masu ploda nego što je to bio slučaj u našem radu, što je najverovatnije posledica drugačijih mera nege zasada. Kada su u pitanju ostale ispitivane sorte, naši rezultati su uglavnom u skladu sa rezultatima do kojih su došli i drugi autori. Milatović et al. (2019) navode slične vrednosti mase ploda i koštice kod sorte 'Čačanska rana' kalemljene na podlozi džanarika. Slične rezultate su dobili i Milošević et al. (2018) i Mičić et al. (2019) kod sorti 'Katinka' i 'Tegera', odnosno Milošević et al. (2012b) kod sorte 'Opal'. Sa druge strane Blažek i Pištekova (2009) u uslovima Češke republike navode nešto niže vrednosti ovih parametara kod sorte 'Katinka', a vrlo slične kod sorte 'Tegera', dok Dimkova et al. (2017) navode niže vrednosti za sortu 'Opal' u uslovima Bugarske.

Dimenzije ploda su značajne sa aspekta opisivanja oblika ploda koji je neophodan u pomološkim istraživanjima za različite svrhe, kao što je na primer opis sorti i njihovo uvođenje u različite registre i deskriptore (Beyer et al., 2002). Dimenzije ploda su u direktnoj pozitivnoj korelaciji sa masom ploda što se potvrdilo i u našem radu, tako da je najveću visinu (59.19 ± 2.07 mm) imala sorta 'Čačanska rana', a najveću širinu i debljinu ploda sorta 'Boranka' (46.36 ± 0.71 mm, 43.44 ± 0.83 mm, resp.).

Tabela 4. Visina, širina i debljina ploda ispitivanih sorti šljive
Table 4. Fruit height, width and thickness of studied plum cultivars

	Visina ploda (mm) <i>Fruit height (mm)</i>	Širina ploda (mm) <i>Fruit width (mm)</i>	Debljina ploda (mm) <i>Fruit thickness (mm)</i>	Sferičnost ploda
'Boranka'	49.33 ± 0.84 b	46.36 ± 0.71 a	43.44 ± 0.83 a	0.94 ± 0.01 a
'Čačanska rana'	55.88 ± 1.04 a	43.40 ± 0.98 b	40.57 ± 0.80 b	0.82 ± 0.01 b
'Opal'	37.33 ± 0.64 d	34.69 ± 0.62 d	34.10 ± 0.65 c	0.95 ± 0.00 a
'Katinka'	43.52 ± 0.93 c	34.97 ± 0.44 d	31.28 ± 1.19 d	0.83 ± 0.02 b
'Tegera'	47.22 ± 0.83 b	36.77 ± 0.83 c	34.64 ± 0.65 c	0.83 ± 0.01 b

Različita mala slova u kolonama označavaju značajne razlike za $P \leq 0,05$ primenom LSD testa.

The different lower-case letters assigned to columns show significant differences for $P \leq 0.05$ after applying LSD test.

Sa druge strane, sorte sa najmanjom masom ploda, 'Opal' i 'Katinka' imale su najmanje vrednosti ovih parametara. Kod sorte 'Opal' utvrđene su najmanja visina i širina ploda (37.33 ± 0.64 mm 34.69 ± 0.62 mm, resp.), a kod sorte 'Katinka' najmanja debljina ploda (31.28 ± 1.19 mm) (Tabela 4.). Rezultati koji se odnose na dimenzije ploda su u najvećem delu slični rezultatima koje su dobili Blažek i

Pištekova (2009); Milošević et al. (2018) i Miletić et al. (2013). Sferičnost ploda predstavlja parameter koji opisuje oblik ploda i što je vrednost ovog parametra bliža broju jedan, plod ima okrugliji (sferičniji) oblik (Ertekin et al., 2006). Generalno, tržište svežih plodova šljive u Republici Srbiji, ali i većem delu Evrope preferira izdužene plodove u odnosu na okrugle (Milošević i Milošević, 2018). U ovom radu najveće vrednosti sferičnosti ploda su utvrđene kod sorti 'Opal' i 'Boranka' (0.95 ± 0.00 odnosno 0.94 ± 0.01), što ukazuje da ove dve sorte imaju više loptast oblik ploda, dok je najmanja vrednost utvrđena kod sorte 'Čačanska rana' koja je imala najizduženiji plod. Do sličnih rezultata kada su u pitanju ove sorte su došli i Milošević et al. (2012a) i Ilić et al. (2019) u sličnim agroekološkim uslovima.

Zaključak

Kod svih ispitivanih sorti šljive u 2019. i 2020. godini, fenofaza cvetanja je počela i završila se tokom prve i druge dekade aprila. Svih pet ispitivanih sorti su imale vrlo dobru i odličnu obilnost cvetanja. Vreme sazrevanja ploda svih sorti je bilo tokom jula pa se one mogu svrstati u grupu sorti ranog vremena sazrevanja. Obzirom da u ovom periodu tržište svežih plodova nije dovoljno snabdeveno, plodovi zadovoljavajućeg kvaliteta mogu dostići veću cenu nego plodovi najznačajnijih sorti koje za berbu stižu tokom avgusta. Sorta 'Čačanska rana' se odlikovala nešto većom bujnošću, dok su ostale sorte imale umerenu bujnost stabla. Kod svih ispitivanih sorti je utvrđen zadovoljavajući prinos po stablu, pri čemu se posebno izdvajala sorta 'Katinka'. Najveću masu i dimenzije ploda su imale sorte 'Boranka' i 'Čačanska rana'. Sorte 'Opal' i 'Boranka' odlikuje okruglast, a sorte 'Čačanska rana', 'Tegera' i 'Katinka' izdužen plod. Obzirom da sorte ranog vremena sazrevanja ploda, uključujući ispitivane u ovom radu uglavnom nisu pogodne za preradu i sušenje već za upotrebu u svežem stanju, prilikom zasnivanja zasada treba voditi računa o tržištu i o eventualnoj blizini većih potrošačkih centara.

Napomena

Istraživanja u ovom radu su finansirana sredstvima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, ugovor broj 451-03-68/2020-14/200215

Literatura

- Beyer M., Hahn R., Peschel S., Harz M., Knoche A. (2002). Analyzing fruit shape in sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Scientia Horticulturae*, 96, 139–150.
- Blažek J., Pištěková I. (2009). Preliminary evaluation results of new plum cultivars in a dense planting. *Horticultural Science*, 36, 45–54.
- Crisosto C.H., Garner D., Crisosto G.M., Bowerman E. (2004). Increasing 'Blackamber' plum (*Prunus salicina* Lindley) consumer acceptance. *Postharvest Biology and Technology* 34, 237–244.

- Dimkova S., Ivanova D., Todorova S., Marinova N. (2017). Biometrical indicators of fresh fruits of Bulgarian and introduced plum cultivars of *Prunus domestica* L. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 23, 6, 947–950.
- Ertekin C., Gozlekci Z., Kabas O., Sonmez S., Akinci I. (2006). Some physical, pomological and nutritional properties of two plum (*Prunus domestica* L.) cultivars. Journal of Food Engineering, 75, 508–514.
- Funt R.C. (1998). Plums: A guide to selection and use. Ohio State University, Extension Fact Sheet, pp. 1–2.
- Glišić I.P., Milošević T., Glišić I.S., Ilić R., Paunović G., Milošević N. (2016): Tree vigour and yield of plum grown under high density planting system, Acta Horticulturae, 1139, 131–136.
- Grzyb S.Z., Sitarek M. (2006). The influence of different rootstocks on the tree growth, yield and fruit quality of plum tree 'Dabrowice Prune' planted in exhausted soil. Sodinkistè ir Daržininkistè, 25, 292–295.
- Hartmann W. (1994). Plum breeding at Hohenheim. Acta Horticulturae, 55–62.
- Ilić R., Glišić I., Milošević T., Paunović G. (2019). Influence of the rootstock on the physical-mechanical properties of the plum fruit (*Prunus domestica* L.). Acta Agriculturae Serbica, 14, 48, 181–190.
- Milatović D., Radović M., Zec G., Boškov Đ. (2019): Uticaj podloga na rast, rodnost i kvalitet ploda sorte šljive Čačanska rana. Journal of Agricultural Sciences, 64, 2, 165–174.
- Miletić R., Pesaković M., Paunović S.M., Luković J. and Karaklajić-Stajić Z. (2013). Major properties and yield of 'Boranka' and 'Timočanka' plum cvs. as influenced by planting density. Acta Horticulturae, 981, 295–299.
- Miletić R., Milošević N., Karaklajić-Stajić Ž., Paunović S.M., Tomić J., Pešaković M., Milinković M. (2019). Influence of dense planting on productivity and fruit quality of dessert plum cultivars. Acta Horticulturae 1260, 241–248.
- Milošević N., Mratinić E., Glišić S.I., Milošević T. (2012a). Precocity, yield and postharvest physical and chemical properties of plums resistant to sharka grown in Serbian conditions. Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus, 11, 23–33.
- Milošević N., Milinković V., Mitrović M., Lukić M., Glišić I., Milošević T. (2012b). Productive Traits of Some Newly Introduced Plum Cultivars Grown under Environmental Conditions of Čacak (Western Serbia). Acta Horticulturae, 968: 87–90.
- Milošević N., Glišić I., Đorđević M., Lukić M. (2018). Pomološke i proizvodne osobine nekih novijih sorti šljive. Zbornik radova XXIII savetovanja o biotehnologiji, Čacak, 1, 154–161.
- Milošević N., Glišić I., Lukić M., Popović B. Đorđević M. (2019): Plum breeding in the Fruit Research Institute, Čacak, Serbia – results of the last 15 years. Acta Horticulturae, 1260, 29–34.
- Milošević T., Milošević N. (2018). Plum (*Prunus* spp.) Breeding. In: J.M. Al-Khayri, M.S. Jain, D.V. Johnson (Eds.), Advances in Plant Breeding Strategies: Fruits. Volume 3, Springer International Publishing AG, part of Springer Nature 2018. pp. 165–215.

- Mićić N., Cvetković M., Đurić G., Vučković D. (2019). Pomological characteristics of plum cultivars introduced under the agro-ecological conditions of Banja Luka region. *Acta Horticulturae*, 1260, 145–151.
- Nenadović-Mratinić E., Nikićević N., Milatović D., Đurović D. (2007). Pogodnost autohtonih sorti šljive (*Prunus instititia* L.) za proizvodnju rakije. *Voćarstvo* 41 (160), 159–164.
- Neumüller M. (2011): Fundamental and applied aspects of plum (*Prunus domestica* L.) breeding. In: 'Methods in temperate fruit breeding', Flachowsky H., Hanke V.M. (Eds), Fruit, vegetable and cereal science and biotechnology, Global Science Books, Kagawa, Japan, 5, 1, 139–154.
- Stefanova B., Dragoyski K., Dinkova H., Djouvinov V. (2010). The plum cultivar 'Jojo' grown under the conditions of the central Balkan mountains in Bulgaria. *Acta Horticulturae*, 874, 281–288.
- Wertheim S.J. (1996). Methods for cross pollination and flowering assessment and their interpretation. *Acta Horticulturae*, 423, 237–241.

EVALUATION OF EARLY RIPENING PLUM VARIETIES AT THE ČAČAK REGION

Nebojša Milošević, Ivana Glišić, Milena Đorđević, Sanja Radičević, Slađana Marić

Abstract

Although there are more than 6000 plum varieties originated from different wild species from Europe, Asia and North America, there is a constant need to develop new varieties with better characteristics, tolerant/resistant to adverse environmental factors and the most important diseases, in the first place Sharka virus. In addition, one of the most important aims of plum breeding in the world is to create varieties of early and late ripening time in order to prolong the season of fresh fruits on the market as much as possible. The aim of this study was to examine the most significant pomological and productive characteristics of two domestic ('Boranka' and 'Čačanska rana') and three introduced ('Opal', 'Katinka' and 'Tegera') early ripening plum varieties. The most important phenological (phenophase of flowering and fruit ripening) and morphometric characteristics (fruit and stone mass, flesh percentage ratio, fruit dimensions and sphericity), as well as tree vigour (trunk cross-sectional area) and yield (yield per tree and yield efficiency) were examined.

Key words: plum, early ripening time, phenological and pomological properties, yield.

¹Institut za voćarstvo, Čačak, Kralja Petra I br. 9, Čačak, Srbija (mnebojsa@ftn.kg.ac.rs)

KOMPARATIVNE KARAKTERISTIKE INTERSPECIES HIBRIDA VINOVE LOZE I SORTE RIZLING RAJSKI U USLOVIMA BANJALUČKE REGIJE

Danijela Starčević¹, Tatjana Jovanović-Cvetković¹

Izvod: Najnovije generacije interspecies hibrida vinove loze sve više pobuđuju pažnju proizvođača, posebno zbog povećane sigurnosti proizvodnje i smanjene upotrebe pesticida. Ekonomski efekt je evidentan, a dobijeni proizvod prati savremene svjetske trendove proizvodnje bezbjednosne hrane. Cilj rada je ispitivanje tehnoloških karakteristika tri sorte Morava, Johanniter i Rizling rajnski u uslovima banjalučke regije. Sorte Morava i Johanniter pripadaju grupi interspecies hibrida. Navedene sorte su upoređivane sa sortom Rizling rajnski koja pripada sortama plemenite loze i predstavlja standard za komparaciju datih sorti. Težište istraživanja je stavljeno na ispitivanje rodnosti sorti, karakteristika grozda i bobica, kao i kvaliteta grožđa. Najmanju prosečnu masu grozda imala je sorta Johanniter (73,85 g), a najveću sorta Morava (128,61 g). U grožđanom soku je konstatovan relativno visok sadržaj šećera (22,1 %) kod sorti Johaniter i Rizling rajnski, i visok sadržaj šećera kod sorte Morava (25,93 %).

Ključne reči: sorta, rodnost, grozd, groždani sok

Uvod

Broj sorti prisutan u germplazmi kolekcija širom svijeta procenjuje se na oko 6000 do 10000 (McGovern, 2003). Razvoj oplemenjivanja vinove loze počeo je ozbiljno u 19. veku kada su oplemenjivači pokušali da razviju sorte poboljšane otpornosti na bolesti i štetočine pomoću hibridizacije sorti *Vitis vinifera* L. sa otpornim divljim vrstama iz Sjeverne Amerike, kao što su *V. aestivalis* Michx, *V. cinerea* (Engelm. ex A. Gray) Engelm. ex Millard, *V. labrusca* L., *V. Riparia* Michx i *V. rupestris* Scheele (Boois i sar., 2012). Zbog potvrđene otpornosti na najučestalije bolesti vinove loze, značajno je smanjena upotreba hemijskih sredstava za zaštitu, a time se pridonosi manjem zagađenju proizvoda (grožđa) ali i okoline uzgoja (Van Leeuwen i sar., 2004). Najzapaženije rezultate u međuvrskoj hibridizaciji ostvarili su njemački oplemenjivači. Njihovim radom nastao je veliki broj novih sorti otpornih na gljivične bolesti i niske temperature (Korać i sar., 2016). Interspecies hibridi su posebno interesantni za uzgoj u organskoj poljoprivredi jer se primjena fungicida može smanjiti za 73–82% (Jackson, 2014). Polazeći od osobina interspecies hibrida, a imajući u vidu nepostojanje tradicije gajenja vinove loze na području severne Bosne, kao i klimatske prilike koje u njoj vladaju, Gluhić i Karlić (2008) ističu činjenicu da postoji potreba uvođenja upravo sorti ovog tipa u oglede na ovom području. Danas se međuvrski hibridi svrstavaju u posebnu kategoriju kultivisane

¹Univerzitet u Banjoj Luci, Poljoprivredni fakultet danijela.starcevic@student.agro.unibl.org

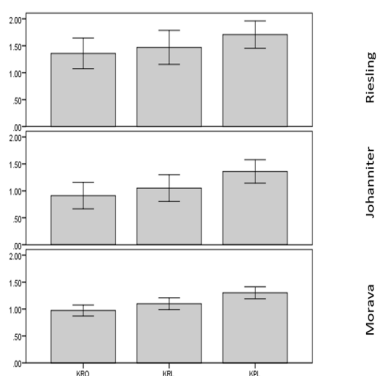
loze (Karoglan-Kontić i sar., 2016). Cilj rada je ispitivanje tehnoloških karakteristika interspecies hibrida Johaniter i Morava u uslovima banjalučke regije.

Materijal i metode rada

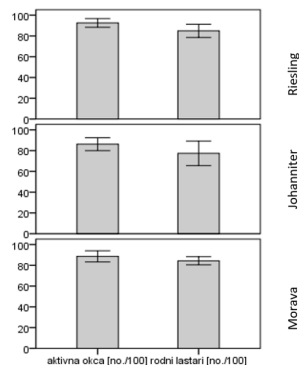
Eksperimentalni dio oglada obavljen je u vinogradu vinarije „Fazan“, opština Prnjavor (Bosna i Hercegovina). Zasad je podignut 2008. godine na rastojanju $3,0 \times 1,0$ m. Uzgojni oblik je Gio jednogubi, sa visinom stabla od 100 cm i mješovitom rezidbom. Ekspozicija terena je jug, jugo-zapad, a pravac redova je sjever-jug. U ogledu su ispitivane 3 sorte: Rizling rajnski, Johanniter i Morava. Rajnski rizling je vrlo stara sorta porijeklom iz Njemačke, iz doline rijeke Rajne. Jedna je od najpoznatijih sorti u svijetu. Sorte Morava i Johanniter su interspecies hibridi kojima je jedan od roditelja sorta Rizling rajnski. Težište istraživanja je stavljeno na ispitivanje rodnosti sorti, karakteristika grozda i bobica, kao i kvaliteta grožđa. Elementi mehaničkog sastava grozda i bobice su urađeni po metodici Prostoserdova (1946), a karakteristika groždanog soka (%Brix-a, titrirljivog aciditeta i pH vrednosti) po zvaničnim OIV metodama. Mehanička analiza grozda i bobice, kao i fizičko-hemijske metode ispitivanja groždanog soka izvršene su u Laboratoriji za ampelografiju i vinarstvo, Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci. Statistička obrada podataka obavljena je primjenom standardnih statističkih metoda. Za sve podatke izračunata je srednja vrijednost sa pripadajućim standardnim greškama.

Rezultati istraživanja i diskusija

Analiza osnovnih elemenata rodnosti sorti prikazana je kroz koeficijente rodnosti okaca, rodnosti lastara i plodnosti lastara. Podaci o rodnosti ispitivanih sorti su prikazani na grafikonu 1, gde možemo zaključiti, da sorta Rizling rajnski ima najveće vrijednosti za sva tri koeficijenta u odnosu na sorte Johanniter i Morava. Najveću vrijednost koeficijenta rodnosti okca je imala sorta Rizling rajnski (1,36), a zatim sorta Morava (0,97) i sorta Johanniter (0,91). Sorta Rizling rajnski je imala najveći relativni koeficijent (1,47), a sorte Morava i Johaniter imale su ujednačen relativni koeficijent rodnosti (1,1 odnosno 1,05). Najveći procenat aktiviranih okaca (grafikon 2) je imala sorta Rizling rajnski (92,53%), a najmanji sorta Johanniter (86,22). Sorta Johanniter je imala i najmanji procenat rodni lastara (77,4%), dok je procenat rodni lastra kod sorti Morava i Rizling rajnski bio ujednačen i iznosio oko 84%. Dobijene vrijednosti koeficijenata rodnosti okaca ukazuju da je sorta Rizling rajnski sorta sa veoma visokim potencijalom rodnosti, a sorte Morava i Johaniter pripadaju sortama sa visokim potencijalom rodnosti (Žunić i Garić, 2017). Koeficijenti rodnosti su relativni pokazatelji rodnosti, brojčane vrijednosti koje nam govore o manjoj ili višoj vrijednosti sorti, osobito kod njihovog međusobnog upoređivanja. Vrijednosti koeficijenata rodnosti ukazuju na visok rodni potencijal ispitivanih sorti u banjalučkoj regiji.

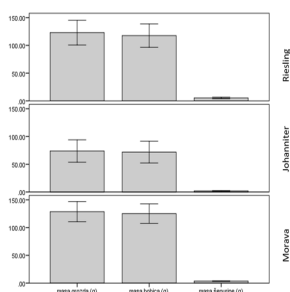


Graf.1. Koeficijenti rodnosti okaca i lastara i koeficijent plodnosti lastara
Graph.1. Fruitfulness coefficients of buds and shoots and fertility coefficient of shoots

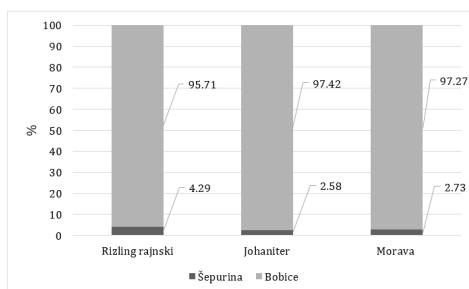


Graf. 2. Procenat kretanja okaca i rodnosti lastara
Graph. 2. Percentage of buds activation and fruitfulness of shoots

Najmanju masu grozda (grafikon 3) je imala sorta Johanniter (73,85 g), dok je masa grozda kod sorti Morava (128,65 g) i Rizling rajnski (122,93 g) bila ujednačena. Sorta Johanniter, iako je imala najmanju masu grozda, ima najveći procenat bobica u ukupnoj masi (97,42% - grafikon 4). Procentualno učešće bobica kod sorte Morava je 97,27%, a kod sorte Rizlinga rajski 95,71%.



Graf. 3. Prosječna masa grozda, bobica i šepurine
Graph. 3. Average weight of grapes, berries and rachis



Graf. 4 Mehanički sastav grozda ispitivanih sorti
Graph. 4 Mechanical composition of clusters of tested varieties

Podaci o broju bobica u grozdu, kao i o prosječnoj masi bobica, i broju sjemenki u bobicama prikazani su tabelarno (tabela 1). Sorta Morava i sorta Rizling rajnski su imale ujednačen broj bobica u grozdu. Sorta Johanniter imala je najveću masu 100 bobica, dok je najmanju masu 100 bobica ima sorta Rizling rajnski (176,6 g). Najveći broj sjemenki u 100 bobica je imala sorta Johanniter (306), a manji broj sjemenki su imale sorte Morava (224) i Rizling rajnski (200). Prema deskriptoru OIV N° 501 (OIV,

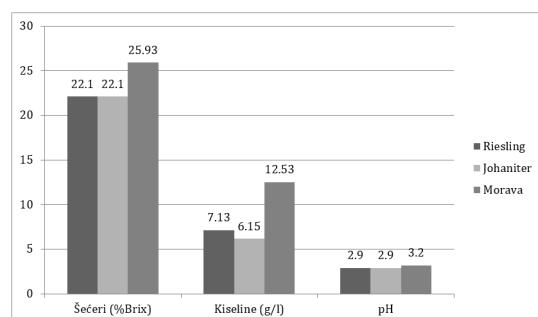
2001) sve sorte imaju vrlo veliki procenat bobica u strukturi grozda (ocjena 9). Prema deskriptoru OIV N° 502 (OIV, 2001), grozd sorte Johaniter je veoma mali (ocjena 1), dok su grozdovi sorti Morava i Rizling rajnski veoma mali do mali (ocjena 1 do 3). Prema podacima Cindrića (2004) masa grozda kod sorte Morava je 153 g, a kod sorte Rizling rajnski 154 g, što je za oko 30 g više u odnosu na dobijene rezultate. Najvažniji organski sastav kojim se određuje kvalitet grožđa su šećeri i kiseline. Na grafikonu 5, su prikazani rezultati o sadržaju šećera i kiselina u grožđanom soku, kao i pH vrijednost grožđanog soka ispitivanih sorti.

Tabela 1. Prosječan broj bobica u grozdu, prosječna masa 100 bobica i broj sjemenki u 100 bobica

Table 1. Average number of berries in a bunch, average weight of 100 berries and number of seeds in 100 berries

	Rizling rajnski	Johanniter	Morava
Broj bobica u grozdu	62,3±20,08	37,7±17,19	64,2±12,19
Prosječna masa 100 bobica (g)	176,6±15,87	226,1±22,08	195±20,46
Broj sjemenki u 100 bobica	200±29,06	306±36,58	224±79,75

Johaniter i Rizling rajnski imale su isti sadržaj šećera (22,1 %Brix), dok je sadržaj šećera kod sorte Morava bio nešto viši i iznosi 26,0 %Brix. Metodom neutralizacije najveći sadržaj titrirljivih kiselina izmjeren je kod sorte Morava (12,53 g/l).



Graf. 5. Sadržaj šećera (%Brix), kiselina u grožđanom soku (g/l) i pH vrijednost
Graph. 5. Sugar content (% Brix), acid in grape juice (g / l) and pH value

Kod sorte Rizling rajnski je izmjereno 7,13 g/l kiselina, a kod sorte Johaniter 6,15 g/l. Najveća realna kiselost, odnosno pH vrijednost je izmjerena kod sorte Morava (3,2), dok su sorte Rizling rajnski i Johaniter imale iste pH vrijednosti (2,9). Prema deskriptoru OIV N° 505 (OIV, 2001) (sadržaj šećera u grožđanom soku), sve tri sorte imaju veoma visoku ocjenu 9. Prema podacima Vršić i sar., (2018) sorta Johanniter je imala sadržaj šećera (19,34%) u agroekološkim uslovima Maribora, a prema podacima Cindrić (2004) sadržaj šećera kod sorte Morava j iznosi 19,3%, a kod sorte Rizling rajnski 20% u uslovima Sremskih Karlovaca. Ovi podaci imaju nešto manje vrijednosti od rezultata dobijenih ovim istraživanjem. Prema

podacima Korać i sar. (2016) sadržaj kiselina kod sorte Morava je 10,3 g/l, a kod sorte Rizling rajnski je 9,7 g/l. Prema Vršić i sar., (2018) sadržaj kiselina kod sorte Johanniter je 8,2 g/l. U svim navedenim podacima najveću kiselost je imala sorta Morava, što se u literaturi navodi kao karakteristika sorte.

Zaključak

Sorte Morava, Johaniter i Rizling rajnski u uslovima gajenja na području banjalučke regije, pokazale su sortne karakteristike, koje se mogu smatrati u najvećem obimu standardnim za ispitivane sorte. Pitanje njihovog uspješnog gajenja, kao i postizanje optimalnih prinosa uz zadovoljavajući kvalitet, podrazumijeva primjenu odgovarajućih agrotehničkih i ampelotehničkih mjera. Razvoj vinogradarstva u sjevernoj Bosni mora biti baziran i na uvođenju u proizvodnju sorti, koje svojim genotipskim specifičnostima mogu biti adaptibilne na specifičnosti kontinentalnog klimata u ovom vinogorju. Uzimajući u obzir da sorte Morava i Johanniter u svom genotipu imaju gene Rizlinga rajnskog, veća sličnost se primjećuje kod sorte Morave i Rizlinga rajnskog u pogledu rodnosti i karakteristika grožđa. Johaniter je imao primjetno manji broj rodni lastara, grozdova, bobica u grozdu, kao i znatno manju veličine grozda.

Napomena zahvalnosti: Rad predstavlja segment istraživanja u okviru projekta pod nazivom "Enološki potencijal klonova rajnskog rizlinga gajenog u području ukrinskog vinogorja", broj ugovora: 19/6-020/961-88/18, finansiranog od strane Ministarstva za naučnotehnološki razvoj, visoko obrazovanje i informaciono društvo Republike Srpske.

Literatura

- Boois, B., Blanis, A., Moriondo, M., Jones, G.V. (2012). High resolution climate spatial analysis of European winegrowing regions. *Proceedings of the IX International Terroirs Congress*, 17–20.
- Cindrić, P. (2004). Nove sorte vinove loze Panonia i Morava, Voćarstvo i vinogradarstvo, *Nučno-stručni časopis Društva voćara Vojvodine*, Novi Sad, br. 5, 19-24.
- Gluhić, D., Karlić, Đ. (2008). Interspecifični križanci vinove loze-osnove selekcijskog rada, *Glasnik zaštite bilja*, Zagreb, 6, 106–116
- Jackson, R.S., (2014). *Wine science: Principles and applicat.*
- Karoglan-Kontić, J., Preiner, D., Marković, Z., Stupić, D., Andabaka, Ž., Maletić, E (2016). Gospodarske i enološke karakteristike otpornih sorata loza (*Vitis* sp.) u uvjetima zagrebačkog vinogorja, *Radovi Zavoda za znanstveni i umjetnički rad u Požegi*, 5, 25–38.
- Korać, N., Cindrić, P., Medić, M., Ivanišević, D. (2016). *Voćarstvo i vinogradarstvo (Deo vinogradarstvo)*, Novi Sad.
- McGovern, P.E. (2003). *Ancient Wine: The Search for the Origins of Viniculture*, Princeton United Press, 400.

- OIV (2001). 2nd edition of the OIV descriptor list for grape varieties and vitis species.
- Prostoserdiv, N. (1946): Tehnologiĉeskae karakteristike vinograda i produktiv ego pererabotki, Ampelografa SSSR, Moskva.
- Van Leeuwen, C., Friant, P., Jaeck, M.E., Kuhn, S. (2004). Hierarchy of the role of climate, soil and cultivar in terroir effect can largely be explained by vine water status. Proceedings of the V Intrnational Congress on Viticultural Terroir Zoning, Cape Town, South Africa, CD.
- Vrĉiĉ, S., Pulko, B., Valdhuber, J. (2018). Introdukcija tolerantnih sorti u skladu sa klimatskim promenama, Zbornik radova, 130 godina organizovanoga vinogradarstva i vinarstva u Bosni i Hercegovini, Mostar, 540-552.
- Źuniĉ, D., Gariĉ, D. (2017). Posebno vinogradarstvo, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF INTERSPECIES HYBRIDS OF GRAPEVINE AND RIESLING RHINE VARIETIES IN THE CONDITIONS OF BANJA LUKA REGION

Danijela Starĉević¹, Tatjana Jovanović-Cvetković¹

Abstract

The latest generations of interspecies grapevine hybrids are increasingly attracting the attention of producers, especially due to increased production safety and reduced use of pesticides. The economic effect is evident, and the obtained product follows modern world trends in the production of safe food. The aim of this paper is to examine the technological characteristics of three varieties of Morava, Johanniter and Riesling Rhine in the conditions of the Banja Luka region. Varieties Morava and Johanniter belong to the group of interspecies hybrids. The mentioned varieties were compared with the Riesling Rhine variety, which belongs to the varieties of the noble vine and represents the standard for the comparison of the given varieties. The focus of the research was on examining the yield of varieties, the characteristics of grapes and berries, as well as the quality of grapes. Elements of the mechanical composition of grapes and berries were made according to the method of Prostoserdiv (1946), and the characteristics of grape juice (% Brix, titratable acidity and pH value) according to official OIV methods. The variety Johanniter had the lowest weight of grapes (73.85 g), and the variety Morava had the highest weight (128.61 g). The varieties Johanniter and Riesling Rhine had a relatively high sugar content in grape juice (22.1%), while the variety Morava had a high sugar content (25.93%).

Keywords: variety, fertility, bunch, grape juice

¹University of Banja Luka, Faculty of Agriculture, danijela.starcevic@student.agro.unibl.org

UTICAJ USITNJENOSTI KOMPLETNOG OBROKA ZA KRAVE U LAKTACIJI NA VREME KONZUMIRANJA I PREŽIVANJA HRANEI HEMIJSKI SASTAV MLEKA

Blagoje Stojković¹, Bojan Stojanović¹, Nenad Đorđević¹, Goran Grubić¹, Vesna Davidović¹, Aleksa Božičković¹, Radovan Raković²

Izvod: U radu su prikazani rezultati istraživanja uticaja usitnjenosti kompletno mešanog obroka (TotalMixedRation, TMR) na vreme konzumiranja, vreme preživanja, količinu proizvedenog mleka i njegov hemijski sastav za krave u poslednjoj fazi laktacije (preko 150 dana). Za određivanje fizičke forme i stepena usitnjenosti TMR-a korišćen je sistem sita Penn State Particle Separator (PSPS). Za praćenje vremena konzumacije i preživanja korišćene su ogrlice za krave sa senzorima koji detektuju zvuk (GEA CowScout Neck). Utvrđeno je da različit stepen usitnjenosti TMR-a ima značajan uticaj na vreme preživanja ($p < 0,01$), sadržaj mlečne masti ($p < 0,01$) i proteina u mleku ($p < 0,05$). Korišćenje TMR-a sa većom prosečnom veličinom čestica (6,87 mm), imalo je pozitivan efekat u pogledu vremena preživanja (400,1 min/dan), u odnosu na TMR sa manjom veličinom čestica (5,55 mm), gde je prosečno vreme preživanja krava iznosilo (371,1 min/dan). Takođe pozitivan efekat TMR-a sa većom veličinom čestica ogleda se u većem sadržaju mlečne masti (4,38%) i proteina (3,84%) u odnosu na TMR sa manjom veličinom čestica (4,15%) i (3,76%). Obezbeđenjem odgovarajuće fizičke forme kompletnog obroka, značajno se povećava vreme preživanja kod krava u laktaciji i postiže se kvalitetniji hemijski sastav mleka.

Ključne reči: ishrana, goveda, TMR, fizička forma, aktivnost žvakanja

Uvod

Efikan sistem za praćenje aktivnosti žvakanja kod krava predstavljaju ogrlice sa jedinstvenim senzorom pokreta. Osnovni principse sastoji u registrovanju zvučnih signala sa mikrofona koji je u kontaktu sa vratom krave radi merenja vremena žvakanja (Bar and Solomon, 2010).

Hranidbeno ponašanje mlečnih krava ranije je opisano (Campling i Morgan, 1981; Beauchemin, 1991a; Albright, 1993), ali savremena automatizacija opreme za ishranu i evidentiranje hranidbenog ponašanja, u modernom mlečnom govedarstvu omogućavaju sistematski uvid i praćenje ukupne aktivnosti žvakanja kod krava, kao i registrovanje drugih vidova aktivnosti. Mlečne krave u laktaciji provedu oko 4,5 h/du konzumiranju hrane (opseg: 2,4–8,5 h/d) i 7 h/d za preživanje

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, Beograd, Srbija
(blasko.stojkovic@gmail.com)

²Ekofil doo, Prva Sutjeska 19/c, Beograd, Srbija

konzumirane hrane (opseg: 2,5–10,5 h/d), sa maksimalnim ukupnim vremenom žvakanja od 16 h/d (Beauchemin, 2018). Najveća aktivnost žvakanja pri konzumiranju obično se javlja nakon distribucije obroka (King i sar., 2016) ili prilikom naknadne redistribucije rasutog dela obroka u toku dana. Prema tome, češća distribucija TMR-a teži da promoviše aktivnost konzumiranja i ravnomerniju raspodelu vremena hranjenja tokom dana, iako unos suve materije nije nužno povećan (Miller-Cushon i DeVries, 2017).

Čvrsta hrana u ishrani preživala podstiče žvakanje i proizvodnju pljuvačke, što pomaže sprečavanju pada ruminalne pH vrednosti koja se često javlja kod krava koje se hrane visokokoncentrovanim obrocima (Caccamo i sar., 2014). Prema Mertens-u (1997) koncept fizički efektivnih vlakana – peNDF povezan je sa fizičkim karakteristikama vlakana (pre svega veličinom čestica), koje utiču na ukupnu aktivnost žvakanja, kao i na dvofaznu prirodu ruminalnog sadržaja (faza krupnijih čestica koja pluta, i tečni sadržaj, koji obuhvata sitnije čestice hrane).

Očuvanje sadržaja mlečne masti je bio cilj većeg broja istraživanja uticaja koncentracije peNDF u obrocima za krave, zbog njegovog ekonomskog značaja. Sadržaj mlečne masti je solidan pokazatelj i zdravstvenog stanja krava i njihovih proizvodnih performansi (Stojanović i sar., 2011).

Praktičan i ekonomski efikasan metod i oprema (sistem sita, Penn State Particle Separator - PSPS), razvijeni su sa ciljem determinisanja stepena usitnjenosti TMR-a za krave u laktaciji, kao i pojedinih kabastih hraniva-komponenta TMR-a (silaze cele biljke kukuruza i senaže lucerke), kao i optimizacije obroka sa aspekta njegove fizičke forme (Lammers i sar., 1996; Kononoff i sar., 2003).

Sprovedeni ogled je imao za cilj da se utvrdi kako različit stepen usitnjenosti TMR-a utiče na vreme konzumiranja, vreme preživanja, prinos mleka i njegov hemijski sastav.

Materijal i metode rada

Ogled je izveden na farmi muznih krava simentalke rase DMN Malo Crniće, Požarevac. Istraživanjem je obuhvaćeno utvrđivanje efekata različitog stepena usitnjenosti kompletnog obroka (TMR) na vreme konzumiranja, vreme preživanja, količinu proizvedenog mleka i njegov hemijski sastav. Korišćeni TMR obroci su bili isti prema hemijskom sastavu, a razlikovali su se samo u pogledu fizičke forme. Sastav i hranljiva vrednost kompletno mešanog obroka data je u tabeli 1.

Tabela 1. Sastav i hranljiva vrednost kompletno mešanog obroka
Table 1. The composition and nutritional value of TMR

Pokazatelj <i>Item</i>	Kompletno mešani obrok, kg <i>Total mixed ration, kg</i>
Seno lucerke <i>Alfalfa Hay</i>	3
Silaža kukuruza <i>Corn Silage</i>	25

Slama <i>Straw</i>	0,5
Koncentrat 21,6% SP <i>Concentrate 21,6% CP</i>	8,9
U SM obroka <i>In DM of ration</i>	
Suva materija, SM, kg <i>Dry Matter, DM, kg</i>	19,16
Sirovi protein, % <i>Crude Protein, %</i>	15,31
NDF, % <i>Neutral Detergent Fibers, %</i>	34,42
ADF, % <i>Acid Detergent Fibers, %</i>	21,20
Skrob, % <i>Starch, %</i>	19,85
Ca, %	0,83
P, %	0,30
NEL, MJ kg ⁻¹	6,71

* TMR (1) - kompletan obrok sa manjim stepenom usitnjenosti

* TMR (2) - kompletan obrok sa većim stepenom usitnjenosti

Obe grupe krava su pored TMR-a dobijale još po 3 kg koncentrata sa 12% SPTokom muže (3 puta po 1kg koncentrata).

Fizička forma TMR-a determinisana je za grupe krava u kasnoj laktaciji (preko 150dana laktacije). Krave su držane u objektu sa slobodnim sistemom. Istraživanje je izvedeno tokom 2020. godine i sastojalo se iz dva eksperimentalna perioda od po 15 dana. Tokom prvog oglednog perioda u ishrani muznih krava korišćen je kompletan obroksamanim stepenom usitnjenosti (TMR 1), broj krava u grupi iznosio je 30, sa prosečnim uzrastom od 43 meseca i fazom laktacije od 200 dana. U drugom oglednom periodu, u ishrani krava korišćen jekompletan obrok sa većim stepenom usitnjenosti (TMR2), pri čemu je broj krava u grupi iznosio 30, sa prosečnim uzrastom 43,5 meseca i fazom laktacije od 215 dana. Za obe grupe krava formulisana je obrok za proizvodnju od 29 kg mleka sa 3,6% mlečne masti i 3,2% sirovog proteina.

Za pripremu i distribuciju obroka korišćene su mikser prikolice BVL, zapremine 8 m³. Hrana je kravama distribuirana jednom dnevno u 8 h.

Tokom trajanja oglednog perioda, u intervaluod 5 dana, u cilju determinisanja fizičke forme obroka, uzorci TMR-a su uzimani iz jasala (sa početka, sredine i kraja) neposredno nakon hranjenja.

Za determinisanje fizičke forme i stepena usitnjenosti kompletnih obroka, korišćen je uređaj-sistem sita Penn State Particle Separator-PPSPS (Heinrichs, 2013). Sistem od 3 sita sa otvorima dijametra 19,0 mm, 8,0mm i 4,0 mm, koji omogućava razdvajanje pojedinih frakcija TMR-a i kabastih hraniva.Merena je

masa pojedinih frakcija, i utvrđen njihov relativni udeo, odnosno raspodela uTMR-u.

Sve krave koje su učestvovalе u ogledu bile su opremljene ogrlicama sa senzorom GEA CowScout Neckkojima je praćeno vreme konzumiranja i preživanja, a koje jeregistrovano korišćenjem softvera GEA DairyRobot R9500. Prinos mleka je registrovan svakodnevno, dok su sadržaj mlečne masti i proteina utvrđivani u intervalu od 5 dana.

Za analizu statističke značajnosti razlika stepena usitnjenostiispitivanih kompletno mešanih obroka (TMR(1) i TMR(2)) za ishranu muznih krava, vremena konzumiranja, preživanja, količine proizvedenog mleka i njegovog hemijskog sastava korišćen je t-test, na nivou značajnosti $p < 0,01$ i $p < 0,05$, a kao parametar deskriptivne statistike i standardna devijacija.

Rezultati istraživanja i diskusija

Rezultati analize fizičke forme TMR-a, korišćenjem PSPS-stema sita, dati su u tabeli 2.

Tabela 2. Relativno učešće PSPS-frakcija i prosečna veličina čestica kompletnih obroka

Table 2. The relative ratio of PSPS-fractions ofTMRs and average particle size

Frakcija <i>Fraction</i>	Odnos frakcija, % <i>Fraction Ratio, %</i>		
	TMR (1)*	TMR (2)*	Značajnost <i>Significance</i>
I (> 19 mm)	9±1,00	3±0,58	**
II (8-19 mm)	45±0,58	38±2,52	**
III (4-8 mm)	17±1,73	25±2,33	**
IV (< 4 mm)	29±0,58	34±01,53	**
Pros.veličina čestica (mm) <i>Average particle size (mm)</i>	6,87±0,06	5,55±0,25	**

* TMR (1) - kompletan obrok sa manjim stepenom usitnjenosti

* TMR (2) - kompletan obrok sa većim stepenom usitnjenosti

± - standardna devijacija

** - $p < 0,01$

Kao standard za TMR se navodi 2-8% čestica većih od 19 mm, 30-50% čestica između 19mm i 8mm, 10-20% čestica između 8mm i 4mm i do 40% čestica manjih od 4mm (Heinrichs, 2013).

Analizom distribucije pojedinih frakcija kompletno mešanog obroka, utvrđeno je dakod TMR-a (1), I i IV frakcija odstupaju od predviđenih vrednosti, odnosno determinisano učešće prve frakcije je iznad optimalne vrednosti, dok je učešće četvrte frakcije niže od potrebnog.Učešće druge i treće frakcije je u okviru zadatih

vrednosti. Kod TMR-a (2) dobijene vrednosti za učešće treće frakcije su iznad predviđenog optimalnog intervala, dok su ostale frakcije u okviru zadatih vrednosti.

Statističkom obradom podataka utvrđeno je da postoji vrlo značajna razlika između svih frakcijakompletno mešanih obroka.Takođe, statističkom analizom utvrđeno je da postoji vrlo značajna razlika između prosečne veličine čestica analiziranih kompletno mešanihobroka.

Tabela 3. Vreme konzumiranja i vreme preživanja kod krava hranjenih različito ustitnjenim TMR-om

Table 3. Eating time and rumination time in cows fed TMR different in average partical size

	TMR (1)*	TMR (2)*	Značajnost <i>Significance</i>
Vreme konzumiranja (min/dan) <i>Eating time (min/day)</i>	308,6±64,04	311±75,27	nz
Vreme preživanja (min/dan) <i>Rumination (min/day)</i>	400,1±13,40	371,1±15,60	**

* TMR (1) - kompletan obrok sa manjim stepenom usitnjenosti

* TMR (2) - kompletan obrok sa većim stepenom usitnjenosti

± - standardna devijacija

** - $p < 0,01$

nz - nema statističke značajnosti

Statističkom obradom podataka utvrđeno je da analizirana usitnjenost TMR-a nije značajno uticala na vreme konzumiranja obroka. Vreme preživanja se statistički vrlo značajno razlikuje u korist kompletnog obroka sa manjim stepenom usitnjenosti (TMR 1).

Fiziološko maksimalno vreme preživanja je u interval od 10 do 12 h/d što je slučaj kod goveda hranjenih obrokom bogatim vlaknima (Welch, 1982; De Boever i sar., 1990). Prema istraživanju Watt i sar. (2015) ukupno vreme preživanja kod krava u laktaciji je najčešće znatno kraće u odnosu na navedene vrednosti. Bar i Solomon (2010) navode da je prosečno vreme ruminacije tokom laktacije iznosilo 478 min/dan. U studiji u kojoj je učestvovalo 515 muznih krava u 7 eksperimenata sa više od 1,2 miliona poseta krava jaslama, krave su u proseku konzumirale obrok u 7,7 navratadnevno, pri čemu je vremenski interval između konzumiranja iznosio najmanje 29 minuta (De Mol i sar., 2016).

Fizička forma obroka, je osim na vreme preživljanja, uticala na sadržaj masti i proteina u mleku. Sadržaj masti i proteina u mleku kod krava hranjenih različito ustutnjemim TMR obrocima dati su u tabeli 4.

Tabela 4. Uticaj različite ustinjenosti TMR obroka na količinu mleka, % mlečne masti i % proteina

Table 4. Effect of different TMR partical size on milk yield, and milk fat and protein content

	TMR (1)*	TMR (2)*	Značajnost Significance
Količina mleka, kg/dan <i>Milk yeld, kg/day</i>	24,80±0,75	25,25±1,14	<i>nz</i>
Sadržaj mlečne masti, % <i>Milk fat content, %</i>	4,38±0,02	4,15±0,05	**
Sadržaj proteina u mleku, % <i>Milk protein content, %</i>	3,84±0,03	3,76±0,04	*

* TMR (1) - kompletan obrok sa manjim stepenom usitnjenosti

* TMR (2) - kompletan obrok sa većim stepenom usitnjenosti

± - standardna devijacija

** - $p < 0,01$

* - $p < 0,05$

nz - nema statističke značajnosti

Poređenjem podataka utvrđeno je da nema statističke značajnosti između prinosa mleka dve posmatrane grupe krava. Sadržaj mlečne masti krava hranjenih TMR (1) obrokom je veći (statistički vrlo značajno) u odnosu da grupu krava hranjenih sa TMR (2). Sadržaj mlečnog proteina značajno se razlikuje u korist krava koje su konzumirale TMR (1).

Neadekvatna fizička efektivnost obroka za krave u laktaciji može da dovede do niza negativnih efekata na zdravlje krava kao i na proizvodne performanse. Najčešći problem koji se javlja u ovakvim situacijama je SARA (subakutna ruminalna acidoza). Ovaj metabolički poremećaj se karakteriše kliničkim znakovima: anoreksija, proliv, loša telesna kondicija, apcesi jetre, slaba aktivnost rumena i smanjena proizvodnja mleka (Dirksen, 1985; Enmark, 2008; Aschenbach i sar., 2011).

Zaključak

Kompletno mešani obroci (TMR) za ishranu visoko mlečnih krava pored odgovarajućeg sadržaja pojedinih hranljivih materija i energije, moraju se odlikovati i adekvatnom fizičkom formom i fizičkom efektivnošću. Ovo je neophodno sa aspekta obezbeđenja normalne funkcije buraga, efikasnog iskorišćavanja konzumirane hrane i optimalne proizvodnje.

Na osnovu rezultata ovogeksperimenta može se zaključitidastepen usitnjenosti TMR obroka, utičenavreme preživljanja,kaoi na sadržaj mlečne masti i proteina u mleku. Utvrđeno je da TMR sa prosečnom veličinom čestica od 6,87 mm, u odnosu TMRsa prosečnom veličinom čestica od 5,55 mm, ima povoljniji efekat na vreme preživljanja krava kao i sadržaj mlečne masti i proteina u mleku.

Kako bi se postigli optimalni proizvodni rezultati,na farmama muznih krava potrebno je pored hemijskog sastava obroka pridavati više pažnje njegovoj fizičkoj formi, korišćenjem Penn State Particle Separator sistema sita.

Napomena

Ovo istraživanje je finansirano od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, prema ugovoru br. 451-03-68/2020-14/200116.

Literatura

- Aschenbach, J.R., Penner, G.B., Stumpff, F., and Gäbel, G.(2011).Role of fermentation acid absorption in the regulation of ruminal pH. *J. Anim. Sci.*,89: 1092–1107.
- Albright, J.L. (1993). Feeding behavior of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 76: 485-498
- Beauchemin, K.A. (1991).Ingestion and mastication of feed by dairy cattle. Sniffen C.J. Herdt T.H. The Veterinary Clinics of North America: Dairy Nutrition Management. Saunders, Philadelphia, 439-463.
- Beauchemin, K.A. (2018). Current perspectives on eating and rumination activity in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 101:4762-4784.
- Bar, D., Solomon, R. (2010). Rumination Collars: What Can They Tell Us,The First North American Conference on Precision Dairy Management.
- Caccamo, M., Ferguson, J.D., Veerkamp, R.F., Schadt, I., Petrigleri, R., Azzaro, G., Pozzebon, A., Licitra,G. (2014). Association of total mixed ration particle fractions retained on the Penn State Particle Separator with milk, fat, and protein yield lactation curves at the cow level. *J. Dairy Sci.*, 97:2502-2511.
- Campling, R.C., Morgan, C.A. (1981). Eating behaviour ofhoused dairy cows—A review. *Dairy Sci. Abstr.* 43: 57-63
- De Boever, J.L., Andries, J.I., De Brabander, D.L., Cottyn, B.G., Buysse, F.X. (1990). Chewing activity in ruminants as a measure of its physical structure—A review of factors affecting it. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 27: 281-291.
- De Mol, R.M., Goselink, R.M.A., Van Riel, J.W., Knijn, H.M., Van Knegsel, A.T.M. (2016). The relation between eating time and feed intake of dairy cows. *Proc. Precision Dairy Farming Conf. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands*, 387-392.
- Dirksen, G. (1985).The rumen acidosis complex—Recent knowledge and experiences. *Tierarztl. Prax.*,13: 501–512.
- Heinrichs, J. (2013): The Penn State particle Separator. Penn State University.

- King, M.T.M., Crossley, R.E., DeVries, T.J. (2016). Impact of timing of feed delivery on the behavior and productivity of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 99:1471-1482
- Kononoff, P.J., Heinrichs, A.J. (2003). The effects of reducing alfalfa haylage particle size on cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 86:1445-1457.
- Lammers, B.P., Buckmaster, D.R., Heinrichs, A.J. (1996). A simplified method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. *J. Dairy Sci.*, 79: 922-928.
- Mertens, D.R. (1997). Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 80: 1463-1482.
- Miller-Cushon, E.K., DeVries, T.J. (2017). Short communication: Associations between feed push-up frequency, feeding and lying behavior, and milk yield and composition of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 100: 2213-2218
- Stojanović, B., Grubić, G., Đorđević, N., Božičković, A., Ivetić, A. (2011). Uticaj sadržaja fizički efektivnih vlakana u obroku zamlečne krave na aktivnost žvakanja. 25. Savetovanje Agronoma, Veterinara i Tehnologa, Institut PKB Agroekonomik, Beograd. *Zbornik naučnih radova*, 17(3-4): 37-48.
- Watt, L.J., Clark, C.E.F., Krebs, G.L., Petzel, C.E., Nielsen, S., Utsumi, S.A. (2015). Differential rumination, intake, and enteric methane production of dairy cows in a pasture-based automatic milking system. *J. Dairy Sci.*, 98: 7248-7263.
- Welch, J.G. (1982). Rumination, particle size and passage from the rumen. *J. Anim. Sci.*, 54: 885-894.

EFFECT OF LACTATING COWS' TMR PARTICLE SIZE ON EATING AND RUMINATION TIME AND CHEMICAL COMPOSITION OF MILK

Blagoje Stojković¹, Bojan Stojanović¹, Nenad Đorđević¹, Goran Grubić¹, Vesna Davidović¹, Aleksa Božičković¹, Radovan Raković²

Abstract: The paper presents research results regarding impact of Total Mixed Ration (TMR) particle size on eating time, rumination time, milk yield and chemical composition for cows in the late lactation (over 150 days). To determine physical form and particle fractions' ratio of TMR, the Pen State Particle Separator (PSPS) was used. The cow collars with sensors that respond to sound detection (GEA CowScout Neck) were used to monitor the eating time and rumination time. It was determined that different particle fractions' ratio of TMR has a significant effect on rumination time ($p < 0.01$), as also on content of milk fat ($p < 0.01$) and protein ($p < 0.05$). The use of TMR with larger average particle size (6.87 mm) had a positive effect in terms of rumination time (400.1 min/day), compared to TMR with a smaller particle size (5.55 mm), where the average rumination time was (371.1 min/day). Also, the positive effect of TMR with a larger average particle size was reflected in higher milk fat (4.38%) and protein (3.84%) content compared to TMR with a smaller particle size (4.15% and 3.76%, respectively). By providing appropriate physical form of TMR, better rumination time can be achieved along with improving of milk chemical composition.

Key words: nutrition, cattle, TMR, physical form, chewing activity

¹University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, Belgrade, Serbia (blasko.stojkovic@gmail.com)

²Ekofil doo, Prva Sutjeska 19/c, Belgrade, Serbia

NORMATIVI PROIZVODNJE NA FARMAMA MUZNIH KRAVA

Dušan Radivojević¹, Biljana Veljković², Ranko Koprivica²

Izvod: U cilju daljih investicija na farmama muznih krava dati su normativi i ekonomski parametri proizvodnje za model farme kapaciteta 50 muznih krava sa pratećim kategorijama grla. Stručnom analizom svih parametara radi ispunjenja neophodnih standarda u proizvodnji data su najoptimalnija rešenja farmerima za buduće investicije. Takođe postavljeni normativi za dati model farme mogu se koristiti pri izradi projektata i eventualnog konkurisanja za dobijanje finansijske podrške i kredita.

Ključne reči: *model farme muznih krava, standardi proizvodnje*

Uvod

Intenziviranje proizvodnje mleka na porodičnim gazdinstvima je prepoznato kroz politiku subvencija i većeg broja konkursa i programa od strane nadležnih institucija. Intenziviranje, specijalizacija i dostizanje Evropskih standarda je moguće ukoliko je proizvodnja ekonomski isplativa, a odnos između vrednosti proizvodnje (količina i cena mleka) i ukupnih troškova, troškova hrane (koncentrovane i kabaste i njihovih cena) bude povoljan (Veljković i sar., 2018.) Iz tog razloga treba, razmotriti sve mogućnosti iz te oblasti i dati najoptimalnija rešenja našim farmerima. Projekti za izgradnju savremenih staja moraju da zadovolje čitav niz tehnološko – tehničkih zahteva, ali i zahteve dobrobiti životinja (Radivojević, 2004). Posebno važnu ulogu u ovom procesu ima ekonomska efikasnost planiranih investicija i projekata (Ivanović i sar., 2008.) Proizvodnju mleka na gazdinstvima prate mnogobrojni problemi, niske otkupne cene mleka i toвне junadi, stalni rast cena inputa manji proizvodni kapaciteti sa zastarelim objektima i opremom (Radivojević i sar., 2009). Radi postizanja konkurentnosti i efikasnosti proizvodnje farmeri nastoje da smanje troškove i povećaju kvalitet mleka uz adekvatne higijenske uslove (Veljković i sar., 2013.)

Materijal i metod rada

Na modelu farme kapaciteta 50 muznih krava sa pratećim kategorijama predviđeni su svi normativi proizvodnje koje jedna savremena farma muznih krava treba da ispuni. Važan uslov je da raspolaže sopstvenim potrebnim poljoprivrednim zemljištem za proizvodnju stočne hrane. Proizvodni objekti su po principu slobodnog sistema držanja muznih krava otvoreni sa prirodnim klimatskim uslovima na punom podu sa liga boksevima i gumenim prostiračima sa

¹Univerzitet u Beogradu Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 9 Zemun, Srbija

²Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (biljavz@kg.ac.rs)

formiranjem tečnog stajnjaka. Da poseduju odgovarajuće izmuzište sa čekalištem, kao i porodilište sa profilaktorijumom i telečarnikom. Objekti za smeštaj krava i pratećih kategorija su 40 m x 16m x 5m, a porodilište sa telečarnikom 17m x 7 m x 5m. Analizom normativa i standarda koji treba da budu ispunjeni tokom proizvodnje, postavlja se osnov za dalje planiranje investicija. Ekonomska analiza odnosi se na kalkulacije na bazi varijabilnih (direktnih) troškova radi obračuna ukupnih godišnjih troškova proizvodnje za model farme.

Rezultati istraživanja i diskusija

Plan proizvodnje mleka baziran je na osnovu sledećih proizvodnih parametara: Genetski potencijal krava/junica < 10.000 L mleka sa 3,5% mm za 305 dana laktacije. Sa prosečnom proizvodnjom prvotelki 86% od proizvodnje starijih krava. Prosečna proizvodnja drugotelki je 93% od proizvodnje starijih krava. Prosečna proizvodnja trećetelki je 10.000 L mleka sa 3,5% mm za 305 dana. Seleksijski i genetski napredak u proizvodnji mleka, na godišnjem nivou treba da iznosi 2-3% godišnje. Proizvodna cena mleka, u ovom trenutku, obračunata na cene inputa po tržišnim vrednostima istih proizvedenih u uslovima kakvi su u ovom trenutku u Srbiji, iznosi oko 10 Euro centi po L. Dostizanjem proizvodnje značajne količine mleka, njegovog kvalitetnog sastava i higijene, ostvaruje se otkupna cena od oko 30 Euro centi po L, za ekstra klasu. Ukupni prihod čini prodaja mleka, utovljene junadi, priplodnih junica i izlučenih krava (i izlučenih grla drugih kategorija) (Tabela 1.)

Procena visine ulaganja u objekte i opremu na farmi data je u Tabeli 2. Investicija u farmu za 50 krava podrazumeva ulaganje u odgovarajuće savremene objekte, opremu, muzne krave i neophodna trajna obrtna sredstva.

Tabela 1. Očekivana godišnja vrednost proizvodnje na modelu farme krava

Table 1. Expected annual value of production on a cow farm model

Proizvodi	Količina	Cena (EUR/j.m)	Iznos (EUR)	%
I godina rada farme - kapacitet 50 krava				
1. Mleko	430.000 L	0,30	129.000,00	80,8
2. Tovna junad	12.000 kg	2,0	24.000,00	15
3. Priplodne junice	-	-	-	-
4. Izlučena telad 2%	220 kg	2,50	550,00	0,3
5. Izlučene junice do 1 god. 1%	300 kg	1,5	450,00	0,22
6. Izlučene junice do 2 god. 10%	2000kg	2	4.000,00	2,5
7. Izlučene krave 5%	1560 kg	1,0	1.560,00	0,97
Ukupno I godina			159.560,00	100,00
II godina rada farme - kapacitet 50 krava				
1. Mleko	465.000 L	0,30	139.500,00	69,8

2. Tovna junad	12.000kg	2,0	24.000,00	12,04
3. Priplodne junice	15	2000	30.000,00	15,05
4. Izlučena telad 2%	240 kg	2,20	432,00	0,21
5. Izlučene junice do 1 god. 1%	300 kg	1,80	540,00	0,22
6. Izlučene junice do 2 god. 10%	1850 kg	2	3.700,00	1,85
7. Izlučene krave 5%	1600 kg	1,0	1.600,00	0,8
Ukupno II godina			199.272,00	100,00
III godina rada farme - kapacitet 50 krava				
1. Mleko	500.000 L	0,30	150.000,00	71,62
2. Tovna junad	12250 kg	2,0	24.500,00	11,7
3. Priplodne junice	15	2.000	30.000,00	14,32
4. Izlučena telad 2%	100 kg	2,0	400,00	0,19
5. Izlučene junice do 1 god. 1%	250 kg	1,80	450,00	0,2
6. Izlučene junice do 2 god. 10%	900 kg	2,00	1.800,00	0,85
7. Izlučene krave 5%	1850 kg	1,20	2.220,00	1,06
Ukupno III godina			209.370,00	100,00
IV godina rada farme - kapacitet 50 krava				
1. Mleko	500.000 L	0,30	150.000,00	72,38
2. Tovna junad	11250 kg	2,0	22.500,00	10,8
3. Priplodne junice	8	2000	16.000,00	7,72
4. Izlučena telad 2%	240 kg	1,80	432,00	0,20
5. Izlučene junice do 1 god. 1%	200 kg	1,60	320,00	0,15
6. Izlučene junice do 2 god. 10%	1700 kg	1,8	3000,00	1,44
7. Izlučene krave 30%	10.000 kg	1,5	15.000,00	7,23
Ukupno IV godina			207.252,00	100,00

Tabela 2. Investiciona ulaganja u objekte i opremu na farmi

Table 2. Investments in facilities and equipment on the farm

I OBJEKTI NA FARMI	Količina	U (EUR)	
1. Proizvodni objekti		Cena po m ²	Iznos
1.1. Staja za muzne krave	640 m ²	130	83.200
1.2. Izmuzište	50 m ²	220	10.000
1.3. Mlekara	50 m ²	250	12.500
1.4. Čekalište	50 m ²	100	5.000
1.5. Porodilište sa profilaktorijumom	165 m ²	100	16.500
1.6. Objekat za odgoj podmladka	280 m ²	100	28.000
2. Prateći objekti			
2.1. Silo trenčevi	3x(8x22x2,5) m ³	30	39.000
2.2. Senik	6x15 m ²	90	8.100
2.3. Bazen za tečni stajnjak	500m ³	50	25.000,00
UKUPNO OBJEKTI		227.300,00	

II OPREMA NA FARMİ		
3. Oprema u izmuzištu		
3.1. Izmuzište riblja kost 2x3	1	22.000,00
3.2. Software paket DMS C21	1	5.000,00
Ukupno		27.000,00
4. Oprema u objektu za krave		
4.1. Krmna zabrana za hvatačima	25 kom	2.500,00
4.2. Ograde liga bokseva	50 kom.	5.000,00
4.3. Vetrozaštitna mreža sa pogonom	320 m	16.000,00
4.4. Grupne termo pojilice	2	1.600,00
4.5. Fleksibilna četka	2	500,00
4.6. Pumpa visokog pritiska	1	1.000,00
4.7. Mikser distributer prikolica	7 m ³	20.000,00
4.8. Dušeci prostirači na ležištima	50	10.000,00
Ukupno		56.600,00
5. Oprema u porodilištu i telečarniku		
5.1. Cevna ograda bokseva	35 m	1.500,00
5.2. Krmna zabrana sa hvatačima	3	300,00
5.3. Termo pojilice individualne	1	400,00
5.4. Uređaj za mužu u porodilištu	1	1.800,00
5.5. Kavezi za smeštaj teladi	3	900,00
5.6. Krmna zabrana za telad	2	200,00
5.7. Pojilice za telad	2	100,00
5.8. Jasle za seno i koncentrat	2 m	300,00
Ukupno		5.500,00
6. Oprema u objektu za junice i tov		
6.1. Cevna ograda bokseva	85 m	4.500,00
6.2. Krmna zabrana	10 kom	1.000,00
6.3. Vetrozaštitna mreža	160 m ²	8.000,00
6.4. Termo pojilice	3	1.200,00
6.5. Cevna ograda ispust	50 m	2.500,00
Ukupno		17.200,00
7. Ostala potrebna oprema na farmi		
7.1. Skreper za izdubavanje	2	5.100,00
7.2. Pumpa visokog pritiska	1	1.000,00
Ukupno		6.100,00
UKUPNO OPREMA I+II		112.400,00

U planiranju proizvodnje potrebno je analizirati i redovne godišnje troškove proizvodnje farmi (Tabela 3.)

Tabela 3. Kalkulacija direktnih troškova u proizvodnji mleka

Table 3. Calculation of direct costs in milk production

Vrsta materijala i usluga godišnje	Količina	Cena (EUR)	Iznos (EUR)
I MATERIJAL			
1. Stočna hrana (kg)			
1.1. Silaža cele biljke kukuruza	375.000	Sopstvena proizvodnja	15.000,00
1.2. Seno lucerke	64.000	Sopstvena proizvodnja	3.000,00
1.3. Senaža lucerke	215.000	Sopstvena proizvodnja	4.000,00
1.3. Soja zrno	20.000	Sopstvena proizvodnja	4.000,00
1.4. Sojina pogača	3.500,00	0,35	1.225,00
1.5. Kukuruz zrno	8.000	Sopstvena proizvodnja	1.200,00
1.6. Silaža zrna kukuruza	100.000	Sopstvena proizvodnja	3.500,00
1.7. Suncokretova sačma	48.000	0,09	4.550,00
1.8. Suncokretova pogača	3.500	0,09	315,00
1.9. Ječam zrno mleveni	32.000	0,10	3.200,00
1.10. Stočna so	1.825	0,25	456,00
1.11. Suvi rezanac	35.000	0,09	3.300,00
1.12. Dikalcijum fosfat	2.000	1,00	2.000,00
1.13. Stočna kreda	0,8	1,00	800,00
1.14. Preniksi	1250	2,50	3.125,00
1.15. Zamena za mleko	1600	0,2	800,00
1.16. Koncentrat za telad	6.000	0,3	1.800,00
Ukupno:			48.515,00
2. Osemenjavanje, teljenje (grlo)	50	50	2.500,00
3. Voda (m ³)	2.700	0,23	540,00
4. Prostirka (t)	10	22,3	223,00
5. Gorivo (lit.)	7000	1,2	8.400,00
6. Mazivo i rez. delovi			1.000,00
7. Električna energija (kWh)	70.000	0,06	4.200,00
8. Ostali materijal (grlo)	50	15	750
Ukupno (2 do 8):			17.613,00
II USLUGE			
9. Veterinarske usluge i lekovi (grlo)	50	40	2000,00
10. Transportne usluge			500,00
11. Ostale usluge			500,00
12. Radna snaga	1	800	9.600,00
Ukupno (9 do 12):			12.600,00
UKUPNO (I + II)			78.728,00

Troškovi proizvodnje materijala i usluga na farmi utvrđuju se u ukupnom iznosu na godišnjem nivou, a odnose se na muzne krave i sve ostale kategorije grla u obrtu stada. Navedeni parametri predstavljaju osnovne podatke za izradu studije izvodljivosti, odnosno ekonomske opravdanosti investicije za model porodične farme kapaciteta 50 muznih krava sa pratećim kategorijama grla.

Zaključak

Analizom proizvodnih parametara za model farme 50 muznih krava dati su očekivani godišnji prihodi glavnih i sporednih proizvoda sa farme. Nivo vrednosti investicija po stavkama za smeštaj svih kategorija u adekvatne objekte, potrebna oprema za smeštaj i mužu i svi prateći objekti na farmi koji su neophodni. Prikazani normativi se mogu koristiti kao osnovni podaci u daljoj ekonomskoj analizi.

Literatura

- Ivanović S., Radivojević D., Pajić M. (2008). Ekonomska efikasnost u proizvodnji mleka na porodičnim gazdinstvima. *Poljoprivredna tehnika*, 33(4): 87-95.
- Radivojević D. (2004). Tehničko tehnološki projekat i studija izvodljivosti farme za muzne krave na porodičnom gazdinstvu. *Poljoprivredni fakultet Beograd*
- Radivojević D., Ivanović S., Topisirović G., Božić S. (2009). Utvrđivanje parametara za ocenu ekonomske efikasnosti porodičnih farmi muznih krava. *Poljoprivredna tehnika*, 34(4): 121 – 130.
- Veljković B., Koprivica R., Radivojević D., Mileusnić Z. (2018). Sensitivity of contribution margin in milk production on family farms. *Journal of Central European Agriculture*, 2018, 19(3): 658-677.
- Veljković B., Koprivica R., Radivojević D., Petrović M. (2013). Prerequisites for the implementation of quality standards on dairy farms. 23 International Symposium, 19-21 June Novi Sad, Proceedings pp.63-65.

NORMATIVE STANDARDS ON DAIRY FARMS

Dušan Radivojević¹, Biljana Veljković², Ranko Koprivica²

Abstract

In order to intensification production and further investments on dairy farms, norms and economic parameters of production for a farm model with a capacity of 50 dairy cows with the younger categories are given. Expert analysis of all parameters in order to meet the necessary standards in production gave most optimal solutions to farmers for future investments. Also, the set norms for a given farm model can be used in development of projects and possible applications for financial support and loans.

Keywords: *dairy cow farm model, standards of production*

¹University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6 Zemun, Serbia

²University of Kragujevac, Faculty of Agronomy in Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia (biljavz@kg.ac.rs)

UPOTREBNA VREDNOST RAZLIČITIH ŽITARICA ZA ISHRANU ŠARANSKIH RIBA (CYPRINIDAE)

Goran Marković¹, Milomirka Madić¹, Jelena Pantović¹

Izvod: Pšenica i kukuruz su osnovni izvor ugljenih hidrata u ishrani ljudi i domaćih životinja. Rastuće potrebe za produkcijom kvalitetnih proteina zahtevaju korišćenje i drugih žitarica za ovu namenu. Šaranske vrste (*Cyprinidae*) su najzastupljenije ribe u svetskoj akvakulturi. Vršeni su brojni ogledi sa zamenom pšenice i kukuruza drugim žitaricama u smešama za ishranu ovih vrsta. Dobijeni rezultati ukazuju da se upotrebna vrednost žitarica za ovu namenu može rangirati: pšenica > tritikale > kukuruz > ječam > raž > sirak > proso.

Ključne reči: žitarice, ishrana, šaranske ribe

Uvod

Potrebe čovečanstva za dovoljnim količinama kvalitetne hrane uslovljavaju povećano korišćenje vodenih prehrambenih resursa, prvenstveno produkcije riba.

Iako ulov ribe iz otvorenih voda (uglavnom okeana i mora) predstavlja glavni izvor konzumne ribe, poslednjih godina je značajno intenzivirana akvakultura (gajenje riba). Svetska proizvodnja ribe je 2018. godine iznosila 179 x 10⁶ t, od čega je 54% poticalo iz otvorenih voda, a 46% iz akvakulture. Procene su da bi već 2030. godine akvakultura činila 53% svetske produkcije. Prosečna potrošnja ribe u svetu je bila 20,5kg/stanovniku (u Srbiji 6,18kg) (Anonymous, 2020).

Produkcija šarana (*Cyprinus carpio*) i drugih šaranskih vrsta (*Cyprinidae*) predstavlja oko ¼ svetske akvakulture (Cai i sar., 2019). Zbog toga je osnovni problem savremene akvakulture povećanje proizvodnje kvalitetnih ribljih smeša za njihovu ishranu. U Srbiji se šaranske vrste uglavnom gaje u poluintezivnom sistemu proizvodnje koji karakteriše da se proteinske potrebe riba najvećim delom ostvaruju prirodnom produkcijom ribnjaka (zooplanktona i faune dna), dok se njihovi energetske zahtevi realizuju unošenjem žitarica (Rašković i sar., 2011).

Žitarice (*Poaceae*) karakteriše visok sadržaj sirovog skroba (60-70% mase zrna) koji je osnovni energetske izvor za većinu životinja, uključujući i ribe. Zato žitarice (prvenstveno pšenica i kukuruz), čine 35-45% sastava ribljih smeša za šaranskih riba (Čirković i sar., 2002). Poznato je da proteini žitarica imaju manju biološku vrednost u poređenju sa predstavnicima drugih biljnih porodica, posebno mahunarki (*Fabaceae*) (Mazurkiewicz, 2009). Ipak, zrno žitarica može biti i značajan izvor proteina (u proseku čine 11-20% sirove mase zrna) (Đekić i sar., 2011).

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (goranmsv@kg.ac.rs);

Pšenica i kukuruz su najraprostranjenije ratarske kulture zbog velike primene u ishrani ljudi i domaćih životinja. Zbog narastajućih potreba za njihovim korišćenjem, poslednjih decenija su intenzivirana istraživanja na mogućnostima i ograničenjima uključenja drugih vrsta žitarica u ishranu životinja.

Materijal i metode rada

U radu su prikazani rezultati istraživanja u kojima su poredjene upotrebne vrednosti različitih vrsta žitarica (tritikalea, ječma, raži, sirka i prosa) za ishranu šaranskih riba. Korišćeni su, pored rezultata autora, i različiti referentni izvori.

Rezultati istraživanja i diskusija

Tritikale (x *Triticosecale*) je vrsta nastala ukrštanjem pšenice (*Triticum* sp.) i raži (*Secale cereale*). Tako su dobijeni hibridi sa osobinama pšenice (veliki sadržaj proteina i visok prinos zrna) i raži (otpornost na niže temperature, bolesti, povećanu kiselost i manji sadržaj humusa u zemljištu) (Madic et al., 2013).

Vacha i sar. (2007) su analizirali uticaj dodatka različitih vrsta žitarica (kukuruza, pšenice i tritikalea) na prinos šarana u različitim uslovima gajenja (ekstenzivnom i poluintenzivnom) tokom ogleda koji je trajao 8 meseci.

U prvom ribnjaku je ishranu šarana činila samo prirodna produkcija ribnjaka (ekstenzivan sistem gajenja), u drugom šaran je hranjen kukuruzom, u trećem pšenicom, a u četvrtom tritikaleom (Tab. 1.).

Tabela 1. Uticaj smeša sa različitim žitaricama na prinos šarana (*Cyprinus carpio*)
Table 1. Influence of mixture with different cereals on carp (*Cyprinus carpio*) yield

Izvor hrane <i>Food source</i>	Početak <i>Start</i>	Prinos/ <i>Gain</i>		Stepen konverzije hrane <i>Food conversion rate</i>
	Σ Masa kg <i>Σ Mass kg</i>	Ukup. (kg) <i>Total (kg)</i>	kg/jedinka <i>kg/indiv.</i>	
I Prirodna hrana <i>Natural food</i>	831	103	0,172	0,00
II Kukuruz <i>Maize</i>	2147	1030	1,084	3,15
III Pšenica <i>Wheat</i>	1637	766	0,987	3,45
IV Tritikale <i>Triticale</i>	2071	903	0.915	3,77

Najmanji prirast telesne mase je registrovan u ribnjaku sa šaranima koji su konzumirali samo prirodnu hranu. Ishrana tritikaleom je rezultirala neznato manjim prinosom telesne mase i nižim stepenom konverzije hrane u odnosu na šarane hranjene kukuruzom i pšenicom. Ovo, kao i druga istraživanja ukazuju na mogućnost korišćenja tritikalea u ishrani ciprinida, bez značajnijeg umanjenja produkcije i nutritivnih svojstva proizvedene ribe (Marković i sar., 2012).

Ječam (*Hordeum vulgare* L.) predstavlja najrasprostranjeniju žitaricu zbog velike adaptibilnosti vrste na promenljive agroekološke uslove (Pržulj i sar 2010).

Uočena je velika varijabilnost u hemijskom sastavu zrna ječma uslovljena sortom, primenjenom agrotehnikom i uslovima gajenja (Madić et al., 2009). Ječam je u pogledu nutritivnih svojstava sličan drugim žitaricama. Upotrebnu vrednost ječma u ishrani šaranskih vrsta smanjuje visok sadržaj celuloze (5% mase zrna) u odnosu na kukuruz (2,3%) i pšenicu (2,6%) koja zbog male svarljivosti snižava konverziju hrane i pogoršava opšti kvalitet vode (Janković i sar., 2011).

Degani i sar. (1997) su ispitivali svarljivost proteina i lipida u različitim ribljim smešama. Testirane smeše su bile 50% konstantnog sastava sa ujednačenim sadržajem proteina i lipida, dok su 50% činile različite žitarice. Rezultati tronedelnog oglada ukazuju na veći stepen svarljivosti hranljivih komponenti u ribljoj hrani koja je sadržala pšenicu, u odnosu na smeše sa kukuruzom i ječmom. Izuzetak predstavlja nešto bolja svarljivosti lipida iz kukuruza u odnosu na svarljivost lipida iz druge dve žitarice (Tab. 2.).

Tabela 2. Svarljivost proteina i lipida (%) u različitim smešama za ishranu šarana

Table 2. Digestibility of proteins and lipids (%) in diferent carp diets

Žitarica / Cereal	Proteini / Proteins	Lipidi / Lipids
Pšenica / Wheat	91.89	79.84
Kukuruz / Maize	80.64	82.01
Ječam / Barley	71.86	66.70

Raž (*Secale cereale*) je široko rasprostranjena žitarica. U poređenju sa pšenicom pokazuje veći stepen ekološke tolerancije na nepovoljne agroekološke uslove. Zbog visokog sadržaja proteina, biljnih vlakana, vitamina i minerala koristi se za ishranu ljudi i domaćih životinja, a predstavlja i sirovinu u industriji alkoholnih pića. Ražano brasno karakteriše malo prisustvo glutena i ima primenu u ishrani osoba obolelih od diabetesa i drugih hroničnih bolesti (Tovoli et. al., 2015).

Pryzbyl i Mazurkiewicz (2004) su sproveli ogled kojim su uporedili nutritivna svojstva ekstrudiranih zrna ječma, pšenice, tritikalea i raži u ishrani šarana. Ogled je trajao 60 dana na jedinkama prosečne početne težine 200g u kontrolisanim uslovima gajenja. Korišćene su smeše koje su u svim varijantama bile 57% standardnog sastava (riblje i krvno brašno, sojina sačma, uljana repica, so i kvasac), dok su ostatak smeša (43%) predstavljala ekstrudirana zrna žitarica. Najveći prirast telesne mase je zabeležen u eksperimentalnoj grupi šarana koji su konzumirali pšenicu (prosečno 324.0 g), zatim raž (319.4 g), tritikale (313.4 g) i ječam (308.5 g). Opravdanost korišćenja raži u smešama za ishranu riba povrdjuje stepen konverzije hrane, sadržaj proteina u mesu i drugi relevantni pokazatelji.

Sira k (*Sorghum bicolor*) je žitarica značajna za ishranu ljudi i domaćih životinja nekih regiona, a ima primenu i za proizvodnju alkohola i biogoriva. Visok stepen tolerancije na nepovoljne sredinske uslove, uključujući i otpornost na uticaj

štetočina poput kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera*), omogućuje gajenja sirka umesto kukuruza u područjima sa ekstremnijim ekološkim uslovima.

Degani (2006) je u ogledu pratio upotrebu raži, pšeničnih mekinja i sirka (žitarice su činile 52.5% smeša) u ishrani šarana predkonzumnih kategorija. Praćena je svarljivost (digestija) proteina i lipida. Najveći stepen svarljivosti proteina (91.89%) i lipida (79.84%) je zabeležen u oglednoj grupi šarana koja je konzumirala raž, a najmanji u grupi sa sirkom (svarljivost proteina - 71.86%, lipida - 76.71%). Dobijeni rezultati potvrđuju opravdanost upotrebe sirka za ishranu šaranskih vrsta, uprkos nižem stepenu stepen iskoristljivosti hranljivih supstanci u odnosu na druge eksperimentalne grupe.

P r o s o (*Panicum sp.*) je žitarica malog zrna rasprostranjena u aridnim predelima Afrike i Azije. Ima ogroman značaj za ishranu ljudi i domaćih životinja tih regiona zbog visokih produkcionih svojstava tokom kratkog vegetacionog perioda u uslovima izuzetno visokih temperatura. Alameh i sar. (2000) su ispitivali uključanje prosa u hranu za šarana. Stepen konverzije hraniva bio je veći kod šarana hranjenih smešama koje su sadržale ječam i proso (u različitoj procentualnoj zastupljenosti) u poređenju sa kontrolnom grupom jedinki hranjenim isključivo kukuruzom.

Rezultati većeg broja istraživanja potvrđuju opravdanost uključanja različitih vrsta žitarica u ishrani šaranskih riba. Prethodno je potrebno ekstrudiranjem i drugim tehnološkim postupcima povećati svarljivost proteina, skroba i drugih nutrijenata prisutnih u zrnju ovih biljaka.

Zaključak

Žitarice (prvenstveno pšenica i kukuruz) predstavljaju osnovni energetski izvor u ishrani ljudi i domaćih životinja. Rastuće potrebe za produkcijom kvalitetnih namirnica animalnog porekla nalažu potrebu uključanja komercijalno manje značajnih žitarica za ovu namenu. To se odnosi i na rastuće potrebe gajenja šaranskih riba kao dominantnog vida akvakulture.

U brojnim ogledima vršenim sa supstitucijom pšenice i kukuruza, ječmom, tritikaleom, raži, sirkom i prosom, uočeno je da se zrna ovih vrsta mogu upotrebiti za delimičnu ili potpunu supstituciju pšenice i kukuruza u smešama za ishranu šaranskih vrsta.

Posebno dobri rezultati su dobijeni korišćenjem tritikalea koga, pored drugih svojstava, odlikuje visok sadržaj proteina. Upotrebna vrednost korisćenih žitarica za ovu namenu može biti rangirana sledećim redosledom: pšenica > tritikale > kukuruz > ječam > raž > sirak > proso.

Napomena

Istraživanja u ovom radu finansiralo je Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja republike Srbije, Ugovor broj 451-03-9/2021-14.

Literatura

- Allameh S.K., Soofiani N.M., Pourreza J., Esteki A. (2000). Effect of Substituting Barley and Millet Diets for Corn on Growth and Feed Conversion ratio of Common carp (*Cyprinus carpio* L.). The Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil, 4(3), 89-97.
- Anonymous (2020). The state of world fisheries. FAO, 1-26. <http://www.fao.org>.
- Cao J., Zhou X., Yan X., Lucent D., Lagana C. (2019). Top 10 species groups in global aquaculture 2017. FAO, 1-11.
- Čirković M., Jovanović B., Maletin S. (2002). Ribarstvo. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Degani G., Yehuda Y., Viola S., Degani G. (1997). The digestibility of nutrient sources for common carp *Cyprinus carpio* L. Aquaculture Research, 28, 575-580.
- Đekić V., Milovanović M., Staletić M., Perišić V. (2011). Sadržaj proteina različitih sorti Triticalea u periodu 2007-2008. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 17(1-2), 49-54.
- Janković, S., Jovanović, R., Čirković M., Ljubojević, D., Rakić, S., Milošević N. (2011). Importance and use of grains in fish nutrition. V International Conference "Aquaculture & Fishery", Belgrade-Zemun, Serbia, 103-109.
- Madić M., Paunović, A., Knežević D., Zečević, V. (2009). Grain yield and yield components of two-row winter barley cultivars and lines. Acta Agriculturae Serbica, XIV (27), 17-23.
- Madić M., Djurović D., Jelić M., Rastija M., Paunovic A., Bokan N. (2013). Grain yield and yield components of *Triticale* on an acid soil depending on mineral fertilisation and liming. 48th Croatian and 8th International Symposium of Agriculture. Dubrovnik, Croatia, 520-524.
- Marković G., Madić M., Čirković M., Brković D. (2012). Triticale kao komponenta riblje hrane. XVII Savetovanje o biotehnologiji, Čačak, 270-274.
- Mazurkiewicz J. (2009). Utilization of domestic plant components in diet for common carp *Cyprinus carpio*. Archives of Polish Fisheries, 17, 5-39.
- Przybyl A., MAZURKIEWICZ. J. (2004). Nutritive value of cereals in feeds for common carp (*Cyprinus carpio* L.). Czech Journal of Animal Science, 49 (7), 307-314.
- Pržulj N., Momčilović V., Nožinić M., Jestrović, Z., Pavlović M., Obrović B. (2010). Značaj i oplemenjivanje ječma i ovs. Ratarstvo i povrtarstvo, 47(1), 33-42.
- Rašković B.S., Stanković M.B., Marković Z.Z., Poleksić V.D. (2011). Histological methods in the assessment of different feed effects on liver and intestine of fish. Journal of Agricultural Sciences, 56(1), 87-100.
- Tovoli F., Masi C., Guidetti E., Negrini G., Paterini P., Bolondi L. (2015). Clinical and diagnostic aspects of gluten related disorders. World Journal of Clinical Studies, 3(3), 275-284.
- Vacha F., Vejsada P., Huda J., Hratvich P. (2007). Influence of supplemental cereal feeding on the content and structure of fatty acids during long-lasting storage of common carp (*Cyprinus carpio*). Aquaculture International, 15, 321-329.

USEFUL VALUE OF DIFFERENT CEREALS FOR CYPRINIDS NUTRITION

Goran Marković¹, Milomirka Madić¹, Jelena Pantović¹

Abstract

Wheat and corn are main source of carbohydrates in the human and domestic animals diet. Growing need for the production of quality proteins dictates the use of other cereals for this purpose. Cyprinids (*Cyprinidae*) are the most common fish in world aquaculture. In the numerous experiments were performed with the replacement of wheat and corn with other cereals in feed mixtures for these species. It has been established that the value of cereals for this purpose can be ranked: wheat > triticale > corn > barley > rye > sorghum > millet.

Key words: cereals, cyprinids, nutrition

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Serbia (goranmsv@kg.ac.rs)

UTICAJ FIZIČKE AKTIVNOSTI NA HISTOLOŠKE KARAKTERISTIKE MIŠIĆA DOMAĆIH ŽIVOTINJA

Ivana Božičković¹, Vesna Davidović¹, Radomir Savić¹, Vladimir Živković², Stefan Stepić¹, Vladan Đermanović¹

Izvod: Meso je proizvod koji nastaje kroz različite biohemijske procese nakon *rigor mortis*-a od skeletnih mišića životinje. Zbog toga karakteristike mišićnog tkiva, njegova struktura, broj, prečnik i zastupljenost pojedinih tipova mišićnih vlakana u velikoj meri određuju količinu i kvalitet mesa. Kako su selekcijom i ishranom gotovo dostignuti maksimumi u proizvodnji mesa sa jedne strane, a sve su veći zahtevi potrošača za "ekološkim" i proizvodima iz održive proizvodnje, uz poštovanje principa dobrobiti životinja sa druge strane, ispitivanje uticaja fizičke aktivnosti kod životinja dobija sve veći značaj, pri čemu se pod tom aktivnošću podrazumeva ili slobodno kretanje životinja (na pašnjacima) ili poluslobodni sistemi držanja različitog stepena intezivnosti. Takođe, ovaj faktor mogao bi biti od značaja posebno kod svinja i živine, kod kojih je intenzivnom selekcijom na mesnatost povećan broj glikolitičkih vlakana u mišićima, što je uslovilo i probleme sa kvalitetom mesa (bledo, meko i vodnjikavo meso - BMV meso).

Ključne reči: struktura mišića, tipovi mišićnih vlakana, fizička aktivnost, kvalitet mesa

Uvod

Godišnja potrošnja mesa u Republici Srbiji niža je nego u zemljama Zapadne Evrope i drugim razvijenim zemljama. Kao i u svetu, na trpezi srpskog domaćinstva najviše je zastupljeno svinjsko, živinsko i goveđe meso. Prema podacima Republičkog zavoda za statistiku, godišnja potrošnja mesa u periodu od 2014. do 2019. godine relativno je ujednačena, a stanovnik Republike Srbije troši prosečno 3-4 kg goveđeg, oko 12 kg svinjskog i oko 11-12 kg živinskog mesa godišnje (Statistički godišnjak Republike Srbije 2014., 2019.). Ove potrebe se uglavnom zadovoljavaju iz domaće proizvodnje, pri čemu njen nivo ne uspeva da ostvari suficit i pokrene izvoz mesa u druge države. Ipak, to otvara mogućnost poboljšanja u proizvodnji mesa u našoj državi, kako u pogledu količine, tako i u pogledu kvaliteta mesa. Da bi se ovaj cilj ostvario, neophodno je poznavati i voditi računa o građi i strukturi mišićnog tkiva, od kojih direktno zavisi količina i kvalitet dobijenog mesa.

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Institut za zootehniku, Nemanjina 6, 11080 Zemun – Beograd (ivadamo@agrif.bg.ac.rs);

²Institut za stočarstvo, Autoput 16, 11080 Beograd, Srbija

Građa skeletnih mišića

Fiziološka funkcija skeletnih mišića u telu životinja veoma je značajna. Oni pokreću pojedine kosti i delove tela, omogućavaju kretanje i pravilno držanje. U ekonomskom smislu, skeletni mišići predstavljaju meso - jedan od najvažnijih proizvoda stočarske proizvodnje.

Skeletni mišići sastoje se od poprečno-prugastog mišićnog tkiva, čije ćelije imaju sposobnost kontrakcije. Osnovna jedinica ovog tkiva je mišićno vlakno - ćelija dužine od nekoliko milimetara do nekoliko centimetara, ovalnog poprečnog preseka, prečnika do oko 100 μm , sa većim brojem jedara raspoređenih po obodu citoplazme. Svako mišićno vlakno je inervisano i obavijeno mrežom krvnih kapilara, preko koje se snabdeva krlju. Veći broj mišićnih vlakana obavijen vezivnim tkivom, perimizijumom, čini mišićni fascikul, a veći broj fascikula obavijen vezivnim omotačem, epimizijumom, gradi mišić. U sastav mišića osim mišićnih vlakana i vezivno-tkivnih omotača, ulaze još i kolagen, krvni sudovi, nervi i međućelijsko masno tkivo.

Tipovi, broj i prečnik mišićnih vlakana

Glavni proteini koji se nalaze u mišićnim vlaknima su miozin i aktin, zbog čijeg specifičnog rasporeda unutar ćelije skeletni mišići imaju vidljivu poprečnu ispruganost. Takođe, ovi proteini, zajedno sa proteinima troponinom i tropomiozinom, daju mišićnoj ćeliji sposobnost kontrakcije. Najviše zastupljen protein u mišićnoj ćeliji je miozin, koji pokreće kontrakciju i određuje mehaničke i energetske osobine mišićnog vlakna (Reggiani i Mascarello, 2004.). Kod različitih vrsta životinja, u mišićima je utvrđen veliki broj izoformi miozina, pri čemu su kod domaćih životinja, u mišićima bitnim sa gledišta proizvodnje mesa, prisutne četiri izoforme teškog miozina (Schiaffino i Reggiani, 1994.; Lefaucheur i sar., 1998.).

Prisutna izoforma miozina u mišićnim vlaknima direktno uslovljava način i brzinu hidrolize molekula ATP-a (Galler i sar., 1994.), pa se prema ovom kriterijumu vlakna mogu podeliti na brza i spora. Vlakna se međusobno razlikuju ne samo po brzini kontrakcije, već i po tipu energijskog metabolizma (Gauthier, 1969.). Kombinovanjem ove dve veoma važne karakteristike mišićnih ćelija, histološki je moguće izdvojiti tri tipa mišićnih vlakana: FTG - brzo okidajuća glikolitička (fast twitch glycolitic), FTO - brzo okidajuća oksidativna (fast twitch oxidative) i STO - sporo okidajuća oksidativna mišićna vlakna (slow twitch oxidative) (Brooke i Kaiser, 1970.; Guth i Samaha, 1970.). STO vlakna su manjeg prečnika, bolje prokrvljena, u sastavu imaju više mitohondrija, tamnije su boje, sadrže izoformu I teškog miozina, sporo se kontrahuju, sporo se zamaraju i nalaze se kao više zastupljena u dublje postavljenim mišićima trupa i ekstremiteta koji obezbeđuju pravilno držanje, stajanje. FTG vlakna su najvećeg prečnika, lošije snabdevena krlju, imaju manje mitohondrija, svetle su boje, sadrže II $\times$ i IIb izoforme teškog miozina, kontrakcija im je brza, brzo se zamaraju i nalaze se kao više zastupljena u mišićima koji obavljaju brze i kratkotrajne pokrete, ili u

mišićima koji se slabo koriste. FTO vlakna nazivaju se još i intermedijarna, jer su po svojim osobinama između STO i FTG vlakana, sadrže IIa izoformu teškog miozina.

Danas se većina autora slaže da je ovakva podela mišićnih vlakana samo uslovna, obzirom da je mišićno tkivo veoma kompleksno, heterogeno tkivo čije ćelije - mišićna vlakna prolaze kroz transformacije iz jednog u drugi ili treći tip vlakana, kao odgovor na promenjene mehaničke, humoralne, neuralne ili druge zahteve (Pette i Staron, 2000.; Reggiani i Mascarello, 2004.; Lefaucheur i sar., 2004.).

Osim učešća pojedinih tipova vlakana u sastavu mišića, za količinu i kvalitet mesa veoma su bitni broj i prečnik mišićnih vlakana. Obe osobine pozitivno su korelirale sa površinom i posledično veličinom mišića, međutim između broja i prečnika mišićnih vlakana postoji negativna korelacija (Fiedler i sar., 1997.; Larzul i sar., 1997.). Veći broj autora navodi da se mišićna vlakna stvaraju u nekoliko talasa tokom miogeneze (Stickland i Handel, 1986.; Nissen i sar., 2003.; Brameld i sar., 2008.) i da je broj vlakana fiksiran na rođenju (Handel i Stickland, 1988; Dwyer i sar., 1993.), mada se kod svinja broj vlakana može blago povećati tokom prvih nekoliko nedelja postnatalnog života (Rehfeldt i sar., 2000; Brameld i sar., 2003; Berard i sar., 2011.). U proizvodnom smislu, to znači da se povećanje količine mesa tokom postnatalnog života ne može postići povećanjem broja vlakana, već jedino hipertrofijom (povećanjem prečnika) mišićnih vlakana, što može imati negativan uticaj na kvalitet mesa.

Karakteristike mišićnog tkiva kao što su prečnik vlakana, odnos pojedinih tipova vlakana u tkivu, energetski metabolizam, kao i sadržaj glikogena i masti, utiču na kvalitet mesa, pre svega na pH mesa, sposobnost zadržavanja vode i sočnost (Karlsson i sar., 1999.; Listrat i sar., 2016.). Kako navode Te Paas i sar. (2004.), prečnik vlakana u pozitivnoj je korelaciji sa mekoćom mesa, međutim vlakna većeg prečnika (FTG) kroz metabolizam glikogena nakupljaju veću količinu laktata koji snižava pH mesa, što uslovljava lošiju sposobnost zadržavanja vode i pojavu BMV mesa. Sa druge strane, ako su u tkivu zastupljena oksidativna vlakna u većem procentu, meso će biti poželjnije crvenije boje, zbog prisustva veće količine mitohondrija i mioglobina a manje količine glikogena, ali će ovakvo mišićno tkivo tokom *rigor mortis*-a imati jaču kontrakciju, i dovesti do pojave tvrdog i neukusnog mesa. To u praktičnom smislu znači da preterana hipertrofija mišićnih vlakana, bilo pri prevelikom ili premalom broju vlakana i nesrazmeran odnos pojedinih tipova vlakana predstavljaju izražene pokazatelje lošeg kvaliteta mesa, tako da se za uspešnu proizvodnju mora naći optimalan odnos između ovih osobina.

Uticaj fizičke aktivnosti na strukturu mišićnog tkiva

Poznavanje post-mortalne mikrostrukture mišićnog tkiva može doprineti pravilnoj i objektivnoj proceni kvalitativnih svojstava mesa (Kasprzyk i Bogucka, 2020.). Na strukturu mišićnog tkiva i odnos pojedinih tipova mišićnih vlakana, a time posledično i količinu i kvalitet mesa utiče veliki broj faktora (Vitorović i

Adamović, 2012.). Neki od najvažnijih faktora su: tip mišića, njegova lokacija i funkcija, vrsta životinje, rasa, soj, individua, selekcija, pol, fetalna ishrana, postnatalna ishrana, temperatura okoline, hormoni, masa na rođenju i drugi. Jedan od faktora koji može uticati na strukturu mišićnog tkiva jeste i fizička aktivnost životinja. Ovaj faktor nema uticaja na promenu broja mišićnih vlakana, ali utiče na zastupljenost pojedinih tipova mišićnih vlakana u tkivu.

Do skoro, stočarska proizvodnja nije ostavljala mnogo prostora za primenu dodatne fizičke aktivnosti, ili slobodnog kretanja životinja, pa istraživanja uticaja ovog faktora na strukturu mišićnog tkiva domaćih životinja nisu bila previše zastupljena. Kako sumiraju Te Paas i sar. (2004.), većina autora smatra da su efekti ovog faktora minimalni ili dvosmisleni, a pogotovo ih je teško tumačiti ukoliko su bili kombinovani sa uticajem nekog drugog faktora. Ipak, kako su selekcijom i ishranom gotovo dostignuti maksimumi u proizvodnji mesa, primena fizičke aktivnosti kod životinja dobija sve veći značaj, pri čemu se pod tom aktivnošću podrazumeva ili slobodno kretanje životinja u slobodnom sistemu držanja (na pašnjacima), ili poluslobodni sistemi držanja različitog stepena intenzivnosti. Takođe, ovaj faktor mogao bi biti od značaja posebno kod svinja i živine, kod kojih je intenzivnom selekcijom na mesnatost povećan broj glikolitičkih vlakana u mišićima, što je uslovlilo i probleme sa kvalitetom mesa (BMV sindrom).

Uticaj fizičke aktivnosti na strukturu i kvalitet mesa svinja zavisi od većeg broja drugih faktora, kao što su vremenski uslovi, rasa, ishrana (Lebret, 2008.), ali se većina autora slaže da držanje svinja na otvorenom ili u poluintenzivnim sistemima različitog stepena intenzivnosti povećava količinu intramuskularne masti, sočnost i kvalitet mesa (Bee i sar. 2004.; Lebret, 2008.; Martins i sar, 2021.). Rede i sar. (1986.) su kod plemenitih rasa (veliki jorkšir i švedski landras) u konvencionalnom sistemu držanja, u odnosu na autohtone rase (mangulica i crna slavonska) koje su gajene na otvorenom, utvrdili veći procenat belih, glikolitičkih vlakana većeg prečnika (FTG) u *m. longissimus dorsi*. U mišićom tkivu svinja rase pulawska utvrđena je dominacija oksidativnih vlakana i niži sadržaj glikolitičkih vlakana, što je imalo značajan uticaj na kvalitativna svojstva (pH i boja) mesa (Kasprzyk i Bogucka, 2020.). Istraživanje Gentry i sar. (2004.) pokazalo je da su mišići (*m. semimembranosus* i *m. longissimus dorsi*) tovnih svinja gajenih na otvorenom imali veći procenat intermedijarnih (FTO) vlakana. To potvrđuje i istraživanje Bee i sar. (2004.) koji su kod velikog jorkšira gajenog na otvorenom utvrdili veći procenat intermedijarnih (FTO) vlakana u mišićima *m. rectus femoris* i *m. longissimus dorsi*, u odnosu na životinje iz konvencionalnog sistema držanja. Ispitujući autohtonu krškopoljsku rasu gajenu u uslovima organske proizvodnje, i konvencionalne intenzivne proizvodnje, Fazarinc i sar. (2020.) su utvrdili povećanje prečnika vlakana i procenta FTG vlakana kod životinja gajenih u intenzivnom sistemu, što posledično uzrokuje lošiji kvalitet mesa.

Goveda karakteriše veći okvir tela, koji je posledica većeg broja mišićnih vlakana u odnosu na iste mišiće kod drugih, manjih vrsta, dok je prečnik mišićnih vlakana goveda veoma sličan onom kod svinja (Rehfeldt i sar., 1999.). Takođe, procenat oksidativnih vlakana je mnogo viši, a procenat glikolitičkih vlakana

značajno niži u odnosu na iste mišiće svinja. Kod bikova monbelijar rase, *m. longissimus dorsi* sadrži 35% STO vlakana, 24% FTO vlakana i 41% FTG vlakana (Brandstetter i sar., 1998.), dok je kod svinja rase jorkšir taj odnos u istom mišiću 10%, 7% i 83% (Larzul i sar., 1997.). Zbog dosta visokog procentualnog učešća oksidativnih vlakana u mišićima, taj procenat se ne može bitno povećavati. Ovo potvrđuju istraživanja Wiklund i sar. (1998.), koji nisu uočili statistički značajne razlike u procentualnom učešću pojedinih tipova mišićnih vlakana u osam ispitivanih mišića, kod goveda gajenih u vezanom i slobodnom sistemu. Suprotno tome, Westergaard i sar. (2000.) utvrdili su razlike u procentualnoj zastupljenosti pojedinih vlakana u mišićima *m. longissimus dorsi*, *m. semitendinosus* i *m. supraspinatus*, kod bikova gajenih u različitim sistemima (slobodni sa ograničenom i intenzivni sa *ad libitum* ishranom). U mišićima *m. longissimus dorsi* i *m. supraspinatus* kod slobodno gajenih životinja bio je veći procenat STO vlakana, dok je u *m. semitendinosus* i *m. longissimus dorsi* utvrđen veći procenat FTO vlakana. Kod svih mišića bikova gajenih u slobodnom sistemu, procenat FTG vlakana bio je manji u odnosu na životinje iz vezanog sistema. Ipak, u ovom istraživanju kombinuje se uticaj ishrane i fizičke aktivnosti, što se mora imati u vidu kod tumačenja rezultata.

Kod živine, opšte je poznata razlika u boji filea tj. grudnih mišića kokoši i ćuraka, u odnosu na patke i guske, pa se ptice mogu uzeti kao „školski“ primer izraženih razlika u boji mesa kao posledici različitog procentualnog učešća pojedinih tipova mišićnih vlakana u mišićima. Svetla boja pilećeg filea kokoši posledica je vrlo slabog korišćenja grudnih mišića i ogromnog procentualnog učešća glikolitičkih (FTG) vlakana u strukturi mišića. Ovo su potvrdila istraživanja Ušćebrke i sar. (2008.), koji su ustanovili različitu strukturu mišića (grudi i zadnjih ekstremiteta) kod divljih ptica (fazan i jarebica) u odnosu na domaću živinu. Divlje ptice su imale veći procenat intermedijarnih a manji procenat glikolitičkih vlakana u odnosu na domaće ptice, u svim ispitivanim mišićima. Madeira i sar. (2006.), utvrdili su da poluslobodni sistem gajenja brojlera, koji su mogli više da se kreću u odnosu na brojlere gajene u zatvorenom sistemu, utiče na povećanje zastupljenosti oksidativnih (STO) vlakana u ispitivanom *m. extensor hallucis longus*, mada je ovaj efekat uočen samo kod mužjaka. Ono o čemu se posebno mora voditi računa u živinarskoj proizvodnji je da se današnja konvencionalna proizvodnja bazira na brzorastućim hibridima, koji ne bi bili pogodni za gajenje u alternativnim sistemima, zbog izraženih zdravstvenih problema, pre svega poremećaja razvoja nogu i hromosti (Castellini i sar., 2008.).

Zaključak

Poznavanje histoloških osobina mišićnog tkiva neophodno je za uspešnu proizvodnju mesa. U savremenim uslovima, kada su genetski potencijali životinja dovedeni gotovo do svog maksimuma, alternativni načini poboljšanja strukture mišićnog tkiva dobijaju sve više na značaju. Iako je potrebno sprovesti brojna dodatna istraživanja sa ujednačenim uslovima, fizička aktivnost kojom se donekle

može menjati struktura mišićnog tkiva mogla bi biti uspešno implementirana u proizvodnju, najpre svinja i živine.

Napomena

Rad je nastao kao rezultat istraživanja u okviru ugovora o realizaciji i finansiranju naučnoistraživackog rada u 2021. godini između Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu i Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, evidencioni broj ugovora: 451-03-9/2021-14/ 200116.

Literatura:

- Bee G., Guex G, Herzog W. (2004). Free-range rearing of pigs during the winter: Adaptations in muscle fiber characteristics and effects on adipose tissue composition and meat quality traits. *Journal of Animal Science*, 82, 1206-1218.
- Berard J., Kalbe C., Loesel D., Tuchscherer A., Rehfeldt C. (2011). Potential sources of early-postnatal increase in myofibre number in pig skeletal muscle. *Histochemie*, 136, 217-225.
- Brameld J., Fahey A., Langley-Evans S., Buttery P. (2003). Nutritional and hormonal control of muscle growth and fat deposition. *Archives of Animal breeding*, 46 (special issues), 143-156.
- Brameld J., Zoe T., Daniel R. (2008). In utero effects on livestock muscle development and body composition. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48, 921-929.
- Brandstetter A. M., Picard B., Geay Y. (1998a). Muscle fibre characteristics in four muscles of growing bulls – I. Postnatal differentiation. *Livestock Production Science*, 53, 15-23.
- Brooke M. H., Kaiser K. K. (1970). Muscle fibre types: How many and what kind. *Archives of Neurology*, 23, 369-379.
- Castellini C., Berri C., Le Bihan-Duval E., Martino G. (2008). Qualitative attributes and consumer perception of organic and free-range poultry meat. *World's Poultry Science Journal*, 64, 500-512.
- Dwyer C. M., Fletcher J. M., Stickland N. C. (1993). Muscle cellularity and postnatal growth in the pig. *Journal of Animal Science*, 71, 3339-3343.
- Fazarinc G., Vrecl M., Poklukar K., Škrlep M., Batorek-Lukač N., Branković J., Tomažin U., Čandek-Potokar M. (2020). Expression of Myosin Heavy Chain and Some Energy Metabolism-Related Genes in the Longissimus Dorsi Muscle of Krškopolje Pigs: Effect of the Production System. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, article 533936.
- Fiedler I., Rehfeldt C., Dietl G., Ender K. (1997). Phenotypic and genetic parameters of muscle fiber number and size. *Journal of Animal Science*, 75 (suppl. 1), 165.
- Galler S., Schmitt T. L., Pette D. (1994). Stretch activation, unloaded shortening velocity, and myosin heavy chain isoforms of rat skeletal muscle fibres. *Journal of Physiology* 478, 513-521.

- Gauthier G. F. (1969). On the relationship of ultrastructural and cytochemical features to color in mammalian skeletal muscle. *Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat.* 95, 462-482.
- Gentry J.G., McGlone J.J., Miller M. F., Blanton Jr J.R. (2004). Environmental effects on pig performance, meat quality and muscle characteristics. *Journal of Animal Science*, 82, 523-528.
- Guth L., Samaha F. J. (1970). Procedure for the histochemical demonstration of actomyosin ATPase. *Exp. Neurol.*, 28, 365-367.
- Handel S. E., Stickland N. C. (1988). Catch-up growth in pigs: A relationship with muscle cellularity. *Animal Production*, 47, 291-295.
- Karlsson A., Klont R. E., Fernandez X. (1999). Skeletal Muscle Fibres as Factors for Pork Quality. *Livestock Production Science*, 60, 255-269.
- Kasprzyk A., Bogucka J. (2020). Meat quality of Pulawska breed pigs and image of longissimus lumborum muscle microstructure compared to commercial DanBred and Naima hybrids. *Archives animal breeding*, 63(2), 293-301. <https://doi.org/10.5194/aab-63-293-2020>
- Larzul C., Lefaucheur L., Ecolan P., Gogue J., Talmant A., Sellier P., Monin G. (1997). Phenotypic and genetic parameters for Longissimus muscle fiber characteristics in relation to growth, carcass and meat quality traits in Large White pigs. *Journal of Animal Science*, 75, 3126-3137.
- Lebret B. (2008). Effects of feeding and rearing systems on growth, carcass composition and meat quality in pigs. *Animal*, 2,10, 1548-1558.
- Lefaucheur L., Hoffman R. K., Gerrard D. E., Okamura C. S., Rubinstein N., Kelly A. (1998). Evidence for Three Adult Fast Myosin Heavy Chain Isoforms in Type II Skeletal Muscle Fibers in Pigs. *Journal of Animal Science*, 76, 1584-1593.
- Lefaucheur L., Milan D., Ecolan P., Le Callennec C. (2004). Myosin heavy chain composition of different skeletal muscles in Large White and Meishan pigs. *Journal of Animal Science*, 82, 1931-1941.
- Listrat A., Lebret B., Louveau I., Astruc T., Bonnet M., Lefaucheur L., Picard B., Bugeon J. (2016). How Muscle Structure and Composition Influence Meat and Flesh Quality. *The Scientific World Journal*, Hindawi Publishing Corporation. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/3182746>
- Madeira L. A., Sartori J. R., Saldanha E.S.P.B., Pizzolante C.C., Dal Pai Silva M., Mendes A.A., Takahashi S.E., Solarte W. V. N. S. (2006). Morphology of skeletal muscle fibers of different broiler chicken strains bred in confined and semi-confined systems. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35, 2323-2332.
- Martins J.M., Silva D., Albuquerque A., Neves J., Charneca R., Freitas A., (2021). Physical Activity Effects on Blood Parameters, Growth, Carcass and Meat and Fat Composition of Portuguese Alentejano Pigs. *Animals*, 11, 156.
- Nissen P.M., Danielsen V. O., Jorgensen P.F., Oksbjerg N. (2003). Increased maternal nutrition of sows has no beneficial effects on muscle fiber number or postnatal growth and has no impact on the meat quality of the offspring. *Journal of Animal Science*, 81, 67-76.

- Pette D., Staron R. S. (2000). Myosin isoforms, Muscle Fibre Types, and Transitions. *Microscopy Research and Technique*, 50, 500-509.
- Rede R., Pribisch V., Rahelic S. (1986). Untersuchungen ueber die Beschaffenheit von Schlacht-tierkoerpern und Fleisch primitiver und hochselektierter Schweinerassen. *Fleischwirtsch.*, 66, 898.
- Reggiani C., Mascarello F. (2004). Fibre type identification and functional characterization in adult livestock animals. *Muscle Development of Livestock Animals – Physiology, Genetics and Meat Quality*. CABI Publishing, 39-68.
- Rehfeldt C., Stickland N. C., Fiedler I., Wegner J. (1999). Environmental and genetic factors as sources of variation in skeletal muscle fibre number. *Basic Appl. Myol.* 9 (5), 235-253.
- Rehfeldt C., Fiedler I., Dietl G., Ender K. (2000): Myogenesis and postnatal skeletal muscle cell growth as influenced by selection. *Livestock Production Science*, 66, 177-188.
- Schiaffino S., Reggiani C. (1994). Myosin isoforms in mammalian skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, 77, 493-501.
- Statistički godišnjak Republike Srbije (2014). Republika Srbija, Republički zavod za statistiku.
<https://publikacije.stat.gov.rs/G2014/Pdf/G20142013.pdf>
- Statistički godišnjak Republike Srbije (2019). Republika Srbija, Republički zavod za statistiku.
<https://www.stat.gov.rs/sr-cyrl/publikacije/publication/?p=12102>
- Stickland N. C., Handel S. E. (1986). The number and types of muscle fibers in large and small breeds of pigs. *Journal of Anatomy*. 147, 181-189.
- Te Paas M. F. W., Everts M. E., Haagsman H. P. (2004). *Muscle Development of Livestock Animals. Physiology, Genetics and Meat Quality*. CABI Publishing, Wallingford, Oxfordshire, UK.
- Ušćebrka, G., Stojanović, S., Žikić, D., Kanački, Z., 2008. Morfodynamics of skeletal musculature of birds. *Savremena poljoprivreda*, 57, 1-2, 44-50.
- Vestergaard M., Oksbjerg N., Henckel P. (2000). Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre characteristics and meat color of *semitendinosus*, *longissimus dorsi* and *supraspinatus* muscles of young bulls. *Meat Science*, 54, 177-185.
- Vitorović D., Adamović I. (2012). Influence of different factors on muscle growth and structure of skeletal muscle tissue. *Proceedings of The First International Symposium on Animal Science*, Book 1, 25-34.
- Wiklund E., Malmfors G., Lundstrom K. (1998). The Effects of Excercise on Muscle Fibre Composition and Oxidative Capacity in Eight Bovine Skeletal Muscles. *Swedish Journal of Agricultural Research*, 28, 111-116.

THE INFLUENCE OF PHYSICAL ACTIVITY ON HISTOLOGICAL PROPERTIES OF MUSCLES IN DOMESTIC ANIMALS

*Ivana Božičković¹, Vesna Davidović¹, Radomir Savić¹, Vladimir Živković²,
Stefan Stepić¹, Vladan Đermanović¹*

Abstract: Meat is a product formed from skeletal muscles of animals through different biochemical processes following *rigor mortis*. Therefore, characteristics of muscle tissue, its structure, number, diameter and percentage of different muscle fiber types would greatly determine the quantity and the quality of meat. Having in mind that selection and nutrition led to nearly a maximum in meat production, and consumers are having higher and higher demands for „organic“ products, products from more natural production, their concern for animal welfare is rising, the implementation of physical activity in animal rearing could be of more importance in the future. Physical activity could imply outdoor systems, or semi-confinement systems with enriched environment. Also, the impact of this factor could be of higher importance in pigs and chicken, where intensive selection towards lean meat content increased the number of glycolytic fibers in muscles, leading to more pronounced problems with meat quality (PSE meat).

Key words: muscle structure, muscle fiber types, physical activity, meat quality

¹University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Institute of Zootechnics, Nemanjina 6, 11080 Zemun – Belgrade (ivadamo@agrif.bg.ac.rs);

²Institute of Animal Husbandry, Autoput 16, 11080 Belgrade, Serbia

UTICAJ GODINE, POLA I TIPA ROĐENJA NA TELESNU MASU I PORAST JAGNJADI BERGAMO RASE OVACA

Krstina Zeljić¹, Dragan Stanojević, Vladan Bogdanović, Nikolija Gligović, Stefan Stepić

Izvod: Cilj rada bio je da se ispita uticaj godine, pola i tipa rođenja na osobine porasta kod jagnjadi bergamo rase. Istraživanje je sprovedeno na uzorku od 141 jagnjeta (68 muških, 73 ženska jagnjeta), ojašnjanih u periodu od 2014. do 2015. godine, u okviru jednog poljoprivrednog gazdinstva u Vojvodini. Prosečna telesna masa jagnjadi na rođenju iznosila je 3,67 kg, sa 30 dana starosti 10,60 kg, a pri odlučanju 30,77 kg. Ispitan je uticaj fiksnih faktora u okviru SAS softverskog paketa. Visoko statistički značajan uticaj (**=P<0,01) na osobine: prosečna telesna masa jagnjadi na rođenju (TM0), sa 30 dana (TM30) starosti i pri zalučenju (TMZAL), imali su svi ispitivani faktori.

Ključne reči: jagnjad, porast, bergamo.

Uvod

Proizvodnja jagnječeg mesa i ovčijeg sira predstavlja jedan od glavnih izvora prihoda porodičnih farmi u brdsko-planinskom području naše zemlje. Prema popisu poljoprivrede koji je sproveden 2012. godine, ovčarska proizvodnja je najzastupljenija u regionu Šumadije i Zapadne Srbije, gde se na porodičnim farmama uzgaja skoro 60% svih ovaca u Srbiji. Pored različitih sojeva pramenke (sjenička, svrljiška, lipska) i plemenitih rasa (Ile de France, vitemberg), pažnju odgajivača u Srbiji privukla je i italijanska Bergamo rasa ovaca, kombinovanog smera proizvodnje (meso-mleko-vuna).

Ovce ove rase su krupne (telesna masa odraslih ženskih grla iznosi 55-60 kg, muških grla 70-80 kg), plodne (plodnost u proseku iznosi 140%), mlečne (prosečna mlečnost u standardnoj laktaciji iznosi 60-90 litara) i prekrivene su vunom bele boje. Karakteristično obeležje su duge, oborene uši (Glavni odgajivački program u ovčarstvu, 2019).

U Italiji se ova rasa uglavnom koristi za proizvodnju mesa, odnosno, jagnjad se drži sa ovacima na pašnjaku dok ne dostignu težinu za klanje, što je sa oko 40 dana starosti (jagnjad se ne odlučuju; prvih 20 dana ishrana je zasnovana na mleku, preostalih 20 dana u ishranu se uključuje seno i koncentrat po potrebi). Telesna masa odraslih muških jedinki može biti i do 105 kg, dok odrasle ženske jedinke mogu dostići telesnu masu od 82 kg (Budimir i sar., 2018). Takođe, ovce imaju i dobru proizvodnju mleka koja u laktaciji iznosi oko 250 kg, sa 6% mlečne masti, što se u Italiji koristi za proizvodnju sira gorgonzola (Alves Dos Santos, 2019).

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, Beograd- Zemun, Srbija (krstina.zeljic@agrif.bg.ac.rs)

Zbog sposobnosti prilagođavanja na različite klimatske uslove, u Brazilu se ova rasa proširila širom zemlje, pa je 1978. godine priznata od strane Ministarstva kao brazilska bergamo rasa (Machado, 2000).

Materijal i metode rada

Ispitivanje fenotipske varijabilnosti utvrđeno je na uzorku od 141 jagnjeta bergamo rase, rođenih u periodu od 2014. do 2015. godine, u okviru jednog poljoprivrednog gazdinstva na području Vojvodine.

Istraživanjem su obuhvaćene telesne mase jagnjadi: prosečna telesna masa na rođenju (TM0), sa 30 dana (TM30) starosti i na zalučenju (TMZAL), Izračunate su i telesne mase muških i ženskih jagnjadi, kao i razlike u telesnim masama između jedinaca i blizanaca. Osnovni statistički pokazatelji fenotipske ispoljenosti i varijabilnosti ispitivanih osobina izračunati su primenom standardnih statističkih procedura uz pomoć PROC MEANS procedure u okviru SAS programskog paketa (SAS Inst., Inc., Cary, NC).

Ispitan je uticaj fiksnih faktora uz pomoć GLM procedure u okviru SAS programskog paketa (SAS Inst., Inc., Cary, NC). Prilikom ispitivanja korišćen je fiksni model koji je u sebe uključio ispitivanje uticaja, i to: godinu jagnjenja, pol jagnjadi i tip jagnjenja (jedinci i blizanci).

Korišćen fiksni model imao je sledeći oblik:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + P_j + T_k + e_{ijk}$$

U kojem je:

Y_{ijk} - fenotipska ispoljenost ispitivane osobe

μ - opšti prosek populacije

G_i - fiksni uticaj i-te godine (i=2014, 2015)

P_j - fiksni uticaj j-tog pola jagnjeta (j=1, 2),

T_k - fiksni uticaj k-tog tipa rođenja (k=1, 2)

e_{ijk} - slučajna greška.

Rezultati istraživanja i diskusija

Tabela 1. Prosečne vrednosti i varijabilnost ispitivanih osobina

Table 1. Average values and variability of studied traits

Osobine Traits	n	$\bar{x}$	SD	Variance	Min	Max	CV(%)
TM0 BW0, kg	141	3,67	0,52	0,27	2,80	5,00	14,21
TM30 BW30, kg	141	10,60	1,55	2,40	6,50	14,50	14,63
TMZAL BWW, kg	141	30,77	2,33	5,42	26,00	37,00	7,57

*BW0= birth weight; BW30= body weight at 30 days; BWW= body weight at weaning.

Prosečna telesna masa jagnjadi na rođenju iznosila je 3,67 kg, sa 30 dana starosti 10,60 kg, a pri odlučanju 30,77 kg. Izračunata telesna masa na rođenju veća je od one koju navode Ulian i sar. (2014) za bergamo jagnjad od 3,27 kg.

U tabeli 2. prikazani su nivoi značajnosti uticaja efekata uključenih u model na ispitivane osobine porasta jagnjadi bergamo rase.

Tabela 2. Vrednosti F- testa za ispitivane faktore

Table 2. Values of F- test for studied factors

Osobine Traits	Faktori Factors			
	Pol Sex	Godina jagnjenja Lambing year	Tip jagnjenja Lambing type	R ²
TM0 BW0	74,80**	9,65**	166,33**	0,66
TM30 BW30	56,49**	0,29 ^{nz}	80,36**	0,54
TMZAL BW	30,60**	0,31 ^{nz}	36,06**	0,38

^{nz}=P>0,05; * =P<0,05; **=P<0,01; R²= koeficijent determinacije.

Na telesnu masu jagnjadi na rođenju visoko statistički značajno (**=P<0,01) uticali su svi ispitivani faktori (pol, godina jagnjenja i tip jagnjenja), što je u skladu sa istraživanjem koje su sprovedi Boujenane i Diallo (2016) kod sardi ovaca. Godina jagnjenja nije imala statistički značajan uticaj na telesnu masu jagnjadi sa 30 dana starosti i pri odlučanju.

U tabeli 3. prikazane su telesne mase jagnjadi razvrstane prema polu, dok su u tabeli 4. prikazane vrednosti ovih osobina prema tipu rođenja.

Tabela 3. Prosečne vrednosti i varijabilnosti telesnih masa muške i ženske jagnjadi

Table 3. Average values and variability of body weights of male and female lambs

Pol jagnjadi Sex of lamb	Osobina Traits	n	$\bar{x}$	SD	Variance	Min	Max	CV(%)
Muški Male	TM0 BW0	68	3,94	0,52	0,27	3,00	5,00	13,31
	TM30 BW30	68	11,41	1,49	2,23	8,80	14,50	13,07
	TMZAL WW	68	31,82	2,33	5,43	26,00	37,00	7,32
Ženski Female	TM0 BW0	73	3,42	0,38	0,14	2,80	4,20	10,97
	TM30 BW30	73	9,84	1,18	1,39	6,50	12,50	11,99
	TMZAL WW	73	29,78	1,86	3,45	26,00	34,00	6,24

Tabela 4. Prosečne vrednosti i varijabilnosti telesnih masa jedinaca i blizanaca
 Table 4. Average values and variability of body weights of singles and twins

Tip rođenja <i>Birth type</i>	Osobina <i>Traits</i>	n	$\bar{x}$	SD	Variance	Min	Max	CV(%)
Jedinci <i>Single</i>	TM0 <i>BW0</i>	63	4,07	0,46	0,21	3,00	5,00	11,39
	TM30 <i>BW30</i>	63	11,62	1,48	2,19	8,80	14,50	12,76
	TMZAL <i>WW</i>	63	32,02	2,01	4,05	29,00	37,00	6,28
Blizanci <i>Multiple</i>	TM0 <i>BW0</i>	78	3,35	0,30	0,91	2,80	4,20	9,02
	TM30 <i>BW30</i>	78	9,76	1,03	1,07	6,50	12,50	10,57
	TMZAL <i>WW</i>	78	29,76	2,07	4,29	26,00	34,00	6,96

Prosečna telesna masa muške jagnjadi na rođenju bila je veća u odnosu žensku jagnjad i iznosila je 3,94 kg prema 3,42 kg. Razlika u telesnim masama održala se i do odlučnja gde su telesne mase bile za mušku jagnjad 31,82 kg, a za žensku 29,78 kg. Utvrđena je i razlika između telesnih masa jedinaca i blizanaca, gde je masa jedinaca bila znatno viša (4,07 kg na rođenju) u odnosu na masu blizanaca (3,35 kg).

Dobijene vrednosti niže su od onih koje navode Moroni i sar. (2007) gde su telesne mase jagnjadi na rođenju oko 5,56 kg (3,45 kg-7,10 kg), odnosno prosečna telesna masa blizanaca iznosila je 5,36 kg, dok je za jedince bila viša i iznosila je oko 5,78 kg.

Sa druge strane, istraživanje koje su sprovedi Dal Pra i sar. (2009) pokazalo je da razlike između telesnih masa sa 90 dana starosti jagnjadi safolk i bergamo rase nisu značajne, odnosno, te mase su iznosile 40,33 kg i 37,27 kg, respektivno. Takođe, ustanovili su da su jagnjad rođena kao jedinci znatno teži u odnosu na jagnjad rođenu kao blizanci. Sirtori i sar. (2009) navode da su telesne mase jedinaca ovih rasa u uzrastu od 90 dana iznosile 41,7 kg, a blizanaca 33,4 kg, kao i da su jagnjad bergamo rase pokazala bolji kvalitet mesa nakon fizičko-hemijske analize *Longissimus lumborum*.

De Miranda i McManus (2000) konstatovali su da populacija ovaca bergamo rase u Brazilu nije u skladu sa rasnim standardima koji su definisani u Italiji. Oni su utvrdili telesne mase jedinaca i blizanaca na rođenju koje su iznosile 3,88 kg i 3,06 kg, dok je telesna masa muške jagnjadi na rođenju iznosila 3,88 kg, a ženske 3,06 kg.

Zaključak

Bergamo rasa, kao relativno nova rasa na našim prostorima, zahteva dodatna ispitivanja, s obzirom na činjenicu da se dobro prilagodila i da daje veći broj

jagnjadi u leglu koje zbog povećane mlečnosti može i da odgaji. Iako blizanci imaju nešto manju prosečnu telesnu masu u odnosu na jedince, od ovce koja ojagnji veći broj jagnjadi pri jednom jagnjenju, svakako se proizvede i veća količina mesa, pa je bližnjenje poželjna osobina.

Napomena

Rad je nastao kao rezultat istraživanja u okviru „Ugovora o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada u 2021. godini između Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu i Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije”, evidencioni broj ugovora: 451-03-9/2021-14/ 200116.

Literatura

- Alves Dos Santos L.T. (2019): Caracterização morfo métrica de ovinos da raça Bergamácia Brasileira. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias, Rio Largo.
- Boujenane I., Diallo I.T. (2016): Estimates of genetic parameters and genetic trends for pre-weaning growth traits in Sardi sheep. *Small Ruminant Research*, 146: 61-68.
- Budimir K., Trombetta F.M., Francioni M., Toderi M., D'Ottavio P. (2018): Slaughter performance and carcass and meat quality of Bergamasca light lambs according to slaughter age. *Small Ruminant Research*, 164: 1-7.
- Dal Pra A., Crovetto A., Sirtori F., Brajon G., Olivetti A., Campodoni G. (2009): In vita performance and slaughter characteristics of Suffolk and Bergamasca lambs at 90 days of age. *Italian Journal of Animal Science*, vol.8(2): 492-494.
- De Miranda M.R., McManus C. (2000): Desempenho de Ovinos Bergamacia na Região de Brasília. *Rev. bras. zootec.*, 29(6): 1661-1666.
- Glavni odgajivački program u ovčarstvu (2019). Institut za stočarstvo, Beograd-Zemun.
- Machado T.M.M. (2000): Racas raras de pequenos ruminantes no Brasil. *Acao Ambiental*, 19-23.
- Moroni P., Pisoni G., Varisco G., Boettcher P. (2007): Effect of intramammary infection in Bergamasca meat sheep on milk parameters and lamb growth. *Journal of Dairy Research*, 74: 340-344.
- Popis poljoprivrede 2012.- Poljoprivreda u Republici Srbiji (2013). Republički zavod za statistiku.
- SAS Inst. Inc. (2011): The SAS System for Windows, Release 9.4. Cary, NC.
- Sirtori F., Dal Pra A., Brajon G., Pugliese C., Bozzi R. (2009): Meat quality of Suffolk and Bergamasca lambs slaughtered at 90 days of age. *Italian Journal of Animal Science*, vol.8(2): 546-548.
- Ulian V.M.C., Koether K., Lourenco G.L.M., Goncalves S.R., Sudano J.M., Salgueiro da Cruz K.R., Branchini da Silva N., Chiacchio B.S. (2014): Physiological parameters

in neonatal lambs of the Bergamasca breed. Acta Scientiae Veterinariae, 42: 1183.

INFLUENCE OF YEAR, SEX AND TYPE OF BIRTH ON BODY WEIGHT AND GROWTH OF LAMBS BERGAMASCA SHEEP

Krstina Zeljić¹, Dragan Stanojević, Vladan Bogdanović, Nikolija Gligović, Stefan Stepić

Abstract

The aim of this study was to examine the influence of age, sex and type of birth on the traits of growth in bergamasca lambs. The research was conducted on a sample which included 141 lambs (68 male, 73 female lambs), born from 2014 to 2015, raised on one agricultural farm in Vojvodina. The average body weight of lambs at birth was 3.67 kg, with 30 days of age 10.60 kg, and weaning weight 30.77 kg. The effect of fixed factors was studied within the frame of SAS software package. A statistically highly significant (**=P<0.01) effect on studied traits: average lamb birth weight (BW0), average lamb body weight at 30 days (BW30) and weaning weight, had all the examined factors.

Key words: lambs, growth, bergamasca.

¹University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Belgrade-Zemun, Serbia (krstina.zeljic@agrif.bg.ac.rs)

SISTEMI GAJENJA I PROIZVODNJE U ORGANSKOM OVČARSTVU I KOZARSTVU

*Milun Petrović¹, Snežana Bogosavljević-Bošković¹, Simeon Rakonjac¹,
Radojica Đoković¹, Miloš Ži Petrović¹, Vladimir Dosković¹, Biljana Veljković¹*

Izvod: U organskoj ovčarskoj proizvodnji dominira proizvodnja jagnječeg mesa dok je proizvodnja mleka znatno manje prisutna i veoma retka. U proizvodnji jagnječeg mesa prisutna su najčešće dva osnovna sistema gajenja odnosno proizvodnje: tov jagnjadi na paši i kombinovani tov jagnjadi. U **organskom kozarstvu** najzastupljenija je organska proizvodnja mleka i mlečnih proizvoda prvenstveno kvalitetnih kozjih sireva. Sistem gajenja najčešće predstavlja kombinaciju pašnog (letnja polovina godine) i štalskog načina gajenja (zimski polovina godine). Ovakva poljoprivreda obezbeđuje amortizaciju negativnih efekata društvenog razvoja na ekosferu i ljudsku populaciju u celini.

Ključne reči: organsko ovčarstvo, organsko kozarstvo, sistemi gajenja, sistemi proizvodnje.

Uvod

Proizvodnja dovoljne količine zdrave hrane za sve veći broj stanovnika na planeti predstavlja jedno od najvažnijih pitanja za opstanak savremenog društva. Jedno od najranijih predviđanja tmurne budućnosti ja na ovu temu postavio profesor Jon Bedington, kada je u svom radu izneo pretpostavku da će porast svetske populacije do 2030. godine zahtevati rast proizvodnje hrane za 50% (Bedington, 2009). Kolika je važnost hrane za pojedinca, ali i društvo u celini, objasnio je poznati sociolog Abraham Maslow, kreator „piramide potreba“. On je istakao da je potreba za hranom osnovna potreba ličnosti, i da je pre svega neophodno zadovoljiti tu potrebu, a tek nakon toga sve ostale (Maslow, 1954). Očuvanje životne sredine i intenzivna poljoprivreda nisu komatibilne i zato je organska poljoprivreda prepoznata kao važna mogućnost u rešavanju ovih značajnih problema u svetu.

Sa spoznajom negativnih efekata intenzivne industrijske poljoprivredne proizvodnje kao i posledice koje može da ima konzumiranje proizvoda iz iste sa aspekta zdravlja potrošača (Laurence, 1991; Passille, 1997) raste interesovanje za nekonvencionalnu, a posebno organsku proizvodnju. Sve ovo uticalo je da se tokom poslednje decenije obim organske proizvodnje u svetskim razmerama znatno poveća. Širenju organske proizvodnje doprineli su i standardi definisani kroz zakonske propise i regulative koji obezbeđuju okvir za omogućavanje dobrih životnih uslova za domaće životinje. Ovi minimalni standardi, ipak, nisu nužno i

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Republika Srbija, (milunp@kg.ac.rs)

garancija za dobro stanje po pitanju dobrobiti životinja i njihovog zdravstvenog stanja (Sundrum, 2001; Kijstra i Eick, 2006).

Organska poljoprivreda je sistem upravljanja koji teži ekološki i etički prihvatljivoj, zdravstveno bezbednoj, socijalno pravednoj i ekonomski isplativoj poljoprivrednoj proizvodnji (Petrović i sar., 2020). To nije samo proizvodnja visokovredne hrane i drugih produkata poljoprivrede, već podrazumeva specifičan i kvalitetan odnos prema prirodnim resursima, njihovom korišćenju u zadovoljenju potreba za hranom, kao i ekonomskoj isplativosti i održivosti proizvodnje (Pavlović i sar., 2011; Nikolić i sar., 2013).

Sistem gajenja i proizvodnje

Sistemi gajenja u ovčarstvu i kozarstvu bazirani su na ispaši ekstenzivnih pašnjaka koji su, po svojim karakteristikama, veoma bliski organskim tako da je njihova konverzija u organske pašnjake veoma laka (Petrović i Rakonjac, 2017). S druge strane, pašni sistem se može značajnije intenzivirati primenom različitih agrotehničkih mera (irigacija, usijavanje i dr.) pri čemu se mora držati osnovnih načela organske poljoprivrede kao što je nitratna direktiva (do 14 ovaca ili koza po hektaru).

Iako su po proizvodnim karakteristikama veoma slične, ovce i koze se značajno razlikuju u pogledu ishrane. Koze su tzv. „browser“ (izbirači, pregledači) tip i u svojoj ishrani u značajnoj meri koriste rastinje i nisko drveće (brst), dok su ovce više „grazer“ (pašni) tip životinja i oslonjene su na iskorišćavanje pašnjačkih trava i leguminoza. Ovo omogućava veoma razvijenu praksu simultanog iskorišćavanja pašnjaka od strane ovaca i koza.

U **organskoj ovčarskoj proizvodnji** dominira proizvodnja jagnječeg mesa dok je proizvodnja mleka znatno manje prisutna i veoma retka. U proizvodnji jagnječeg mesa prisutna su najčešće dva osnovna sistema gajenja odnosno proizvodnje: ***tov jagnjadi na paši i kombinovani tov jagnjadi.***



Slika 1. *Tov jagnjadi na paši*

Većina potrošača pod organskom jagnjetinom podrazumeva meso jagnjadi ***tovljene na pašnjaku.***

Za ovaj vid tova neophodno je obezbediti kvalitetne pašnjake i rotacionu ispašu. Na kvalitetnim pašnjacima moguće je postići priraste približne prirastima jagnjadi koja pored paše konzumiraju i manje količine koncentratnih hraniva. Pašnim tovom dobijaju se nešto lakša janjad, sa više mesa i manje masti. Konzumiranjem samo paše dobrog kvaliteta, ostvareni dnevni prirasti po jagnjetu, u zavisnosti od rase pripadnosti, se kreću od 150 do 200 grama. Dodavanjem koncentratnih hraniva u ishranu, prirasti su veći srazmerno količini i kvalitetu dodatih hraniva. Količina i vrsta koncentrovanih hraniva zavisi od kvaliteta (botaničkog sastava i vegetativne faze razvoja biljaka) i prinosa pašnjaka. Pri kraju tova udeo koncentrovanih hraniva u obrocima se povećava. Tov u proseku traje sedam meseci, a završne telesne mase jagnjadi zavise od rase pripadnosti, mase pri rođenju i telesne mase pri zalučenju.

Kombinovani tov jagnjadi podrazumeva kombinaciju paše i prihranu koncentrovanim hranivima koja se ne daju ovcima. Podrazumeva se i rotaciona ispaša, pri čemu jagnjad imaju prednost ispaše u odnosu na ovce na novoj parceli. Budući da jagnjad generalno preferiraju nežnije, a time i najkvalitetnije delove biljaka, ovim im se omogućava pristup najkvalitetnijoj paši na parceli, a nakon toga se ispaša omogućava ovcima. Kao proteinsko koncentrovano hranivo može se koristiti grašak ili grah. Ostvareni dnevni prirasti su veći u poređenju sa pašnim tovom, a zavise od količine proteinskog dodatka.

Za razliku od organske proizvodnje u ovčarstvu gde dominira proizvodnja mesa, u **organskom kozarstvu** najzastupljenija je organska proizvodnja mleka i mlečnih proizvoda prvenstveno kvalitetnih kozjih sireva (beli meki sir, tvrdi sir i sir u maslinovom ulju) (Petrović i sar., 2019).



Slika 2. Proizvodnja kozjih sireva

Pored toga prisutna je i organska proizvodnja jarećeg mesa, koja se javlja kao prateći vid proizvodnje organskog mleka i mlečnih proizvoda. Sistem gajenja najčešće predstavlja kombinaciju pašnog (letnja polovina godine) i štalskog načina gajenja (zimski polovina godine) (Petrović i Rakonjac, 2017).



Slika 3. *Pašni način gajenja koza*



Slika 4. *Štalski način gajenja koza*

Zaključak

Rastuće saznanje o poremećajima ekosistema i ugroženosti živog sveta u celosti nametnulo je potrebu da se preispitaju do sada primenjivane tehnologije i metode za ubrzavanje proizvodnog rasta u svim ljudskim delatnostima uključujući i poljoprivredu. Bez obzira na činjenicu da se u svetu i kod nas gaji veliki broj individua koje pripadaju različitim vrstama domaćih životinja sve više se uočava objektivna opasnost od njihovog naglog iščezavanja zbog opadanja adaptacionih sposobnosti.

Prednost organske proizvodnje mleka i mesa u ovčarstvu i kozarstvu sastoji se u tome što ovakva proizvodnja obezbeđuje amortizaciju negativnih efekata društvenog razvoja na ekosferu i ljudsku populaciju u celini. Organska proizvodnja

mleka i mesa može obuhvatiti sve navedene zahteve u pogledu očuvanja životne sredine i dobrobiti u gajenju različitih kategorija ovaca i koza i za nju postoje realne šanse i mogućnosti za razvoj u našim uslovima. Pri tome treba imati u vidu da je jedno od najbitnijih obeležja organske proizvodnje mesa i mleka u ovčarstvu i kozarstvu jedinstvo biljne i stočarske proizvodnje.

Zbog napred navedenog može se zaključiti da se kao razvojne šanse za nerazvijene zemlje moraju tražiti one oblasti za koje postoje prirodni potencijali zemlje, mogućnosti za poštovanje održivog razvoja i zaštite životne sredine. Za Srbiju takvu šansu upravo predstavlja i koncept organske proizvodnje mleka i mesa u ovčarstvu i kozarstvu.

Napomena

Istraživanja u ovom radu su finansirana od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, Ugovor br. 451-03-9/2021-14.

Literatura

- Bedington J.(2009): Food, energy, water and the climate: A perfect Storm of Global Events? www.bis.gov.uk/assets/geoscience/docs/p/perfect-storm=paper.pdf.
- Kijlstra, A., Eijck, I.A.J.M. (2006): Animal health in organic livestock production systems; a review. *NJAS Wageningen Journal of live Sciences* 54 (1): 77-94.
- Laurence, E. A. (1991): Relevance of social science to Veterinary Medicine. *Journal of American Medical Association* 199: 1018-1020.
- Maslow Abraham (1954): *Motivation and Personality*. New York: Harper.
- Nikolić O., Jovanović Lj., Jelić M., Milovanović M., Pavlović M. (2013): Variability of Serbian winter wheat genotypes and their evaluation in terms of sustainable agriculture. *The Journal agriculture and forestry*, 58(2), 19-26.
- Passille de A.M.B. (1997): Le lait écologique fait son nid. *Le Bulletin des Agriculteurs* 3: 51-54.
- Pavlović M., Nikolić O., Jovanović Lj. (2011): Strna žita u funkciji organskog stočarstva. *Ecologica*, 18(64): 671-676.
- Petrović Milun, Rakonjac Simeon (2017): *Organska proizvodnja u stočarstvu*. Udžbenik, Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku.
- Petrović Milun, Snežana Bogosavljević-Bošković, Simeon Rakonjac, Radojica Đoković, Vladimir Dosković, Miloš Petrović, Biljana Veljković (2017): Metode gajenja i genetskog unapređenja u organskom stočarstvu. *XXII Savetovanje o Biotehnologiji, Čačak*, 10-11. mart 2017. *Zbornik radova*, Vol. 22, str. 697-703.
- Petrović Milun, Snežana Bogosavljević-Bošković, Simeon Rakonjac, Radojica Đoković, Vladimir Dosković, Miloš Petrović, Biljana Veljković (2019): *Organska proizvodnja mleka*. *XXIV Savetovanje o Biotehnologiji, Čačak*, 15-16. mart 2019. *Zbornik radova* 2, str. 647-654.
- Petrović D. Milun, Snežana Bogosavljević-Bošković, Simeon Rakonjac, Radojica Đoković, Vladimir Dosković, Miloš Petrović, Biljana Veljković (2020): *Sistemi*

gajenja i proizvodnje u organskom govedarstvu. XXV Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Zbornik radova, str. 309-314, ISBN 978-86-87611-73-3; ISBN 978-86-87611-75-7 (niz); COBISS.SR-ID 283505932; 13-14. mart 2020. godine, Čačak.

Sundrum, A. (2001): Organic livestock farming A critical review. Livestock Production Science 67: 207-215.

BREEDING AND PRODUCTION SYSTEMS IN ORGANIC SHEEP AND GOAT

*Milun Petrović¹, Snežana Bogosavljević-Bošković¹, Simeon Rakonjac¹,
Radojica Djoković¹, Miloš Ži Petrović¹, Vladimir Dosković¹, Biljana Veljković¹*

Abstract

Lamb production dominates in organic sheep production, while milk production is much less present and very rare. There are usually two basic systems of breeding in lamb production: fattening of lambs on pasture and combined fattening of lambs. In organic goat breeding, the most common is the organic production of milk and dairy products, primarily quality goat cheeses. The cultivation system is usually a combination of grazing (summer half of the year) and stable cultivation (winter half of the year). Such agriculture provides amortization of the negative effects of social development on the ecosphere and the human population as a whole.

Key words: organic sheep breeding, organic goat breeding, breeding systems, production systems.

¹University of Kragujevac, Faculty of Agriculture in Čačak, Cara Dušana 34, Republic of Serbia, (milunp@kg.ac.rs)

UTICAJ ODGAJIVAČKOG PODRUČJA, GODINE ROĐENJA I SEZONE TELENJA NA PROIZVODNJU MLEKA I MLEČNE MASATI U STANDARDNIM LAKTACIJAMA KOD KRAVA SIMENTALSKE RASE

*Milun Petrović¹, Vladan Bogdanović², Snežana Bogosavljević-Bošković¹,
Simeon Rakonjac¹, Radojica Đoković¹, Miloš Ži Petrović¹, Vladimir Dasković¹*

Izvod: Analiza uticaja odgajivačkog područja, godine rođenja, sezone telenja i interakcije odgajivačkog područja i sezone telenja na proizvodnju mleka i mlečne masti u standardnim laktacijama izvršena je kod 241 krave simentalske rase sa 897 ostvarenih laktacija rođenih od 1998. do 2007. godine i raspoređenih na tri odgajivačka područja (Čačak, Zlatibor i Rudno). Na osnovu primenjenog modela za analizu uticaja paragenetskih faktora uticaj odgajivačkog područja i interakcije odgajivačkog područja i sezone telenja na proizvodnju mleka i mlečne masti u standardnim laktacijama bio je vrlo značajan ($P < 0.01$). Godina rođenja i sezona telenja nisu značajno uticale ($P > 0.05$) na proizvodnju mleka i mlečne masti, Koeficijenti determinacije bili su vrlo značajni ($P < 0.01$) i kretali su se od 0,516 (51,6%) kod proizvodnje mlečne masti do 0,585 (58,5%) kod proizvodnje mleka.

Ključne reči: odgajivačko područje, godina rođenja, sezona telenja, standardne laktacije.

Uvod

Fenotipska variranja uslovljena su mnogobrojnim faktorima koji se uslovno mogu podeliti u dve osnovne grupe: diskontinuelne (fiksne, kategorične, prekidne) i kontinuelne (random date, neprkidne, nekategorične). Opšta karakteristika diskontinuelnih ili fiksnih uticaja je da izazivaju značajnija variranja proizvodnih reproduktivnih i funkcionalnih osobina i da se jasno mogu izdeliti u klase koje se karakterišu svojim prosecima i varijansama. U ovu grupu uticaja spadaju uticaj genotipa, farmi ili odgajivačkog područja, godine i sezone telenja i rođenja, laktacije po redu itd. Opšta karakteristika kontinuelnih uticaja je da imaju određen pravac i jačinu delovanja (trend). Najznačajniji kontinuelni uticaji su genetski uticaj oca, uzrast pri prvoj oplodnji i telenju, trajanje laktacije i servis perioda itd.

U postupcima oplemenjivanja goveda danas se najčešće koriste linearne metode i modeli koji u sebi sadrže kombinaciju fiksnih parametara (godina, farma, sezona, laktacija) i slučajno promenljivih veličina (genetski uticaj oca, individue, uzrast pri oplodnji i telenju itd.), koje u zavisnosti od posmatrane osobine mogu biti međusobno zavisne (povezane) ili nezavisne, uz prisustvo ili odsustvo

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Republika Srbija, (milunp@kg.ac.rs)

²Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet u Zemunu, Nemanjina 6, Republika Srbija, (vlbogd@agrif.bg.ac.rs)

interakcija između njih. Rešenje izabranog modela suštinski predstavlja priplodnu vrednost individue. Sam izbor modela je kompromis između mogućnosti da se neka biološka pojava (napr. prinos mleka) objasni preko računskih parametara. U tu svrhu razvijene su brojne metode i usavršeni brojni modeli, od kojih se ističu selekcijski indeksi (SI), metod najmanjih kvadrata (LSM), metod najboljih linearnih pokazatelja (BLUP) i metod ocene individualnih intrapopulacijskih priplodnih vrednosti (AM) (Bogdanović i sar., 2003.).

Prema istraživanjima većine autora, negenetski diskontinuelni uticaji (farma, godina, sezona, laktacija po redu i partus, pol teladi, tip rođenja) uzrokuju najveća variranja proizvodnih i reproduktivnih osobina, što ukazuje na opravdanost korišćenja linearnih metoda odnosno korekciju proizvodnih, reproduktivnih i funkcionalnih osobina na dejstvo ovih paragenetskih faktora.

Odgajivačko područje ili farma najčešće značajno utiču na osobine plodnosti usled različitog načina držanja, ishrane, nege, klimatskih prilika, starosne strukture i veličine stada, kao i niza drugih uticaja vezanih za sam način rada i rukovođenja na farmi. Tako su Đurđević i sar. (2002), Petrović D.M. i sar. (2009 i 2012), Petrović M.M. i sar. (2009), Bogdanović i sar. (2012) ispitivali uticaj regiona na proizvodnju mleka i mlečne masti, kao i sadržaj masti u mleku kod krava domaće šarene i simentalke rase i tom prilikom ustanovili da je prinos mleka i mlečne masti visoko značajno varirao ($P < 0.01$) usled uticaja regiona.

Uticaj godine rođenja na ispoljenost proizvodnih osobina manifestuje se kroz različite klimatske prilike po godinama, u kojima je grlo imalo proizvodnju, a preko njih kvaliteta i količine raspoložive hrane. Pored toga godinama se poboljšava tehnologija gajenja i proizvodnje mleka i mesa, a tokom svake godine više ili manje izržen je godišnji selekcijski uspeh. Varijabilnost osobina mlečnosti, po pojedinim periodima (godinama), upućuje da i ovaj faktor treba uključiti u modele za ocenu priplodne vrednosti (Trivunović, 2006) bilo kao samostalan pojedinačni fiksni uticaj ili kao fiksni uticaj koji u sebe uključuje farmu, godinu i sezonu zbog njihove izražene interakcije.

Efekat sezone na količinu mleka i sadržaj mlečne masti u laktaciji u literaturi se najčešće objašnjava na dva načina. Prvi je da tokom letnjih meseci upotreba zelene mase pozitivno deluje na prinos mleka ali ne i na sadržaj masti u njemu. Iz tog razloga većina autora kao najpovoljniju sezonu telenja odnosno početka laktacije sa stanovišta proizvodnje mleka i mlečne masti navode zimsku i prolećnu zbog stimulativnog dejstva zelene mase na proizvodnju mleka. Drugi vid delovanja sezone na osobine mlečnosti je preko uticaja visokih temperatura u letnjem periodu kada dolazi do slabijeg konzumiranja hrane i proizvodnje manjih količina mleka u početku sa višim sadržajem masti a kasnije, ako potraje dejstvo visokih temperatura i njegovim opadanjem, tako da veliki broj autora navodi letnju i jesenju sezonu telenja kao najmanje mlečne. Većina autora (Gaydarska et al. (2001), Singh et al. (2002), Cilek and Tekin (2005), Petrović D.M. i sar. (2005, i 2006), Petrović M.M. i sar. (2009), Lazarević i sar. (2013), Nikšić i sar. (2013) navode značajan ($P < 0.05$), visoko značajan ($P < 0.01$) i vrlo visoko značajan ($P < 0.001$) uticaj sezone na proizvodnju mleka i mlečne masti.

Materijal i metod rada

Uticaj sistematskih negenetskih diskontinuelnih faktora na proizvodnju mleka i mlečne masti u standardnim laktacijama analiziran je kod 241 krave simentalске rase rođenih od 1998. do 2007. godine. Za analizu su korišćeni podaci iz matične evidencije tri selekcijske službe, koje svojim radom pokrivaju područje Čačka, Zlatibora i Rudna.

Statističkom analizom ispitivan je uticaj odgajivačkog područja, godine rođenja, sezone telenja i interakcije odgajivačkog područja i sezone telenja, kao fiksnih paragenetskih faktora, na proizvodnju mleka u punim i standardnim laktacijama:

- **Odgajivačko područje.** Posmatran je uticaj tri odgajivačka područja (Čačak (I), Zlatibor (II) i Rudno (III)).
- **Godina rođenja.** Na osnovu godine rođenja krave rođene u periodu od 1998. do 2007. godine raspoređene su u četiri grupe: *Grupa 1* (krave rođene u periodu od 1998. do 2003. godine); *Grupa 2* (krave rođene 2004. godine); *Grupa 3* (krave rođene 2005. godine); *Grupa 4* (krave rođene u periodu od 2006. do 2007. godine).
- **Sezona telenja,** odnosno početka laktacije (I - prolećna (mart, april, maj), II - letnja (jun, jul, avgust), III - jesenja (septembar, oktobar, novembar) i IV - zimska sezona (decembar, januar, februar).
- **Interakcija odgajivačkog područja i sezone telenja** (3 odgajivačka područja × 4 sezone telenja).

Tabela 1. Distribucija podataka po klasama glavnih sistematskih uticaja
Table 1. Data distribution by classes of main systematic effects

	Odgajivačko područje/ <i>Breeding area</i>			Sezona telenja/ <i>Season of calving</i>				Godina rođenja/ <i>Birth Year</i>			
	Čačak	Zlatibor	Rudno	Proleće <i>Spring</i>	Leto <i>Year</i>	Jesen <i>Autumn</i>	Zima <i>Winter</i>	1998 - 2003	2004	2005	2006- 2007
Broj krava Namb. cows	67	123	51	68	57	60	56	49	40	55	97
Broj lakt. Namb. lactat.	287	434	176	247	213	200	237	-	-	-	-

Analiza uticaja sistematskih faktora okoline izvršena je primenom opšteg linearnog modela. Primena ovog postupka omogućava simulatnu analizu više različitih uticaja, bez obzira da li su oni po svojoj prirodi kategorični ili kontinuirani faktori. Za procenu efekata i testiranje hipoteza opšti linearni model se bazira na primeni metode najmanjih kvadrata.

Za analizu uticaja pojedinih negenetskih faktora na proizvodnju mleka i mlečne masti u standardnim laktacijama upotrebljen je sledeći model:

$$y_{ijk} = \eta + O_i + Gr_j + ST_k + OST_{ik} + e_{ijk}, \text{ gde je:}$$

y_{ijk} - individua i-tog odgajivačkog područja, j-te godine rođenja i k-te sezone telenja.
 η - opšti prosek populacije pri jednakoj zastupljenosti svih razreda uticaja (O, Gr, S_T, OST),
 O_i - fiksni uticaj i-tog odgajivačkog područja (1-3),
 Gr_j - fiksni uticaj j-te godine rođenja (1-4),
 ST_k - fiksni uticaj k-te sezone telenja (1-4),
 OST_{ik} - fiksni uticaj interakcije i-tog odgajivačkog područja i k-te sezone telenja (1-12),
 e_{ijk} - ostali nedeterminisani uticaji.

Rezultati istraživanja i diskusija

Rezultati analize uticaja sistematskih faktora (odgajivačko područje, godina rođenja, sezona telenja, interakcija odgajivačkog područja i sezone telenja) na proizvodnju mleka i mlečne masti u standardnim laktacijama, odnosno sredine najmanjih kvadrata (LSM), standardne greške sredina (SE_{LSM}), značajnost posmatranih uticaja i koeficijenti determinacije (R^2) prikazani su u Tabeli 2.

Ispoljene razlike između odgajivačkih područja u proizvodnji mleka i mlečne masti u standardnim laktacijama bile su vrlo značajne ($P < 0.05$). Najveća proizvodnja mleka i mlečne masti (4 510,16 i 173,901 kg) usled boljeg kvaliteta hrane koja se proizvodila pretežno u ravnici u zalivnom području Zapadne Morave ostvarena je kod krava na području Čačka. Primenom mešovitog modela najmanjih kvadrata sa fiksnim i random uticajem (LS – Least Squares i BLUP – Best linear Unbiased Prediction) paragenetskih faktora na varijabilnost osobine mlečnosti kod crno – belih ($n=1090$) i simentalških prvotelki ($n=1370$), Lazarević i sar. (2013) i Nikšić i sar. (2013), konstatuju vrlo visoko značajana odstupanja u ispoljenosti svih osobina mlečnosti od opšteg proseka pod uticajem odgajivačkog područja.

Razlike u proizvodnji mleka i mlečne masti pod uticajem godine rođenja nisu bile značajne ($P > 0.05$). Za razliku od ovih rezultata pri proučavanju proizvodnih karakteristika simentalških krava smeštenih na istraživačkoj farmi Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta Ataturk u Turskoj, Ugur i sar. (1995) navode da je uticaj godine telenja na prinos mlečne masti u punim i standardnim laktacijama bio statistički značajan ($P < 0,05$).

U sprovedenim istraživanjima sezona telenja takođe, nije značajno je uticala kako na proizvodnju mleka tako i na proizvodnju mlečne masti ($P > 0.05$). Prema navodima Barach-a et al. (2001), krave holštajn rase u Iranu oteljene u decembru ostvarile su veći prinos mleka i proteina od krava oteljenih u junu. Povećanje temperatura za svaki C^0 dovelo je do smanjenja proizvodnje mleka od 0.38 kg, odnosno prinosa proteina za 0.01 kg.

Tabela 2. Sredine najmanjih kvadrata, standardne greške sredina, značajnost posmatranih sistematskih uticaja i koeficijenti determinacije proizvodnje mleka i mlečne masti u punim laktacijama

Table 2. Least-squares means, standard errors of means, significance of observed systematic effects and coefficients of determination of milk production in standard lactations

Sistematski uticaji Systematic influences	N	Proizvodnja mleka u stand. laktacijama, kg Production of milk in standard lactations, kg		Proizvodnja mlečne masti u stand. laktac., kg Production of milk fat in full lactations, kg		
		LSM	SE _{LSM}	LSM	SE _{LSM}	
Odgajivačko područje (farma)/ Breeding area (farm)						
Čačak (I)	67	4 510,16	53,83	173,90	2,24	
Zlatibor (II)	123	3 817,34	40,56	148,92	1,69	
Rudno (III)	51	3 116,25	66,61	123,08	2,77	
F _{exp}		**		**		
Godina rođenja/ Birth Year						
1998-2003	49	3 537,761	65,44	138,76	2,72	
2004	40	3 819,098	70,36	148,60	2,93	
2005	55	3 922,937	59,47	152,77	2,47	
2006-2007	97	3 978,541	43,55	154,41	1,81	
F _{exp}		ns		ns		
Sezona telenja/ Season of calving						
Proleće (I) Spring (I)	247	3 839,63	59,30	149,44	2,47	
Leto (II) Year (II)	213	3 715,50	64,21	144,53	2,67	
Jesen (III) Autumn (III)	200	3 881,66	55,59	152,37	2,31	
Zima (IV) Winter (IV)	237	3 821,55	62,30	148,19	2,59	
F _{exp}		ns		ns		
Odg. područje (farma) × Sezona telenja/Breeding area (farm) × Season of calving						
1	1	12	4 573,35	122,17	177,06	5,09
1	2	20	4 434,85	93,90	169,91	3,91
1	3	23	4 550,29	87,24	176,62	3,64
1	4	12	4 395,33	121,49	167,73	5,06
2	1	39	3 847,16	67,19	149,61	2,80
2	2	33	3 724,28	73,95	145,56	3,08
2	3	18	3 921,44	98,63	152,52	4,11
2	4	33	3 809,22	74,74	148,70	3,11
3	1	17	3 157,43	106,23	124,67	4,43
3	2	4	3 072,03	209,80	120,55	8,74
3	3	19	3 107,40	98,10	125,42	4,09
3	4	11	3 238,03	127,01	126,08	5,29
F _{exp}		**		**		
Koeficijenti determinac. - R ² Determination coefficient - R ²		0,585**		0,516**		

F-test: N.S. - $P > 0.05$; * - $P < 0.05$; ** - $P < 0.01$;

Izračunati koeficijenti determinacije bili su vrlo značajni ($P < 0.01$) i kretali su se od 0,516 (51,6%) kod proizvodnje mlečne masti do 0,585 (58,5%) kod proizvodnje mleka. Proučavajući uticaj farme, sezone telenja i laktacije po redu kao i njihovih interakcija na osobine mlečnosti celih laktacija Petrović D.M. i sar. (2005 i 2009) navode znatno niže vrednosti koeficijenata determinacije koji su se kretali od 0,100 kod trajanja celih laktacija do 0,361 kod sadržaja mlečne masti.

Zaključak

Na osnovu primenjenog modela za analizu uticaja paragenetskih faktora na proizvodnju mleka i mlečne masti u standardnim laktacijama kod 241 krave simentalke rase rođenih od 1998. do 2007 godine može se zaključiti:

- Odgajivačko područje vrlo značajno ($P < 0.01$) je uticalo na proizvodnju mleka i mlečne masti,
- Razlike u proizvodnji mleka i mlečne masti pod uticajem godine rođenja i sezone telenja nisu bile značajne ($P > 0.05$),
- Fiksni diskontinuelni uticaj interakcije odgajivačkog područja i sezone telenja uslovio je vrlo značajne razlike ($P < 0.01$) u proizvodnji kako mleka tako i mlečne masti u standardnim laktacijama,
- Koeficijenti determinacije bili su vrlo značajni ($P < 0.01$) i kretali su se od 0,431 (43,1%) kod proizvodnje mlečne masti do 0,500 (50%) kod proizvodnje mleka.

Napomena

Istraživanja u ovom radu su finansirana od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, Ugovor br. 451-03-9/2021-14.

Literatura

- Barach H., Silanikove N., Shamay A. and E. Ezra (2001): Interrelations Among Ambient Temperature, Day Length and Milk Yield in Dairy Cows Under a Mediterranean Climate. *J. Dairy Sci.*, 84 (10): 2314-2320.
- Bogdanović V., Đedović Radica (2003): Testiranje i metode procene priplodne vrednosti simentalčkih bikova. *Savremeni trendovi u mlekarstvu*, Zbornik radova, str. 46-50. Zlatibor.
- Bogdanović V., Đedović R., Stanojević D., Petrović D.M., Beskorovajni R., Ružić-Muslić D., Pantelić V.(2012): Regional Differences in Expression of Milk Production Traits in Simmental Cows. *Proceedings of the First International Symposium on Animal Science*. November 8-10th, Belgrade, Serbia. Book I, p. 223-230.
- Đurđević R., Vidović V., Antov G., Latinović D. (2002): Genetička varijabilnost perzistencije laktacije krava simentalke rase. *Biotechnology in Animal Husbandry* 18(5-6), p.9-15.

- Gaydarska V., Krustev K., Simeonova S., Ivanov M. (2001): Influence of environmental and genetic factors on the milk yield and phenotypic and genotypic parameters of milk production in Black and White dairy cows in Bulgaria. *Biotechnology in Animal Husbandry* 17 (1-2), p. 11-15, 2001.
- Lazarević M., Petrović M.M., Pantelić V., Ružić-Muslić D., Bogdanović V., Đedović R., Petrović D.M. (2013): Study of the Variability of Milk Traits in the Population of Holstein Friesian Cattle in Central Serbia. *Proceedings of the 10th International Symposium Modern Trends in Livestock Production*. Belgrade, Serbia, October 2-4, 2013. p. 543-549.
- Nikšić D., Petrović M.M., Pantelić V., Ostojić-Andrić D., Caro-Petrović V., Perišić P., Petrović D.M. (2013): Variability of Milk Traits in the Population of Simmental Cattle in Serbia. *Proceedings of the 10th International Symposium Modern Trends in Livestock Production*. Belgrade, Serbia, October 2-4, 2013. p. 536-542.
- Petrović D.M., Skalicki Z., Bogdanović V., Petrović M.M., Kurćubić V. (2005): The Effect of Paragenetic Factors on Performance Traits in Complete Lactations in Simmental Cows. *8th International Symposium Modern Trends In Livestock Production*. *Biotechnology in Animal Husbandry* 21 (5-6), p 7-12.
- Petrović D.M., Đoković R., Bogosavljević-Bošković Snežana, Kurćubić V. (2006): Uticaj paragenetskih faktora na proizvodne osobine standardnih laktacija kod krava simentalске rase. *Savremena poljoprivreda*, Vol.55, 1-2(2006) Str. 138-143, Novi Sad.
- Petrović M.D., Skalicki Z., Petrović M.M., Bogdanović V. (2009): The Effect of Systematic Factors on Milk Yield in Simmental Cows Over Complete Lactations. *Biotechnology in Animal Husbandry* 25(1-2), p 61-71.
- Petrović D.M., Petrović M.M., Skalicki Z., Bogdanović V., Đoković R., Rakonjac S. (2012): The effect of interaction of systematic factors on milk performance of simmental cows in standard lactation. *Biotechnology in Animal Husbandry* 28 (1) p. 67-75.
- Petrović M.M., Sretenović Lj., Bogdanović V., Perišić P., Aleksić S., Pantelić V., Petrović D.M., Novaković Ž. (2009): Quantitative Analysis of Genetic Improvement of Milk production Phenotypes in Simmental Cows. *Biotechnology in Animal Husbandry* 25(1-2), p 45-51, Belgrade-Zemun.
- Singh D., Yadav A.S., Dhaka S.S. (2002): Studies on milk production profile attributes affected by environment and heredity in crossbred cattle. *7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Montpellier, France.
- Sulejman Cilek, Mehmet Emin Tekin (2005): Environmental factors Affecting Milk Yield and Fertility Traits of Simmental Cows Raised at the Kazova State farm and Phenotypic Correlations between These Traits. *Turk J Vet Anim Sci* 29 (2005) 987-993. TUBITAK.
- Trivunović S. (2006): Genetski trend prinosa mleka i mlečne masti u progenom testu bikova za veštačko osemenjavanje. *Doktorska disertacija*. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

Ugur F., Yanar M., Ozhan M., Tuzemen N., Aydin R., Akbulut O. (1995): Milk production characteristics of Simmental cattle reared in the research farm of Ataturk University. Turk Veterinerlik ve Hayvancilik Dergisi. 1995, 19: 5, 365-368; 26 ref.

IMPACT OF BREEDING AREA, YEAR OF BIRTH AND CALVING SEASON ON MILK AND MILK MASS PRODUCTION IN STANDARD LACTATIONS IN SIMMENTAL COWS

Milun Petrović¹, Vladan Bogdanović², Snežana Bogosavljević-Bosković¹, Simeon Rakonjac¹, Radojica Djoković¹, Miloš Ži Petrović¹, Vladimir Dosković¹

Abstract

The analysis of impact that breeding area, year of birth, calving season and interaction between breeding area and calving season have on milk and milk fat production in full lactations was performed in 241 Simmental cows, with 897 lactations born in period from 1998 to 2007 and distributed into three breeding areas (Čačak, Zlatibor and Rudno). According to applied model, analysis of the influence of paragenetic factors, impact of breeding area and interaction of breeding area and calving season on the production of milk and milk fat in full lactation was very significant ($P < 0.01$). The year of birth did not significantly impact ($P > 0.05$) the production of milk and milk fat, while the calving season significantly impacted ($P < 0.05$) the production of milk and insignificantly ($P > 0.05$) the production of milk fat in full lactation. Coefficients of determination were very significant ($P < 0.01$) and ranged from 0.431 (43.1%) in milk fat production to 0.500 (50%) in milk production.

Key words: breeding area, year of birth, calving season, standard lactations.

¹University of Kragujevac, Faculty of Agriculture in Čačak, Cara Dušana 34, Republic of Serbia, (milunp@kg.ac.rs)

²University of Belgrade, Faculty of Agriculture Belgrade, Nemanjina 6, Republic of Serbia

UTICAJ MASTI OBROKA NA SADRŽAJ ESENCIJALNIH MASNIH KISELINA U MLEČNOJ MASTI PREŽIVARA

Nenad Đorđević¹, Dušica Radonjić², Goran Grubić¹, Bojan Stojanović¹, Aleksa Božičković¹, Blagoje Stojković¹

Izvod: U radu je dat pregled istraživanja uticaja ishrane obrocima i hranivima bogatim lipidima, na proizvodnju i hemijski sastav mleka, kao i na sadržaj polinezasićenih masnih kiselina (PUFA) u mlečnoj masti preživara. U brojnim ogledima dokazano je da mnogi genetički i negenetički faktori dovode do varijacija u količini masti i sadržaju masnih kiselina u mleku, ali najveću ulogu ima ishrana životinja. Pored konzumiranja zelene biljne mase (na paši ili u staji) drugi najvažniji način za povećanje sadržaja PUFA je korišćenje nekih uljarica. Među ispitivanim vrstama (soja, suncokret, lan, pamuk, kikiriki), najbolje rezultate je dala termički obrađena soja, koja ujedno obezbeđuje i veći sadržaj nerazgradivih proteina.

Ključne reči: preživari, ishrana, lipidi, mleko, masne kiseline

Uvod

Savremene rase preživara koje se gaje za mleko, na prvom mestu goveda, decenijama se selekcionišu na visoku proizvodnju, što je u negativnoj korelaciji sa procentom mlečne masti, kao i količinom polinezasićenih masnih kiselina (PUFA - *polyunsaturated fatty acids*), koje su naročito značajne za ljudsko zdravlje. Neke PUFA, a naročito konjugovana linolna kiselina (CLA - *conjugated linoleic acid*), imaju i antikancerogeni efekat, deluju protiv šećerne bolesti i poseduju anti-upalni efekat (Collomb et al., 2008). U odnosu na ostale preživare, najveće količine mleka u svetu se dobijaju od goveda (preko 90%), kao i najveće količine mesa (oko 60%) (Đorđević et al., 2020a). Visoka proizvodnja mleka, kao i visoki dnevni prirasti, zahtevaju obroke sa većim učešćem koncentrovanih hraniva i silaže, kao i upotrebu različitih „modifikatora“ fermentacije, što dovodi do dodatnog smanjenja procenta mlečne masti, sadržaja PUFA i CLA (Đorđević et al., 2003; 2010; 2016; 2020b). Nasuprot tome, mleko i meso preživara su najvažniji izvori konjugovane linolne kiseline u ishrani ljudi, jer obezbeđuju oko 70% ukupnih potreba u CLA.

Postoje dva osnovna načina da se poveća unos PUFA i CLA u organizam čoveka, jedan je da se poveća konzumiranje proizvoda preživara (mleka, mesa i njihovih prerađevina), a drugi je da se poveća sadržaj ovih masnih kiselina u mleku i mesu. Međutim, treba imati na umu negativne strane unosa većih količina masti, čak i kada potiču iz mleka, jer zasićene masne kiseline (SFA - *saturated fatty acids*) dovode do kardiovaskularnih problema. Zbog toga je glavna opcija za odgovarajući

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Zemun, Srbija (nesadjordjevic63@gmail.com);

²Univerzitet Crne Gore, Biotehnički fakultet, Mihaila Lalića 15, 81000 Podgorica, Crna Gora.

unos PUFA i CLA u povećanju njihovog sadržaja u mlečnoj masti (Đorđević i sar., 2017).

Mnogi genetički i negenetički faktori dovode do varijacija u količini masti i sadržaju masnih kiselina (FA - fatty acids) u mleku, ali najveću ulogu ima ishrana (Radonjic et al., 2019).

Mlečna mast i masne kiseline

Mlečna mast je glavna supstanca koja definiše energetske vrednosti i daje veliki doprinos nutritivnim svojstvima mleka, kao i njegovoj tehnološkoj upotrebljivosti. Sadrži približno 400 različitih masnih kiselina (većina je prisutna u tragovima), što je čini najkompleksnijom od svih prirodnih masti. Sastoji se uglavnom od triglicerida (oko 98%), dok su ostalo diacilglicerol (oko 2% lipidne frakcije), holesterol (manje od 0,5%), fosfolipidi (oko 1%) i slobodne masne kiseline (oko 0,1%). Triacilgliceroli se sastoje od masnih kiselina različite dužine (4-24 C atoma) i stepena zasićenosti (Jensen, 2002). Masne kiseline mogu da budu proizvod *de novo* sinteze u mlečnoj žlezdi (oko 50% od ukupnih masnih kiselina mleka), da potiču iz konzumirane hrane (Kęsek et al., 2014), ili su proizvod lipolize triacilglicerola iz adipoznog tkiva (Parodi, 2004). Udeo masnih kiselina mleka koje potiču iz telesnih rezervi varira od oko 5% u dobro hranjenih životinja, do preko 20% u ranoj laktaciji, kada su krave u negativnom energetske bilansu (Bauman and Griinari, 2003). Sisari imaju ograničenu mogućnost stvaranja dvostrukih veza u masnim kiselinama, koje se zbog toga smatraju esencijalnim, pa je neophodan unos PUFA hranom. Ove masne kiseline služe kao prekursori biološki aktivnih eikozanoida, koji su važni za imunološke i inflamatorne odgovore (McDonald et al., 2011).

CLA predstavlja mešavinu pozicionih i geometrijskih izomera oktadekadienske (linolne - 18:2n-6) kiseline sa konjugovanim dvostrukim vezama. Naziv konjugovana potiče od toga što su dvostruke veze u molekulu razdvojene sa dva ugljenikova atoma između kojih je jednostruka veza. Prema lokaciji dvostruke veze i trans/cis kombinacijama, postoji 16 različitih formi CLA izomera, ali su najčešći cis-9, trans-11, i trans-10, cis-12 (Pastorelli et al., 2005). CLA nastaje ruminalnom ili endogenom sintezom. CLA u buragu nastaje bakterijskom biohidrogenizacijom linolne kiseline, ali se ubrzo nakon toga konvertuje u trans-11 oleinsku kiselinu (18:1), zbog čega je koncentracija cis-9, trans-11 CLA u rumenu veoma niska. Pored ovog načina, CLA se sintetiše i endogeno u tkivima, tako što enzim desaturaza transformiše palmitinsku (16:0) i stearinsku (18:0) kiselinu u palmitoleinsku (16:1) i trans-11 oleinsku (18:1) kiselinu, nakon čega se trans-11 oleinska (18:1) kiselina prevodi u cis-9, trans-11 (Griinari et al., 2000).

Potrebe preživara u energiji i mast kao njen izvor

Ukupne potrebe životinja u energiji zavise od vrste, rase, pola, uzrasta, faze proizvodnog ciklusa, fizičke aktivnosti, kao i od ambijentalnih i klimatskih uslova,

topografskih karakteristika terena po kome se životinje kreću, kao i drugih faktora (Radonjic et al., 2019). Za obezbeđenje energetske potrebe preživara najveći značaj imaju ugljeni hidrati, a potom i masti. Preživari, za razliku od drugih životinja, u velikoj meri uspešno koriste strukturne ugljene hidrate za podmirenje svojih potreba, zahvaljujući aktivnosti buražne celulolitičke mikroflore, što značajno pojeftinjuje njihovu proizvodnju (Đorđević i sar., 2009). U cilju što preciznijeg izračunavanja potreba životinja u energiji, kao i u drugim hranljivim materijama (organske ili neorganske prirode), sve više se koriste adekvatni računarski modeli, a podela određenih vrsta hranljivih materija (proteina, ugljenih hidrata,...) izvršena je na veći broj frakcija, zbog različitog načina i stepena efikasnosti korišćenja istih (Đorđević et al. 2018; 2019a, b).

U poređenju sa ugljenim hidratima, masti su skuplje, ali i bolji izvor energije, zbog većeg procentualnog sadržaja atoma ugljenika i vodonika u molekulu. Pri mikrobiološkom razlaganju masti u buragu, u cilju dobijanja energije, dobijeni glicerol se fermentiše do isparljivih masnih kiselina, a slobodne nezasićene masne kiseline se biohidrogenizuju (do 90% od ukupne količine). Biohidrogenizacija ima veliki fiziološki značaj zbog toksičnosti slobodnih nezasićenih masnih kiselina na simbiotske mikroorganizme buraga (naročito na celulolitičke), kao i zbog eliminacije viška vodonika, koji nastaje kao posledica anaerobnih intraruminalnih procesa. Intenzitet razgradnje lipida u buragu po pravilu je veći od procesa biohidrogenizacije, pa je jako važno da obroci preživara ne sadrže viši nivo masti u odnosu na preporučene (do 7% od suve materije obroka). U protivnom, može doći do pada intenziteta aktivnosti celulolitičkih bakterija i umanjenog stvaranja acetata, usled čega se smanjuje masnoća mleka (Grubić i sar., 2007). Upotrebom dodataka na bazi tanina, može se smanjiti stepen biohidrogenizacije i time u većoj meri očuvati PUFA i CLA, ali se ponovo postavlja pitanje toksičnosti takvih masnih kiselina za buražnu mikrofloru (Morales and Ungerfeld, 2015).

Kod krava koje daju više od 30l mleka neophodno je značajno smanjenje učešća strukturnih, i povećanje učešća nestrukturnih ugljenih hidrata, zbog čega se češće javlja acidoza, pa se danas preporučuju savremeni preparati sa protektiranim mastima (protektiranje se vrši biohidrogenizacijom ili saponifikacijom), koje se koriste tek u tankom crevu, odnosno ne ispoljavaju štetno dejstvo na mikrororganizme buraga. Međutim, njihova upotreba u ishrani preživara je i dalje diskutabilna, zbog malog značaja masnih kiselina sa dugim ugljeničnim lancem, pa je upotreba istih ograničena na 1,5-2% suve materije obroka (Drackley, 2006). Kao prekursori energije, daleko su efikasniji aditivi na bazi propionata, propilen glikola i glicerola.

Korišćenje uljarica u cilju povećanja sadržaja PUFA i CLA u mlečnoj masti

Iako biohidrogenizacija nezasićenih masnih kiselina u buragu negativno utiče na sadržaj PUFA u mlečnoj masti, konzumiranje hraniva sa velikim učešćem PUFA i održanje optimalne pH u buragu daju veliki doprinos sadržaju esencijalnih masnih kiselina u mlečnoj masti. Ishrana zelenom hranom, na paši ili u staji, doprinosi većem sadržaju PUFA u mlečnoj masti, ali ograničava ispoljavanje genetičkog potencijala grla (Hanuš et al., 2018). Osim toga, mnoge države sa razvijenom govedarskom proizvodnjom imaju ograničenu mogućnost ishrane na pašnjacima. Zbog toga je zadnjih godina veliki broj eksperimenata posvećen intenzivnoj ishrani preživara i korišćenju hraniva koja potiču od uljarica, od kojih je nekoliko izabrano za ovaj pregledni rad.

Avilez et al. (2013) su u obroke krava u laktaciji dodavali zrnavlje uljane repice, ali nisu utvrdili njen uticaj na ukupan sadržaj CLA ili njenih izomera. Egger et al. (2007) su poredili rezultate korišćenja zrnavlja uljane repice i lana u ishrani krava. Autori su utvrdili povećanje sadržaja PUFA i smanjenje odnosa n-6/n-3 masnih kiselina pri korišćenju lana. Flowers et al. (2008) su u obroke krava u laktaciji dodavali 170, 340 i 510g lanenog ulja (grupe 2, 3 i 4) i poredili proizvodne rezultate sa kontrolom (grupa 1). Autori nisu utvrdili signifikante razlike u proizvodnji mleka (za grupe 1-4: 18,9, 18,5, 19,6 i 19,1kg/dan. Nasuprot tome, dodatak lanenog ulja prouzrokovao je značajan porast sadržaja mlečne masti (3,23, 3,44, 3,35 i 3,27%), proteina (3,03, 3,19, 3,12 i 3,08%) i sadržaja cis-9, trans-11 CLA (1,12, 1,18, 1,39 i 1,65g/100 g masnih kiselina). Rezultati ovog eksperimenta ukazuju da lan može biti značajno hranivo u cilju korekcije sadržaja PUFA.

Liu et al. (2008) su u eksperimentu koristili nekoliko izvora nezasićenih masnih kiselina, odnosno termički obrađenih uljarica: sojino, laneno, suncokretovo, kikirikijevo i pamukovo zrno. Upotreba navedenih hraniva nije signifikantno uticala na proizvodnju mleka i konzumiranje suve materije obroka. U poređenju sa kontrolom, životinje koje su u obroku dobijale zrnavlje lana, suncokreta i pamuka, proizvele su mleko sa manjim sadržajem masti ($p < 0,05$). Nasuprot tome, u mlečnoj masti iz svih tretmana utvrđeno je smanjenje količine masnih kiselina sa kratkim i srednje dugim lancem, i povećanje sadržaja C18 masnih kiselina, među njima i CLA. Tretman sa sojinim zrnom je imao najveće povećanje sadržaja CLA u poređenju sa kontrolom, za 60% ($p < 0,01$). I drugi autori ističu značaj korišćenja sojinih termički obrađenih proizvoda u ishrani krava, ne samo zbog pozitivnog uticaja na saržaj PUFA i CLA, već i zbog većeg sadržaja nerazgradivih proteina, a time i boljeg korišćenja proteina. Tako, na primer, Oliveira et al. (2012) su pri dodavanju ekstrudirane soje obrocima na bazi silaže cele biljke kukuruza ustanovili smanjenje količine FA kratkog lanca i palmitinske

kiseline, kao i povećanje udela C18: 2 cis-9 trans-11 (CLA). To znači da termički obrađena soja može da bude “korektor” FA sastava mlečne masti. Chouinard et al. (2001) su utvrdili da pri korišćenju ekstrudirane, mikronizovane ili rostirane soje dolazi do povećanja sadržaja CLA u mleku za dva do tri puta u odnosu na korišćenje sirove soje. Dhiman et al. (2000) navode da termički obrađene uljarice imaju veći pozitivan efekat na sadržaj CLA u odnosu na “sirove” a objašnjenje je u boljoj dostupnosti ulja (masti).

Tabela 1. Količina i sastav mleka krava hranjenih različitim obrocima sa uljaricama (Liu et al., 2008)

Tabela 1. Milk yield and composition of cows fed different diets with oilseeds (Liu et al., 2008)

Parametri <i>Parameters</i>	Ishrana - <i>diet</i>						SEM
	Kontrola <i>Control</i>	Soja <i>Soybean</i>	Lan <i>Linseed</i>	Suncokret <i>Sunflower</i>	Kikiriki <i>Peanut</i>	Pamuk <i>Cottonseed</i>	
Mleko - <i>milk</i> , kg/dan- <i>kg/day</i>	22,5	21,9	22,2	22,4	21,9	21,8	0,82
Mast - <i>Fat</i> (%)	3,76 ^a	3,63 ^{ab}	3,42 ^b	3,75 ^a	3,52 ^b	3,50 ^b	0,15
Mast - <i>Fat</i> (kg/dan- <i>kg/day</i>)	0,84 ^a	0,79 ^{ab}	0,76 ^b	0,84 ^a	0,77 ^b	0,77 ^b	0,04
Protein (%)	2,90	2,81	2,80	2,74	2,84	2,84	0,11
Protein (kg/dan- <i>kg/day</i>)	0,65	0,61	0,62	0,61	0,62	0,62	0,03
Masne kiseline - <i>Fatty acid</i> (g/100 g ukupnih masnih kiselina - <i>g/100 g of total fatty acids</i>)							
C6:0	2,07 ^a	1,82 ^b	1,93 ^{ab}	1,88 ^{ab}	1,96 ^{ab}	1,89 ^{ab}	0,14
C8:0	1,47 ^a	1,12 ^b	1,23 ^{ab}	1,27 ^{ab}	1,19 ^b	1,19 ^b	0,13
C10:0	3,24 ^a	2,67 ^c	2,82 ^{bc}	2,72 ^{bc}	2,92 ^b	2,74 ^{bc}	0,15
C12:0	2,21 ^a	1,24 ^c	1,58 ^b	1,68 ^b	1,52 ^b	1,69 ^b	0,16
C14:0	11,63 ^A	8,29 ^c	9,59 ^B	10,12 ^B	9,69 ^B	10,38 ^B	0,64
C16:0	27,11 ^A	22,75 ^C	25,24 ^B	24,84 ^B	24,20 ^B	24,28 ^B	0,71
C18:0	15,51 ^c	17,60 ^a	16,30 ^{ab}	16,25 ^{bc}	16,80 ^{ab}	16,37 ^{bc}	0,75
CLA c9, t11	0,53 ^C	0,85 ^A	0,82 ^A	0,72 ^B	0,66 ^B	0,63 ^B	0,02
α-C18:3	0,29 ^b	0,34 ^b	0,41 ^a	0,27 ^b	0,27 ^b	0,29 ^b	0,05

^{A,B,C}vrednosti u redu sa različitim velikim superskriptom se razlikuju ($p < 0,01$); ^{A,B,C}values within the row with different uppercase superscripts differ ($p < 0,01$); ^{a,b,c}vrednosti u redu sa različitim malim superskriptom se razlikuju ($p < 0,05$); ^{a,b,c}values within the row with different lowercase superscripts differ ($p < 0,05$)

Zaključak

Intenzivna proizvodnja mleka preživara, pre svega goveda, zahteva upotrebu velikih količina koncentrovanih hraniva, što negativno deluje na procenat mlečne masti, a naročito na sadržaj esencijalnih masnih kiselina, koje su važne za zdravlje ljudi. U cilju povećanja udela polinezasićenih masnih kiselina, pre svega konjugovane linolne kiseline, najveći značaj je pokazala upotreba termički

obrađenog zrna uljarica, na prvom mestu soje. Soja pozitivno utiče na hranljivu vrednost obroka preko visokog udela esencijalnih masnih kiselina, ali i preko velikog udela nerazgrađivih proteina, odnosno esencijalnih aminokiselina. Termički tretman zrnavlja uljarica treba da bude obavezan vid obrade, u cilju maskimalnog korišćenja masti i proteina.

Napomena

Rad je rezultat istraživanja u okviru ugovora (evidencioni broj 451-03-68/2020-14/200116) o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada između Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu i Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Avilez J. P., Von Fabeck G., García-Gómez F., Alonzo M., Delgado-Pertíñez M. (2013). Conjugated linoleic acid content in milk of Chilean Black Friesian cows under pasture conditions and supplemented with canola seed (*Brassica napus*) concentrate. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11: 747-758.
- Bauman D.E., Griinari M. (2003). Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Annual Review of Nutrition*, 23:203-227.
- Collomb M., Bisig W., Butikofer U., Sieber R., Bregy M., Etter L. (2008): Fatty acid composition of mountain milk from Switzerland: Comparison of organic and integrated farming system. *International Dairy Journal*, 18:976-982.
- Chouinard P. Y., Corneau L., Butler W. P., Drackley J. K., Bauman D. E. (2001). Effect of dietary lipid source on conjugated linoleic acid concentrations in milk fat. *Journal of Dairy Science*, 84: 680-690.
- Dhiman, T. R., Satter, L. D., Pariza, M. W., Galli, M. P., Albright, K., Tolosa M. X. (2000). Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered diets rich in linoleic and linolenic acid. *Journal of Dairy Science*, 83: 1016-1027.
- Drackley J. K. (2006): Overview of fat digestion and metabolism in dairy cows. *Illinois Livestock Trail by University of Illinois Extension*. <http://livestocktrail.illinois.edu/uploads/dairynet/papers/Overview%20of%20Fats%2004.pdf>
- Đorđević N., Dinić B., Grubić G., Aleksić D., Glamočić D. (2003). Uticaj korišćenja različitih vrsta silaža na produkciju i hemijski sastav mleka. *Mlekarstvo*, 24: 842-849.
- Đorđević N., Makević M., Grubić G., Jokić Ž. (2009). Ishrana domaćih i gajenih životinja. *Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet*.
- Đorđević N., Grubić G., Stojanović B., Božičković A. (2010). Vrste i uloga aditiva u ishrani preživara. *XV Savetovanje o biotehnologiji, Agronomski fakultet Čačak*, 26-27. Mart, 2010. *Zbornik radova*, 479-484.
- Đorđević N., Dinić B., Grubić G., Stojanović B., Božičković A. (2016). Ishrana silažom i proizvodnja mleka. *Zbornik naučnih radova, Institut PKB Agroeconomik*, 22, 3-4:39-46.

- Dorđević N., Grubić G., Stojanović B., Božičković A., Radonjić D. (2017). Uticaj ishrane na sadržaj masnih kiselina u mlečnoj masti. Zbornik naučnih radova, Institut PKB Agroekonomik, 23, 3-4:21-30.
- Dorđević N., Grubić G., Stojanović B., Božičković A. (2018). Hrana i ishrana životinja - značajni faktori proizvodnosti i kvaliteta proizvoda u Srbiji. Radovi sa naučnog skupa „Kako oživeti i osnažiti naše stočarstvo“, 30.05.2018., Akademija inženjerskih nauka Srbije, Odeljenje biotehničkih nauka, Beograd. Zbornik radova, 41-57.
- Dorđević N., Grubić G., Stojanović B., Božičković A., Blagojević M. (2019a). Uticaj siliranja na sadržaj ugljenohidratnih frakcija i svarljivost u smešama stočnog graška i žita. Zbornik naučnih radova, Institut PKB Agroekonomik, 25, 3-4:29-36.
- Dorđević N., Grubić G., Stojanović B., Božičković A., Blagojević M. (2019b). The influence of development phase, ratio and ensiling of vetch and oats on digestibility. The International Symposium on Animal Science (ISAS), 03rd-08th June 2019, Herceg Novi, Montenegro, Proceedings, 182-187.
- Dorđević N., Radonjić D., Grubić G., Stojanović B., Božičković A. (2020a). Uticaj ispaše na sadržaj masnih kiselina u mleku krava. XXV Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem. Čačak, 13-14. mart 2020. Zbornik radova 1: 257-264.
- Dorđević N., Grubić G., Stojanović B., Božičković A., Stojković B., Radonjić D. (2020b). The influence of silage diets on the fatty acid content in milk fat. XI International Agricultural Symposium «AGROSYM 2020 ». Virtual conference, 8-9 October 2020, Bosnia and Herzegovina. Book of proceedings, 807-812.
- Egger P., Holzer G., Segato S., Werth E., Schwenbacher F., Peratoner G., Andrighetto I., Kasal A. (2007). Effect of oilseed supplements on milk production and quality in dairy cows fed a hay-based diet. Italian Journal of Animal Science, 6: 227-23.
- Flowers G., Ibrahim S.A., AbuGhazaleh A.A. (2008). Milk fatty acid composition of grazing dairy cows when supplemented with linseed oil. Journal of Dairy Science, 91: 722-730.
- Griinari J.M., Corl B.A., Lacy S.H., Chouinard P.Y., Nurmela K.V.V., Bauman D.E. (2000). Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by Δ^9 -desaturase. J. Nutr., 130, 2285-2291.
- Grubić G., Dorđević N., Stojanović B. (2007). Uticaj obroka na smanjenje procenta mlečne masti. Zbornik naučnih radova, 13: 21-32.
- Hanuš O., Samková E., Křížová L., Hasoňová L., Kala R. (2018). Role of fatty acids in milk fat and the influence of selected factors on their variability—a review. Molecules, 23: 16-36.
- Jensen R.G. (2002). The Composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. Journal of Dairy Science, 85: 295-350.
- Kęsek M., Szulc T., Zielak-Steciwo A. (2014). Genetic, physiological and nutritive factors affecting the fatty acid profile in cows' milk – a review. Animal Science Papers and Reports, 32:95-105.
- Liu Z.I., Yang D.P., Chen P., Lin S.B., Jiang X.Y., Zhao W.S., Li J. M., Dong W.X. (2008). Effect of dietary sources of roasted oilseeds on blood parameters and milk fatty acid composition. Czech Journal of Animal Science, 53: 219-226.
- McDonald P., Edwards R.A., Greenhalgh J.F.D., Morgan C.A., Sinclair L.A., Wilkinson R.G. (2011). Animal nutrition, seventh edition. Prentice Hall.

- Morales R, Ungerfeld E.M. (2015). Use of tannins to improve fatty acids profile of meat and milk quality in ruminants: a review. *Chilean journal of Agricultural Research*, 75: 239-248.
- Oliveira M.A., Reis R.B., Ladeira M.M., Ribeiro C.V.D.M., Lopes L.S., Franco G.L., Oliveira R.L. (2012). Fatty acids profile of milk from cows fed different maize silage levels and extruded soybeans. *Revista Brasileira de Saude e Producao Animal*, 13, 1: 192-203.
- Parodi P.W. (2004). Milk fat in human nutrition. *The Australian Journal of Dairy Technology*, 59, 1: 3-59.
- Pastorelli G., Moretti V.M., Macchioni P., Lo Fiego D.P., Santoro P., Panseri S., Rossi R., Corino C. (2005). Influence of dietary conjugated linoleic acid on the fatty acid composition and volatile compounds profile of heavy pig loin muscle. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 2227-2234.
- Radonjic D., Djordjevic N., Markovic B., Markovic M., Stesevic D., Djajic-Stevanovic Z. (2019). The effect of phenological phase of dry grazing pasture on fatty acid composition of the cows milk. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 2, 79: 278-287.

EFFECT OF DIETARY FAT ON THE CONTENT OF ESSENTIAL FATTY ACIDS IN MILK FAT AT RUMINANTS

Nenad Đorđević¹, Dušica Radonjić², Goran Grubić¹, Bojan Stojanović¹, Aleksa Božičković¹, Blagoje Stojković¹

Abstract

In this paper is shown an overview of researches on the effect of nutrition with diets and feeds rich in lipids, on the yield and chemical composition of milk, as well as on the content of polyunsaturated fatty acids (PUFA) in milk fat at ruminants. The numerous studies have shown that many genetic and nongenetic factors affect on the milk fat and fatty acids content variations, whereas the main factor is animal nutrition. In addition to fresh forage intake (on pasture or in the stable) the second most important way to increase the PUFA content is using some oilseeds in rations. Among the researched species (soybean, sunflower, flax, cotton, peanuts), the best results were obtained with using heat-treated soybean, which also provides a higher content of undegradable protein.

Key words: ruminants, nutrition, lipids, milk, fatty acids

¹University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080, Zemun, Serbia (nesadjordjevic63@gmail.com)

²Biotechnical Faculty of the University of Montenegro, Mihaila Lalića 1, 81000 Podgorica, Montenegro.

FENOTIPSKA VARIJABILNOST LINEARNO OCENJENIH OSOBINA TIPA PRVOTELKI HOLŠTAJN-FRIZIJSKE RASE

*Nikolija Gligović¹, Vladan Bogdanović¹, Radica Đedović¹, Dragan Stanojević¹,
Krstina Zeljić¹*

Izvod: Istraživanjem je obuhvaćeno 461 prvotelki holštajn-frizijske rase na području Vojvodine. Cilj rada je bio da se izračunaju proseci i varijabilnost tipa primenom linearnog metoda ocenjivanja krava. U radu je analizirano 18 linearnih osobina tipa, za koje su izračunati osnovni varijaciono-statistički parametri: aritmetička sredina, standardna devijacija, koeficijenti varijacije i interval varijacije. Prosečne vrednosti linearnih ocena tipa prvotelki, dobijene pomoću statističkih parametara, za osobine trupa iznosile su od 5,68 do 6,46, za mlečni karakter 6,65, za fundament od 4,73 do 6,34 i za vime od 4,07 do 6,17.

Ključne reči: linearna ocena, prvotelke, holštajn-frizijska rasa

Uvod

Linearna ocena tipa je nepristrasan i objektivan metod za procenu telesne razvijenosti grla, koja je nastala u skladu sa potrebama odgajivača goveda, jer omogućava vršenje selekcije kod grla na više osobina istovremeno. Zasniva se na merenju pojedinih osobina tipa, bez davanja mišljenja o njima, opisujući stepen izraženosti osobine, a ne poželjnosti.

Najveći akcenat, kod merenja telesne razvijenosti, je na mogućnosti dobijanja tačnih podataka o ukupnoj razvijenosti i odnosima pojedinih delova tela životinja (Latinović, 1997). Ocene tipa pokrivaju biološki raspon izraženosti osobina i identifikuju varijacije unutar osobina.

Danas je linearna ocena tipa obavezna mera selekcije goveda u našoj zemlji, koja je uvedena programom mera za unapređenje stočarstva.

U pogledu dugovečnosti, odnosno dužini iskorišćavanja grla u proizvodnji, individue, koje su skladne građe, umerene veličine, sa pravilnim stavovima nogu, čvrstim papcima i korektno građenim nogama, ostaće duže u proizvodnji u odnosu na grla koja se ne odlikuju istim osobinama. Obzirom na to da, osobine tipa, koje se ocenjuju, imaju umereno visok stepen heritabiliteta (De Haas i sar., 2007), selekcija je u tom slučaju efikasnija, što je naročito važno jer se osobine tipa koriste i kao rani indikatori dugovečnosti, koja ima nizak stepen heritabiliteta (Weigel i sar., 1998; Larroque i Ducrocq, 2001). Informacije na osnovu saznanja o oceni tipa i telesne razvijenosti krava se koriste, takođe, i za rano predviđanje produktivnog života krava, a sve u cilju smanjenja neželjenih izlučenja i povećanja profitabilnosti

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 11, 11080 Zemun, Srbija (prvi auto: nikolija.gligovic@agrif.bg.ac.rs)

proizvodnje (Rogers i McDaniel, 1989; Vukašinović i sar., 2002; Stojić i sar., 2012, 2013).

Zahvaljujući linearnom načinu ocenjivanja, može se ispitati odnos između proizvodnje mleka i mlečnih komponenata i osobina tipa (DeGroot i sar., 2002; Guliński i sar., 2005; Janković i sar., 2012; Campos i sar., 2015), kao i između reproduktivnih pokazatelja i osobina tipa (López de Maturana, 2007; Eaglen i sar., 2011; Gaviria i Zuluaga, 2014; Janković i sar., 2015). Posebno su bitna istraživanja koja su u vezi sa pitanjem o dugovečnosti, kao i ispitivanjem korelacija između linearno ocenjenih osobina tipa i dugovečnosti (Rogers i sar., 1989; Wiegel i sar., 1998; Strapak i sar., 2005; Kern i sar., 2014).

Glavna odgajivačka organizacija AP Vojvodina 2012. godine izdaje „Uputstvo za linearno ocenjivanje prvotelki holštajn-frizijske rase“, i time je obezbeđen model koji jasno definiše uputstva i reference za ocenjivanje.

Materijal i metode rada

Fenotipska varijabilnost linearno ocenjenih osobina tipa ispitana je na uzorku od 461 prvotelki holštajn-frizijske rase, koje su gajene na 3 farme, na području Vojvodine. Grla su potomci 102 bikova-očeva.

Prvotelke su linerano ocenjene u periodu od 1.10.2014. godine do 30.09.2015. godine prema preporukama ICAR-a (International Committee for Animal Recording), a prema Uputstvu za linearno ocenjivanje tipa i telesne razvijenosti krava holštajn-frizijske rase, koje je potpisala Glavna odgajivačka organizacija, u Novom Sadu 2012. godine.

Pravilnikom je predviđeno pojedinačno numeričko ocenjivanje svake predviđene osobine u njenim biološkim ekstremima, prema skali u rasponu od 1 do 9, pri čemu najviša ocena ujedno i ne predstavlja poželjnost. Osobine su podeljene u 4 funkcionalne grupe: telo (okvir) grla, mlečni karakter, fundament (noge i papci) i vime.

Za sve ispitivane osobine izračunati su osnovni varijaciono-statistički parametri:

- aritmetička sredina (X);
- standardna devijacija (SD),
- koeficijenti varijacije (CV),
- interval varijacije (Min.– Max.)

Proseci i fenotipska varijabilnost izračunati su uz pomoć PROC MEANS procedure u okviru SAS statističkog paketa (V 9.4. *SAS Inst., Inc., Cary, NC*).

Rezultati istraživanja i diskusija

Pokazatelji fenotipske varijabilnosti linearno ocenjenih osobina tipa prvotelki uključenih u istraživanje dati su u Tabeli 1:

Tabela 1. Pokazatelji fenotipske varijabilnosti
Table 1. Indicators of phenotypic variability

Osobina Trait	n	$\bar{x}$	SD	Cv (%)	min	max
1-Visina krsta (VK)	461	6,46	0,96	14,84	2	9
1-Linija leđa (LL)		6,41	0,85	13,32	4	8
1-Širina grudi (ŠG)		5,96	0,87	14,62	3	9
1-Dubina tela (DT)		6,41	0,86	13,36	3	8
1-Položaj karlice (PK)		5,68	0,94	16,55	3	8
1-Širina karlice (ŠK)		6,41	0,93	14,57	4	9
2-Uglatost (Ugl)		6,65	0,99	14,86	4	8
3-Položaj zadnjih nogu od nazad (PZN-n)		6,34	1,19	18,86	2	8
3-Položaj zadnjih nogu sa strane (PZN-s)		4,73	1,09	23,04	3	8
3-Ugao papaka (UP)		5,24	1,05	20,02	2	8
4-Veza prednjeg vimena (VPV)		6,17	0,92	14,96	3	8
4-Položaj prednjih sisa (PPS)		4,70	1,05	15,61	1	8
4-Dužina prednjih sisa (DPS)		4,83	0,72	17,44	3	8
4-Dubina vimena (DV)		5,90	0,92	15,02	3	8
4-Visina veze zadnjeg vimena (VVZV)		6,15	1,07	17,95	3	8
4-Jačina centralnog ligamenta (JCL)		6,13	0,92	15,02	4	8
4- Položaj zadnjih sisa (PZS)		5,44	0,98	17,95	3	9
4 - Dužina zadnjih sisa (DZS)		4,07	0,60	14,63	3	7

Prosečne vrednosti linearnih ocena tipa prvotelki za osobine trupa ili okvira iznosile su od 5,68 do 6,46. Osobine visina krsta (VK) i širina karlice (ŠK) odstupale su od poželjnih vrednosti za date osobine (9 i 8). Za iste ispitane osobine Nemcova i sar. (2011) su za visinu krsta dobili niže vrednosti (5,90) i za širinu karlice (5,80). Janković (2012) je takođe dobila niže vrednosti za osobinu krsta (5,98) i širinu karlice (6,21). Sa druge strane, Campos i sar. (2012) u istraživanju za populaciju holštajn krava u Brazilu dobili su više prosečne vrednosti za visinu krsta (7,09) i za širinu karlice (6,56).

Prosečna vrednost za osobinu uglatost iznosila je 6,65 (idealna ocena 9). Vrednost ocene je veća od prosečne ocene po skali u populaciji (5) i označava raspon od srednje do izraženije uglatosti. Do sličnih rezultata je došla i Janković (2012), dok su do nižih rezultata došli Nemcova i sar. (2011) i Zavadilova i Štipkova (2012).

Osobine fundamenta imaju niže prosečne vrednosti za osobinu položaj zadnjih nogu od nazad (PZN-n) 6,34 (idealna ocena 8). Do približno istih vrednosti došla je i Janković (2012) za istu osobinu (6,32).

Ocena vimena bazirana je na posmatranju sledećih osobina: veza prednjeg vimena, položaj prednjih sisa, dužina prednjih sisa (DPS), dubina vimena (DV), visina veze zadnjeg vimena (VVZV), jačina centralnog ligament (JCL), položaj zadnjih sisa (PZS), dužina zadnjih sisa (DZS). Prosečne vrednosti ocena, koje su značajnije odstupale od poželjnih, su ocene za osobine visina veze zadnjeg vimena 6,15 (idealna ocena 9) i jačina centralnog ligament 6,13 (idealna 8 – 9). Do sličnih rezultata su u svojim istraživanjima došli i Janković (2012) za visinu veze zadnjeg vimena (6,29) i jačinu centralnog ligamenta (5,97) i Almeida i sar. (2017) 6,40 i 6,40 za iste osobine. Niže vrednosti dobili su Otwinowska-Mindur i sar. (2016) za visinu veze zadnjeg vimena (5,43) i jačinu centralnog ligament (5,27).

U istraživanju je ispitan uticaj fiksnih faktora na fenotipsku varijabilnost linearno ocenjenih osobina tipa i to, farme i ocenjivača. U tabeli 2 date su vrednosti F-testa za ispitivane faktore:

Tabela 2: Vrednosti F-testa za ispitivane faktore
 Table 2: Values F-test for investigated effects

Osobina <i>Trait</i>	F vrednosti <i>F values</i>		
	Farma <i>Farm</i>	Ocenjivač <i>Assessor</i>	Determinacija modela, (r ²) <i>Determination of model</i>
1-Visina krsta (VK)	21,58**	2,76 ^{nz}	0,05
1-Linija leđa (LL)	15,69**	1,59 ^{nz}	0,05
1-Širina grudi (ŠG)	24,76**	7,36 ^{nz}	0,07
1-Dubina tela (DT)	34,58**	1,10 ^{nz}	0,10
1-Položaj karlice (PK)	12,68 ^{nz}	3,55 ^{nz}	0,03
1-Širina karlice (ŠK)	39,19**	3,70 ^{nz}	0,10
2-Uglatost (Ugl)	42,80**	18,75**	0,11
3-Položaj zadnjih nogu od nazad (PZN-n)	45,23**	5,90 ^{nz}	0,07
3-Položaj zadnjih nogu sa strane (PZN-s)	0,56 ^{nz}	8,78 ^{nz}	0,02
3-Ugao papaka (UP)	14,73 ^{nz}	0,11 ^{nz}	0,03
4-Veza prednjeg vimena (VPV)	16,72**	0,28 ^{nz}	0,04
4-Položaj prednjih sisa (PPS)	1,44 ^{nz}	9,38 ^{nz}	0,03
4-Dužina prednjih sisa (DPS)	0,77 ^{nz}	0,54 ^{nz}	0,01
4-Dubina vimena (DV)	10,68 ^{nz}	14,62**	0,05
4-Visina veze zadnjeg vimena (VVZV)	31,17**	0,17 ^{nz}	0,07
4-Jačina centralnog ligamenta (JCL)	6,85 ^{nz}	6,04 ^{nz}	0,05
4- Položaj zadnjih sisa (PZS)	11,79 ^{nz}	0,01 ^{nz}	0,03
4 – Dužina zadnjih sisa (DZS)	0,06 ^{nz}	4,23 ^{nz}	0,03

^{nz}- ne postoji statistički značajan uticaj (no statistically significant effect), ($p>0,05$); * - postoji statistički značajan uticaj (statistically high significant effect), ($0,05>p>0,01$); ** - postoji visoko statistički značajan uticaj (statistically very high significant effect), ($p<0,01$)

Faktori uključeni u analizu uticali su različito na posmatrane osobine. Faktor farma imao je visoko statistički značajan uticaj ($p<0,01$) na osobine visina krsta, linija leđa, širina grudi, dubina tela, širina karlice, uglatost, položaj zadnjih nogu od nazad, veza prednjeg vimena i visina veze zadnjeg vimena, dok za ostale nije ispoljio statistički značaj.

Sa druge strane, faktor ocenjivača uticao je visoko statistički značajno samo na osobine uglatost i dubinu vimena.

Zaključak

Sistem linearnog ocenjivanja tipa je višestruko značajna selekcijska mera, jer se zahvaljujući njoj dobijaju kompletniji i objektivniji podaci o priplodnoj vrednosti grla. Na osnovu vizuelne procene i prepoznavanju karakteristika krava, mogu se dobiti preliminarni pokazatelji o reproduktivnoj sposobnosti grla, mlečnosti i dugovečnosti grla.

Primenom linearne ocene tipa u praksi, doprinosi se pozitivnom ukupnom efektu selekcije, poboljšanju sopstvenih proizvodnih performansi individue, kao i vođenju efikasnije ekonomike proizvodnje.

Napomena

Rad je nastao kao rezultat istraživanja u okviru "Ugovora o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada u 2021. godini između Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu i Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije", evidencioni broj ugovora: 451-03-9/2021-14/ 200116.

Literatura

- Almeida T. P., Kern E. L., Santos Daltro D. , Neto J. B., McManus C., Neto A. T., Cobuci J. A. (2017). Genetic associations between reproductive and linear-type traits of Holstein cows in Brazil. *R. Bras. Zootec.*, 46 (2): 91-98.
- Campos, R.V., Cobuci, J.A., Kern, E.L., Costa, C.N., McManus, C.M., 2015: Genetic parameters for linear type traits and milk, fat, and protein production in Holstein cows in Brazil. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* Vol.28, No.4: 476-484.
- De Haas, Y., Janss, L.L.G., Kadarmideen, H.N., (2007). Genetic and phenotypic parameters for conformation and yield traits in three Swiss dairy cattle breeds. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 124: 12-19.
- DeGroot, B.J., Keown, J.F., Van Vleck, L.D., Marotz, E.L., (2002). Genetic Parameters and Responses of Linear Type, Yield Traits, and Somatic Cell Scores to Divergent Selection for Predicted Transmitting Ability for Type in Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 85:1578-1585.

- Eaglen, S., Coffey, M., Woolliams, J.A., Wall, E., (2011). The Direct and Maternal Genetic Relationships Between Calving Ease, Gestation Length, Milk Production and Selected Type Traits. Interbull bulletin NO. 44. Stavanger, Norway, pp.262.
- Guliński, P., Mlynek, K., Litwińczuk, Z., Dobrogowska, E., (2005). Heritabilities of and genetic and phenotypic correlations between condition score and production and conformation traits in Black-and-White cows. *Animal Science Papers and Reports* vol. 23 no. 1, 33-41.
- Janković, D., (2012). Uputstvo za linearno ocenjivanje tipa i telesne razvijenosti krava holštajn-frizijske rase. Glavna odgajivačka organizacija, poljoprivredni fakultet – Novi Sad.
- Janković, D., Đedović, R., Trifunović, S., Reljić, M., (2012). Variability and correlation between type traits and milk production for first calving cows Holstein Friesian breed. *Proceedings of The First International Symposium on Animal Science*. Belgrade.
- Kern, E.L., Cobuci, J.A., Costa, C.N., McManus Pimentel, C.M., (2014). Factor Analysis of Linear Type Traits and Their Relation with Longevity in Brazilian Holstein Cattle. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* Vol.27, No.6:784-790.
- Larroque, H., Ducrocq, V., 2001: Relationships between type and longevity in the Holstein Breed. *Genetic Selection Evolution*, 33:39-59.
- Latinović, D., Grubić, G., Trifunović, G., Lazarević, Lj., Koljajić, V., (1997). Selekcija, ishrana i muznost goveda (monografija), Student, Beograd.
- López de Maturana, E., 2007: Integral study of calving ease in Spanish Holstein population. Tesis doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza, Spain.
- Němcová E., Štípková M., Zavadilová L. (2011). Genetic parameters for linear type traits in Czech Holstein cattle. *Czech J. Anim. Sci.*, 56 (4): 157–162.
- Otwinowska-Mindur A., Ptak E., Jagusiak W. (2016). Genetic relationship between lactation persistency and conformation traits in Polish Holstein-Friesian cow population. *Czech J. Anim. Sci.*, 61 (2): 75–81.
- Rogers, GW., McDaniel, B.T., (1989). The usefulness of selection for yield and functional type traits. *Journal of Dairy Science*, 72: 187-192.
- SAS. software for Windows (2017). SAS Version 9.4, SAS Institute Inc. Cary, NC.
- Stojić, P., Beskorovajni, R., Pantelić, V., Novaković, Ž., Bojković-Kovačević. S., Stanojević, D., (2013). Uzroci izlučenja prvotelki na farmama sa različitim nivoom proizvodnje. *Biotechnology in Animal Husbandry*, vol. 29 (2), p. 259-267.
- Stojić, P., Bojković-Kovačević. S., Beskorovajni, R., Jeremić, I., Pantelić, V., (2012). Causes of cow culling in the tie stall system. *Biotechnology in Animal Husbandry*, vol. 28 (4), p. 697-704.
- Strapák, P., Candrák, J., Aumann, J., (2005). Relationship between longevity and selected production, reproduction and type traits. *Czech J. Anim. Sci.*, 50 (1): 1-6.

- Vukašinović, N., Schleppe, Y., Kunzi, N., (2002). Using conformation traits to improve reliability of genetic evaluation for herd life based on Survival Analysis. *Journal of Dairy Science*, 85: 1556-1562.
- Weigl, K.A., Lawlor, J.R., Vanraden, P.M., Wiggans, G.R., (1998). Use of Linear Type and Production Data to Supplement Early.
- Zavadilova L. and Štípkova M. (2012): Genetic correlations between longevity and conformation traits in the Czech Holstein population. *Czech J. Anim. Sci.*, 57 (3): 125–136.

PHENOTYPIC VARIABILITY OF LINEARLY ASSESSED TRAITS OF THE FIRST CALVES HOLSTEIN-FRIESIAN RACE

*Nikolija Gligović¹, Vladan Bogdanović¹, Radica Đedović¹, Dragan Stanojević¹,
Krstina Zeljić¹*

Abstract

The research was performed on 461 first-calf Holstein-Friesian breeds in the area of Vojvodina. The aim of this study was to calculate the basic values and variability of the type using the linear method of cow evaluation. In this research is analyzed 18 linear properties of the type, for which are calculated basic variation-statistical parameters such as: arithmetic mean, standard deviation, coefficients of variation and interval of variation. The average values of linear estimates of the first calf, obtained using statistical parameters, for the characteristics of the carcass ranged from 5.68 to 6.46, for the milk character 6.65, for the foundation from 4.73 to 6.34 and for the udder from 4.07 to 6.17.

Key words: linear evaluation, first calves heifers, Holstein-Friesian breed

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 11, 11080 Zemun, Srbija (first author: nikolija.gligovic@agrif.bg.ac.rs)

HOMEORETSKA REGULACIJA METABOLIČKIH FUNKCIJA KOD KRAVA U PERIPARTALNOM PERIODU

*Radojica Đoković¹, Marko Cincović², Vladimir Kurćubić¹, Milun D. Petrović¹,
Miloš Ži. Petrović¹, Ljiljana Anđušić³, Biljana Anđelić⁴*

Izvod: Cilj ovog rada je da se opišu složeni homeoretski i homeostatski mehanizmi kod mlečnih krava tokom peripartalnog perioda. U regulisanju adaptacije metabolizma tokom peripartalnog perioda, ključnu funkciju ima endokrini sistem. Homeoreza predstavlja funkcionisanje endokrinog sistema i metabolizma u uslovima kada organizam primarno mora da obezbedi određene fiziološke procese, kao što su rast ploda ili laktacija. Tada dolazi do prilagođavanja funkcije svih tkiva na novonastalu situaciju. Homeoretski hormoni (hormon rasta, prolaktin, glukokortikosteroidi, hormoni štitaste žlezde, insulin, glukagon i leptin) kod mlečnih krava u peripartalnom periodu imaju ključnu ulogu u održavanju visoke laktacije i očuvanju zdravlja krava.

Ključne reči: krave, hormoni, metabolizam, peripartalni period

Uvod

U regulisanju adaptacije metabolizma tokom peripartalnog perioda, ključnu funkciju ima endokrini sistem, mada su u tom procesu značajne uloge kako nervnog, tako i imunskog sistema. Bauman i Currie (1980.) su među prvima izneli koncept *homeoreze* kao model regulisanja metabolizma u toku laktacije i definisali ga na sledeći način: "orkestrirane i koordinirane promene u metabolizmu tkiva organizma koje su neophodne da se održi njegovo fiziološko stanje".

Osnovne karakteristike homeostaze kao principa regulisanja fizioloških funkcija organizma, jesu stalno održavanje određenih parametara unutrašnje sredine organizma u fiziološkim granicama. Za razliku od ovog principa, homeoreza predstavlja funkcionisanje metabolizma u uslovima kada organizam primarno mora da obezbedi određene fiziološke procese, kao što su rast ploda ili laktacija. Tada dolazi do prilagođavanja funkcije svih tkiva na novonastalu situaciju, pri čemu se njihova aktivnost podređuje očuvanju određenog stanja i maksimalnoj funkciji organa koji u tom procesu imaju ključnu ulogu. Homeoretsko regulisanje bioloških procesa ima tri osnovna obeležja: 1) po svojoj prirodi radi se o hroničnom procesu (regulatorni mehanizam je aktivan satima i danima, za

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (radojica@kg.ac.rs);

²Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Departman za veterinarsku medicinu, Trg Dositeja Obradovića br.3, Novi Sad, Srbija;

³Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet, Kopaonička bb, Lešak, Srbija;

⁴Univerzitet u Nišu, Poljoprivredni fakultet, Kosančićeva br.4, Kruševac, Srbija.

razliku od nekoliko minuta ili sekundi, koliko je potrebno da se određeni parametri vrate u fiziološke okvire aktiviranjem homeostatskog mehanizma), 2) homeoretsko regulisanje istovremeno utiče na veliki broj različitih tkiva čije funkcije, na prvi pogled, nisu međusobno povezane, i 3) ona se ostvaruje kroz izmenjeni odgovor na aktivnost homeostatskog mehanizma regulisanja (Bauman i Currie, 1980.). Metabolička adaptacija organizma kod visoko-mlečnih krava, koja se odigrava u toku prelaza iz stanja kasnog graviditeta u ranu laktaciju, predstavlja veoma jasan primer za manifestaciju sva tri pomenuta obeležja homeoreze. Kao prvo, većina promena koje nastaju u toku adaptacije metabolizma u peripartalnom periodu, kao što je povećana mobilizacija slobodnih masnih kiselina, započinje danima ili čak nedeljama pre nego što će se pojaviti izrazito povećanje potreba za hranljivim materijama u cilju održavanja laktacije. Na drugom mestu, smatra se da mnogobrojne promene u endokrinom sistemu imaju ulogu u započinjanju i održavanju laktogeneze, i ključnu ulogu u tako različitim funkcijama organizma, kao što su započinjanje partusa i izmena metabolizma u masnom tkivu, jetri i skeletnim mišićima. I treće, promenjeni odgovor tkiva na delovanje insulina i katecholamina pod uticajem homeoretskih hormona kao što su estadiol, prolaktin i somatotropin (Bauman i Currie 1980; Bell, 1995; Gvozdić, 2005.).

Metaboličke promene kod mlečnih krava tokom peripartalnog perioda

Peripartalni period kod mlečnih krava predstavlja period od tri nedelje pre do tri nedelje posle teljenja kada se metabolički procesi u organizmu adaptiraju u cilju obezbeđenja energije, organskih i neorganskih prekursora neophodnih za razvoj ploda i za sintezu sastojaka mleka. Genetski potencijal za visoku proizvodnju mleka, ugojenost životinja u vreme teljenja i gubitak telesne mase posle teljenja su osnovni faktori koji uslovljavaju da se kod krava u periodu pre i posle teljenja u većem stepenu pojave poremećaji metabolizma organskih materija. U poslednje vreme se sve više ističe da i nedovoljno prilagođavanje endokrinog sistema u peripartalnom periodu predstavlja jedan od ključnih faktora koji je odgovoran za nastanak subkliničkih i kliničkih poremećaja metabolizma. Drastična promena metabolizma organskih materija nastupa u peripartalnom periodu i prati prilagođavanje metabolizma životinja na nastupajuće teljenje. Ovim promenama nije zahvaćena isključivo mlečna žlezda, već se celokupan metabolizam krave adaptira za nastupajuću laktaciju (Đoković i sar., 2003, 2007, 2010; Šamanc i sar., 2005.). U peripartalnom periodu kod mlečnih krava dolazi do najburnijih promena u metabolizmu masti. Usled smanjenog konzumiranja suve materije iz obroka, kao i nagle i pojačane aktivnosti mlečne žlezde, nastaje negativni bilans energije, a kao posledica takvog stanja nastaje povećana mobilizacija masti iz telesnih depoa, povećana ketogeneza i lipogeneza u jetri. Povećana lipoliza u telesnim depoima započinje još u poslednjim danima graviditeta, da bio svoj maksimum dostigla odmah nakon teljenja i na tom visokom nivou se održavala prvih nekoliko nedelja laktacije (Drackley i sar., 1999, 2001; Đoković, 2010.). Pravilno odvijanje metabolizma ugljenih hidrata, a naročito procesa glukoneogeneze i glikogeneze

ima veliki značaj u očuvanju zdravlja kod mlečnih krava, naročito u periodima visokog graviditeta i maksimalne laktacije, kada dolazi do povećanih metaboličkih opterećenja u organizmu i kada su potrebe za glukozom od strane mlečne žlezde najveće. Ukoliko se glukoneogeneza iz glukogeneoplastičnih prekursora (propionska kiselina, glukogeneoplastične amino-kiseline, glicerol) ne mogu da zadovolje potrebe za glukozom, kao i kada su ispražnjene rezerve glikogena u jetri, javlja se poremećaj metabolizma ugljenih hidrata, što vrlo često dovodi do pojave hipoglikemije, ketonemije i ketonurije (Bell, 1995; Drackley i sar., 1999; 2001; Đoković i sar., 2003, 2010; Šamanc i sar., 2005.). Kod mlečnih krava u peripartalnom periodu je najniže konzumiranje hrane, što je nedovoljno za zadovoljenje metaboličkih potreba organizma, a posebno mlečne žlezde na početku laktacije. Posledica takvog stanja je negativni energetske i proteinski bilans i mobilizacija masti i proteina iz telesnih depoa. Proteini odnosno amino-kiseline uneti putem hrane ili mobilisani iz telesnih depoa koriste se za sintezu belančevina mleka, kao i glukogeneoplastični prekursori za sintezu glukoze. (Drackley i sar., 1999, 2001; Đoković, 2010.).

Endokrine promene (homeoreza) kod mlečnih krava tokom peripartalnog perioda

Svi mehanizmi koji učestvuju u kontroli metaboličkih procesa kod mlečnih krava u peripartalnom periodu su u mnogim elementima nedovoljno poznati. Na jednoj strani su homeostatski mehanizmi, koji obezbeđuju konstantnost unutrašnje sredine, a na drugoj strani su homeoretski mehanizmi, koji treba snažnije da usmeravaju tok prometa materija u pravcu koji zahtevaju neka posebna stanja organizma (graviditet, laktacija). Pošto su homeoretski mehanizmi snažniji od homeostatskih u peripartalnom periodu kod mlečnih krava i prioritarno usmeravaju energiju ka gravidnom uterusu ili mlečnoj žlezdi, često dovode do teških poremećaja metabolizma organskih i neorganskih materija, pa i uginuća životinja (Drackley i sar., 1999, 2001; Šamanc i sar., 1993, 2005; Đoković i sar., 2015.). Metabolička adaptacija organizma kod visoko-mlečnih krava, koja se odigrava u toku prelaza iz stanja kasnog graviditeta u laktaciju, predstavlja veoma jasan primer homeoreze. Kao prvo, povećanje mobilizacije masti i proteina započinje danima ili čak nedeljama pre, nego što će se pojaviti povećanje potreba za hranljivim materijama u cilju održavanja laktacije. Na drugom mestu, mnogobrojne promene u endokrinom sistemu kod mlečnih krava imaju ulogu u započinjanju i održavanju laktogeneze i različitim funkcijama organizma kao što su započinjanje partusa i izmena metabolizma u masnom tkivu, jetri i skeletnim mišićima (Acaves 1985; Sartin i sar., 1988; Šamanc i sar., 2005; Đoković i sar., 2015.).

Koncentracija hormona tireoidne žlezde u krvi kod mlečnih krava u peripartalnom periodu je u pozitivnoj korelaciji sa energetske bilansom, a u negativnoj korelaciji sa proizvodnjom mleka kod mlečnih krava. Koncentracija hormona tireoidne žlezde u periodu pred partus kod krava je relativno visoka da bi

nakon partusa, kada nastaje negativni bilans energije, došlo do pada njihove koncentracije u krvi, što obezbeđuje njenu prioritetnu ulogu u regulisanju energetskeg metabolizma. Smanjena sekrecija tireoidnih hormona u početku laktacije je odraz homeoretske adaptacije na negativan energetski bilans. Istovremeno to bi mogao da bude jedan od ključnih procesa u prilagođavanju perifernih tkiva na povećane metaboličke zahteve mlečne žlezde (Hart i sar., 1978; Kahl i sar., 1995; Bonczek i sar., 1998.). Relativno niske koncentracije trijodtironina i tiroksina u krvi visoko-produktivnih krava, mogu biti posledica razlika u energetskom metabolizmu između visoko-produktivnih i nisko-produktivnih krava. Utvrđena je pozitivna korelacija između nivoa tireoidnih hormona u krvi i bilansa energije, a negativna sa produkcijom mleka. Najniže vrednosti tireoidnih hormona su utvrđene kod mlečnih krava na početku laktacije kod kojih je utvrđen najviši stepen negativnog bilansa energije (Đoković i sar., 2000, 2007, 2010, 2015.).

Insulin ima udela u adaptaciji metabolizma organskih materija kod mlečnih krava u toku peripartalnog perioda, posebno u preraspodeli hranljivih materija i njihovom usmeravanju prema mlečnoj žlezdi na početku laktacije (insulinska rezistencija). Koncentracija insulina u krvnoj plazmi kod krava je visoka pre partusa, da bi se u periodu od desetog do petog dana pred partus moglo da ustanovi njeno postepeno opadanje, nakon čega sledi veliko variranje njegove koncentracije u vreme od petog dana pred partus do samog porođaja kod krava. Nakon toga koncentracija insulina u plazmi je relativno niska i tako se održava tokom laktacije, što omogućava efikasno iskorišćavanje organskih prekursora za sintezu sastojaka mleka (De Boer i sar., 1985; Sartin i sar., 1988; Đoković i sar., 2002, 2010, 2015.). Hormoni koji imaju najveći uticaj na regulisanje glikemije u uslovima homeostaze su insulin i glukagon. Glukagon predstavlja antagonist insulinu i utiče na sprečavanje pojavljivanja hipoglikemije. Koncentracija glukagona u krvi ugojenih krava u vreme partusa je niska, i dalje se snižava kod ketonemije (Smith i sar., 1976; Cherrington i Lidenquist, 1981.). Faktor rasta sličan insulinu (IGF-I) sintetise se u jetri pod uticajem somatotropina (Jones i Clemmons, 1995.) i ova stimulacija predstavlja temelj osovine STH - IGF-I. Period rane laktacije kod krava karakteriše dugotrajni negativni energetski bilans i za to vreme jetra postaje neosetljiva na delovanje STH (Vicini i sar., 1991.), što uzrokuje izraženo smanjenje koncentracije IGF-I u cirkulaciji.

Nivo somatotropina (STH, hormon rasta) u krvnoj plazmi krava takođe se povećava krajem graviditeta, sa maksimalnom koncentracijom u toku partusa, posle čega dolazi do njegovog sniženja. Za vreme laktacije nivo somatotropina je umereno povišen i smatra se da je kod preživara mnogo važnije njegovo delovanje od dejstva prolaktina na lučenje mleka (Bauman i Vernon, 1993.). Hormon rasta ispunjava većinu prethodno navedenih uslova da bi bio svrstan u grupu homeoretskih hormona. Njegova povišena sekrecija započinje pre nego se odigraju velike promene u metabolizmu, ima dejstvo na veliki broj tkiva i modifikuje odgovor na homeostatsko regulisanje. Posebno je značajna činjenica da, po svoj prilici, više promena u metabolizmu krava u laktaciji tretiranih somatotropinom

nastaje zbog izmene osetljivosti perifernih tkiva na insulin i katecholamine (Butler i sar., 2003.).

Nivo glukokortikosteroida (kortizol) u cirkulaciji za vreme graviditeta je relativno nizak, sve do pred sam partus kada usled stresa nastaje izražen porast njegove koncentracije u krvi. Posle teljenja dolazi do smanjivanja koncentracija kortizola u krvi, a naročito je izraženo kod krava sa acetonemijom. Porast koncentracije kortizola koji nastaje pred partus, međutim, nije pravovremen sa stanovišta definicije homeoreze, odnosno nastaje prekasno da bi moglo da se govori o značajnom uticaju kortizola na preraspodelu telesnih rezervi u periodu rane laktacije. Značajnija je uloga kortizola u pojačavanju dejstva velikog broja hormona na metaboličke procese (permisivno dejstvo) i to glukoneogenezu (primarni hormon glukagon), glikogenezu (primarni hormon insulin) i lipolizu (primarni hormoni adrenalin i hormon rasta)(Bloom i Halse 1975; Šamanc i sar., 2005; Đoković 2010.).

Koncentracija prolaktina u krvnoj plazmi se značajno povećava u periodu neposredno pred partus i može da modifikuje homeostatski odgovor masnog i drugih tkiva organizma. Kod pacova u laktaciji prolaktin recipročno deluje na masno tkivo i mlečnu žlezdu, izazivajući u prvom inhibiciju, a u drugom stimulaciju dejstva insulina (Koprowski i Tucker, 1973.). Prolaktin takođe može da utiče na raspodelu amino-kiselina između jetre i ekstrahepatičnih tkiva prispelih iz digestivnog trakta (Asuncion de la i sar., 1994.).

Ispitivanja *in vitro* su potvrdila da je za početak sekrecije proteina mleka neophodno zajedničko delovanje prolaktina, insulina i kortizola (Juergens i sar., 1965.). Kod goveda je ustanovljeno da blokiranje prepartalnog porasta koncentracije prolaktina primenom bromokriptina nastaje značajno smanjivanje proizvodnje mleka, a aplikovanjem egzogenog prolaktina ovaj efekat se može poništiti (Akers i sar., 1981.).

Leptin je nedavno identifikovan citokinu-sličan proizvod ab gena, koji proizvode uglavnom adipociti smešteni u belom masnom tkivu. Nivoi lipida u krvi odražavaju uglavnom sadržaj triglicerida subkutanih i visceralnih depoa, kao i trenutni balans energije (Bornstein i sar., 1997; Kulcsar i sar., 2005.). Kod mlečnih krava, najniži nivoi leptina u krvi su izmereni u ranim nedeljama laktacije, kada su krave u negativnom energetsom bilansu i kada njihova telesna kondicija slabi (Ahima, 2000; Considine 2003.).

Neosporno je da hormoni koji regulišu metaboličke procese, a naročito oni koji regulišu procese lipolize u masnom tkivu i glukoneogeneze u jetri i koji na početku laktacije obezbeđuju mlečnu žlezdu sa dovoljnom količinom prekursora za sintezu sastojaka mleka, imaju značajnu ulogu u etiopatogenezi ketoze krava. Naime, potrebe mlečne žlezde u ovom fiziološkom periodu imaju prioritet, čak i u slučaju manifestne ketoze. Ove činjenice jasno ukazuju na značaj mehanizama koji su odgovorni za regulaciju metabolizma u vreme njegovog najvećeg opterećenja, (Šamanc i sar., 2005.).

Zaključak

U regulisanju adaptacije metabolizma tokom peripartalnog perioda, ključnu funkciju ima endokrini sistem. Homeoreza predstavlja funkcionisanje endokrinog sistema i metabolizma u uslovima kada organizam primarno mora da obezbedi određene fiziološke procese, kao što su rast ploda ili laktacija. Tada dolazi do prilagođavanja funkcije svih tkiva na novonastalu situaciju, pri čemu se njihova aktivnost podređuje očuvanju određenog stanja i maksimalnoj funkciji organa koji u tom procesu imaju ključnu ulogu. Homeoretski hormoni (hormon rasta, prolaktin, glukokortikosteroidi, hormoni štitaste žlezde, insulin, glukagon i leptin) kod mlečnih krava u peripartalnom periodu imaju ključnu u regulisanju metaboličkih funkcija, pre svega u održavanju visoke laktacije i očuvanju zdravlja krava.

Napomena

Istraživanja u ovom radu su finansirana od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, Ugovor br. 451-03-9/2021-14.

Literatura

- Aceves C., Ruiz A., Romero C., Valverde C., (1985): Homeorhesis during early lactation. Euthyroid sick-like syndrome in lactating cows, *Acta Endocrinologia (Copenh)*, Vol.110, No.4, pp.505-509.
- Ahima R.S., Flier J.S. (2000): Leptin, *Annual Review of Physiology* Vol.62, pp.413-437.
- Akers R.M., Bauman D.E., Capuco A.V., Goodman G.T., Tucker H.A., (1981): Prolactin regulation of milk secretion and biochemical differentiation of mammary epithelial cells in periparturient cows. *Endocrinology* Vol. 109, pp. 23-30.
- Asuncion de la G., Devesa J.A., Vina J.R., Barber T. (1994): Hepatic amino acid uptake in the lactating rat: studies in vivo and in vitro. *Journal of Nutrition*, Vol. 124, p. 2163.
- Bauman E., Currie W. (1980): Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation. A review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis, *Journal of Dairy Science*, Vol. 63, pp. 1514-1518.
- Bauman D.E., Vernon R.G., (1993): Effects of exogenous bovine somatotropin on lactation, *Annual Review of Nutrition* Vol.13, pp. 437-461.
- Bell W. A. (1995): Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *Journal of Animal Science*, Volume 73, Issue 9, pp 2804-2819, <https://doi.org/10.2527/1995.7392804x>
- Bonczek R.R., Young C.W., Wheaton J.E., Miller K.P. (1988): Responses of somatotropin, insulin, prolactin and thyroxine to secretion for milk yield in holsteins. *Journal of Dairy science*, Vol. 71, pp. 2470.

- Bornstein S.R., Uhlmann K., Haidan A., Ehrhart-Bornstein M., Scherbaum W. A. (1997): Evidence for a novel peripheral action of leptin as a metabolic signal to the adrenal gland. *Diabetes*, Vol. 46, pp. 1235-1238.
- Bloom K, Halse K, (1975): Corticoids in nuctural blood plasma of cows in the field related to stage of lactation and plasma aceto-acetat. *Journal of Dairy Science*, Vol. 8, pp. 1170-1174.
- Butler S.T., Marr A.L., Pelton S.H., Radcliff R.P., Lucy M.C., Butler W.R. (2003): Insulin restores GH responsiveness during lactation-induced negative energy balance in dairy cattle: Effects on expression of IGF-I and GH receptor 1A. *J Endocrinology*, Vol. 176, pp. 205-217.
- Considine R.V. (2003): Endocrine regulation of leptin production. In: Henson MC, Castracane VD, editors. *Leptin and reproduction*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 39-52.
- De Boer G., Trenkle A., Young J. W. (1985): Glucagon, insulin, growth hormone and some blood metabolites during either feed restriction, ketonemia of lactating cows. *Journal of Dairy Science*, Vol. 68, pp. 326-329.
- Cherrington A.D., Liqenquist J.E., (1981): Role of glucagon in regulating glucose production in vivo. Pages 221-253 in *Glucagon: Physiology, Pathophysiology, and morphology of the pancreatic A Cells*. Current Endo-crinology. R. H. Unger and L. Orci, ed. Elsevier, New York.
- Drackley J.K. (1999): Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? *J Dairy Sci*, Vol.82, pp. 2269-2273.
- Drackley J.K., Overton T.R., Douglas G.N. (2001): Adaptations of glucose and long-chain fatty acid metabolism in liver of dairy cows during periparturient period, *J Dairy Sci*, Vol.84, pp.(E suppl.) E 100 – E 112.
- Đoković R., Šamanc H., Bošković-Bogosavljević S. (2000): Triiodothyronine, thyroxine, free fatty acids and triglyceride concentrations in blood and fat liver contenet in post parturient dairy cows. Book of abstracts of the 51st Annual Meeting of the European Association for Animal Production, The Hague, The Netherlands.
- Đoković R., Šamanc H., Bošković-Bogosavljević S., Petrović M., Dasković V., Rajčić V.(2002): Koncentracije lipida, glukoze i insulina u krvi i stepeni zamašćenja jetre kod zdravih i ketoznih krava. *Biotechnology in animal husbandry*, Vol. 18, 5-6, str. 177-184, Beograd-Zemun.
- Đoković R., Šamanc H., Bošković-Bogosavljević S. (2003): Koncentracije slobodnih masnih kiselina, glukoze i insulina u krvi kod visoko-produktivnih mlečnih krava i peripartalnom periodu. *Veterinarski glasnik*, Vol. 57, 7-8, str. 405-423, Beograd.
- Đoković R., Šamanc H., Jovanović M., Nikolić Z. (2007): Blood concentrations of thyroid hormones and lipids and content of lipids in the liver in dairy cows in transitional period. *Acta Veterinaria Brno*, Vol. 76, pp. 525-532.
- Đoković (2010): Endokrini status mlečnih krava. Monografija. Agronomski fakultet, Čačak.

- Dokovic R., Cincovic M., Belic B., Toholj B., Davidov I., Hristovska T. (2015): Relationship between blood metabolic hormones, metabolites and energy balance in Simmental dairy cows during peripartum period and lactation. *Pakistan Veterinary Journal*, Vol.35, pp. 163-167.
- Gvozdić D. (2005): Uloga hormona u regulisanju prometa energije u peripartalnom periodu, *Zbornik radova, Etiopatogeneza i dijagnostika poremećaja metabolizma i reprodukcije goveda*, 4. Simpozijum - Ishrana, reprodukcija i zaštita zdravlja goveda, 27.9 - 1.10, str.103-125, Subotica.
- Jones J.I., Clemmons D.R. (1995): Insulin-like growth factors and their binding proteins: biological actions. *Endocrine Reviews*, Vol.16, pp. 3-34.
- Juergens W.G., Stockdale F.E., Topper Y.J., Elias J.J. (1965): Hormone-dependent differentiation of mammary gland in vitro. *Proc Natl Acad Sci*, Vol. 54, pp. 629-634.
- Hart I.C., Bines J.A., Roy J., Morant S. (1978): Plasma thyroxine index in high and low-yielding cattle and in calves of different breeds. *Journal of Endocrinology*, Vol. 80, p. 52.
- Kahl S., Capuco A.V., Binelli M., Vanderkooi W.K., Tucker H.A., Moseley W.M. (1995): Comparison of growth hormone-releasing factor and somatotropin: thyroid status of lactating, primiparous cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 78, No.10, pp. 2150-2158.
- Koprowski J.A., Tucker H.A. (1973): Serum prolactin during various physiological states and its relationship to milk production in the bovine. *Endocrinology*, Vol. 92, pp. 1480-1487.
- M. Kulcsár, Sz. Jánosi, T. Lehtolainen, L. Kátai, C. Delavaud, O. Balogh, Y. Chilliard, S. Pyörälä, P. Rudas, Gy. Huszenicza (2005): Feeding-unrelated factors influencing the plasma leptin level in ruminants. *Domestic Animal Endocrinology*. Vol 29, Issue 1, Pages 214-226.
- Sartin J.L., Kemppainen R.J., Cummins K.A., Williams J.C. (1988): Plasma concentrations of metabolic hormones in high and low producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Vol. 71, pp. 650-657.
- Smith G., Hansel W., Coppock C. (1976): Plasma growth hormone and insulin during early lactation in cows fed silage based diets. *Journal of Dairy Science* Vol. 59, pp. 135-140.
- Šamanc H., Damjanović Z., Nikolić J.A., Radojčić B., Anđelković M., Lekić N. (1993): Endokrina regulacija metaboličkih procesa kod krava u graviditetu i laktaciji, *Veterinarski glasnik*, No.4-5, str.319-327.
- Šamanc H., Sinovec Z., Cornescu H. (2005): Osnovi poremećaja prometa energije visoko-mlečnih krava, *Zbornik radova, Etiopatogeneza i dijagnostika poremećaja metabolizma i reprodukcije goveda*, 4. Simpozijum - Ishrana, reprodukcija i zaštita zdravlja goveda, 27.9 - 1.10, str. 89-103, Subotica.
- Vicini J.L., Bonomo F.O., Veenhuizen J.J., Miller M.A., Clemmons D.R., Collier R.J. (1991): Nutrient balance and stage of lactation affect responses of insulin, insulin-like growth factors-I and II, and insulin-like growth factor-binding

protein 2 to somatotropin administration in dairy cows. Journal of Nutrition, Vol.121, pp.1656-1664.

HOMEORETIC REGULATION OF METABOLIC FUNCTIONS IN COWS IN PERIPARTAL PERIOD

Radojica Đoković¹, Marko Cincović², Vladimir Kurćubić¹, Milun D. Petrović¹, Miloš Ži. Petrović¹, Ljiljana Anđušić³, Biljana Anđelić⁴

Abstract

The aim of this paper is to describe complex homeoretic and homeostatic mechanisms in dairy cows during the peripartum period. The endocrine system has a key function in regulating the adaptation of metabolism during the peripartum period. Homeoresis represents the functioning of the endocrine system and metabolism in conditions when the organism must primarily provide certain physiological processes, such as fetal growth or lactation. Then the function of all tissues is adjusted to the new situation. Homeoretic hormones (growth hormone, prolactin, glucocorticosteroids, thyroid hormones, insulin, glucagon and leptin) in dairy cows in the peripartum period play a key role in maintaining high lactation and maintaining cow health.

Key words: cows, hormones, metabolism, peripartum period

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Čačak, Serbia (radojica@kg.ac.rs)

²University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Department of Veterinary Medicine, Novi Sad, Serbia

³University of Prishtina, Faculty of Agriculture, Kopaonicka bb, Lešak, Serbia

⁴University of Nis, Faculty of Agriculture, Kosančičeva br.4, Kruševac, Serbia.

KVALITET JAJA ORGANSKIH KOKOŠI NOSILJA U RAZLIČITIM FAZAMA PROIZVODNOG CIKLUSA

*Simeon Rakonjac¹, Snežana Bogosavljević-Bošković¹, Vladimir Dasković¹,
Miloš Lukić², Zdenka Škrbić², Veselin Petričević², Milun D. Petrović¹*

Izvod: Cilj ovog rada je bio da se utvrdi kvalitet jaja i kvalitet ljuske organskih kokoši nosilja u različitim fazama jednogodišnjeg proizvodnog ciklusa. Na osnovu rezultata ovih istraživanja, može se zaključiti da su organska jaja 24-nedeljnih Isa Brown nosilja imala manju masu, a veći indeks oblika od jaja 48 i 72-nedeljnih nosilja. Sa druge strane jaja 24 i 48-nedeljnih kokoši su imala veću visinu balanca i broj Hogovih jedinica, a slabije obojeno žumance u poređenju sa jajima 72-nedeljnih jedinki.

Što se tiče kvaliteta ljuske, jaja kokoši starih 24 nedelje su imala veći udeo, debljinu i silu loma, a manju deformaciju ljuske u poređenju sa jajima kokoši starih 48 i 72 nedelje.

Ključne reči: organska jaja, starost nosilja, kvalitet jaja, kvalitet ljuske.

Uvod

Proizvodnja organskih jaja doživljava veliku ekspanziju u poslednjih nekoliko decenija. Ovo se posebno odnosi na države Evropske Unije, tako da se broj organskih kokoši nosilja povećao sa 17.765.000 u 2016. godini na 22.684.000 u 2019. godini (The Committee for the Common Organisation of the Agricultural Markets 2018, 2021). Prema istom izvoru, najveći udeo organskih u odnosu na ukupni broj nosilja imaju Danska (32,1%), Severna Irska (16,2%), Nemačka i Austrija (po 12,2%). U istom periodu, broj organski gajenih kokoši u Srbiji se povećao više od pet puta, sa 3.158 u 2016. na 17.751 u 2019. godini (<http://www.minpolj.gov.rs/organska/?script=lat>), ali je to i dalje tek oko 0,1% od ukupnog broja jedinici ove vrste u našoj zemlji, dok je na nivou cele EU ovaj procenat 6,2.

Dva su osnovna razloga za ovakvo širenje organskog načina gajenja živine: proizvodnja kvalitetnijih i zdravijih proizvoda za ljudsku ishranu i obezbeđenje većeg nivoa dobrobiti za gajene životinje (Rakonjac et al., 2019). Veliki broj studija se bavio ovom tematikom (Castellini et al., 2006; Minelli et al., 2007; Mugnai et al., 2009; Rakonjac et al., 2017, 2018a, 2018b), i sve ova istraživanja su potvrdila da postoji značajna razlika u parametrima kvaliteta između organski i konvencionalno proizvedenih jaja. Međutim, ni kvalitet organskih jaja nije konstatan i izložen je uticaju velikog broja faktora (genotip, klimatski činioci, vrsta i kvalitet ispusta,...).

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, 32 000 Čačak, Srbija (simeonr@kg.ac.rs);

²Institut za stočarstvo, Autoput 16, Poštanski fah 23, 11 080 Beograd-Zemun, Srbija.

Čak se i kod istog jata javljaju značajne razlike u kvalitetu jaja u različitim fazama proizvodnog ciklusa, i to kao posledica starenja nosilja, ali i zbog interakcije sa raznim drugim faktorima koji se u ovom sistemu gajenja ne mogu kontrolisati.

Iz svega napred navedenog, cilj ovog rada je bio da se utvrdi kvalitet organskih jaja u različitim fazama jednogodišnjeg proizvodnog ciklusa Isa Brown kokoši nosilja.

Materijal i metod rada

U cilju ispitivanja uticaja faze jednogodišnjeg proizvodnog ciklusa kokoši nosilja na kvalitet organskih jaja, na početku (24. nedelja), u sredini (48. nedelja) i na kraju proizvodnje (72. nedelja života kokoši), uzeto je po 15 jaja organski gajenog Isa Brown hibrida na kojima su vršena ispitivanja odabranih parametara spoljašnjeg i unutrašnjeg kvaliteta jaja i kvaliteta ljuske.

Od parametara kvaliteta jaja ispitivani su: masa, indeks oblika, visina belanca, Hogove jedinice i boja žumanca.

Od parametara kvaliteta ljuske ispitivani su: udeo, debljina, deformacija i sila loma.

Testiranje značajnosti razlika za odabrane parametre kvaliteta jaja i ljuske izvedeno je primenom F testa ($p \leq 0,05$), a testiranje razlika aritmetičkih sredina obavljeno je testom najmanjih značajnih razlika (LSD test) za prag značajnosti $p \leq 0,05$.

Statistička obrada podataka urađena je u kompjuterskom programu Statistica (ver.7) Stat. Soft. Inc, (2006).

Rezultati istraživanja i diskusija

Podaci o osnovnim parametrima kvaliteta jaja su prikazani u tabeli 1.

Sa starenjem nosilja, povećavala se masa jaja, tako da su jaja 48-nedeljnih i 72-nedeljnih kokoši imala veću masu od jaja kokoši starih 24 nedelje ($p \leq 0,05$). Ovi rezultati su u saglasnosti sa rezultatima koje su objavili Padhi et al. (2013), koji navode da se masa jaja povećava samo na početku proizvodnog ciklusa, dok u kasnijim fazama ona ostaje na konstatnom nivou. Povećanje mase jaja sa starošću nosilja utvrdili su i Mugnai et al. (2009), Škrbić et al. (2011) i Rakonjac et al. (2017, 2018a, 2018b, 2019).

Uticaj faze proizvodnog ciklusa na indeks oblika jaja je bio takav da su u kasnijim fazama (48. i 72. nedelja) jaja bila izduženija, tj. imala su manji indeks oblika ($p \leq 0,05$) nego na početku (24. nedelja). Da se sa starenjem nosilja smanjuje indeks oblika navode i Nikolova i Kočevski (2006), koji ovo objašnjavaju time da su kokoši u kasnijem životnom dobu sklonije da u većem procentu nose izdužena jaja. Škrbić et al. (2011) su utvrdili $r = -0,15$ između starosti nosilja i indeksa oblika. Da se sa starenjem vrednost ovog parametra smanjuje utvrdili su i Rakonjac et al. (2018a, 2018b). Generalno veća izduženost jaja u ovom istraživanju je u

saglasnosti sa rezultatima Kralik et al. (2013), koji navode da sistemi gajenja sa ispustom doprinose manjoj vrednosti indeksa oblika jaja.

Tabela 1. Uticaj faze proizvodnog ciklusa na glavne osobine kvaliteta jaja
Table 1. The effect of phases of the production cycle on main eggs quality characteristics

Starost nosilja <i>Age of laying hens</i>		Masa jaja <i>Egg weight (g)</i>	Indeks oblika <i>Egg shape index</i>	Visina belanca <i>Albumen height (mm)</i>	Hogove jedinice <i>Haugh unit</i>	Boja žumanca (Roše poeni) <i>Yolk color (Roche)</i>
24 nedelja <i>weeks</i>	$\bar{x}$	53,61 ^b	78,40 ^a	7,74 ^a	89,47 ^a	11,13 ^b
	Sd	3,05	2,35	0,64	3,14	1,19
48 nedelja <i>weeks</i>	$\bar{x}$	65,54 ^a	76,13 ^b	8,07 ^a	88,07 ^a	11,13 ^b
	Sd	5,84	1,92	1,39	8,42	0,64
72 nedelja <i>weeks</i>	$\bar{x}$	65,63 ^a	74,67 ^b	5,71 ^b	70,67 ^b	11,73 ^a
	Sd	4,44	2,64	1,02	9,62	0,46

^{a-b} Različita mala slova u kolonama pokazuju značajne razlike za $p \leq 0,05$

^{a-b} Values within columns with different superscripts are significantly different ($p \leq 0,05$)

Vrednost Hogovih jedinica se smanjivala tokom proizvodnog ciklusa, pre svega zbog činjenice da se sa starenjem nosilja smanjivala visina belanca. Tako su jaja kokoši u 24. i 48. nedelji imala značajno veće vrednosti ovih parametara u poređenju sa jajima 72-nedeljnih nosilja ($p \leq 0,05$). Smanjenje vrednosti visine belanca i broja Hogovih jedinica sa starenjem jedinki utvrdili su i Škrbić et al. (2011), Padhi et al. (2013) i Rakonjac et al. (2018a, 2018b, 2019). Visoke vrednosti ovih parametara na početku i sredini proizvodnog ciklusa mogu se objasniti samim organskim sistemom gajenja i benefitima koje on donosi: manji stres u reproduktivnom traktu (Castellini et al., 2006), niskim koncentracijama amonijaka u objektu (Minelli et al., 2007), visokim koncentracijama vitamina C u belancu zahvaljujući travi sa ispusta (Mugnai et al., 2009).

Na početku i sredini proizvodnog ciklusa, obojenost žumanca je imala identične vrednosti, da bi se na kraju, kod 72-nedeljnih nosilja, vrednost ovog parametra povećala ($p \leq 0,05$). Ovakvi rezultati su posledica značajne interakcije između hrane dostupne na istom bogate karotenoidima i povećane sinteze ovih materija u telu jedinki sa njihovim starenjem. Rezultate slične ovima objavili su i Rizzi i Chiericato (2005), Škrbić et al. (2011) i Rakonjac et al. (2018a, 2018b, 2019).

Podaci o osnovnim parametrima kvaliteta ljuske jaja su prikazani u tabeli 2.

Na početku proizvodnog ciklusa (24. nedelja), udeo ljuske je bio značajno veći ($p \leq 0,05$) nego na sredini (48. nedelja), da bi se na kraju (72. nedelja) opet povećao, pa je vrednost ovog parametra bila intermedijarna i nije se značajno razlikovala od

debljine ljuske jaja 24 i 48-nedeljnih nosilja ($p \geq 0.05$). Nekonzistentnu promenu debljine ljuske sa starenjem nosilja utvrdili su i Rizzi i Chiericato (2005), koji su zaključili da genotip ima presudnu ulogu u promeni debljine ljuske tokom perioda nošenja, jer se kod nekih genotipova sa starenjem smanjuje udeo ljuske, kod nekih povećava, a kod nekih ostaje na konstantnom nivou.

Tabela 2. Uticaj faze proizvodnog ciklusa na glavne osobine kvaliteta ljuske jaja
Table 2. The effect of phases of the production cycle on main eggshell quality characteristics

Starost nosilja <i>Age of laying hens</i>		Udeo ljuske <i>Shell proportion (%)</i>	Debljina ljuske <i>Shell thickness (0.01 mm)</i>	Deformacija ljuske <i>Shell deformation (μm)</i>	Sila loma ljuske <i>Shell breaking strength (N)</i>
24 nedelja <i>weeks</i>	$\bar{x}$	13,11 ^a	33,27 ^a	19,47 ^b	49,23 ^a
	Sd	1,08	2,91	3,48	8,16
48 nedelja <i>weeks</i>	$\bar{x}$	11,96 ^b	31,00 ^b	24,87 ^a	38,61 ^b
	Sd	0,92	2,88	4,96	6,80
72 nedelja <i>weeks</i>	$\bar{x}$	12,48 ^{ab}	31,33 ^b	22,67 ^{ab}	37,14 ^b
	Sd	0,81	2,19	2,58	7,49

^{a-b} Različita mala slova u kolonama pokazuju značajne razlike za $p \leq 0,05$

^{a-b} Values within columns with different superscripts are significantly different ($p \leq 0,05$)

Ljuska jaja 24-nedeljnih nosilja je imala veću debljinu, manju deformaciju i veću silu loma u poređenju sa ljuskom jaja 48 i 72-nedeljnih kokoši ($p \leq 0,05$). Nije bilo značajnih razlika u vrednostima ispitivanih parametara između ove dve grupe ($p \geq 0.05$). Smanjenje kvaliteta ljuske jaja sa starenjem nosilja utvrdili su i Škrbić et al. (2011). Rodriguez-Navaro et al. (2002) navode da se ljuska jaja starijih nosilja sastoji od većih kristala u odnosu na ljusku mlađih nosilja. Osim toga kristali u ljusci starijih kokoši su nepravilno orjentisani i sa nepravilnim oblicima, pa sve to zajedno uzrokuje da starije jedinke nose jaja slabijeg kvaliteta ljuske.

Zaključak

Na osnovu rezultata ovih istraživanja, može se zaključiti da su jaja 24-nedeljnih organskih Isa Brown nosilja imala manju masu, a veći indeks oblika od jaja 48 i 72-nedeljnih nosilja. Sa druge strane jaja 24 i 48-nedeljnih nosilja su imala veću visinu belanca i broj Hogovih jedinica, a slabije obojeno žumance u poređenju sa jajima 72-nedeljnih kokoši.

Što se tiče kvaliteta ljuske, jaja kokoši starih 24 nedelje su imala veći udeo, debljinu i silu loma, a manju deformaciju ljuske u poređenju sa jajima kokoši starih 48 i 72 nedelje.

Napomena

Istraživanja u ovom radu su finansirana od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, Ugovori br. 451-03-9/2021-14 i 451-03-9/2021-14/200022.

Literatura

- Castellini C., Perella F., Mugnai C., Dal Bosco A. (2006). Welfare, productivity and qualitative traits of egg in laying hens reared under different rearing systems. XII European Poultry Conference, 10-14 September, 2006, Verona, Italy.
- Kralik Z., Radišić T., Grčević M., Kralik G. (2013). Comparison of table eggs quality originating from hens kept in different housing systems. Proceedings of XV European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products and XXI European Symposium on the Quality of Poultry Meat / Petracci, Massimiliano (ed). - Bergamo: The Italian Branch of The World's Poultry Science Association, 2013, 1-5.
- Minelli G., Sirri E., Folegatti A., Melluzzi A., Franchini A. (2007). Egg quality traits of laying hens reared in organic and conventional systems. Italian Journal of Animal Science, 6 (SUPPL. 1), 728-730.
- Mugnai C., Dal Bosco A., Castellini C. (2009). Effect of rearing system and season on the performance and egg characteristics of Ancona laying hens. Italian Journal of Animal Science, 88, 175-188.
- Nikolova N., Kocovski D. (2006). Forming egg shape index as influenced by ambient temperatures and age of hens. Biotechnology in Animal Husbandry, 22 (1-2), 119-125.
- Padhi M.K., Chatterjee R.N., Haunshi S., Rajkumar U. (2013). Effect of age on egg quality in chicken. Indian Journal of Poultry Science, 48 (1), 122-125.
- Rakonjac S., Bogosavljević-Bošković S., Škrbić Z., Perić L., Dasković V., Petrović M.D., Petričević V. (2017). The effect of the rearing system, genotype and laying hens age on the egg weight and share of main parts of eggs. Acta Agriculturae Serbica, 22 (44), 185-192.
- Rakonjac S., Bogosavljević-Bošković S., Škrbić Z., Lukić M., Dasković V., Petričević V., Petrović M.D. (2018a). Quality and chemical composition of eggs affected by rearing system and hen's age. Biotechnology in Animal Husbandry, 34 (3), 343-352.
- Rakonjac S., Petrović M.D., Bogosavljević-Bošković S., Škrbić Z., Perić L., Dasković V., Petričević V. (2018b). Effect of age and season on production performance and egg quality of laying hens from different rearing systems. The Journal of Animal and Plant Sciences, 28 (6), 1602-1608.
- Rakonjac S., Bogosavljević-Bošković S., Škrbić Z., Lukić M., Dasković V., Petričević V., Petrović M.D. (2019). Egg characteristics of New Hampshire laying hens from floor and organic rearing systems. Acta Agriculturae Serbica, 24 (48), 87-95.

- Rizzi C., Chiericato G.M. (2005). Organic farming production. Effect of age on the productive yield and egg quality of hens of two commercial hybrid lines and two local breeds. *Italian Journal of Animal Science*, 4 (SUPPL. 3), 160-162.
- Rodriguez-Navaro A.B., Kalin O., Nys Y., Garcia-Ruiz J.M. (2002). Influence of the microstructure on the shell strength of eggs laid by hens of different ages. *British Poultry Science*, 43, 396-403.
- Stat Soft Inc Statistica For Windows, Version 7.0. (2006). Computer program manual Tulsa.
- Škrbić Z., Pavlovski Z., Lukić M., Vitorović D., Petričević V., Stojanović LJ. (2011). Changes of egg quality properties with the age of layer hens in traditional and conventional production. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 27 (3), 659-667.
- The Committee for the Common Organisation of the Agricultural Markets (2018). EU Market Situation for Eggs.
- The Committee for the Common Organisation of the Agricultural Markets (2021). EU Market Situation for Eggs.
- <http://www.minpolj.gov.rs/organska/?script=lat>

QUALITY OF EGGS OF ORGANIC LAYING HENS IN DIFFERENT PHASES OF THE PRODUCTION CYCLE

Simeon Rakonjac¹, Snežana Bogosavljević-Bošković¹, Vladimir Dosković¹, Miloš Lukić², Zdenka Škrbić², Veselin Petričević², Milun D. Petrović¹

Abstract

The aim of this study was to determine the eggs and eggshell quality of organic laying hens at different stages of the one-year production cycle. Based on the results of these studies, it can be concluded that the organic eggs of 24-week-old Isa Brown layers had lower weight and a higher shape index than the eggs of 48- and 72-week-old hens. On the other hand, the eggs of 24- and 48-week-old laying hens had a higher albumen height and Haugh units, and less colored yolks compared to the eggs of 72-week-old hens.

In terms of eggshell quality, 24-week-old hen eggs had a higher proportion, thickness and breaking strength and less shell deformation compared to 48- and 72-week-old hen eggs.

Keywords: organic eggs, laying hen's age, egg quality, eggshell quality.

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia (simeonr@kg.ac.rs)

²Institute for Animal Husbandry, Autoput 16, Poštanski fah 23, 11 080 Belgrade-Zemun, Serbia.

TROFEJNE KARAKTERISTIKE SRNDAĆA (*CAPREOLUS CAPREOLUS* L.) U RAZLIČITIM LOVIŠTIMA SRBIJE

Vesna Davidović¹, Zoran Popović¹, Predrag Perišić¹, Goran Slijepčević², Bojan Stojanović¹, Ivana Božičković¹

Izvod: Cilj ovog rada je bio da se ispita i uporedi vrednost mernih elemenata ocene parogova i ukupna ocena 1175 trofeja srndaća iz devet lovišta na teritoriji Republike Srbije. Najveća prosečna dužina paroga zabeležena je u lovištu „Takovo” i iznosi 27,7 cm. U lovištu „Barajevska reka” je izmerena najveća masa rogovlja koja iznosi 572 g. Najmanja zapremina rogova kod srndaća izmerena je u lovištu „Krilaš” (15 cm³), a zatim u lovištu „Gučevo” gde je zabeležena zapremina rogova 18 cm³. Najveću prosečnu vrednost raspona rogovlja od 12,62 cm imaju srndaći odstreljeni u lovištu „Mojsinske planine” sa maksimalnim zabeleženim rasponom parogova od 19 cm i minimalnim od 6,9 cm. Najnižu prosečnu ocenu trofeja imali su srndaći odstreljeni u lovištu „Takovo” od svega 62,23 CIC poena.

Ključne reči: srndać, karakteristike i ocena trofeja

Uvod

Prema Zakonu o divljači i lovstvu (2010), srna (*Capreolus capreolus* L.) se svrstava u krupnu divljač zaštićenu lovostajem. Srneća divljač je vrlo prilagodljiva i naseljava skoro celu Evropu i delove Azijskog kontinenta. U našoj zemlji srneća divljač nastanjuje veliki broj različitih staništa od Panonske nizije do planinskih masiva, ali je brojnost u pojedinim područjima različita i varira u zavisnosti od stanišnih uslova (Gajić i Popović, 2010).

Cilj gazdovanja populacijom srneće divljači je podizanje i održavanje brojnosti i trofejne vrednosti u skladu sa mogućnostima staništa, uz odstrel određenog broja trofejno zrelih jedinki. Primenuju se različiti modeli gazdovanja u zavisnosti od uslova staništa, odnosa polova, izloženosti ekstremnim nekontrolisanim faktorima i slično. Gazdinska starost srndaća pri trofejnom odstrelu ne sme biti uzeta jedinstveno za celu zemlju, već se mora posebno odrediti za različita područja u zavisnosti od biotopske mogućnosti svakog regiona. Optimalna gazdinska starost, kao važan faktor u gazdovanju populacijama srne, mora biti kraća za srndaće iz agrobiotopa, koji konzumiraju lako svarljivu i energetske bogatu hranu, u odnosu na jedinke iz tipičnih šumskih staništa (Gačić, 2006). Ove jedinke imaju brži telesni razvoj i bolju telesnu kondiciju, a merni elementi i ukupna ocena trofeja ranije dostižu kulminaciju u odnosu na srndaće iz šumskih staništa (Janiszewski i sar.,

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Zemun-Beograd, Srbija (vesnadv@agrif.bg.ac.rs);

²Institut za primenjene studije Beograd, Makedonska 30, 11000 Beograd, Srbija.

2009). U ravničarskim lovištima gde su gubici do 10% gazdinska starost može da se odredi na 6 godina, dok u brdskim lovištima na 7 godina (Popović, 2006).

Analiza vrednosti mernih elementa ocene parogova i proučavanje kvaliteta trofeja, treba da služe u svrhu pravilnijeg upravljanja ovom vrstom divljači. Kvalitet trofeja je pokazatelj zdravlja populacije srneće divljači, uslova sredine u lovištu i efikasnosti primenjenih odgajivačkih mera. Rast i odbacivanje rogova je vrlo složen proces, koji nastaje kao rezultat postizanja ravnoteže između hormonalnih i genetskih faktora (Scribner i sar., 1989), faktora sredine - ishrane, dužine svetlosnog perioda, uslova u staništu i gustine populacije (Bán i Fodor, 1982; Czyżowski i sar., 2018). Nakon završetka sezone parenja i pada koncentracije testosterona, što se ujedno i poklapa sa periodom taloženja mineralnih materija u kost paroga, dolazi do postepenog odvajanja paroga od rožišta (Nečas, 1972). Genetski faktori imaju prvenstveno značaj u ispoljavanju oblika parogova, a ishrana bogata proteinima, kalcijumom, fosforom i vitaminom D, doprinosi da se razviju u punom genetičkom potencijalu (Harmel i sar., 1988). Urošević i sar. (2017) su upoređivali različite sisteme procene trofejne vrednosti srndača i utvrdili da između zapremine i drugih pokazatelja vrednosti rogova postoji jača i izraženija korelacija nego između mase i ovih pokazatelja.

Materijal i metode rada

Analizom je obuhvaćeno 1175 trofeja srndača, odstreljenih u lovištima „Barajevska reka” iz Barajeva, „Gučevo” iz Loznice, „Takovo,” iz Gornjeg Milanovca, „Dubrava” iz Salaša, „Klisura” iz Minićeva, „Kamenica” iz Topole, „Mojsinjske planine” iz Čičevca, „Resava” iz Svilajнца i „Krilaš” iz Čovdina.

Ocena mernih elemenata trofeja je izvršena prema CIC formuli (Varićak, 1998). Dužina parogova je izmerena pomoću čelične pantljičke, preko sredine spoljne strane roga, od donjeg dela ruže do vrha vršnog paroška. Za izračunavanje ukupne ocene trofeja, dužine oba roga su sabrane, potom podeljene sa 2, a dobijena srednja veličina pomnožena sa konstantom 0,5. Masa rogovlja je izmerena preciznom vagom, a izračunavanje broja poena za ovaj parametar je dobijen kada je od mase suvog rogovlja (preko 3 meseca stari) bez donje vilice oduzeto 65-90 g i pomnoženo sa koeficijentom 0,1. Zapremina rogovlja je određena hidrostatskom vagom, merenjem količine vode koju parogovi istisnu iz posude kada se urone u nju. Razlika između težine rogovlja izvan vode i težine parogova uronjenih u vodu predstavlja zapreminu rogovlja izraženu u cm³. Dobijena vrednost je pomnožena sa 0,3 da bi se dobio broj poena koji ulaze u formulu za izračunavanje ukupne ocene trofeja. Raspon rogovlja je izmeren na najširem unutrašnjem rastojanju između leve i desne grane i izražen u procentima, koji su dobijeni kada je raspon izmeren u centimetrima podeljen sa prosečnom dužinom parogova i pomnožen sa 100.

Utvrdjivanje statistički značajnih razlika između pojedinih parametara ocene trofeja vršeno je analizom varijanse (ANOVA) i Tukey testom. Podaci su obrađeni u programu Microsoft Office Excel, statističkim paketom SPSS 20.

Rezultati istraživanja i diskusija

Na svakom pojedinačnom trofeju utvrđene su vrednosti mernih elemenata ocene parogova, kao i ukupna ocena trofeja (broj ostvarenih CIC poena).

Tabela 1. Dužina rogovlja srndaća, cm
Table 1. Length of antlers in roe deer, cm

Lovište <i>Hunting ground</i>	No	$\bar{x}$	Max	Min	SD	CV %
Barajevska reka	316	20,63	27,0	8,2	3,3	16
Gučevo	58	20,10	27,0	11,5	3,4	17
Takovo	266	27,70	26,6	5,2	3,9	14
Dubrava	196	21,10	29,0	10,9	3,1	15
Klisura	18	21,00	25,2	14,3	2,8	13
Kamenica	112	21,50	26,2	16,7	2,1	10
Mojsinjske planine	80	21,20	29,0	13,1	4,1	19
Resava	52	19,70	26,0	12,5	3,8	19
Krilaš	77	19,30	26,5	11,0	3,7	19

Analizom varijanse je utvrđeno da postoje statistički značajne razlike prosečnih dužina rogovlja srndaća u različitim lovištima ($F=4,581^{***}$; $p<0,001$). U lovištima „Dubrava” i „Mojsinjske planine” izmerene su najveće dužine paroga (29,0 cm), dok su na ostalim lokacijama vrednosti nešto niže. Najveća prosečna dužina paroga zabeležena je u lovištu „Takovo” i iznosi 27,7 cm, dok su se u ostalim lovištima vrednosti prosečne dužine parogova kretale od 19,3 do 21,50 cm. Najmanji koeficijent varijacije od 10% je utvrđen u lovištu „Kamenica” sa standardnom devijacijom od 2,1.

Zejda i Koubek (1988) ukazuju da na ispoljavanje varijabilnosti dužine parogova utiče tip lovišta. Popović i Bogdanović (2004) i Popović i sar. (2020) su zabeležili intenzivan rast rogovlja između prve i četvrte godine starosti i maksimalnu dužinu rogovlja u šestoj godini, kao i izjednačavanje dužine parogova u osmoj godini sa dužinom postignutom u četvrtoj godini. Gačić (2006) je ispitivanjem obuhvatio 546 trofeja srndaća iz 12 lovišta sa područja Bačke i Banata, ulovljenih u periodu 1998-2005. godine i utvrdio da najkvalitetnije rogovlje imaju jedinke starosti šest godina, pri čemu pojedine individue mogu dostići ove vrednosti već u petoj godini, dok dužina rogovlja pokazuje postepeni pad od sedme godine. Međutim, Bán i Fodor (1982) su utvrdili da se maksimalne dužine parogova ravnomerno održavaju do starosti od 10 do 13 godina.

Tabela 2. Masa rogovlja srndaća, g
Table 2. Weight of antlers in roe deer, g

Lovište <i>Hunting ground</i>	No	$\bar{x}$	Max	Min	SD	CV %
Barajevska reka	316	240,40	572	85	77	32
Gučevo	58	230,20	440	92	61	26

Takovo	266	175,39	398	82	66	38
Dubrava	196	280,01	510	86	73	26
Klisura	18	274,28	372	145	65	24
Kamenica	112	306,73	446	203	47	15
Mojsinjske planine	80	287,90	489	154	82	29
Resava	52	246,00	495	121	91	37
Krilaš	77	244,00	472	87	82	34

Na osnovu analize varijanse utvrđeno je da postoje statistički značajne razlike u prosečnim masama rogovlja srndaća između lovišta ($F=53,456^{***}$; $p<0,001$). U odnosu na ostalih osam lovišta, lovište „Barajevska reka” je drugo po maksimalnoj dužini rogova i prvo po maksimalnoj masi rogova, dok „Dubrava” i „Mojsinjske planine” u kojima su zabeležene najveće dužine rogova, takođe imaju visoke vrednosti mase rogova.

Popović i sar. (2020) su uočili postepeni porast mase rogovlja srndaća u starosti od druge do pete godine (od $192,2\pm30,41$ g do $221,9\pm61,86$ g), dok su vrednosti kulminirale kod jedinki u starosti šest i sedam godina ($291,8\pm58,43$ g i $319,1\pm98,89$ g). Krapinec i sar. (2019) su zabeležili da rogovlje srndaća u Hrvatskoj ima značajno manju masu i udeo mase u ukupnoj vrednosti trofeja u poređenju sa ovim vrednostima srndaća u velikom broju zemalja (Mađarskoj, Rumuniji, Srbiji, Švajcarskoj i Velikoj Britaniji), dok je ova vrednost značajno veća nego u Bosni i Hercegovini.

Tabela 3. Zapremina parogova srndaća, cm^3

Table 3. Volume of antlers in roe deer, cm^3

Lovište <i>Hunting ground</i>	No	$\bar{x}$	Max	Min	SD	CV %
Barajevska reka	316	102	211	22	44,15	43
Gučevo	58	81	161	18	26,59	33
Takovo	266	114	166	22	20,34	18
Dubrava	196	110	220	26	36,58	33
Klisura	18	62	86	32	15,60	25
Kamenica	112	112	171	80	19,61	17
Mojsinjske planine	80	112	209	38	43,83	39
Resava	52	98	196	40	38,65	40
Krilaš	77	91	167	15	35,70	39

Prosečne zapremine parogova kod srndaća u različitim lovišta se signifikantno razlikuju ($F=11,808^{***}$; $p<0,001$). Najveća vrednost ovog mernog elementa je utvrđena u lovištu „Dubrava” i iznosila je 220 cm^3 . Najniže prosečne zapremine rogovlja su izmerene u lovištima koja se nalaze u Minićevu, Loznici i Čovdinu. Rogovlje srndaća u Hrvatskoj ima značajno veći udeo zapremine u ukupnoj vrednosti trofeja od onih u Sloveniji i Švajcarskoj, a manji nego srndaći u Bosni i Hercegovini, Poljskoj, Rumuniji, Slovačkoj i Velikoj Britaniji (Krapinec i sar., 2019).

Tabela 4. Raspon rogovlja srndaća, cm

Table 4. Range of antlers in roe deer, cm

Lovište <i>Hunting ground</i>	No	$\bar{x}$	Max	Min	SD	CV %
Barajevska reka	316	10,31	18,2	2,5	4,25	41
Gučevo	58	10,69	17,5	5,3	2,89	27
Takovo	266	9,97	16,8	2,0	8,53	36
Dubrava	196	11,01	22,5	5,0	3,04	28
Klisura	18	10,71	15,5	5,8	2,73	26
Kamenica	112	10,44	15,5	6,3	2,33	22
Mojsinjske planine	80	12,62	19,0	6,9	3,12	25
Resava	52	10,78	15,0	4,0	16,23	51
Krilaš	77	9,22	17,0	3,0	3,11	34

Analizom varijanse je utvrđeno da postoji statistički značajna razlika u prosečnim rasponima rogovlja srndaća između lovišta ($F=9,930^{***}$; $p<0,001$). Na osnovu analize rezultata prikazanih u tabeli 4, uočava se da je najveći raspon rogovlja izmeren kod srndaća iz lovišta „Dubrava” (22,5 cm) i lovišta „Mojsinjske planine” (19 cm). Najveću prosečnu vrednost raspona rogovlja od 12,62 cm imaju srndaći odstreljeni u lovištu „Mojsinjske planine” sa maksimalnim zabeleženim rasponom parogova od 19 cm i minimalnim od 6,9 cm.

Tabela 5. Ukupna ocena trofeja, CIC poeni

Table 5. Total score of the trophies, CIC points

Lovište <i>Hunting ground</i>	No	$\bar{x}$	Max	Min	SD	CV %
Barajevska reka	316	76,14	158,85	16,23	22,75	30
Gučevo	58	65,70	122,60	31,65	16,94	26
Takovo	266	62,23	120,65	12,00	20,40	33
Dubrava	196	87,04	147,55	27,63	22,81	26
Klisura	18	65,57	90,02	34,03	15,81	24
Kamenica	112	85,97	130,00	67,20	12,37	14
Mojsinjske planine	80	85,57	146,40	39,30	27,15	32
Resava	52	74,96	136,30	35,95	22,92	31
Krilaš	77	69,32	122,30	22,70	22,42	32

Analizom varijanse utvrđeno je da postoje statistički značajne razlike vrednosti ukupne ocene trofeja iz različitih lovišta ($F=3,673^{***}$; $p<0,001$). Najveći broj CIC poena zabeležen je u lovištu „Barajevska reka” iz Barajeva i iznosio je 158,85, dok je minimalna ocena ukupne vrednosti trofeja srndaća zabeležena u lovištu „Takovo” i iznosila je samo 12,00 CIC poena. Najnižu prosečnu ocenu trofeja imali su srndaći odstreljeni u lovištu „Takovo” od svega 62,23 CIC poena, a najbolje su ocenjeni trofeji srndaća iz lovišta „Dubrava”, čija je prosečna ocena trofejne vrednosti iznosila 87,04 CIC poena. Pre pedeset godina, Jovanović i Čorda (1971) su utvrdili slabu trofejnu strukturu srndaća odstreljenih na teritoriji Vojvodine, a desetak godina kasnije Dimitrijević (1980) je analizirao trofejni odstrel na istom

području i zabeležio da dominiraju trofeji sa ukupnom ocenom od 80-99,9 poena, dok je učešće trofeja u medalji iznosilo 18,7%. Na veliki skok trofejne vrednosti između druge i treće godine ukazuje Rihter (1997), obzirom da se tada javlja najveći porast u dužini i zapremini parogova, ali i masi rogovlja. Popović i sar. (2020) smatraju da je sa stanovišta gazdovanja, kvalitet trofeja najbolji između šeste i osme godine, kao i da trofejni odstrel ne bi trebalo vršiti pre pete godine starosti srndaća. Ovi autori su utvrdili da se maksimalna prosečna vrednost ocene trofeja postiže u sedmoj godini i to prvenstveno zahvaljujući uticaju mase i zapremine čije vrednosti kulminiraju u sedmoj godini, dok ostali parametri maksimum postižu uglavnom u petoj, odnosno šestoj godini. Sadiković i sar. (2019) su izvršili analizu 154 trofeja sa tri lokaliteta Bosne i Hercegovine i takođe utvrdili da srndaći dostižu maksimalan kvalitet trofeja između šeste i sedme godine, nakon čega ova vrednost postepeno opada. Prosečna starost odstreljanih srndaća je bila 4,4 godine, a prosek trofejne vrednosti svega 69,6 CIC poena, što ukazuje na vrlo slab kvalitet trofeja. Ovi autori smatraju da su razlozi za utvrđenu nisku trofejnu vrednost način gazdovanja, prerani odstrel koji onemogućava da perspektivna grla dostignu svoj telesni i trofejni maksimum, izostanak uzgojnog i selektivnog odstrela. U istraživanjima koja su sproveli Urošević i sar. (2013) na 66 trofeja u tri posmatrane lovne sezone (2006/2007., 2007/2008. i 2008/2009.) sa područja Lovne uprave "Žagubica" utvrđene su niske srednje vrednost broja CIC poena koje su se kretale od 46,33 do 52,23. Pet godina kasnije, Urošević i sar. (2018) su utvrdili da je tokom 2013. i 2014. godine u istom lovištu odstreljen 61 srndać, čija je trofejna vrednost takođe imala nezadovoljavajući broj CIC poena, a odstreljeni su isuviše mladi srndaći, starosti oko 3 godine. Takvim neodgovarajućim odstrelom, nije dozvoljeno jedinkama da razviju rogovlje do maksimalne trofejne vrednosti, a veoma visok koeficijent varijacije za sve posmatrane osobine ukazao je na nehomogenost populacije i neophodnost pristupanja selekciji.

Zaključak

Od 1175 trofeja srndaća iz devet lovišta na teritoriji Republike Srbije, najveća prosečna dužina paroga od 27,7 cm zabeležena je u lovištu „Takovo“, dok je u lovištu „Barajevska reka“ izmerena najveća masa rogovlja koja iznosi 572 g. Najmanje zapremine rogova kod srndaća zabeležene su u lovištima „Krilaš“ (15 cm³) i „Gučevo“ (18 cm³). Srndaći odstreljeni u lovištu „Mojsinjske planine“ imali su najveću prosečnu vrednost raspona rogovlja od 12,62 cm, sa maksimalnim rasponom parogova od 19 cm i minimalnim od 6,9 cm. Najnižu prosečnu ocenu trofeja imali su srndaći odstreljeni u lovištu „Takovo“ od svega 62,23 CIC poena, a najveću u lovištu „Dubrava“ sa 87,04 CIC poena.

Napomena

Rad je nastao kao rezultat istraživanja u okviru ugovora o realizaciji i finansiranju naučnoistraživackog rada u 2021. godini između Poljoprivrednog

fakulteta u Beogradu i Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, evidencioni broj ugovora: 451-03-68/2020-14/200116.

Literatura

- Bán I., Fodor T. (1982). Možnosti zveladovanja populácie srnčej zverivyhodnocovaním jej trofejeovej kvality pomocou počítača. *Folia venatoria*, 12, 67-71.
- Czyżowski P., Drozd L., Karpiński M., Tajchman K., Goleman M., Wojtaś J., Zieliński D. (2018). Impact of environmental diversity of hunting complexes in the Lublin region on ontogenetic quality indicators in roe deer (*Capreolus capreolus*). *Biologia*, 73, 185-189.
- Gajić I., Popović Z. (2010). Lovna privreda. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivedni fakultet, Beograd, pp 352.
- Gačić D. (2006). Rast parogova srndaća u poljskim lovištima Vojvodine - uticaj starosti na vrednost trofeja. *Glasnik Šumarskog fakulteta, Beograd*, 94, 109-122.
- Harmel D.E., Williams J.D., Armstrong W.E. (1988). Effects of genetics and nutrition on antler development and body size of white-tailed deer. Texas Parks and Wildlife Department, Wildlife Division, 41.
- Janiszewski P., Daszkiewicz T., Hanzal V. (2009). Effect of environmental factors and time of shooting on carcass weight of European roe deer (*Capreolus capreolus* L.). *Leśne Prace Badawcze*, 70, 2, 123-130.
- Jovanović V., Čorda A. (1971). Proučavanje kvaliteta trofeja i telesne težine srneće divljači u Vojvodini. Simpozijum o lovstvu, 47-51. Beograd, Srbija.
- Dimitrijević S. (1980). Analiza trofejnog odstrela srneće divljači u Vojvodini, *Lovačke novine* 15, 9.
- Krapinec K., Nikolić M., Bujanić M., Konjević D. (2019). Considerations in the study of trophies: the effect of skull cutting on the real value of roe buck trophies. *Šumarski list*, 5-6, 203-213.
- Nečas J. (1972). Srneća divljač, *Dnevnik*, Novi Sad, pp 289.
- Popović Z., Bogdanović V. (2004). Uticaj starosti na merne elemente ocene trofeja srndaća. *Glasnik Šumarskog fakulteta, Banja Luka*, 2, 75-85.
- Popović Z. (2006). Uzroci gubitaka srna (*Capreolus capreolus* L.) i njihov uticaj na gazdovanje. *Agroznanje*, 7, 2, 71-78.
- Popović Z., Davidović V., Božičković I., Stojanović B., Ivanović B., Bojanić Rašović M. (2020). Change of antlers morpho-metric parameters and total trophy score in roe deer (*Capreolus capreolus* L.) in relation to age. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 36, 2, 225-237.
- Rihter C.H. (1997). Cette "méthode Rieger" qui va bouleverser le tir sélectif du brocard! *Chasse international*, 18, 16-22.ž
- Sadiković N., Kunovac S., Bašić M. (2019). Trophy value of roe deer (*Capreolus capreolus* L.) antlers in some populations in Bosnia and Herzegovina – an indicator of management quality. *Our Forests*, 54-55, 19-32.

- Scribner K., Smith M., Johns P. (1989). Environmental and genetic components of antler growth in white-tailed deer. *Journal of Mammalogy*, 70, 289-291.
- Urošević M., Drobnjak D., Matarugić D., Živković B., Urošević M. (2013). Uticaj starosne dobi i mase tela na trofejnu vrednost rogovlja srndaća (*Capreolus capreolus* L.). *Agroznanje*, 14, 1, 59-67.
- Urošević M., Urošević M., Drobnjak D., Ograk Y.Z., Matarugić D., Stojić P. (2017). Comparison of Different Systems of Roe Deer (*C. capreolus*) Trophy Evaluation. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 5, 3, 207-213.
- Urošević M., Drobnjak D., Urošević M., Živković B. (2018). Osnovni morfometrijski parametri parogova srndaća (*Capreolus capreolus* L.) sa područja Homolja. Osmi naučni skup o lovstvu i lovnom turizmu, 21. april 2018, Žagubica. Zbornik radova, 254-259.
- Varićak V. (1998). Ocenjevanje lovskih trofej, Ljubljana, pp 192.
- Zakon o divljači i lovstvu (2010). Sl. Glasnik RS broj 18/2010.
- Zeida J., Koubek P. (1988). On the geographical variability of roebucks (*Capreolus capreolus*). *Folia Zoologica* 37, 3, 219-229.

TROPHY CHARACTERISTICS OF ROE DEER (*CAPREOLUS CAPREOLUS* L.) IN DIFFERENT HUNTING GROUNDS OF SERBIA

Vesna Davidović¹, Zoran Popović¹, Predrag Perišić¹, Goran Slijepčević², Bojan Stojanović¹, Ivana Božičković¹

Abstract

The aim of this paper was to investigate and compare the value of morphometric parameters of antlers and the total score of 1175 roe deer trophies from nine hunting ground on the territory of the Republic of Serbia. The largest average length of the antlers was recorded in the hunting ground "Takovo" and it is 27.7 cm. We notice that the largest mass of antlers was measured in the hunting ground "Barajevska reka", which is 572 g. The smallest volume of antlers in roe deer was measured in the hunting ground "Krilaš" which is 15 cm³, then the hunting ground "Gučevo" where recorded volume of antlers was 18 cm³. The highest average value of the range of antlers of 12.62 cm is found in roe deer shot in the hunting ground "Mojsinjske planine" with the maximum recorded range of antlers of 19 cm and the minimum of 6.9 cm. Roe deer shot in the hunting ground "Takovo" had the lowest average grade of the trophy, only 62.23 CIC points.

Key words: roe deer, quality and evaluation of trophies

¹University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Zemun-Belgrade, Serbia (vesnadv@agrif.bg.ac.rs);

²Institute for Applied Studies Belgrade, Makedonska 30, 11000 Belgrade, Serbia.

ISPITIVANJE VREDNOSTI POKAZATELJA ENERGETSKOG I PROTEINSKOG STATUSA MLEČNIH KRAVA

Vesna Davidović¹, Bojan Stojanović¹, Predrag Perišić¹, Slavica Aleksić², Ivana Božičković¹, Renata Relić¹

Izvod: Cilj rada je bio da se ispita vrednost pokazatelja energetskog i proteinskog statusa mlečnih krava holštajn frizijske rase u različitim proizvodnim periodima (20 dana pre teljenja, 30. i 90. dana laktacije). Ogled je izveden na 76 klinički zdravih krava, koje su podeljene u 2 grupe. Prvu grupu (n= 38) su činile steone junice (prvotelke), a drugu grupu (n= 38) višetelke, odnosno krave od druge do četvrte laktacije. Rezultati ukazuju da se prosečne koncentracije glukoze, albumina i uree kod prvotelki i višetelki u svim fazama ispitivanja nisu statistički značajno razlikovale unutar ispitivanih grupa ($p>0,05$). Koncentracija β -hidroksibuterne kiseline (BHBA) kod steonih junica je bila statistički značajno niža nego 30. i 90. dana laktacije i to na nivou $p<0,05$ kod prvotelki i na nivou $p<0,01$ kod višetelki. Niže vrednosti ukupnih proteina su kod obe grupe krava zabeležene 20 dana pre teljenja u odnosu na period laktacije, pri čemu su razlike kod prvotelki bile na nivou $p<0,01$, a kod višetelki na nivou $p<0,05$. Koncentracija globulina u krvi steonih junica je bila značajno niža ($p<0,05$) u odnosu na vrednosti utvrđene tokom laktacionog perioda. Takođe, kod višetelki su pre partusa zabeležene niže prosečne vrednosti globulina, ali utvrđene razlike nisu bile signifikantne.

Ključne reči: mlečne krave, energetski i proteinski status

Uvod

Proizvodni kapacitet holštajn frizijske rase prema Čobiću i Antovu (1996) iznosio je 6000-12000 litara mleka, sa 3,6 % mlečne masti i 3,3 % proteina. Dugogodišnja selekcija goveda na visoku mlečnost, kvalitet i perzistenciju laktacije, dovela je do povećanja metaboličkog opterećenja organizma, narušavanja endokrino-metaboličke ravnoteže i reproduktivnih osobina, kao i imunosupresije i povećanja učestalosti pojave postpartalnih oboljenja - mastitisa, zaostajanja posteljice, metritisa i ovarijalnih cista (Reist i sar., 2002; Joksimović Todorović i Davidović, 2013.). Kod visokomlečnih krava najznačajniji razlozi izlučenja krava iz proizvodnje su sterilitet i poremećaji reprodukcije (24,7%), oboljenja nogu i papaka (15,49%), oboljenja vimena - mastitisi (13,06%), metaboličke bolesti (10,27%), selekcijska izlučenja (oko 10%) i teška teljenja (7,79%) (Stanojević i sar., 2018.).

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Zemun-Beograd, Srbija (vesnadv@agrif.bg.ac.rs);

²Gorenje d.o.o., Cara Dušana 10a, 11000 Beograd, Srbija

Veći broj autora je utvrdio da prelazak iz zasušenja u period rane laktacije predstavlja najkritičniji period u proizvodno - reproduktivnom ciklusu krava (Kampl, 2005; Šamanc i sar., 2005.). Tranzicioni period (3 nedelje pre i 3 nedelje posle teljenja) karakterišu brojni metabolički i endokrini adaptacioni procesi, pri čemu se glukoza preusmerava ka plodu i mlečnoj žlezdi, dok periferna tkiva povećano koriste masti kao izvor energije. Poželjno je da krave odlažu dovoljne količine masti u telesnim depoima, ali ne i da stvaraju višak masnog tkiva kao preteranu rezervu energije koju će trošiti u toku rane laktacije (Sladojević, 2012.). Proces lipomobilizacije najčešće počinje 2 do 12 dana posle teljenja, ali može da počne i 5 do 7 dana pre teljenja, bez obzira što se krave još uvek nalaze u pozitivnom bilansu energije, odnosno stanju kada je unošenje energije veće od potreba organizma (Šamanc i sar., 2006.). Ukupne energetske potrebe za održavanje funkcija telesnog tkiva i proizvodnju mleka su veće nego što mogu da se obezbede iz hrane, a kao posledica toga nastaje negativan energetski bilans (Petrović i sar., 2018.), koji je najizraženiji 12. do 14. dana laktacije i praćen hipoglikemijom, ketonemijom i ketonurijom (Stamatović i sar., 1983; Šamanc i sar., 2005.). U prvim nedeljama laktacije prosečno nedostaje 28,9 MJ NEL, glukoza i ostale hranljive materije se preusmeravaju ka vimenu, iscrpljuju se rezerve glikogena, intenziviraju se procesi glukoneogeneze i lipomobilizacije. Tokom katabolizma masti povećava se koncentracija neesterifikovanih masnih kiselina (NEFA), koje za dalju razgradnju zahtevaju znatne količine glikogena. Ukoliko su količine glikogena nedovoljne, dolazi do preusmeravanja metaboličkog puta slobodnih masnih kiselina i nastajanja ketonskih tela u količinama višim od fizioloških (Reist i sar., 2002.). Kauppinen (1983.) je utvrdio da je u krvi mlečnih krava, od druge do četvrte nedelje laktacije, dominantno ketonsko telo β-hidroksibuterna kiselina (BHBA) sa 78%, kao i da su prisutni acetoacetat sa 28% i aceton sa 2%. Metabolička ravnoteža, odnosno balans između količine unete energije i energije koja je neophodna za lučenje mleka, nastaje tek između šeste i desete nedelje laktacije (Šamanc i sar., 2006.).

Koncentracija proteina krvne plazme se menja u različitim patološkim i fiziološkim stanjima organizma, a na osnovu tih promena se može procenjivati kako metabolički status, tako i odstupanja koja nastaju u toku pojedinih oboljenja. Za ocenu proteinskog statusa visokomlečnih krava najčešće se koriste određivanje koncentracije ureje, ukupnih proteina, albumina i globulina (Van Saun, 1997.). Ako obrok ne sadrži dovoljnu količinu energije, smanjuje se sinteza bakterijskih proteina u rumenu, a posledično se povećava koncentracija amonijaka u buragu, odnosno uree u krvi. U slučaju mobilizacije telesnih proteina radi kompenzacije manjka energije, povećava se koncentracija amonijaka i uree (Dlesk, 1993.).

Cilj ovog rada je bio da se ispita vrednost pokazatelja energetskog i proteinskog statusa mlečnih krava holštajn frizijske rase u različitim proizvodnim periodima.

Materijal i metode rada

Ogled je izveden u Poljoprivrednoj korporaciji „Beograd”, na farmi muznih krava gazdinstva „Padinska Skela” u Padinskoj Skeli, u trajanju od 110 dana. Za sprovođenje ogleda je odabrano 76 klinički zdravih krava holštajn frizijske rase, metodom slobodnog izbora. Ispitivane životinje su bile smeštene u klimatizovanim poluzatvorenim stajama, slobodnog načina držanja i na ispustu. Podeljene su u 2 grupe, pri čemu su prvu grupu činile steone junice (n=38), odnosno krave u prvoj laktaciji (prvotelke), a drugu grupu (n=38) višetelke, odnosno krave od druge do četvrte laktacije.

Krave su hranjene kompletno mešanim obrocima dva puta dnevno (ujutru i uveče), u skladu sa proizvodnim potrebama, korišćenjem modela NRC (2001.) i programskog paketa Version 1.1.9., za TM visokosteonih junica od 520 kg i TM krava od 650 kg. Obroci su sastavljeni za junice u kasnoj fazi graviditeta, krave u zasušenju i za krave u različitim fazama laktacije (za proizvodnju mleka kod prvotelke od 26 kg/dan i višetelke od 38 kg/dan, 30. dana laktacije, odnosno za proizvodnju mleka kod prvotelke od 29 kg/dan i višetelke od 32 kg/dan, 90. dana laktacije), uz odgovarajući dodatak koncentrovane hrane. Napajanje krava vršeno je ad libitum, iz pojilica koje funkcionišu po principu spojenih sudova.

Uzorci krvi za analizu su uzeti punkcijom repne vene (v. *coccigeae*) u sterilne vakutajnere bez antikoagulansa, 20 dana pre teljenja, a zatim 30. i 90. dana laktacije. Uzorkovanje je vršeno uvek u isto vreme, 4-6 časova nakon jutarnjeg hranjenja, a uzorci krvi su nakon spontane koagulacije u trajanju od 30 minuta, centrifugovani na 3000 obrtaja u trajanju od 10 minuta. Krvni serum su do ispitivanja čuvani na -20°C. Određivanje koncentracije glukoze, BHBA, uree i proteina vršeno je na automatskom biohemijskom analizatoru RT-1904C (Rayto Life and Analytical Sciences Co. Ltd).

Stepen značajnosti razlika srednjih vrednosti dobijenih vrednosti procenjivan je Studentovim t-testom, a dobijeni rezultati su statistički obrađeni pomoću softverskog pakta SPSS 8.0.

Rezultati istraživanja i diskusija

U tabeli 1. su prikazane vrednosti pokazatelja energetskog statusa (koncentracija glukoze i BHBA) u krvi prvotelki i višetelki 20 dana pre teljenja, 30. i 90. dana laktacije.

Tabela 1. Koncentracija glukoze i BHBA (mmol/l)

Table 1. Glucose concentration and BHBA concentration (mmol/l)

Period ispitivanja <i>Trial period</i>	Glukoza (mmol/l) <i>Glucose (mmol/l)</i>	BHBA (mmol/l) <i>BHBA (mmol/l)</i>
20 dana pre teljenja PT <i>20 days before calving PC</i>	2,40±0,3	0,65±0,2 ^a
30. dan laktacije PT <i>30th day of lactation period PC</i>	2,32±0,3	0,84±0,1 ^b

90. dan laktacije PT <i>90th day of lactation period PC</i>	2,35±0,2	0,80±0,1 ^b
20 dana pre teljenja VT <i>20 days before calving MC</i>	2,35±0,3	0,44±0,2 ^A
30. dan laktacije VT <i>30th day of lactation period MC</i>	2,34±0,3	0,78±0,1 ^B
90. dan laktacije VT <i>90th day of lactation period MC</i>	2,40±0,3	0,74±0,2 ^B

PT – prvotelke, VT – višetelke; PC – primiparous cows, MC – multiparous cows; Različitim slovima je označena signifikantna razlika između grupa $p < 0,05$ (a,b); $p < 0,01$ (A,B)

Prosečna koncentracija glukoze kod prvotelki u svim periodima ispitivanja se kretala na donjoj fiziološkoj granici, pri čemu je nešto viša koncentracija zabeležena 20 dana pre teljenja ($2,40 \pm 0,3$ mmol/l) u odnosu na periode posle teljenja, sa blagim variranjem do 14,70% između ispitivanih perioda ($p > 0,05$). Steone junice su 20 dana pre teljenja imale statistički značajno nižu ($p < 0,05$) koncentraciju BHBA nego prvotelke 30. i 90. dana laktacije. Kod višetelki je uočena veća koncentracija glukoze 90. dana laktacije ($2,40 \pm 0,3$ mmol/l), dok je najniža koncentracija bila 30. dana ($2,34 \pm 0,3$ mmol/l). Nisu ustanovljene statistički značajne razlike ($p > 0,05$), ali nešto niže zabeležene vrednosti u periodu nakon teljenja mogu da ukazu na energetske deficit. Koncentracija BHBA u krvi višetelki je imala signifikantno nižu vrednost ($p < 0,01$) u periodu kasnog graviditeta ($0,44 \pm 0,2$ mmol/l) u odnosu na 30. dan ($0,78 \pm 0,1$ mmol/l) i 90. dan laktacije ($0,74 \pm 0,2$ mmol/l).

Radojičić (2013.) i Blood (1994.) navode da je optimalno fiziološko variranje koncentracije glukoze u krvnom serumu mlečnih krava pre partusa u opsegu 2,2 do 3,4 mmol/l, dok za junice beleže nešto višu vrednost i kao fiziološku granicu navode 2,5 do 4,0 mmol/l. Joksimović Todorović i Davidović (2012.) su zabeležile privremeni pad nivoa glukoze u krvi višetelki prve i druge nedelje laktacije, dok je 30. dana laktacije utvrđena prosečna vrednost glukoze iznosila $2,80 \pm 0,63$ mmol/l. Jurić i sar., (2014.) su utvrdili da se kod višetelki 21. dana nakon teljenja prosečna vrednost koncentracije glukoze kretala u fiziološkim granicama ($2,40 \pm 0,40$ mmol/l). Potrebe u energiji su znatno veće u periodu laktacije u odnosu na period visokog graviditeta (Kovačević i Jovičin, 1996.). Na dan teljenja dolazi do naglog porasta koncentracije glukoze, najverovatnije kao posledica stresa i delovanja adrenalina i glukagona (podstiču glikogenolizu i glukoneogenezu). Uspostavljanjem laktacije, raste potrošnja glukoze u mlečnoj žlezdi za sintezu laktoze (Reynolds i sar., 2003.), pri čemu zbog smanjenog priliva glikogenoplastičnih jedinjenja, jetra nema mogućnost da glukoneogenezom zadovolji potrebe za glukozom, pa se javlja hipoglikemija, koja je pouzdan pokazatelj negativnog energetskog bilansa, a vrlo često nastaje i poremećaj metabolizma ugljenih hidrata (Bobe i sar., 2004.). Ospina i sar., (2010.) i LeBlanc (2010.) su utvrdili da je u zadnjih 30 dana graviditeta, kada se rezerve masti održavaju ili čak povećavaju, gornja granica za koncentraciju BHBA $0,6$ mmol/l krvi, kao i da je na početku laktacije, variranje koncentracije BHBA od $0,6$ mmol/l

do 1 mmol/l fiziološki prihvatljivo. Prisustvo BHBA u krvi u koncentracijama većim od fizioloških ukazuje na postojanje negativnog bilansa energije, stimulaciju lipolize i pojačanu mobilizaciju masti iz depoa u energetske svrhe. Prema navodima Asl i sar., (2011.) i Djokovića i sar., (2019.) granica za dijagnostikovanje subkliničke ketoze je 1,2 mmol/l, dok mlečne krave sa kliničkim znacima ketoze imaju koncentraciju BHBA višu od 2 mmol/l (Radostits i sar., 2007.). Đoković i sar., (2018.), ukazuju da koncentracija BHB u mleku > 0,080 mmol / l je značajan pokazatelj za subkliničku ketozu kod mlečnih krava sa 94% osetljivosti i 74% specifičnosti. Ova granična vrednost je pogodna za praktičnu upotrebu jer omogućava otkrivanje najviše krava sa subkliničkom ketozom.

U tabeli 2. su prikazane vrednosti pokazatelja proteinskog statusa (koncentracija ukupnih proteina, albumina, globulina i uree) u krvi prvotelki i višetelki 20 dana pre teljenja, 30. i 90. dana laktacije.

Tabela 2. Koncentracija proteina (g/l) i uree (mmol/l)
Table 2. Proteins concentration (g/l) and urea concentration (mmol/l)

Period ispitivanja <i>Trial period</i>	Ukupni proteini (g/l) <i>Proteins (g/l)</i>	Albumini (g/l) <i>Albumin (g/l)</i>	Globulini (g/l) <i>Globulin (g/l)</i>	Urea (mmol/l) <i>Urea (mmol/l)</i>
20 dana pre teljenja PT <i>20 days before calving PC</i>	70,84±6,0 ^A	30,54±4,0	40,31±8,5 ^a	3,63±1,7
30. dan laktacije PT <i>30th day of lactation period PC</i>	80,08±5,9 ^B	31,78±6,0	48,32±8,4 ^b	4,49±1,2
90. dan laktacije PT <i>90th day of lactation period PC</i>	78,36±3,5 ^B	31,60±4,9	46,75±6,6 ^b	4,53±1,3
20 dana pre teljenja VT <i>20 days before calving MC</i>	75,16±7,7 ^a	30,85±4,1	44,30±10,7	3,67±1,6
30. dan laktacije VT <i>30th day of lactation period MC</i>	78,02±5,4 ^{ab}	30,71±6,1	47,31±7,1	4,20±1,1
90. dan laktacije VT <i>90th day of lactation period MC</i>	82,00±6,4 ^b	31,33±4,8	50,67±8,3	4,88±2,4

PT – prvotelke, VT – višetelke; PC – primiparous cows, MC – multiparous cows; Različitim slovima je označena signifikantna razlika između grupa p<0,05 (a,b); p<0,01(A,B)

Koncentracije ukupnih proteina u krvi prvotelki i višetelki su se kretale u fiziološkim granicama, koje u krvi mlečnih krava u različitim fazama proizvodno-reproduktivnog ciklusa prema Mercku (2003.) iznose 67-75 g/l, dok su prema Radostits i sar. (2007.) u opsegu 58-81 g/l. Smanjenje vrednosti ovog parametra ispod 60 g/l povećava rizik nastanka peripartalnih bolesti (Van Saun, 2004.). Značajno povećanje nivoa proteina 30. i 90. dana posle teljenja u odnosu na vrednost 20 dana pre teljenja je ustanovljena kod prvotelki na nivou p<0,01, a kod višetelki na nivou značajnosti od p<0,05. Stamatović i sar., (1983.) su ispitivali koncentraciju ukupnih proteina kod prvotelki holštajn rase i ustanovili najniže vrednosti u visokom graviditetu (74,5 g/l), dok su vrednosti ukupnih proteina u

puerperijumu (78,8 g/l) i u ranoj laktaciji (79,7 g/l) bile značajno više i na gornjoj granici fizioloških vrednosti.

Nisu utvrđene signifikantne razlike koncentracija albumina u krvi tokom različitih perioda ispitivanja, pri čemu su nivoi ove proteinske frakcije na donjoj fiziološkoj granici kod obe grupe krava. Vrednosti koncentracije albumina do kojih su došli Otava i sar., (2006.) u svom ogledu kod prvotelki ($31,0 \pm 2,9$ g/l) i kod višetelki ($30,7 \pm 2,7$ g/l) su takođe bile na donjoj granici fizioloških vrednosti. Prema Mercu (2003.) fiziološke granice koncentracije albumina u krvi mlečnih krava iznose 25-38 g/l, dok Radostis i sar., (2007.) navode vrednosti od 21-40 g/l u zavisnosti od faze proizvodno-reproduktivnog ciklusa. Promena koncentracije albumina u krvi često prati promenu koncentracije ukupnih proteina i pokazatelj je dugoročnog proteinskog statusa i funkcionalnog stanja hepatocita, dok nivo uree u krvi ukazuje na trenutni unos proteina hranom (Kaneko, 2008.).

Najniže prosečne koncentracije globulina zabeležene su 20 dana pre teljenja kod obe ispitivane grupe krava i pospepeno su se povećavale do poslednjeg dana kontrole, pri čemu su statistički značajne razlike utvrđene samo kod prvotelki ($p < 0,05$). Međutim, Aladrović i sar., (2018.) su utvrdili da se sadržaj globulina u krvi kreće u rasponu od 34-92 g/l, sa najvećim prosečnim vrednostima kod krava u zasušenju.

Statističkom analizom je utvrđeno da ne postoje statistički signifikantne razlike ($p > 0,05$) koncentracija uree u krvi ispitivanih grupa krava 20 dana pre teljenja, u odnosu na povećane vrednosti utvrđene 30. i 90. laktacije. Dlesk (1993.) je utvrdila da je u krvi holštajn frizijske rase goveda od 1. do 5. laktacije prosečna vrednost koncentracije uree 3,89 mmol/l. Prema Mercu (2003) fiziološke granice za nivo uree u krvi mlečnih krava su 3,6-8,9 mmol/L, dok Radostits i sar. (2007) navode vrednost od 2,0-6,8 mmol/l u zvisnosti od faza proizvodnje i starosne kategorije. Rezultati dobijeni u ovom istraživanju su u skladu sa rezultatima navedenih autora, a utvrđene vrednosti koncentracije uree u svim ispitivanim periodima ne izlaze iz fizioloških okvira.

Zaključak

Na osnovu rezultata ovog istraživanja može se zaključiti da su prosečna koncentracija glukoze kod obe grupe krava u svim fazama ispitivanja, bile na donjoj fiziološkoj granici i bez statistički značajnih razlika između perioda ispitivanja, pri čemu kod višetelki nešto niže zabeležene vrednosti u periodu nakon teljenja u odnosu na kraj oglada, mogu da ukažu na energetske deficit. Koncentracije BHBA su bile značajno niže kod steonih junica ($p < 0,05$) i kod višetelki u periodu kasnog graviditeta ($p < 0,01$) u odnosu na 30. i 90. dan laktacije.

Koncentracije ukupnih proteina, albumina i globulina u krvi prvotelki i višetelki su se kretale u granicama fizioloških vrednosti. Kod obe grupe krava su zabeležene niže vrednosti ukupnih proteina 20 dana pre teljenja u odnosu na period laktacije, pri čemu su razlike kod prvotelki bile na nivou $p < 0,01$, a kod višetelki na nižem nivou ($p < 0,05$). Sadržaj albumina i globulina u krvi prati

koncentraciju ukupnih proteina, pri čemu se nivo albumina nije signifikantno razlikovao kako u krvi prvotelki, tako i višetelki u ispitivanim periodima. Koncentracija globulina u krvi steonih junica je bila značajno niža ($p < 0,05$) u odnosu na vrednosti utvrđene tokom laktacionog perioda. Kod višetelki su takođe zabeležene niže prosečne vrednosti globulina, ali utvrđene razlike nisu bile signifikantne.

Prosečne koncentracije uree u krvi prvotelki i višetelki su se kretale u fiziološkim granicama. Najniže vrednosti su zabeležene kod obe grupe gravidnih krava, pri čemu veće vrednosti ovog parametra u postpartalnom periodu nisu bile statistički značajne.

Napomena

Rad je nastao kao rezultat istraživanja u okviru ugovora o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada u 2021. godini između Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu i Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, evidencioni broj ugovora: 451-03-68/2020-14/200116.

Literatura

Aladrović J., Pavković M., Beer-Ljubić B., Vranković L., Stojević Z. (2018). Praćenje zdravlja stada mliječnih krava holštajnske pasmine testom metaboličkog profila. Veterinarska stanica, 49 (1), 9-18.

Asl A. N., Nazifi S., Ghasrodashti A. R., Olyaei A. (2011). Prevalence of subclinical ketosis in dairy cattle in the Southwestern Iran and detection of cutoff point for NEFA and glucose concentrations for diagnosis of subclinical ketosis. Preventive veterinary medicine, 100 (1), 38-43.

Blood C.D. (1994). Pocket Companion of Veterinary Medicine. London: Baillere Tindall.

Bobe G., Young J.W., Beitz D.C. (2004). Invited Review: Pathology, Etiology, Prevention, and Treatment of fatty liver in dairy cows. Journal of Dairy Science, 87 (10), 3105-3124.

Dlesk Đ. (1993). Povezanost serumske razine sa reprodukcijom efikasnošću mlečnih krava. Magistarski rad. Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu. Zagreb.

Čobić T., Antov G. (1996). Govedarstvo, proizvodnja mleka. S Print, Novi Sad.

Djokovic R., Jozek J., Cincovic M., Nemec M., Belic B., Klinkom M., Staric J. (2018). Beta-hydroxybutyrate in milk as screening test for subclinical ketosis in dairy cows. The 30 th World Buiatrics Congress, August 28 to September 1, Sapporo, Japan, pp 127-128, ISBN. 978-4-60000019-6.

Djokovic R., Ilic Z., Kurcubic V., Petrovic M., Cincovic M., Petrovic P.M., Caro-Petrovic V. (2019). Diagnosis of subclinical ketosis in dairy cows. Biotechnology in Animal Husbandry, 35(2), 111-125. ISSN 1450-9156 Publisher: Institute for Animal Husbandry, Belgrade-Zemun UDC 636.09'65.
<https://doi.org/10.2298/BAH1901001P>.

Joksimović Todorović M., Davidović V. (2012). Changes in white blood pictures and some biochemical parameters of dairy cows in peripartum period and early lactation. *Mljekarstvo*, 62 (2), 151-158.

Joksimović Todorović M., Davidović V. (2013). Immunosuppression-postpartum diseases of dairy cows. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 29, 2, 211-222.

Jurić M., Šperanda M., Domaćinović M., Antunović Z., Pavić M., Đidara M. (2014). Metabolički profil holštajn krava u prijelaznom razdoblju. 49. hrvatski i 9. Međunarodni simpozij agronoma. Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. *Zbornik radova*, 575-579.

Kampl B. (2005). Pokazatelji energetskeg deficita mlečnih krava u mleku i njihovo korišćenje u programu zdravstvene preventive i intenziviranja proizvodnje i reprodukcije. IV simpozijum "Ishrana, reprodukcija i zaštita zdravlja goveda – Etiopatogeneza i dijagnostika poremećaja metabolizma reprodukcije goveda", Subotica. *Zbornik radova*, 261-267.

Kaneko J.J. (2008). Carbohydrate Metabolism and its Diseases. In: *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, 45– 80.

Kauppinen K. (1983). Correlation of whole blood concentrations of acetoacetate, beta- hydroxybutyrate, glucose and milk yield in dairy cows as studied under field conditions. *Acta Vet Scand*, 24, 337-348.

Kovačević M., Jovičin M. (1996). Peripartalni period kod visokomlečnih krava muzara: neesterifikovane masne kiseline i trigliceridi u odnosu na pojavu masne jetre. *Veterinarski glasnik*, 50, 453-462.

LeBlanc S. (2010). Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. *J Reprod Dev*, 56, S29-S35.

Merck Veterinary Manual (2003). 8th ed., Merck Co., Inc Whitehouse Station, NJ, USA.

NRC (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Seventh Revised Edition, National Academy Press, Washington DC.

Ospina P.A., Nydam D.V., Stokol T., Overton T.R. (2010). Evaluation of nonesterified fatty acids and beta-hydroxybutyrate in transition dairy cattle in the northeastern United States. *Journal Dairy Science*, 93, 546-554.

Otava G., Mircu C., Cernescu H. (2006). Reproductivna aktivnost krava posle porođaja u odnosu na vrednosti nekih parametara metaboličkog profila. *Veterinarski glasnik*, 60 (3-4), 187-193.

Reist M., Erdin D., Von Euw D., Tschuemperlin K., Leuenberger H., Chilliard Y., Hammon H.M., Morel C., Philipona C., Zbinden Y., Kuenzi N., Blum J.W. (2002). Estimation of energy balance at individual and herd level using blood and milk traits in high-yielding dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 85, 3314–3327.

Petrović Ž. M., Đoković R., Petrović D. M., Kurćubić V., Cincović M, Ilić Ž. Z., Karabasil N. (2018). Laboratorijska i patohistološka dijagnostika masne jetra kod krava u peripartalni. XXIII Savetovanje o biotehnologiji, Čačak. *Zbornik radova*, 567-572.

Radojičić B. (2013). Opšta klinička dijagnostika kod domaćih pakara. Treće

dopunjeno izdanje. Naučna KMD, Beograd.

Radostits O. M., Gay C. C., Hinchcliff K. W., Constable P. D. (2007). A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats. Veterinary medicine, 10, 2045-2050.

Reynolds C., Aikman P., Lupoli B., Humpheirs D., Beever D. (2003). Splanchnic metabolism of dairy cows during the transition from late gestation through early lactation. Journal of Dairy Science, 86, 1201-1217.

Sladojević Ž. (2012). Uticaj energetskeg bilansa na endokrini i metabolički status krava. Doktorska disertacija. Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu.

Stamatović S., Šamanc H., Jovanović M. (1983). Uporedo ispitivanje koncentracije glikoze u krvi v. *auricularis magna* i v. *subcutanea abdominis* mlečnih krava. Veterinarski glasnik, 37, 4, 273-256.

Stanojević D., Đedović R., Bogdanović V., Roguž N., Stepić S., Perišić P., Lazarević M., Stojić P. (2018). Uticaj laktacije, nivoa proizvodnje i udela gena holštajn frizijske rase na razloge izlučenje krava crno bele rase. XXXII savetovanja agronoma, veterinara, tehnologa i agroekonomista, Beograd. Zbornik radova, 24, 3-4, 33.

Šamanc H., Sinovec Z., Cernescu H. (2005). Osnovi poremećaja prometa energije visokomlečnih krava. IV simpozijum "Ishrana, reprodukcija i zaštita zdravlja goveda – Etiopatogeneza i dijagnostika poremećaja metabolizma reprodukcije goveda", Subotica. Zbornik radova, 89-101.

Šamanc H., Kirovski D., Dimitrijević B., Vujanac I., Damnjanović Z., Polovina M. (2006). Procena energetskeg statusa krava u laktaciji određivanjem koncentracije organskih sastojaka mleka. Veterinarski glasnik, 60 (5-6), 283-297.

Van Saun, R.J. (1997): Nutritional profiles: A new approach for dairy herds. The Bovine Pract, 31, 43-49.

Van Saun R.J. (2004). Metabolic Profiling and Health Risk in Transition Cows, In: Proceedings 37th Annual American Association of Bovine Practitioners Convention. Ft. Worth, Texas, September 23-25, 212-213.

THE EXAMING OF VALUES OF DAIRY COWS ENERGY AND PROTEIN STATUS INDICATORS

Vesna Davidović¹, Bojan Stojanović¹, Predrag Perišić¹, Slavica Aleksić², Ivana Božičković¹, Renata Relić¹

Abstract

The aim of this study was to examine the values of energy and protein status indicators of Holstein Frisian dairy cows in different production periods (20 days before calving, 30th and 90th day of lactation period). The study included 76 clinical healthy cows, which were divided into 2 groups. The first group consisted (n = 38) of pregnant heifers (or cows in first lactation after calving), and the second group (n = 38) consisted of cows calved multiple times (cows from second to fourth lactation). The results indicate that average concentration of glucose, albumins and urea at both groups in all phases of investigation are not significantly different in tested specimens ($p > 0.05$). β -hydroxybutyrate concentration (BHBA) at pregnant individuals in late pregnancy period was statistically lower than 30th and 90th day of lactation, with $p < 0.05$ at first and $p < 0.01$ at second group. Lower values of total proteins at both groups were recorded 20 days before calving relative to lactation period, with statistical significance at $p < 0.01$ for the first and $p < 0.05$ for the second group. Heifers' blood globulin concentration was significantly lower ($p < 0.05$) relative to values determined after calving, during lactation period. Multiparous cows before calving also had lower average values of globulin, but differences were not significant.

Key words: dairy cows, energy and protein status

¹University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Zemun-Belgrade, Serbia (vesnadv@agrif.bg.ac.rs);

²Gorenje d.o.o., Cara Dušana 10a, 11000 Belgrade, Serbia

EFEKAT ENZIMA PROTEAZE NA PRINOS I UDEO JESTIVIH PRATEĆIH PROIZVODA KLANJA PILIĆA HIBRIDA MASTER GRIS

Vladimir Dosković¹, Snežana Bogosavljević-Bošković¹, Zdenka Škrbić², Miloš Lukić², Simeon Rakonjac¹, Veselin Petričević², Dejan Beuković³

Izvod: U radu je analiziran uticaj dodavanja enzima proteaze (Ronozyme ProAct) u hranu za tov pilića na masu i udeo jestivih pratećih proizvoda klanja petlića i kokica medium-growing linijskog hibrida Master Gris. Tov pilića je trajao 63 dana. Pilići su bili podeljeni u 3 ogledne grupe, sa po 100 pilića u grupi. Ogledne grupe su se razlikovale po koncentraciji enzima proteaze u hrani: kontrolna grupa (K) je hranjena potpunim smešama za tov pilića (starter, grover i finiher) bez enzima proteaze; pilići u oglednoj grupi O-I su hranjeni smešama koje su sadržale 0,2% enzima proteaze, uz smanjen sadržaj sirovih proteina za 4% u odnosu na kontrolnu grupu, dok je hrana za piliće iz ogledne grupe O-II sadržala 0,3% enzima proteaze i 6% manje sirovih proteina u odnosu na K grupu. Analiza dobijenih rezultata je pokazala da su primenjeni tretmani ishrane imali vrlo mali uticaj na masu i udeo jestivih pratećih proizvoda klanja (razlika se ispoljila samo u udelu jetre u masi grla pre klanja između K i O-I grupe, $P < 0,05$), dok je pol uticao na skoro sve analizirane proizvode klanja (izuzev na masu abdominalne masti i udeo bubca u masi grla pre klanja, $P > 0,05$).

Glavne reči: tov pilića, enzim proteaza, pol, jestivi prateći proizvodi klanja.

Uvod

U proizvodnji pilećeg mesa mnogo je faktora koji utiču na masu i udeo, kako osnovnih delova trupa, tako i sporednih jestivih produkata klanja pilića. Od ovih faktora, najvažniji su: izbor hibrida (brzorastući, hibridi srednjeg rasta, spororastući), starost (tj. vreme trajanja tova), telesna masa pilića, pol (petlići ili kokice), ishrana (nivo proteina, aminokiselina i energije u hrani, dužina trajanja pojedinih faza ishrane,...), način gajenja (intenzivno, ekstenzivno,...), uslovi u živinarniku, zdravlje životinja,...

Živinarske kompanije danas uglavnom biraju za tržište određene hibride brojlera, kao i određen pol pilića i vreme trajanja tova kako bi maksimizirale svoj profit (Young et al., 2001). U brojerskoj proizvodnji, ključni faktor za povećanje stope produktivnosti je adekvatna ishrana pilića (Dessimoni et al., 2019). Poslednjih godina u ishrani brojlera sve više se koristi enzim proteaza, jer ovaj enzim poboljšava svarljivost proteina hrane i omogućava veću sintezu proteina iz dostupnih aminokiselina (Kamel et al., 2015). Brojna su istraživanja o primeni

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (vladosko@kg.ac.rs);

²Institut za stočarstvo, Autoput 16, Poštanski fah 23, 11 080 Beograd-Zemun, Srbija

³Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg D.Obradovića 8, Novi Sad, Srbija.

enzima proteaze u obrocima za piliće u tovu (Dasković et al., 2015, 2020a, 2020b; Vieira et al. 2016; Stefanello et al., 2016).

Prilikom klanja i obrade trupova pilića, dobijaju se osnovni delovi trupa (grudi, bataci, karabataci, krila, leđa i karlica), koji imaju i najveću tržišnu vrednost. Istovremeno, pileće meso predstavlja izvor biološki visokovrednih belančevina (15–25%), esencijalnih masnih kiselina, vitamina i minerala (Bašić i sar., 2012). Pored njih, dobijaju se i tzv. sporedni proizvodi klanja pilića (bubac, jetra, srce, abdominalna mast). Hranljiva vrednost ovih produkata je veoma značajna, jer su oni pravi depoi mikroelemenata, liposolubilnih vitamina, esencijalnih amino-kiselina (Radović i sar., 2007).

U literaturi postoji vrlo malo istraživanja hibrida slabijeg porasta. Upravo iz tog razloga kao ogledni materijal u ovom istraživanju uzet je medium-growing linijski hibrid Master Gris, a jestivi prateći proizvodi klanja pilića (jetra, srce, bubac i abdominalna mast) su odabrani kao pokazatelji kvaliteta trupova pilića.

Materijal i metode rada

Za istraživanja je uzeto 300 pilića medium-growing linijskog hibrida Master Gris i podeljeno u 3 ogledne (hranidbene) grupe sa po 100 pilića u grupi. Ogledne grupe su se razlikovale po koncentraciji enzima proteaze u hrani: kontrolna grupa (K) je hranjena potpunim smešama za tov pilića (starter, grover i finiše) bez enzima proteaze; pilići u oglednoj grupi O-I su hranjeni smešama koje su sadržale 0,2% enzima proteaze, uz smanjen sadržaj sirovih proteina za 4% u odnosu na kontrolnu grupu, dok je hrana za piliće iz ogledne grupe O-II sadržala 0,3% enzima proteaze i 6% manje sirovih proteina u odnosu na K grupu (Tabela 1.).

Tabela 1. Sadržaj sirovih proteina i enzima proteaze u hrani za tov pilića, po fazama tova
Table 1. Content of crude proteins and protease enzymes in chicken feed, by stages of fattening

	Starter faza - Starter stage			Grover faza Grower stage			Finišer faza Finisher stage		
Trajanje, dana Duration, days	1-21.dan 1-21.day			22-35.dan 22-35.day			36-63.dan 36-63.day		
Ogledne grupe Experimental groups	K C	O-I E-I	O-II E-II	K C	O-I E-I	O-II E-II	K C	O-I E-I	O-II E-II
Sirovi proteini,% (računski) Crude protein,% (calculated)	22,59	21,72	21,24	18,99	18,22	17,84	17,16	16,45	16,09
Enzim proteaza, % Protease enzyme, %	-	0,20	0,30	-	0,20	0,30	-	0,20	0,30
Udeo sojine sačme,% Percentage of soybean meal, %	22,24	19,79	18,44	13,00	10,85	9,78	9,10	7,10	6,10

Tov pilića je trajao 63.dana. Na kraju tova, 63.dana, slučajnim odabirom, zaklano je po 10 petlića i 10 kokica iz sve tri grupe i na liniji klanja izmerene su mase jetre, bubca, srca i abdominalne masti.

Statistička obrada podataka urađena je u kompjuterskom programu Statistica (ver.7) Stat. Soft. Inc, (2006), primenom F testa i LSD testa ($P < 0,05$).

Rezultati istraživanja i diskusija

Podaci o masi jestivih pratećih proizvoda klanja petlića i kokica starosti 63.dana medium-growing linijskog hibrida Master Gris prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2. Masa jestivih pratećih proizvoda klanja pilića po oglednim grupama
Table 2. Weight of edible slaughter by-products across experimental groups

Tretmani - Treatment			Srce, gr Heart, gr	Jetra, gr Liver, gr	Bubac, gr Gizzard, gr	Abd. mast, gr Abd. fat, gr
K C	Muški Male	$\bar{x}$	18,62 ^a	61,81 ^{abc}	65,46 ^a	62,45
		Sd	2,87	8,25	7,73	14,85
	Ženski Female	$\bar{x}$	13,12 ^b	57,15 ^{bc}	53,04 ^c	65,19
		Sd	2,67	5,64	7,43	10,52
O-I E-I	Muški Male	$\bar{x}$	17,42 ^a	64,86 ^a	65,48 ^a	59,58
		Sd	2,15	6,25	8,95	15,32
	Ženski Female	$\bar{x}$	13,07 ^b	62,56 ^{ab}	55,79 ^c	69,07
		Sd	2,11	7,01	10,34	13,85
O-II E-II	Muški Male	$\bar{x}$	17,80 ^a	64,31 ^a	63,38 ^{ab}	57,17
		Sd	2,76	9,40	8,82	13,84
	Ženski Female	$\bar{x}$	12,44 ^b	55,72 ^c	56,15 ^{bc}	66,54
		Sd	1,21	7,50	6,05	16,50

a-c Sredine u istoj koloni koje su različitim slovima obeležene značajno se razlikuju ($P < 0,05$)

a-c Means within columns with different superscripts differ significantly ($P < 0,05$)

Analiza varijanse pokazala je da nije bilo razlika u masi svih analiziranih jestivih pratećih proizvoda klanja pilića pod uticajem različitih formulacija hrane za tov pilića ($P > 0,05$), kao i da su petlići imali veću masu srca, jetre i bubca u odnosu na kokice ($P < 0,05$), dok se masa abdominalne masti nije razlikovala između polova ($P > 0,05$). Dosković i sar. (2020), ispitujući takođe hibrid Master Gris, pri starosti pilića 49.dana, utvrdili su da postoje značajne razlike u masi jetre pri dodatku enzima proteaze (Ronozyme ProAct, 0,2 i 0,3%) u hranu za piliće, kao i da petlići imaju veću masu srca i jetre u odnosu na kokice ($P < 0,05$), ali ne i veću masu bubca ($P > 0,05$). Do sličnih rezultata došli su Dosković i sar. (2012, 2017).

Podaci o udelu srca, jetre, bubca i abdominalne masti u masi grla pre klanja prikazani su u tabeli 3.

Tabela 3. Udeo jestivih pratećih proizvoda klanja pilića po oglednim grupama
Table 3. Percentage of edible slaughter by-products across experimental groups

Tretmani - Treatment			Srce, % Heart, %	Jetra, % Liver, %	Bubac, % Gizzard, %	Abd. mast, % Abd. fat, %
K C	Muški Male	$\bar{x}$	0,50 ^a	1,66 ^c	1,76	1,68 ^b
		Sd	0,09	0,18	0,19	0,39
	Ženski Female	$\bar{x}$	0,43 ^{bc}	1,88 ^b	1,73	2,14 ^a
		Sd	0,08	0,20	0,16	0,34
O-I E-I	Muški Male	$\bar{x}$	0,48 ^{abc}	1,79 ^{bc}	1,80	1,64 ^b
		Sd	0,06	0,16	0,20	0,36
	Ženski Female	$\bar{x}$	0,43 ^{bc}	2,05 ^a	1,84	2,28 ^a
		Sd	0,07	0,17	0,33	0,48
O-II E-II	Muški Male	$\bar{x}$	0,49 ^{ab}	1,76 ^{bc}	1,74	1,57 ^b
		Sd	0,07	0,23	0,22	0,38
	Ženski Female	$\bar{x}$	0,42 ^c	1,88 ^b	1,90	2,25 ^a
		Sd	0,04	0,20	0,19	0,55

a-c Sredine u istoj koloni koje su različitim slovima obeležene značajno se razlikuju ($P < 0,05$)
a-c Means within columns with different superscripts differ significantly ($P < 0,05$)

Na osnovu statističke obrade podataka iz tabele 3. može se zaključiti da je dodavanje enzima proteaze u potpune smeše za tov pilića uzrokovalo veći udeo jetre u masi grla pre klanja kod kokica O-I grupe u odnosu na K grupu ($P < 0,05$), dok udeli srca, bubca i abdominalne masti nisu bili pod uticajem ispitivanih obroka ($P > 0,05$). Istovremeno, petlići su imali veći udeo srca i manje udele jetre i abdominalne masti u odnosu na ženska grla ($P < 0,05$), a nije bilo razlika pod uticajem pola na udeo bubca ($P > 0,05$). Dasković i sar. (2012) kod brzorastućeg hibrida Cobb 500, kao i Dasković i sar. (2020) kod hibrida Master Gris navode da smanjenje sadržaja sirovih proteina, uz dodatak enzima proteaze, nije imalo efekta na udeo pratećih produkata klanja pilića u masi grla pre klanja, kao i da je pol pilića uticao na udeo jetre i bubca ($P < 0,05$).

Zaključak

Na osnovu analize ispitivanih jestivih proizvoda klanja pilića medium-growing linijskog hibrida Master Gris 63.dana tova može se zaključiti:

- Primenjene formulacije hrane za tov pilića: bez enzima proteaze uz normalan sadržaj sirovih proteina (K grupa); uz dodatak enzima proteaze (0,2%- O-I grupa i 0,3%-O-II grupa) i smanjenje sadržaja sirovih proteina za 4% (O-I grupa), odnosno 6% (O-II grupa u odnosu na K grupu) imale su vrlo mali uticaj na ispitivane parametre kvaliteta trupa (razlike su se ispoljile samo između K i O-I grupe u udelu jetre u masi grla pre klanja, $P < 0,05$),
- Petlići su imali veću masu jetre i bubca, veću masu i udeo srca i manji udeo abdominalne masti ($P < 0,05$) u odnosu na kokice, dok masa abdominalne masti i udeo bubca u masi grla pre klanja nije bio pod uticajem pola ($P > 0,05$).

Napomena

Istraživanja u ovom radu finansiralo je Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja republike Srbije, Ugovori broj 451-03-9/2021-14 i 451-03-9/2021-14/200022.

Literatura

- Bašić M., Mahmutović Hava, Cvrk R., Smajlović V. (2012). Uticaj vrste masti u hrani za tov pilića na klaničke parametre utovljenih pilića. *Tehnologija mesa* 53 (2), 85-93.
- Dessimoni G.V., Dalólio F.S., Moreira J., Teixeira L.V., Bertechini A.G., Hermes R.G. (2019). Protease supplementation under amino acid reduction in diets formulated with different nutritional requirements for broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science* 21 (1), 001-008.
- Dosković V., Bogosavljević-Bošković Snežana, Radović Vera, Rakonjac S. (2012). Effect of protease enzyme supplementation on the weight and proportion of edible slaughter by-products of broiler chickens. I International Symposium and XVII Scientific Conference of Agronomists of Republic of Srpska, Trebinje, 19-22.March 2012 - Book of Abstracts, 238.
- Dosković V., Bogosavljević-Bošković Snežana, Pavlovski Zlatica, Škrbić Zdenka, Rakonjac S., Petričević V. (2015). Efekat dodavanja enzima proteaze na masu i udeo jestivih pratećih proizvoda klanja pilića. XX Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 13-14 mart, Zbornik radova, 20 (22), 429-434.
- Dosković V., Bogosavljević-Bošković Snežana, Škrbić Zdenka, Petrović M.D., Petričević V., Rakonjac S. (2017). Effect of protease on production performance, weights and proportions of primal cuts and weights of edible byproducts of broilers. 11th International Symposium Modern Trends in Livestock Production. Belgrade, Serbia, October 11-13, 2017, 609-617.
- Dosković V., Bogosavljević-Bošković Snežana, Škrbić Zdenka, Lukić M., Rakonjac S., Petričević V. (2020). Effect of protease added in food on chicken carcass quality. Book of Proceedings XI International Scientific Agriculture Symposium "AGROSYM" Jahorina, October 8 - 9, 2020, 829-834.
- Dosković V., Bogosavljević-Bošković Snežana, Škrbić Zdenka, Petrović M., Lukić M., Rakonjac S., Petričević V. (2020). Uticaj različitih nivoa proteina u hrani na masu i udeo jestivih pratećih proizvoda klanja pilića. XXV Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak 13-14. mart, Zbornik radova 1, 303-308.
- Kamel N.F., Ragaa N.M., El-Banna R.A., Mohamed F.F. (2015). Effects of a monocomponent protease on performance parameters and protein digestibility in broiler chickens. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 6, 216-225.
- Radović Vera, Bogosavljević-Bošković Snežana, Jevtić-Vukmirović Aleksandra, Dosković V. (2007). Prinos i udeo jestivih pratećih proizvoda klanja pri dodatku fitaze u hranu. I Međunarodni kongres »Tehnologija, kvalitet i bezbednost hrane«, Institut za prehrambene tehnologije, Novi Sad, Zbornik radova, 238-241.

- Stat Soft Inc Statistica For Windows, Version 7.0. (2006). Computer program manual Tulsa.
- Stefanello C., Vieira S.L., Rios H.V., Simões C.T., Sorbara J.O.B. (2016). Energy and nutrient utilization of broilers fed soybean meal from two different Brazilian production areas with an exogenous protease. *Animal Feed Science and Technology* 221, 267-273.
- Vieira S.L., Stefanello C., Cemim H.S. (2016). Lowering the dietary protein levels by the use of synthetic amino acids and the use of a mono component protease. *Animal Feed Science and Technology* 221, 262-266.
- Young L.L., Northcutt J.K., Buhr R.J., Lyon C.E., Ware G.O. (2001). Effects of age, sex, and duration of postmortem aging on percentage yield of parts from broiler chicken carcasses. *Poultry Science* 80, 376-379.

EFFECT OF PROTEASE ON WEIGHTS AND PERCENTAGE YIELDS OF EDIBLE SLAUGHTER BY-PRODUCTS OF MASTER GRIS BROILER CHICKENS

Vladimir Dosković¹, Snežana Bogosavljević-Bošković¹, Zdenka Škrbić², Miloš Lukić², Simeon Rakonjac¹, Veselin Petričević², Dejan Beuković³

Abstract

The effect of supplemental protease (Ronozyme ProAct) in broiler diet on the weights and percentage yields of slaughter by-products of male and female medium-growing Master Gris broiler chickens was analysed. Fattening period lasted for 63 days. Broilers were assigned to 3 experimental groups, each consisting of 100 birds. Experimental groups differed in protease levels used in their diets: control broilers (C) received complete feeds (starter, grower and finisher) without supplemental protease; chickens in the experimental group E-I were given a diet containing 0.2% protease and crude protein levels reduced by 4% compared with the control group, whereas experimental E-II broilers were fed a diet supplemented with 0.3% protease and containing crude protein levels reduced by 6% compared with C birds. The analysis of the results showed that feeding treatments had a very small effect on the weights and proportion yields of edible by-products (with difference only in the percentage yield of liver relative to live weight between C and E-I broilers, $P < 0.05$), whereas sex was found to affect almost all slaughter by-products (except abdominal fat weight and the percentage yield of gizzard relative to live weight, $P > 0.05$).

Keywords: broiler fattening, protease, sex, edible slaughter by-products.

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia (vladosko@kg.ac.rs)

²Institute for Animal Husbandry, Autoput 16, Poštanski fah 23, 11 080 Belgrade-Zemun, Serbia

³University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Trg D. Obradovića 8, Novi Sad, Serbia

NOVI NAČIN UPOTREBE OKSALNE KISELINE ZA SUZBIJANJE VAROE U CRNOJ GORI

Vučeta Jaćimović¹, Mirjana Bojanić – Rašović¹, Veljko Đurović², Lazar Tomović²

Izvod: U Crnoj Gori Varoa (*Varoa destructor*) nanosi dosta štete pčelinjim društvima. Pčelari se odlučuju za razne načine suzbijanja varoe i to je uglavnom korišćenje mravlje kiseline (avgust – septembar) i oksalne kiseline (oktobar – novembar), zatim sredstava na bazi timola – Apiguard i Api Life Var. U praksi dosta pčelara poslije skidanja polunastavaka ili nastavaka vrše tretiranje zadimljavanjem, na bazi amitraza. U ovom radu biće prikazani pionirski koraci u korišćenju sredstva na bazi oksalne kiseline i eteričnih ulja i to vrlo rano tretiranje, od 01. avgusta. Preparat je držan 42 dana u pčelinjim društvima i postignut je značajan rezultat u uništavanju varoe.

Ključne riječi: varoa, zaštita pčelinjih društava, Crna Gora

Uvod

Varoa (*Varoa destructor*) je ektoparazit pčela koji nanosi velike štete pčelinjim društvima, a borba protiv nje postaje sve veći izazov. Od svih bolesti i štetočina oko 90% pčelara obraća pažnju samo na zaštitu od varoe. Osim što direktno parazitiraju na pčelama, ovi paraziti postaju globalni problem i uzrok opasnih bolesti medonosnih pčela, a predstavlja sigurno najvažnijeg parazita pčela (Adjalane i Haddad, 2017.). Ovaj parazit je prisutan tokom cijele godine u pčelinjim društvima, hraneći se hemolimfom pčela, larvi i lutki. Direktno oštećenje od ovog parazita rezultat je sisanja hemolimfe pčela i manifestuje se slabljenjem i umiranjem pčela (Anon, 2014; Lolin, 1991.). O indirektnoj šteti od ovog parazita svjedoči prenos i širenje virusnih bolesti na pčelinja društva. Vjeruje se da *Varoa destructor* doprinosi pojavi sindroma nestanka pčela (poremećaj kolapsa kolonije) (Adjalane i Haddad, 2017.) i mladih pčela (Plavša i Pavlović, 2017.). Varoa se uglavnom nalazi u radiličnom leglu u rano proljeće, a na trutovima ljeti (Bojanić – Rašović i sar., 2018.). Smanjenje broja parazita prije i tokom ishrane pčela obuhvata biotehničke mjere, koje se ogledaju u sječenju i uklanjanju trutovskog legla, postavljanjem rama građevnjaka, uklanjanjem prvog i posljednjeg radničkog legla, odvajanjem radiličkog legla i formiranjem novih kolonija, uzgajanjem pčela otpornih na varou (Stanimirović i sar., 2007.). Nedovršene trutovske ćelije sa larvama su jako privlačne za varou (Kulinčević, 2006.). Svi pčelinjaci u Crnoj Gori godišnje se testiraju na varou - do kraja marta. Ako se sumnja da ovaj parazit napada pčelinja društva, dijagnostička ispitivanja se sprovode i u drugim mjesecima (Anon; 1986, 2018a.).

¹Biotehnički fakultet, Mihaila Lalića 1, 81000 Podgorica, Crna Gora (vucetaj@ucg.ac.me);

²Pčelari Udruženja „Pčelar“ iz Bijelog Polja, 84000 Bijelo Polje, Crna Gora

Hemijska kontrola varoe može brzo razviti otpornost na sintetička hemijska jedinjenja, kao što su amitraz - formamidin, kumafos, sintetički piretroidi - fluvalinat i flumetrin (Adjalane i Haddad, 2017; Muža i sar., 2001). Varoa postaje otporna zbog mutacija, koje joj pomažu da se uspješno i brzo prilagodi novim uslovima (Lodesani i Costa, 2005.). Četiri godine nakon tretmana amitrazom javlja se rezistencija na varou (Adjalane i Haddad, 2017.). Pored dobijanja rezistentnosti, postoji veliki rizik od taloženja ostataka u pčelinjim proizvodima. Takvi pčelinji proizvodi su izvor zagađenja za ljude koji konzumiraju pčelinje proizvode (med, matična mliječ, propolis itd.); pčelinji vosak je izvor kontaminacije kozmetičkim preparatima koji ga sadrže (Lodesani i Costa, 2005.). Zbog negativnog dejstva sintetičkih preparata, prirodni preparati na bazi esencijalnih ulja i organskih kiselina se sve više koriste za liječenje varoe.

Takođe se koriste esencijalna ulja majčine dušice (*Thimus vulgaris*), mente (*Mentha piperita*) i drveta kamfora (*Cinnamomum camphorae*) (Muža i sar., 2001.). Timol 2-izopropil-5-metilfenol dobijen iz esencijalnog ulja majčine dušice (*Thimus vulgaris*) ima vrlo izražen akaricidni i fungicidni efekat. Koncentrisane pare timola deluju na nervni sistem varoe zaustavljanjem njenog rasta i razmnožavanja i dovodeći do opijanja i odumiranja grinja. Miris timola u pčelinjim društvima povećava higijensko ponašanje pčela. S druge strane, visoke koncentracije para timola mogu dovesti do slabijeg polaganja jaja matice, uginuća otvorenog legla, gubitka matice, uništenja, ostavljanja pčela iz košnice (Johnson i sar., 2010.). U Crnoj Gori trenutno registrovani prirodni preparati uključuju „Apiguard“ (na bazi timola) i „Api Life Var“ (na bazi timola, ulja eukaliptusa, kamfora i L-mentola) (Anon, 2018b).

Među organskim kiselinama, pored oksalne kiseline, mravlja kiselina se najčešće koristi za liječenje varoe. Efikasnost primjene oksalne kiseline značajno zavisi od klimatskih uslova i kreće se od 39% do 99%, a treba napomenuti da se tretmani izvode kada nema legla (Mar Leza i sar., 2015.). Međutim, utvrđene su negativne posledice dugotrajnog lečenja subletalnim koncentracijama oksalne kiseline (3,5%). Ovi tretmani negativno utiču na radnu sposobnost, zdravlje pčela i legla, brigu o matici, polaganje jaja matice i dugovječnost. Slični efekti su pronađeni i kod mravlje kiseline (Schneider i sar., 2012.). Prilikom primjene preparata za liječenje varoe, treba se pridržavati preporuka u vezi sa periodom njihove primene. Ovo je veoma važno s obzirom na sprječavanje uticaja ovih preparata na miris i ukus meda, pojavu neželjenih ostataka u medu, kao i stepen njihove efikasnosti u uništavanju varoe. Efikasnost lijekova protiv varoe usko je povezana sa temperaturom okoline tokom nanošenja, vlažnošću vazduha, načinom primene (kao gas, tečnost, aerosol), koncentracijom upotrebljene supstance (Stanimirović i sar., 2007.). Zbog nepravilne primjene, lijekovi štetno djeluju na život i ponašanje samih pčela i njihovo leglo i dovode do njihove smrti. Zbog pojave rezistencije na varou, pčelari sami povećavaju doze i koncentracije lijekova i koriste neregistrovane lijekove čija efikasnost i toksičnost nisu adekvatno ispitani (Muža i sar., 2001.). Poboljšanje kvaliteta liječenja pčela može se postići dobrom i bliskom saradnjom pčelara sa veterinarskim službama.

Materijal i metode rada

Koristeći saznanja naučnika iz različitih djelova svijeta, a i naša dugogodišnja iskustva napravili smo preparat koji čini kombinaciju oksalne kiseline i eteričnih ulja. Za oksalnu kiselinu je poznato da ima uspješno dejstvo u uništavanju varoe, organskog je porijekla i ne šteti pčelinjim proizvodima. Eterična ulja djeluju prvih 4-6 dana kao svojevstan blokator varoe.

Kartonske trake, dimenzija 25 cm x 5 cm x 0,3 cm su natopljene u preparat. Onda su postavljane na sva pčelinja društva (370) na 4 lokacije: okolina Skadarskog jezera (20 m.n.v) – 5 kontrolnih društava (Sk), selo Tomaševo – Čokrlije, Bijelo Polje (800 m.n.v) 4 društva (Č), selo Lečevići, Bijelo Polje (610 m.n.v) – 5 društava (L) i selo Kostenica, Bijelo Polje (865 m.n.v.) – 2 društva (K). Trake su postavljane između ramova u sredinu legla 1. avgusta 2020.godine. Poslije svakih 7 dana vršeno je vađenje limenih podnjača košnica, te prebrojavanje opalih varoa. Nakon 42 dana – 14.09.2020. godine su kartonske trake uklonjene iz košnica. Poslije 10 dana vršeno je kontrolno tretiranje amivarom (zadimljavanje) i izvršeno ponovno prebrojavanje.

Urađena je analiza meda u Institutu za voćarstvo i vinogradarstvo u Čačku, na povećanje organskih kiselina u medu. Analiza je rađena na uzorku meda prije i nakon tretiranja. Sadržaj organskih kiselina pre i posle tretiranja oksalnom kiselinom. Uzorci su preuzeti: 21.12.2020. Za analizu je bilo tri uzoraka: prije tretmana, I nakon tretmana i II nakon tretmana.

Rezultati istraživanja i diskusija

Oksalna kiselina se u svijetu koristi uglavnom na 2 načina: nakapavanjem i dimljenjem (sublimacijom). Ali oba načina i pored dobrih rezultata imaju takođe i nedostataka. Nakapavanje oksalnom kiselinom se vrši u zimskom period kada u košnici nema legla. Podrazumijeva se da su društva prethodno dobro očišćena od varoa, jer nakapavanjem zimi uklanja se ona varoa koja je ostala poslije prethodnih tretmana zbog lošeg djelovanja pojedinih preparata ili zbog toga što su pčelinja društva imala zatvorena legla pa na njih preparati nisu djelovali. Mane nakapavanja oksalnom kiselinom su: 1) pošto se dehidrant oksalne kiseline miješa sa šećernim sirupom, pčele ga konzumiraju, a ta konzumacija šteti pčelama; 2) tretman se vrši zimi i to ih dodatno uznemirava; 3) jedna generacija pčela može da podnese samo jedno tretiranje oksalnom kiselinom, drugo bi izazvalo uginuća.

Sublimacija oksalnom kiselinom ima prednosti u odnosu na nakapavanje, jer se može raditi u toku pašne sezone i kada su medišta na košnicama i to 4-5 puta, bez štetnog dejstva na pčele i pčelinje proizvode. Međutim, i ovaj način ima svojih mana: 1) iziskuje dosta vremena – oko 4-5 minuta po društvu, uz 5 tretmana to je 20-25 minuta, i ako pčelar ima 100 košnica to je zaista dosta vremena; 2) košnice se pri tretmanu zatvaraju, što dodatno oduzima vrijeme pčelaru; 3) isparenja oksalne kiseline su opasna za pčelara što zahtijeva nošenje maske i ostale zaštitne

opreme; 4) aparat (sublimator) je prilično skup, posebno za pčelare sa manjim brojem društava.

Trake u središtu legla fizički smetaju pčelama, one ga grickaju, pa na taj način raznose supstancu po unutrašnjosti košnice, kontaktom između njih samih prenose sa jedinke na jedinku (Slika 1, 2,i 3). Primijećeno je da po stavljanju traka ne dolazi ni do kakve promjene u ponašanju pčelinjih zajednica. Matice normalno zaliježu jaja do samih traka. Jedino ne polažu ispod samih traka, jer fizički ne mogu prići ćelijama.



Sl. 1.



Sl.2.

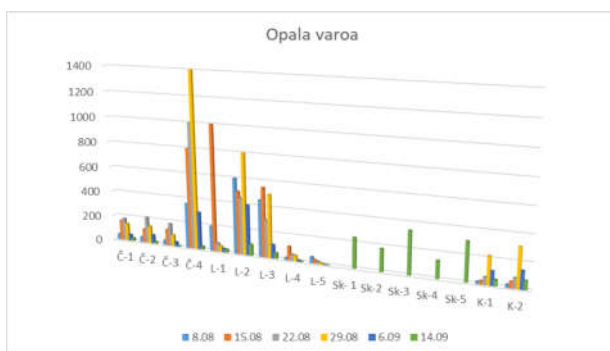


Sl.3.

Slika 1. Matica polaže jaja pored same trake; slika 2. Najviše opalih varoa (29.08) kod košnice L 2; slika 3. Jako društvo 25.01.2021.

Picture 1. The queen lays eggs right next to the strip; Picture 2. Most fallen varroa (29.08) in the hive L 2; Picture 3. Strong bee colony 25.01.2021.

Zadimljavanjem Amivarom kod svih kontrolnih društava u prvom terminu je bilo od 60 do 100 varoa, u drugom od 25 do 40 i u trećem svega 5 do 10 varoa (Grafikon 1).



Graf.1. Broj opalih varoa kod 16 kontrolnih društava u 6 termina, poslije postavljanja traka

Graph.1. Number of fallen varroa at 16 control colonies in 6 terms, after laying the strips

Na osnovu urađene analize meda na povećanje organskih kiselina u medu Tabela 1., utvrđeno je da na uzorku meda prije i nakon tretiranja postoji minimalno povećanje, koje je daleko ispod gornje granice, koju navodi Jovanović (2015.).

Tabela 1. Sadržaj kiselina u medu prije i posle tretmana
Table 1 Acid content in honey before and after treatment

Uzorak <i>Sample</i>	Masa uzorka, g <i>Sample mass</i>	V (cm ³), NaOH c=0,1 mol/dm ³	Organske kiseline, mg/100g <i>Organic acids</i>	razlika, mg/100g <i>The difference</i>
Prije tretmana <i>Before treatment</i>	100,07	7,2	460,48	
I posle tretmana <i>I After treatment</i>	100,11	8,1	517,83	57,35*
II posle tretmana <i>II After treatment</i>	100,20	8,0	510,97	50,49*

*Sadržaj oksalne kiseline dobijen je iz razlike u sadržaju organskih kiselina prije i posle tretmana

Zaključak

Korišćenjem ovog preparata došli smo do zaključka da je oboreno oko 80% varoe. Treba napomenuti da je u okolini Bijelog Polja ove godine u nekim pčelinjacima došlo do pomora pčela, što nas ohrabruje da smo postigli dobre rezultate u suzbijanju varoe. Supstanca kojima su trake natopljene organskog je porijekla, nema štetnog dejstva na med, pa se može upotrebljavati u periodu i kada su medišta na košnicama. U pogledu prinosa, prošla sezona je bila vrlo loša, pčele su počele da izbacuju trutove već u julu, tako da je varoa prešla na radilično leglo, pa dolazimo do zaključka da smo zakasnili sa tretmanom.

Literatura

- Adjalane N., Haddad N. (2017): Evaluation of the resistance of the mite Varroa destructor to the amitraz in colonies of honey bees (Apis mellifera) in Algeria, Uludag Bee Journal, 17: 1-6.
- Anon (1986): Pravilnik o mjerama za suzbijanje i iskorjenjivanje zaraznih bolesti pčela, Sl.list SFRJ broj 6/86.
- Anon (2018a): Program obaveznih mjera zdravstvene zaštite životinja u 2018. Godini, Sl. List Crne Gore, broj 9/2018.
- Anon (2018b): Veterinarski lijekovi za koje je izdata dozvola za uvoz za period od 01.01.2017 do 31.12.2017, Agencija za lijekove Crne Gore: 1-91
- Bojanić Rašović M., Davidović V, Joksimović Todorović M. (2018): Measures to protect bee health against varroosis in Montenegro. Acta Horticulture Serbica, vol.XXIII; 177-185.
- Johnson R.M., Marion D.E., Mullin C.A., Frazier M. (2010): Pesticides and honey bee toxicity – USA. Apidologie, 41: 312–331.

- Jovanović N. (2015): Antimikrobna i antioksidativna aktivnost različitih uzoraka meda iz okoline Niša. Master rad, Univerzitet u Nišu, Prirodno – matematički fakultet Niš, Deparman za biologiju i ekologiju.
- Kulinčević J. (2006): Pčelarstvo. Partenon, Beograd: 253-269.
- Lodesani M., Costa M. (2005): Limits of chemotherapy in beekeeping: Development of resistance and the problem of residues. *Bee World*, 86: 102–109.
- Lolin M. (1991): Bolesti pčela, Naučna knjiga, Beograd.
- Mar Leza M., Lladó G., Miranda-Chueca M. (2015): Short communication. Comparison of the efficacy of Apiguard (thymol) and Apivar (amitraz) in the control of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). *Spanish Journal of Agricultural Research* 13 (3), e05SC01, 5 pages.
- Muža M., Kekez D., Dražić M., Bubalo D., Kezić N. (2001): Djelotvornost razrijeđene mravlje kisjeline na varoozu u pčelinjim zajednicama pri različitim oblicima primjene, *Journal of Central European Agriculture*, 2, (3-4): 293-301.
- Plavša N., Pavlović I. (2017): Bolesti pčela, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet: 1-134.
- Schneider, S., Eisenhardt, D. Rademacher, E. (2012): Sublethal effects of oxalic acid on *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae): changes in behavior and longevity. *Apidologie*, 43 (2): 218–225.
- Stanimirović Z., Ćirković D., Pejin I., Pejović D. (2007): Strategija ekološke kontrole u borbi protiv *Varroa destructor*. *Veterinarski Glasnik*, 61 (1-2): 11-35.

A NEW WAY OF USING OXALIC ACID TO CONTROL VARROA IN MONTENEGRO

Vučeta Jaćimović¹, Mirjana Bojanić – Rašović¹, Veljko Đurović², Lazar Tomović²

Abstract

In Montenegro, Varoa (*Varoa destructor*) causes a lot of damage to bee colonies. Beekeepers decide on various ways to control varroa, and that is mainly the use of formic acid (August - September) and oxalic acid (October - November), then thymol-based products - Apiguard and Api Life Var. In practice, many beekeepers perform smoke treatment, based on amitraz, after removing the semi-extensions or extensions. This paper will show the pioneering steps in the use of products based on oxalic acid and essential oils, and very early treatment, from August 1. The preparation was kept for 42 days in bee colonies and a significant result was achieved in the destruction of varroa.

Key words: varroa, protection of bee colonies, Montenegro

¹Biotechnical Faculty, Mihaila Lalića 1, 81000 Podgorica, Montenegro(vugetaj@ucg.ac.me);

²Beekeepers of the Association "Beekeeper", 84000 Bijelo Polje, Montenegro.

SINTEZA I STRUKTURA BAKTERIJSKE CELULOZE PRIMENOM BAKTERIJA SIRĆETNOG VRENJA

Aleksandra Janićijević¹¹, Suzana Filipović², Vladimir B. Pavlović³, Aleksandra Sknepnek⁴, Danijela Kovačević¹, Nenad Đorđević¹, Miljana Mirković⁵, Predrag Živković⁶

Izvod: Kao jedan od najzastupljenijih biopolimera na Zemlji, celuloza je našla primenu u prehrambenoj industriji, biomedicini i biotehnologiji. Dobijanje celuloznih vlakana iz biljaka je praćeno prisustvom nusproizvoda, čije je uklanjanje zahtevan proces. Stoga, materijali na bazi bakterijske nanoceluloze (BCN), nalaze sve širu primenu u svakodnevnicima. Imajući u vidu prednosti BCN, u ovom radu su ispitivane promene u strukturi i morfologiji BCN u funkciji parametara sinteze. Analiziran je uticaj vrste i zapremine medijuma, kao i dužine prečišćavanja u NaOH, na promene u prinosu i strukturi BCN. Navedene promene su ispitivane metodama XRD, FTIR, kao i primenom SEM i EDS analize.

Ključne reči: bakterijska celuloza, kombuha, bakterije sirćetnog vrenja, SEM, XRD.

Uvod

Kao sastavni deo biljaka, nekih rodova bakterija, algi i gljiva, celuloza predstavlja biopolimer koji je veoma rasprostranjen i zastupljen u najrazličitijim oblastima svakodnevnog života (Siro i Plackett, 2010). Koristi se u pripremi kozmetičkih preparata, proizvodnji i preradi hrane, elektronici, tekstilnoj industriji, proizvodnji papira, antimikrobnim oblogama, membranama za slušalice, optičkim senzorima, itd. (Gama i sar., 2013.). Za mnoge od navedenih oblasti primene celuloze bitan je faktor njene „čistoće“. Postoje dva najznačajnija i najčistija izvora dobijanja celuloznih vlakana, a to su biljna celuloza (BC) i bakterijska celuloza (BCN). Međutim, dobijanje celuloznih vlakana iz biljaka predstavlja dugotrajan i ekološki štetan proces, jer se sporedne komponente koje ona sadrži (lignin, hemiceluloza, pektin i inulin) uklanjaju hemijskim procesom hidrolize jakim kiselinama (Sun, 2008). Takođe povećanje potražnje za derivatima BC povećava i potrošnju drveta kao sirovine, što dovodi do krčenja šuma i nastajanja globalnog ekološkog problema (Park i sar., 2003). S druge strane kada je

¹¹The Academy of Applied Technical Studies Belgrade, Belgrade, Serbia

²Institute of Technical Sciences of SASA, Belgrade, Serbia

³University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade, Serbia

⁴University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Institute for Food Technology and Biochemistry, Belgrade, Serbia

⁵Department of Material Science, "VINČA" Institute of Nuclear Sciences -National Institute of the Republic of Serbia, University of Belgrade, Belgrade, Serbia

⁶University of Belgrade, Faculty of Technology and Metallurgy, 11120 Belgrade, Serbia

reč o BCN, to nije slučaj. Iako se po hemijskoj strukturi BC i BCN ne razlikuju, njihova makromolekulska struktura a samim tim i svojstva znatno se razlikuju (Nikolić, 2011).

BCN je potpuno (100%) čist izvor celuloznih vlakana, uz daleko povoljnije ekonomsko-ekološke faktore dobijanja. Jedinstvene karakteristike BCN se ogledaju u visokom stepenu hidrofilnosti, kristaličnosti, čistoći, sposobnosti zadržavanja vode, mehaničkoj trajnosti, biokompatibilnosti, netoksičnosti, itd. Ona pripada specifičnim proizvodima primarnog metabolizma bakterija koje pripadaju rodovima *Gluconacetobacter*, *Rhizobium*, *Agrobacterium* i *Sarcina*. Dosadašnjim istraživanjima bakterijske celuloze ustanovljeno je da je najefikasniji proizvođač BNC-a Gram-negativna bakterija sirćetne kiseline vrste *Komagataeibacter xylinus* (prema najnovijoj klasifikaciji) (Jang i sar., 2019). Tu činjenicu potvrđuje i veliko broj radova u kojima su korišćene baš bakterije sirćetnog vrenja (BSV), prilikom sinteze BCN-e (Gama, Gatenholm, 2013; Huang i sar., 2019; Siro i Plackett, 2010; Shan-Shan, Yong-He, 2017). BSV se uglavnom izoluju iz poznatog tradicionalnog fermentisanog Kombuha napitka. Kombuha je u široj javnosti poznata i pod imenom čajna gljiva uprkos činjenici da ona nije gljiva u pravom smislu te reči. Čajna gljiva, kao simbiotska zajednica bakterija sirćetnog vrenja (rodova *Acetobacter* i *Gluconobacter*) i autohtonih vrsta kvasaca (rodova *Saccharomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Saccharomycodes*, *Torulaspora* i dr.), predstavlja radnu kulturu kombuha fermentacije (Konovalov i Semenova, 1955.; Greenwalt i sar., 2000.). Uloga kvasaca u ovoj zajednici je da enzimom invertazom (saharaza, β -fruktozidaza) hidrolizuju saharozu u podlozi za kultivaciju čajne gljive i tako je učine dostupnom bakterijama sirćetnog vrenja. Mikrobiološki sastav ove jedinstvene zajednice prokariotskih i eukariotskih mikroorganizama zavisi od porekla inokuluma za kombuha fermentaciju. Celulozna masa, koju tokom kultivacije stvaraju bakterije sirćetnog vrenja i koja pluta po površini fermentisane tečnosti, je verovatno i glavni razlog zašto se kombuha naziva „čajna gljiva“ (Stojanović i Janković, 1996.).

Zbog niza pogodnih svojstava, mogućnosti bioloških, fizičkih i hemijskih modifikacija BCN predstavlja materijal budućnosti. Za istraživanje prikazano u ovom radu, korišćene su bakterije sirćetnog vrenja (BSV), koje su prethodno izolovane iz kombuhe. Cilj ovoga rada je bio ispitati uticaj parametara kao što su vrsta i zapremina medijuma u kojem nastaje BCN i dužina tretiranja u NaOH na promene u strukturi, morfologiji i prinosu BCN.

Materijal i metode rada

Karakteristike radne kulture

Čajna gljiva tj. Kombuha, koja je korišćena kao radna kultura u cilju izolacije bakterija sirćetnog vrenja-producenata celuloze, potiče iz kolekcije kultura Katedre za tehnološku mikrobiologiju, Poljoprivrednog fakulteta, Univerziteta u Beogradu. Iz kulture su izolovane i identifikovane sledeće vrste i rodovi kvasaca:

Saccharomycodes sp. i *Zygosaccharomyces sp.* Pored kvasaca identifikovan je i sojevi bakterija sirćetnog vrenja kao *Komagataeibacter sp.* i *Gluconobacter sp.*

Priprema inokuluma

Prvi medijum, YPM (yeast extract-peptone-mannitol), za sintezu BCN je bio bujon koji se sastojao od kvašćevog ekstrakta 5 g/L peptona 3 g/L i mannitola 25 g/L, dok je drugi Hestrin–Schramm (HS) medijum sadržao kvašćev ekstrakt 5 g/L, pepton 5 g/L, Na_2HPO_4 2,7 g/L, limunska kiselina 1,15 g/L (Isabela R., Andrew N. 2017). Period gajenja BCN, sa neidentifikovanim bakterijama PA1, PA2, PA3 i PA4 (izolovanih kultura iz kombuhe) trajao je osam dana. Dobijeni filmovi su izmereni na analitičkoj vagi.

U drugom delu istraživanja kao medijum je korišćen YPM. Formiranje inokuluma podrazumevalo je zasejavanje bakterija sirćetnog vrenja iz štoka u sterilnim bujonima, različite zapremine. Proizvodnja celuloze odvijala se u osam erlenmajera od kojih je četiri bilo sa YPM podlogom od 100 mL, a preostali sa istom podlogom od 50 mL.

Period rasta filmova je trajao 12 dana na temperaturi od 25°C. Dobijeni su beličasti vlažni celulozni filmovi sa žutim mrljama (tragovima), koji potiču od ostataka bakterija kao i od same podloge. Uzorci su tretirani sa 100 mL 0.1 M NaOH u trajanju od 1 h na 90 °C radi prečišćavanja celuloznih filmova od ostatka podloge i bakterija. Prvi set uzoraka koji su rasli na 50 i 100 mL podloge i tretirani 1 h u NaOH obeležen je sa BCN1h50 i BCN1h100, istim redom. Set uzoraka koji je tretiran sa NaOH dodatnih 1 h, ukupno 2 h na 90°C, je obeležen sa BCN2h50 i BCN2h100. Nakon tretiranja u natrijum hidroksidu, usledilo je ispiranje destilovanom vodom do postizanja pH između 5 i 6, što je i potvrđeno merenjem pH vrednosti.

Masa svakog vlažnog celuloznog filma je izmerena, a uzorci su potom smešteni u petri šolje i odloženi na -80°C. Odlaganje na pomenutoj temperaturi trajalo je 24 h, što je predstavljalo predtretman za proces – liofilizacije, koja je izvršena na uređaju *Alpha 1-4 LSCplus – Martin Christ*. Liofilizacija je trajala 24 h, a kao rezultat su dobijeni čvrsti suvi celulozni filmovi.

Metode karakterizacije

XRD karakterizacija je izvršena snimanjem uzoraka u formi liofilizovanog filma na rendgenskom difraktometru zap rah marke *Ultima IV Rigaku*, koji je opremljen rendgenskom cevi bakarne (Cu) anode - $\text{CuK}\alpha_{1,2}$ zračenja. Snimanje je vršeno u opsegu od 5 ° do 60 °2θ, sa korakom 0,02° i brzinom snimanja 5 °min⁻¹ pomoću *D/TeX Ultra* brzog detektora. Za faznu identifikaciju i određivanje mikrostrukturnih parametara ispitivanih uzoraka korišćen je softver PDXL2 (Ver. 2.8.4.0). Infracrveni spektri sa Furijeovom transformacijom snimljeni su u transmisijom modu u opsegu od 400 do 4000 cm⁻¹. Korišćen je uređaj *Thermo Scientific Nicolet iS1*, čija je rezolucija 4 cm⁻¹. Morfologija vlakana BCN je praćena SEM i EDS analizom. Uzorci, u formi filma, su najpre naparavani zlatom u vremenskom intervalu od 100 s na 30 mA, na uređaju *Bal-tec SCD 005 Sputter*

coater. Nakon pripreme, uzorci su snimani na skenirajućem elektronskom mikroskopu JEOL JSM-6390LV. EDS analizom utvrđen elementarni sastav uzoraka.

Rezultati istraživanja i diskusija

Radi ispitivanja uticaja medijuma u kojem nastaje BCN, prvi segment istraživanja se odnosio na merenje prinosa BCN nakon 8 dana biosinteze u dva različita medijuma (HS i YPM). Rezultati su prikazani u Tabeli 1., gde su date mase dobijenih celuloznih uzoraka. U pogledu samog prinosa proizvoda, YPM podloga je dala daleko bolje rezultate.

Tabela 1. Prinos vlažnih celuloznih filmova iz dve različite podloge

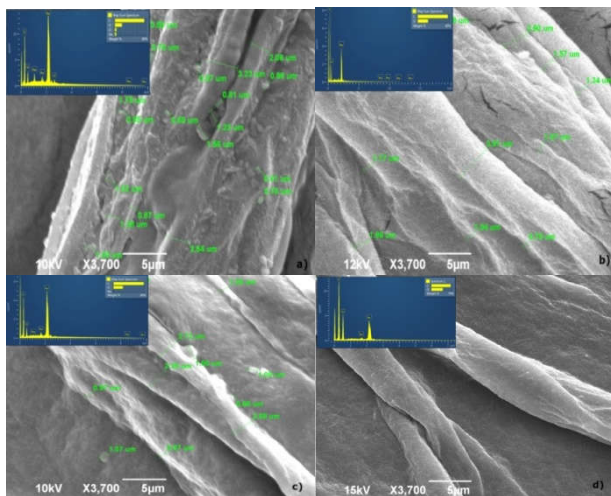
Table 1. Yield of wet cellulose fillings from two different media

Neidentifikovane vrste Unidentified species	PA1 ^a	PA2	PA3	PA4
YPM (prinos/yield)	16.6	4.8	8.9	13.2
HS (prinos/yield)	1.7	2	1.7	14

^aPA1, PA2, PA3, PA4 – neidentifikovani izolati bakterija sirćetnog vrenja iz kombuhe.

U podlozi sa glukozom (HS) nastaje manje celuloze usled stvaranja glukonske kiseline iz glukoze, što dovodi do pada pH vrednosti (Janković, 1995).

Uzimajući u obzir ostvarene prinose, u nastavku istraživanja korišćena je YPM podloga sa manitolom. Nakon 12 dana rasta i naknadne liofilizacije, zapaženo je da su mase liofilizovanih uzoraka daleko manje (za oko 98%) nego početne mase vlažnih uzoraka, što samo potvrđuje svojstvo izrazite hidrofilitnosti i bubrenja celuloznog filma. Takođe je uočeno da zapremina podloge nema značajniji uticaj na prinos, podloga od 50 mL i duplo veća podloga od 100 mL imaju skoro identičan prinos finalnog proizvoda.



Slika 1. SEM-EDS prikaz uzoraka a)BCN1h50, b)BCN2h50, c)BCN1h100 i d)BCN2h100.

Picture 1. SEM and EDS of the samples a)BCN1h50, b)BCN2h50, c)BCN1h100 i d)BCN2h100.

Mikrostruktura celuloznih filmova prikazana je na Slici 1. Poređenjem uzoraka gajenih u različitim zapreminama podloge i tretiranih u 0,1M NaOH u različitim vremenskim intervalima, zapaženo je da svi imaju gusto isprepletana celulozna vlakana širine oko 2 μm . Ovakav rezultat ukazuje da zapremina podloge nije imala značajniji uticaj na prinos kao i na strukturni izgled vlakana. Kod uzoraka koji su kraći vremenski period tretirani u NaOH, zapaženo je postojanje sfernih čestica smeštenih između niti BNC. Radi utvrđivanja porekla ovih čestica na svim uzorcima je urađena EDS analiza, kojom su dodatno okarakterisane uočene promene.

Detektovano je da uzorci tretirani kraće u NaOH (BCN1h50 i BCN1h100) sadrže malu količinu Na, dok to nije slučaj sa uzorcima BCN2h50 i BCN2h100. Kod uzoraka koji su stajali 2h u 0.1M NaOH tokom procesa prečišćavanja, uočeno je stvaranje „pene“, koja je posledica reakcije saponifikacije Na sa zaostalim mastima iz ćelija zida bakterija i podloge. Na taj način dolazi do naknadnog čišćenja nastale BCN.

Rendgenskom difrakcionom analizom dobijeni su rezultati prikazani na Slici 2. Identifikacija pikova izvršena je poređenjem dobijenih rezultata sa ICDD karticom broj 00-056-1718. Na predstavljenim graficima uočavaju se samo pikovi celuloze, bez prisustva sekundarne faze. Jedinjenja natrijuma koja su uočena EDS analizom, nisu detektovana na prikazanim difraktogramima zbog niske koncentracije, koja je ispod praga detekcije uređaja. Postojanje širokih pikova na položajima 14.5 i 22.7 2θ ukazuju na postojanje I_α i I_β kristalne faze nanoceluloze (Ceyhun, 2009).

Na osnovu podataka dobijenih rendgenskom difrakcijom izračunati su parametri veličine kristalita i odgovarajućih mikronapreznja. Zapaženo je da se u manjoj zapremini stvaraju veći kristaliti (Tabela 2.). Dobijene vrednosti od 47 do 67 $\text{\AA}$, ukazuju na postojanje kristalita izuzetno malih dimenzija. Mikronapreznja unutar kristalne rešetke su uočljiva, što je svojevrsna potvrda postojanja izuzetno malih

kristalita, velike površine granica podzrna, kod kojih je mikronaprezanje izraženije. Najmanje naprezanje detektovano je za BCN koja je gajena u 100 ml podloge i naknadno tretirana dva sata u NaOH.

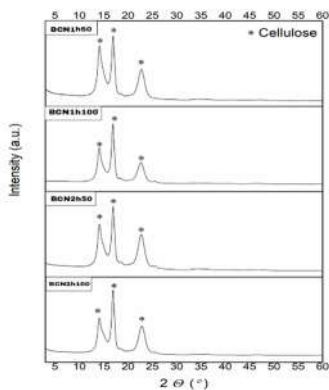


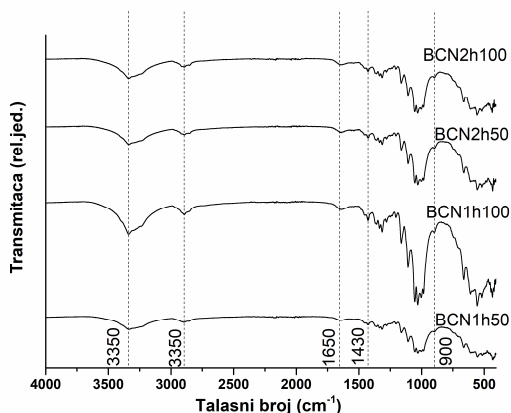
Tabela 2. Rezultati prikaza veličine kristalita i njihovih vrednosti naprezanja
Table 2. Results of crystal size display and their stress values

Naziv uzorka Sample name	Veličina kristalita (Å) Crystallite size (Å)	Mikronaprezanje Strain (%)
BCN1h50	55(23)	2.7(15)
BCN1h100	47(26)	3(2)
BCN2h50	67.67(12)	2.61(6)
BCN2h100	59(9)	1.5(7)

Slika 2. Rendgenski difraktogrami sintetisanih uzoraka BCN.

Fig. 2. XRD patterns of the all four synthesized BCN samples.

Imajući u vidu da je FTIR spektroskopija posebno pogodna tehnika za analizu filmova na bazi organskih polimera, spektri svih ispitivanih BNC filmova su snimljeni i prikazani na Slici 3.



Slika 3. FTIR spektri uzoraka BCN1h50, BCN1h50, BCN2h50 i BCN2h100.

Fig.3. FTIR spectra of the samples BCN1h50, BCN1h50, BCN2h50 i BCN2h100.

Analizom spektara prikazanih na slici 3. uočeni su svi karakteristični modovi celuloze. Na talasnom broju $\sim 3350 \text{ cm}^{-1}$ detektovan je mod istežuće vibracije -OH grupe. Takođe, detektovane su i istežuće vibracije $-\text{CH}_2$ i $-\text{CH}_3$ grupa na $\sim 2900 \text{ cm}^{-1}$, kao i savijajuće vibracije -OH grupe na $\sim 1650 \text{ cm}^{-1}$, što je i obeleženo na spektrima. Pikovi detektovani u opsegu od 1500 cm^{-1} do 1000 cm^{-1} , kao i

najintenzivniji pik na oko 1100 cm^{-1} ukazuju na pristustvo čiste celuloze. Navedeni pikovi se često javljaju u spektrima bakterijske celuloze nastale iz sojeva bakterija *Komagataeibacter sp.*, *A. xylinum* ATCC 10245 (Ceyhun B., 2009; Shan-Shan W., Yong-He H., 2017). Postojanje modova malog intenziteta na $\sim 900\text{ cm}^{-1}$ i na $\sim 1400\text{ cm}^{-1}$, kao i odsustvo pomeranje karakterističnih pikova potvrđuju prisustvo čiste BCN u svim uzorcima (Ceyhun B., 2009), što je u saglasnosti sa rezultatima XRD analize.

Zaključak

U ovom radu ispitivan je uticaj parametara podloge na kojima je rasla BCN i trajanja procesa prečišćavanja na sintezu i strukturu dobijene BCN. Istraživanjem prikazanom u ovom radu, može se zaključiti da vrsta medijuma ima značajan uticaj na sintezu BCN-a i favorizovao je podlogu označenu sa YPM. Ona je dala daleko veći prinos proizvoda u odnosu na HS podlogu u kojoj je došlo do stvaranja glukonske kiseline i smanjenja pH vrednos/ti. Zapremina podloge nije imala bitan uticaj na prinos BCN. U zapremini od 50ml i u zapremini od 100ml produktivnost bakterija je bila približno ista, što upućuje da ušteda zapremine medijuma ne utiče negativno na prinos. Prečišćavanjem natrijum hidroksidom u trajanju od 2h dobija se BCN bez ostataka bakterija i podloge.

Identifikacijom rezultata dobijenih XRD analizom, ustanovljeno je prisustvo samo celuloznih pikova, bez prisustva sekundarne faze. Kod uzoraka kraće tretiranih u NaOH, male količine jedinjenja natrijuma, detektovane EDS analizom, nisu registrovane korišćenjem metode rendgenske difraktometrije. Stoga se može zaključiti da su ova jedinjenja prisutna u tragovima. Takođe, analiza rezultata XRD ukazala je da zapremina podloge, u kojoj je celuloza rasla, utiče na veličinu kristalita. Pokazano da se u manjoj zapremini stvaraju veći kristaliti. Što se tiče veličine mikronaprezanja, BCN nastala na medijumu od 100ml, a koja je naknadno tretirana 2h NaOH ima najmanje vrednosti mikronaprezanja. Svi izneti rezultati dobijeni pomenutim metodama su dodatno potvrđeni FTIR spektroskopijom, gde je skup pikovi detektovanih na karakterističnim talasnim brojevima ukazao na pristustvo dominantno čiste celuloze.

Svi ispitani parametri su svojim uticajem na različite načine doprineli, prinosu i strukturi BCN. Za primenu, i dalju modifikaciju, je od krucijalnog značaja i apsolutno čista BCN, što je ovim istraživanjem i postignuto.

Zahvalnica

Istraživanja su finansirana od strane MPNTR Republike Srbije brojevi ugovora: 451-03-9/2021-14/ 200116; 451-03-9/2021-14/ 200175; 451-03-9/2021-14/ 200017.

Literatura

- Janković, I. (1995): Određivanje međusobnih odnosa mikrobnih asocijacija i biohemijskih karakteristika čajne gljive, Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- Siró, I., Plackett, D. (2010) Microfibrillated cellulose and new nanocomposite materials: a review. *Cellulose* 17,459–494.
- Shan-Shan W., Yong-He H., Yu-Xuan Y., Xiao-Xia S., Ping X., Deng-Long C. and Min L.: Physicochemical characterization of high-quality bacterial cellulose produced by *Komagataeibacter* sp. strain W1 and identification of the associated genes in bacterial cellulose production(2017)
- Nikolić, T. J. Doktorska disertacija: Dobijanje bioliški aktivnih vlakana na bazi selektivno oksidisane celuloze. (Tehnološko- metalurški fakultet, Beograd, 2011)
- Stojanović M., Janković I. (1996): Gajenje čajne gljive - kombuhe, IGP SANBA, Beograd.
- Konovalov, I.N., Semenova, M.N. (1955): K fiziologiji "čajnoga griba", *Bot. Žurnal*, Moskva, 40, 4, 567-570.
- Greenwalt, C. J., Ledford, R. A., Steinkraus, K. H. (1998). Determination and characterization 38 of the antimicrobial activity of the fermented tea kombucha. *LWT. Food. Sci. Technol.*, 31, 291–296.
- J. Huang, X. Ma, G. Yang, A. Dufresne, Introduction of NanoCellulose, J. Huanf, A. Dufresne, N. Lin (ur.) u *NanoCellulose: From Fundamentals to Advanced Materials*, Wiley – VCH Verlag GMBH & Co. KGaA, 2019., str. 1–20
- Sievers, M., Lanini, C., Weber, A., Schuler-Schmid, U., Teuber, M. (1995): Microbiology and Fermentation Balance in a Kombucha Beverage Obtain from a Tea Fungus Fermentation, *Systematic Applied of Microbiology* 18:590-594.
- A. Gama, P. Gatenholm, D. Klemm (ur.), *Bacterial NanoCellulose: A Sophisticated Multifunctional Material* CRC Press, Taylor & Francis Group, 2013.
- Sun, R.-C.(2008) Detoxification and separation of lignocellulosic biomass prior to fermentation for bioethanol production by removal of lignin and hemicelluloses. *Bioresources* 4, 452-455.
- Ceyhun B., Tülin KUTSAL* Erhan PİŞKİN Hacettepe University, Chemical Engineering Department and Bioengineering Division, Beytepe, Ankara, TURKEY; *International Journal of Natural and Engineering Sciences* 3 (2): 19-22, 2009
- Park, J.K., Park, Y.H., Jung, J.Y.(2003) Production of bacterial cellulose by *Gluconacetobacter hansenii* PJK isolated from rotten apple.*Biotechnol. Bioproc.* E .8, 83–88.
- Isabela Reiniati *, Andrew N. Hrymak, Argyrios Margaritis, *Biochemical Engineering Journal* 127 (2017) 21–31
- Weikai Y., Hunt L.A. (2001). Interpretation of genotype x environment interaction for winter wheat yield in Ontario. *Crop Science*, 41, 19-25.
- Kinetics of cell growth and crystalline nanocellulose production by *Komagataeibacter xylinus*

SYNTHESIS AND STRUCTURE OF BACTERIAL CELLULOSE BY ACETIC ACID BACTERIA

Aleksandra Janićijević¹, Suzana Filipović², Vladimir B. Pavlović³, Aleksandra Sknepnek⁴, Danijela Kovačević¹, Nenad Đorđević¹, Miljana Mirković⁵, Predrag Živković⁶

Abstract

As one of the most common biopolymers on Earth, cellulose has found an important role in food industry, biomedicine and biotechnology. The process of obtaining cellulose fibers is often followed with the presence of the byproduct, whose removal is required procedure. From that reason, the process of obtaining material on a bacterial cellulose (BC) basis, finds wide application in everyday life. Having in mind her many features, we have investigated the change in structure and morphology of BC depending on the synthesis parameters. The influence of the medium volume and different time intervals of NaOH treatment relative to different BCN yields and structure. The mentioned changes were examined by XRD, FTIR spectroscopy, as well as SEM and EDS analyzes.

Key words: bacterial cellulose; kombucha; acetic acid bacteria; SEM; XRD

¹The Academy of Applied Technical Studies Belgrade, Belgrade, Serbia

²Institute of Technical Sciences of SASA, Belgrade, Serbia

³University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade, Serbia

⁴University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Institute for Food Technology and Biochemistry, Belgrade, Serbia

⁵Department of Material Science, "VINČA" Institute of Nuclear Sciences -National Institute of the Republic of Serbia, University of Belgrade, Belgrade, Serbia

⁶University of Belgrade, Faculty of Technology and Metallurgy, 11120 Belgrade, Serbia

STRIPED FIELD MOUSE (*APODEMUS AGRARIUS* PALLAS, 1771) SEASONAL DYNAMICS AND ITS ROLE AS A VECTOR OF IXODID TICKS

Aleksandra Petrović¹, Ivana Ivanović¹, Vojislava Bursić¹, Gorica Vuković²,
Nikola Puvača³, Dušan Marinković¹, Bojan Konstantinović¹

Abstract: Considering the confirmed role of mice as the important reservoirs and vectors of zoonotic diseases, the aim of this study was to determine the *Apodemus agrarius* seasonal dynamics and its role as a vector of ixodid ticks. Six ixodid tick species were identified on 993 specimens of *A. agrarius*. The average number of ticks per mouse was 1.181 ± 0.066 , and the highest number of collected ticks per one individual was 31. Based on the tick prevalence of infested murid species, the level of potential risk for human and animals could be predicted in certain habitats.

Key words: *Apodemus agrarius*, ticks, prevalence, seasonal dynamics, vector

Introduction

For parasites, the host is a place to live, feed and reproduce and can therefore be considered as a habitat in the narrow sense. Hosts differ in "quality", which affects the degree of their susceptibility to the species that plays the role of ectoparasite. As stated by Hawlena et al. (2006), in order for ectoparasite to reach the maximum of its reproductive success, it chooses among host individuals, selecting its optimal microhabitat which depends on a large number of factors (age of the individual, reproductive group, gender, body weight, infestation intensity with the same or another ectoparasite species). Along with habitat microclimatic characteristics, the host population density determines and conditions ixodid tick populations in the certain habitats, and can be described with quantitative and qualitative indices. If a small rodent specimen is observed as a microhabitat for ixodid tick, then the attractiveness of that microhabitat is influenced by a large number of factors, such as: host population density, host life span in nature, body size and weight, and behavior (Petrović, 2015).

Voles and mice are rodent groups with exceptional vector potential for numerous ixodid tick species, especially two- and three-host species. Species diversity of rodents in certain ecosystems varies and depends on the species affinity, the need for food, water and shelter, and predation pressure. Since the rodent species are well known for their seasonal and spatial fluctuations, any

¹University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad, Serbia (aleksandra.petrovic@polj.uns.ac.rs)

²Institute of Public Health, Bulevar despota Stefana 54a, Belgrade, Serbia

³University Business Academy in Novi Sad, Faculty of Economics and Engineering Management, Department of Engineering Management in Biotechnology, Cvečarska 2, Novi Sad, Serbia

change in their population attributes (population density, spatial distribution, birth rate, mortality, age structure, population growth and maintenance potential) affects the distribution and abundance of ixodid ticks in certain habitats.

According to Olson and Brewer (2003), species diversity, abundance, and diversity of small mammals depend strictly on the structure and complexity of vegetation composition, as it provides a protective cover. However, Margaletić et al. (2005) stated that in forest ecosystems, rodent abundance depends on the amount of seeds and fruits. In fragmented ecosystems, which are specific for Vojvodina (Northern Province of Serbia), the mice population density and seasonal fluctuations depend on: mortality, birth rate, migration, climatic factors, habitat type, food source, predation pressure, and age groups proportions of both genders (Petrović, 2015). Therefore, the aim of this study was to determine the *Apodemus agrarius* Pallas, 1771 seasonal dynamics and its role as a vector of ixodid ticks.

Material and methods

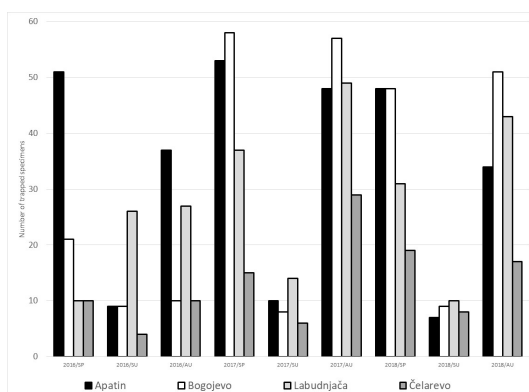
The three year study was conducted at four localities in Vojvodina: Apatin, Bogojevo, Labudnjača and Čelarevo, at the Danube river banks. *A. agrarius* specimens were collected using Sherman traps, deployed at equal distances along the 200 m long transect, three times per year (spring, summer and autumn), five days in a row. Each trapped mouse was weighted, body and tail length measured, gender determined, and after tick collection released. The ticks were removed from the body using tweezers, after systematically and thoroughly conducted palpatory examination. The collected ticks were properly labelled and transported to the laboratory till examination and identification. Ticks were identified up to species according to Nosek and Sixl (1972), Estrada-Peña et al. (2004), and Becker (2014). The ixodid tick infestation was described using four parameters: prevalence (P), average infestation intensity (AII), abundance (A) and infestation index (II) (Bush et al., 1997). The results were statistically analyzed using ANOVA and Fisher's post-hoc test (Statistica 13.5, TIBCO, University license).

Results and discussion

At all prospected localities, regardless the total number of trapped specimens, striped mouse showed similar seasonal dynamics, with highest peaks in spring and autumn, and low during summer months (Graph 1). The localities differed in their ecological characteristics (floristic and faunistic composition), the degree of anthropogenic influence, although it can be assumed that abiotic (climatic) and biotic (available food, predation) had the greatest influence on *A. agrarius* seasonal dynamics (Petrović, 2015). According to Margaletić et al. (2005) this species prefers agroecosystems during the crop vegetation periods, and migrate to nearby forests during the autumn. Neronov et al. (2001) emphasized that striped field mouse, together with *Microtus arvalis* and *Mus musculus*, shows the greatest

abundance in the agroecosystems of northern Eurasia and can be considered as a typical agrophilous species.

Various factors with different intensities and frequencies, and always in a mode of simultaneous multiple action, influence the rodent population density in certain habitats. Three basic, determining factors with the strongest influence on the seasonal abundance of all rodent species are climate, available food and predation, and they cannot be observed separately, but in a complex interaction (Petrović, 2015). Mice have high mortality rate which is compensated by a strong reproductive potential. Therefore, their seasonal fluctuations are sudden and rapid. Currently valid hypotheses, which refer to autoregulatory mechanisms of rodent population densities maintenance, among other explanations, indicate the existence of other mechanisms, like the species genetic composition, the neuroimmune and endocrine controls induced by social or physical stressors at a certain stage of population growth (Petrović, 2015).

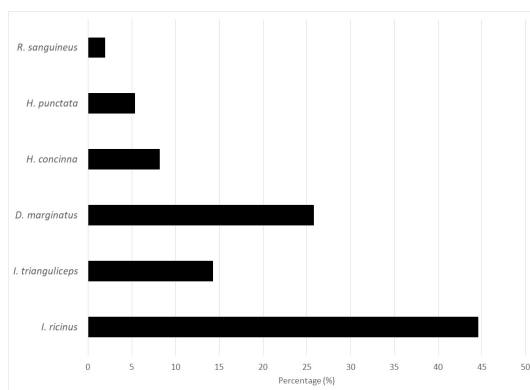


Graf. 1. Sezonska dinamika *A. agrarius*

Graph. 1. *A. agrarius* seasonal dynamics

The total number of collected ticks was 1102 on 993 trapped specimens of *A. agrarius*. Only larvae and nymphs of six ixodid tick species were identified: *Ixodes ricinus*, *I. trianguliceps*, *D. marginatus*, *Haemaphysalis concinna*, *H. punctata*, and *R. sanguineus* (Graph 2). The average number of ticks per mouse was 1.181 ± 0.066 ($\sigma = 2.026220$, $\sigma^2 = 4.105567$). The highest number of collected ticks per one *A. agrarius* individual was 31 (female) at Apatin locality. Furthermore, mice trapped at Apatin had the highest average tick number per individual (1.6) comparing to the other prospected localities. The average tick number was almost the same regarding the trapping season. Obtained results are in accordance with Mihalca et al. (2012), who found 8 tick species (*I. ricinus*, *I. redikorzevi*, *I. apronophorus*, *I. trianguliceps*, *I. laguri*, *D. marginatus*, *R. sanguineus* and *H. sulcata*) on 12 rodent species (*A. agrarius*, *A. flavicollis*, *A. sylvaticus*, *A. uralensis*, *M. glareolus*, *Micromys*

minutus, *M. arvalis*, *M. subterraneus*, *M. musculus*, *M. spicilegus*, *Rattus norvegicus* and *Spermophilus citellus*) in Romania.



Graf. 2. Specijski diverzitet krpelja i njihova zastupljenost (u %)
 Graph. 2. Tick species diversity and their abundance (in %)

The highest tick prevalence was calculated for *I. ricinus* larvae (8.348%), and the lowest for *R. sanguineus* nymphs (0.817%). The highest average infestation intensity, abundance and infestation index were also calculated for *I. ricinus* larvae (Table 1). Similar results were published by Petrović et al. (2017) for tick infestation of *A. flavicollis*, where the highest prevalence was calculated for *I. ricinus* larvae (8.241%), but the lowest for *D. marginatus* nymphs (2.004%). According to Mihalca et al. (2012), average prevalence for all identified tick species in their study was 29.55%, average infestation intensity 3.86, and average tick abundance 1.14. The most collected species with the highest infestation parameters was *I. ricinus*, as in our study. The same authors stated that the highest infestation percentage was observed in *M. arvalis*, *A. uralensis*, *A. flavicollis* i *M. glareolus*, and that there was no ticks on trapped *M. musculus* and *R. norvegicus* specimens.

According to ANOVA there was no statistically significant difference regarding gender ($p=0.696973$ for $p<0.05$), and it can be concluded that the level of tick infestation was the same in males and in females. Kiffner et al. (2011) statistically verified that the number of tick larvae, nymphs and adults is positively correlated with the rodent body weight. The same authors highlighted that the number of all tick life stages on hosts decreases with increasing rodent population density and that there is no reliable data on tick preference for host gender.

Of the total number of collected ticks, 4.63% was found on the head including ears (on 489 mice). Grooming plays a significant role in the tick infestation in all rodent species. According to Ferkin (2005) this specific cleaning behavior has several functions: body cleaning, ectoparasite removal, thermoregulation, self-stimulation, antibacterial agents transfer from saliva on the hair and skin, and the

secondary signal transmissions from one individual to another. Rodents have unique cleaning and grooming style, distinctly different comparing to the other mammalian species. Since their intense and fast movements of the front legs provide thorough head washing, including detailed cleaning of mouth, vibrissae, ears and neck, it is predictable to find a low number of ticks on the head region (Petrović, 2015). The rodent infestation by ticks, could be extremely high. Ixodid tick females usually lay 2000-3000 eggs (depending on species) in one specific place, therefore, the host seeking larvae microdistribution in the habitats depends on their density and the small activity area, limited to only a few meters (Eisen et al., 2004).

Tabela 1. Parametri infestacije krpelja
Table 1. Parameters of ixodid tick infestation

Vrsta krpelja Tick species	Stadijum Stage	n	B	P	AII	A	II
<i>I. ricinus</i>	larve/larvae	385	92	8.348	4.185	0.349	0.029
	nimfe/nymphs	106	84	7.623	1.262	0.096	0.007
<i>I. trianguliceps</i>	larve/larvae	157	75	6.806	2.093	0.142	0.010
	nimfe/nymphs	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>D. marginatus</i>	larve/larvae	209	75	6.806	2.787	0.190	0.013
	nimfe/nymphs	75	58	5.263	1.293	0.068	0.004
<i>H. concinna</i>	larve/larvae	57	43	3.902	1.326	0.052	0.002
	nimfe/nymphs	33	32	2.904	1.031	0.030	0.001
<i>H. punctata</i>	larve/larvae	34	31	2.813	1.097	0.031	0.001
	nimfe/nymphs	25	25	2.269	1.000	0.023	0.001
<i>R. sanguineus</i>	larve/larvae	12	12	1.089	1.000	0.011	0.000
	nimfenymphs	9	9	0.817	1.000	0.008	0.000
n – ukupan broj krpelja (total number of ticks); B – broj infetsiranih domaćina (number of infeste hosts)							

Conclusion

Six tick species sampled from the 993 trapped individuals of *A. agrarius* were identified: *I. ricinus*, *I. trianguliceps*, *D. marginatus*, *H. concinna*, *H. punctata* and *R. sanguineus*. Only larvae and nymphs were present. The average number of ticks per mouse was 1.181, and the highest number of collected ticks per one individual was 31. The highest prevalence was calculated for *I. ricinus* larvae. Considering the confirmed role of mice as the important reservoirs and vectors of zoonotic diseases, based on the seroprevalence and prevalence of infested rodents, the level of potential risk for human and animals could be predicted in the certain habitats.

Acknowledgment

The authors acknowledge the financial support of the Ministry of Education and Science, Republic of Serbia.

References

- Becker M. (2014): The Web Interactive Key for Central European Tick Species (available at: www.ijon.de/zecken.html)
- Bush A.O., Lafferty K.D., Lotz J.M., Shostak A.W. (1997): Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *J. Parasitol.*, 83(4): 575-583.
- Eisen R.J., Eisen, L., Lane, R.S. (2004): Habitat-related variation in infestation of lizards and rodents with *Ixodes* ticks in dense woodlands in Mendocino County, California. *Exp. Appl. Acarol.* 33: 215-233.
- Estrada-Peña A., Bouattour A., Camicas J.L., Walker A.R. (2004a): Ticks of domestic animals in the Mediterranean Region. A guide to identification of species. University of Zaragoza. Spain. ISBN:84-96214-18-4.
- Ferkin M.H. (2005): Self-grooming in meadow voles. *Chemical Signals in Vertebrates*, 10: 64-69.
- Hawlina H., Khokhlova I.S., Abramsky Z., Krasnov B.R. (2006): Age, intensity of infestation by flea parasites and body mass loss in a rodent host. *Parasitology*, 133:187-193.
- Kiffner C., Vor T., Hagedorn P., Niedrig M., Rühle F. (2011): Factors affecting patterns of tick parasitism on forest rodents in tick-borne encephalitis risk areas, Germany. *Parasitol. Res.*, 108:323-335.
- Margaletić J., Božić M., Grubešić M., Glavaš M., Bäumler W. (2005): Distribution and abundance of small rodents in Croatian forests. *J. Pest Sci.*, 78: 99-103.
- Mihalca A.D., Dumitrache M.O., Sándor A.D., Magdaş C., Oltean M., Györke A., Matei I.A., Ionică A., D'Amico G., Cozma V., Gherman C.M. (2012): Tick parasites of rodents in Rumunia: host preferences, community structure and geographical distribution. *Parasites and Vectors*, 5: 266.
- Neronov V.M., Khlyap L.A., Tupikova N.V., Warshavskii A.A. (2001): Formation of Rodent Communities in Arable Lands of Northern Eurasia. *Russian Journal of Ecology*, 32(5): 326-333.
- Nosek J., Sixl W. (1972): Central European Ticks (Ixodoidea) – Key for determination. In collaboration with Kvalca P. & Waltinger H. *Mitt. Abt. Zool. Landesmus. Joanneum Jg. 1H2S*: 61-92, Graz.
- Olson R.A., Brewer M.J. (2003): Small mammal populations occurring in a diversified winter wheat cropping system. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 95:311-319.
- Petrović A. (2015): Sezonske fluktuacije voluharica i miševa (Rodentia: Muridae) i njihova uloga kao vektora iksodidnih krpelja (Acari: Ixodidae). Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Petrović A., Jurišić A., Ivanović I., Stojanović T., Popović A., Bursić V., Ljevnaić-Mašić B. (2017): Tick infestation (Acari: Ixodidae) of *Apodemus flavicollis* Melchior, 1834 (Rodentia: Muridae) in Vojvodina (Serbia). *Proceedings of the 23rd International Symposium on Analytical and Environmental Problems (ISAEP 2017)*, 9-10th October, Szeged, Hungary, pp: 279-282.

OCCURRENCE OF TROPANE ALKALOIDS IN MAIZE DUE TO THE PRESENCE OF *SOLANACEAE* FAMILY

Aleksandra Petrović¹, Gorica Vuković², Tijana Stojanović¹, Dušan Marinković¹, Bojan Konstantinović¹, Bojana Špirović-Trifunović³, Željka Jeličić Marinković⁴, Vojislava Bursić¹

Abstract: Tropane alkaloids are considered to be serious health hazard for humans and that their maximum residue levels in food and feed are still not established. In this paper five samples of maize collected from the local producer in 2020 have been investigated by the liquid chromatography with tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) for the atropine and scopolamine determination. The detected concentrations of atropine and scopolamine were extremely high (17.7-67.0 µg/kg for atropine and 2.3-10.4 µg/kg for scopolamine). The obtained results show the seriousness of the tropane alkaloids problem in maize as well as the need for monitoring and further research.

Key words: LC-MS/MS, maize, *Solanaceae* family, tropane alkaloids

Introduction

Tropane alkaloids represent alkaloids with a tropane ring system which are derived from acetoacetate and ornithine with pyrrolines being their precursors (Dey et al., 2020). Until now about 200 tropane alkaloids have been discovered, being most abundant in *Solanaceae*, *Brassicaceae*, *Convolvulaceae*, *Erythrocylaceae*, and *Moraceae* families (Kohnen-Johannsen and Kayser, 2019).

Within the *Solanaceae* family more than 100 genera and over 3000 species are present, with many of them containing tropane alkaloids responsible for their toxicological properties (Gonçalves et al., 2020a). The members of the *Solanaceae* family owe their anticholinergic effects to the content and the profile of the tropane alkaloids, such as the relative concentration of atropine, scopolamine and hyoscyamine, which can vary depending on the plant species, stage of harvest, or geographical region (Chan 2017).

Datura stramonium, or the Jimson Weed, Devil's Trumpet, or Thorn Apple, is an annual wild growing weed known for its high toxicity and its atropine and scopolamine content (Ally and Mohanlall, 2020).

Solanum nigrum, or the Common nightshade, is an annual weed flowering in late summer. Its fruits are primarily green and unnoticeable in a vegetable orchard,

¹University of Novi Sad, Faculty of Agronomy, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad, Serbia (petra@polj.uns.ac.rs):

²Institute of Public Health, Bulevar despota Stefana 54a, Belgrade, Serbia:

³University of Belgrade, Faculty of Agronomy, Nemanjina 6, Zemun, Serbia:

⁴Institute for Nature Conservation of Vojvodina Province, Radnička 20a, Novi Sad, Serbia.

later turning black because of which they can be mistaken for the edible fruits (Mulder et al., 2016). It is interesting to note that tropane alkaloids present in *S. nigrum* do not include scopolamine and hyoscyamine (Gonçalves et al., 2020a).

Hyoscyamus niger, or the Black Henbane, is a poisonous weed occurring in millet, wheat and poppy crops (Mulder et al., 2016). It is a biennial weed which, among others, contains apoatropine, atropine and scopolamine (Yamada and Tabata, 1997).

The species from genus *Physalis*, as well as *Atropa belladonna*, are known to contain tropane alkaloids, however they are not considered to be dangerous weeds in Europe. The situation is similar with *Mandragora autumnalis*, the weed species from the Mediterranean which is not effective enough to be regarded as dangerous, as well as with *Duboisia myoporoides* and *D. leichhardtii*, species originated from Australia which successfully grow in parts of Europe with a warmer climate, but are not present in sufficient number to become problematic as weeds (Mulder et al., 2016).

Since tropane alkaloids are present in all parts of the plants in tropane alkaloids containing weeds they can end up in agricultural products during the harvest such as maize, buckwheat and sunflower, as well as in their products (Gonçalves et al., 2020b). Namely, it was concluded that the main reason for the tropane alkaloids presence in food was to the greatest extent because of the cross-contamination of the *Solanaceae* family, primarily the species from *Atropa*, *Datura* and *Hyoscyamus* genera (Cirlini et al., 2018).

Bearing in mind that tropane alkaloids are considered to be serious health hazard for humans and that their maximum residue levels in food and feed are still not established all samples with the concentrations of tropane alkaloids above the Limit of Quantifications (LOQs) are not considered suitable for the consumption (Vuković et al., 2018).

Considering the above-mentioned in this paper five samples of maize collected from the local producer in 2020 have been investigated by the liquid chromatography with tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) for the atropine and scopolamine determination.

Material and methods

Chemicals and apparatus. Atropine and scopolamine reference standards were obtained from Sigma-Aldrich. The mixture working standard solution was prepared at 5 mg/L with methanol and stored in the dark at -20°C. Acetonitrile and methanol were HPLC grade (J.T. Baker) and formic acid (Fisher Scientific UK). The Agilent Bond Elut EN Buffered Extraction kit and Bond Elut QuEChERS EN Dispersive SPE kits for Fruits and Vegetables with fats and waxes were purchased from Agilent. An Agilent series 1200 HPLC system equipped with a binary pump, autosampler, degasser and column compartment thermostat was used. The HPLC system was coupled to an Agilent triple quadrupole mass spectrometer coupled to

an ESI+ (electrospray ionization) source. A Zorbax XDB C18 column (50x4.6 mm, 1.8 μm particle size) was employed for the separation. The determination of atropine and scopolamine was carried out employing a binary mobile phase with methanol and an aqueous solution of formic acid (0.1%, v/v) in a gradient mode. The injection volume was 5 μL and column temperature was kept at 25°C. The detection was performed using the multiple reactions monitoring mode. The Agilent MassHunter software was used for the optimization and quantification.

Sample collection. Five maize samples from the local producer were brought to the Laboratory for Biological Research and Pesticides, Faculty of Agriculture in Novi Sad. The producer emphasized that analyzes for mycotoxins and pesticides had been done and that he did not know what could be the cause of such a color. The maize samples had the purple spots. As the laboratory performs analyzes on the content of the tropane alkaloids, such a color of corn (which originates from the color of the weed berries – *Solanaceae* family) indicated the possible presence of the tropane alkaloids. The samples were ground into powder prior to the analysis.

Sample preparation. A 5 g of homogenized sample was placed into a 50-mL centrifuge tube with adding of 10 ml of water to each tube and vortexed for 1 min and equilibrated for 10 min. Next, 10 mL aliquot of acetonitrile containing acetic acid (1%, v/v) was added and shaken by vortex for 1 min. A QuEChERS EN extraction salt packet was added directly to each tube. The tubes were sealed tightly and shaken vigorously for 20 seconds by hand and 15 min/250 rpm by orbital shakers. The sample tubes were centrifuged at 4000 rpm for 5 min. The supernatants were then transferred to 15 mL QuEChERS d-SPE kits consisting of C18 and MgSO_4 , vortexed for 5 min and centrifuged at 4000 rpm for 10 min. The obtained mixtures were transferred and dried under the nitrogen gas at 45°C until the volume was <0.3 mL. The residues were reconstituted in the mixture methanol/water up to 2 mL, vortexed, centrifuged at 7000 rpm and filtered prior to the LC-MS/MS analysis.

Qualitative and quantitative determination of atropine and scopolamine with the obtained validation parameters for studied tropane alkaloids (atropine and scopolamine). For the determination of atropine and scopolamine in five maize samples the validated LC-MS/MS method was used.

The validation was done according to the SANTE/1183/2017 (Vuković et al., 2018). The average recoveries of scopolamine and atropine were 85.5 and 65.7%, respectively, with the relative standard deviation (RSD) <17%. The matrix-matched calibrations were with the $R^2 > 0.99$ in the calibration range from 2 to 20 $\mu\text{g/kg}$. LOQs (limit of quantification) of atropine and scopolamine were set at 5 $\mu\text{g/kg}$, while the LOD (limit of detection) for both tropane alkaloids was 0.1 $\mu\text{g/kg}$. These limits were checked in terms of the recovery and repeatability.

For the quantification, the most abundant product ions in case of atropine and scopolamine were used (Table 1).

Table 1. MRM transitions and conditions for the measurement of tropane alkaloids

Tropane alkaloid	Transitions (m/z)	Collision energy (V)	Fragmentation energy (eV)
Atropine	290.2 → 124.2	24	96
Scopolamine	304.2 → 138.2	24	92

Results and discussion

TIC and MRM chromatograms of maize sample No. 2 were shown in Fig. 1. The retention time (Rt) of scopolamine was 8.42 min, while Rt of atropine was 9.63 min. The detected concentrations of the studied tropane alkaloids in this sample were 3.5 µg/kg of scopolamine and 51.4 µg/kg of atropine.

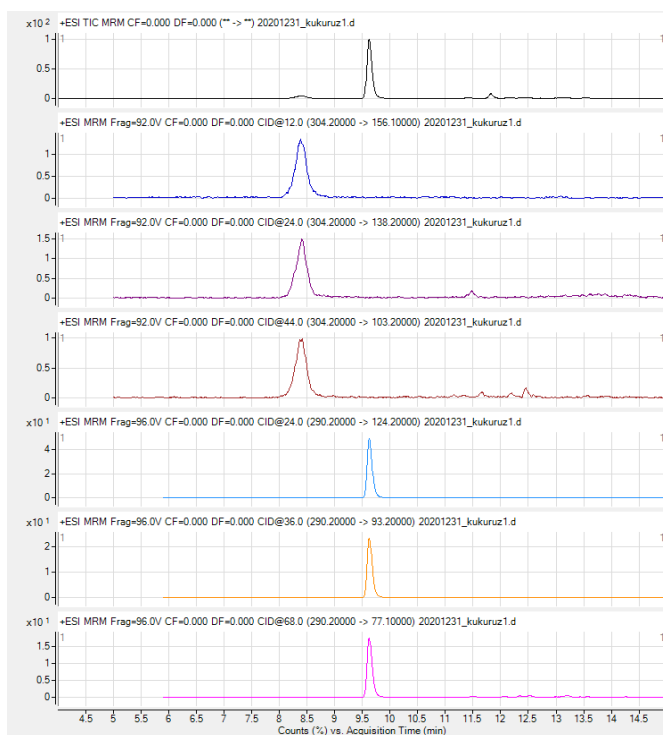


Figure 1. TIC and MRM chromatograms of maize sample number 2
The detected tropane alkaloids in the analyzed samples were given in Table 2.

Table 2. Atropine and scopolamine residues in maize samples ($\mu\text{g/kg}$)

Sample	1	2	3	4	5
Atropine	67.0	51.4	58.8	17.7	38.8
Scopolamine	10.4	3.5	5.7	2.3	6.5

Based on the obtained results it can be concluded that the detected concentrations of atropine and scopolamine were extremely high. Unfortunately, maize containing tropane alkaloids in such high concentrations cannot be exported, which is confirmed by the Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF) data. Namely, five incidents were reported in case of popcorn coming from Spain, Belgium, Argentina and France, with the detected atropine ranging between 6.60 and 35 $\mu\text{g/kg}$ and scopolamine ranging between 1.2 and 14.6 $\mu\text{g/kg}$. Two incidents were reported in case of organic polenta from Germany with the atropine concentrations between 156.2 and 207.5 $\mu\text{g/kg}$ and the scopolamine concentrations between 27.2 and 45 $\mu\text{g/kg}$. Also, one case was reported in corn from Germany (atropine: 10.5-12.3 $\mu\text{g/kg}$, scopolamine: 2-3.8 $\mu\text{g/kg}$), as well as in corn grits from Serbia (atropine: 4.5 $\mu\text{g/kg}$, scopolamine: 4.3 $\mu\text{g/kg}$). In most of the reported incidents the end result was either the withdrawal from the market or the recall from the consumers.

This kind of project papers are building the path for much wider and more detailed research dealing with tropane alkaloids, as well as accentuating the necessity for tropane alkaloids monitoring in the corn, which is an extremely important grain for both Serbia and the whole world.

Conclusion

Although this research is based on relatively small number of the tested samples the results unequivocally show the seriousness of the tropane alkaloids problem in maize, as well as the need for monitoring and further research considering the health hazard tropane alkaloids are representing.

Acknowledgment

The authors acknowledge the financial support of the Ministry of Education and Science, Republic of Serbia.

References

- Ally F., Mohanlall V. (2020). An overview of tropane alkaloids from *Datura stramonium* L. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 9 (3): 5.
- Chan T.Y.K. (2017). Worldwide Occurrence and Investigations of Contamination of Herbal Medicines by Tropane Alkaloids. Toxins. 9 (9): 284.

- Cirlini M., Demuth T.M., Biancardi A., Rychlik M., Dall'Asta C., Bruni R. (2018). Are tropane alkaloids present in organic foods? Detection of scopolamine and atropine in organic buckwheat (*Fagopyron esculentum* L.) products by UHPLC-MS/MS. Food Chemistry. 239: 141.
- Dey P., Kundu A., Kumar A., Gupta M., Lee B.M., Bhakta T., Dash S., Kim H.S. (2020). Analysis of alkaloids (indole alkaloids, isoquinoline alkaloids, tropane alkaloids). Recent Advances in Natural Products Analysis: 508.
- Gonçalves C., Dernovics M., Moreno-Gonzalez D., Bouten K., Garcia-Reyes J.F., Stroka J. (2020a). Occurrence and Determination of Tropane Alkaloids in Food and Feed. Encyclopedia of Analytical Chemistry: 2.
- Gonçalves C., Cubero-Leon E., Stroka J. (2020b). Determination of tropane alkaloids in cereals, tea and herbal infusions: Exploiting proficiency testing data as a basis to derive interlaboratory performance characteristics of an improved LC-MS/MS method. Food Chemistry. 331: 1.
- Kohnen-Johannsen K.L., Kayser O. (2019). Tropane Alkaloids: Chemistry, Pharmacology, Biosynthesis and Production. Molecules. 24 (4): 796.
- Mulder P.P.J., de Nijs M., Castellari M., Hortos M., MacDonald S., Crews C., Hajslova J., Stranska M. (2016). Occurrence of tropane alkaloids in food. EFSA Supporting Publications. 13 (12): 160, 161.
- Vuković G., Bursić V., Stojanović T., Petrović A., Gvozdenac S., Starović M., Kuzmanović S., Aleksić G. (2018). LC-MS/MS determination of tropane alkaloids in maize crop. Contemporary Agriculture. 67 (3-4): 222-223.
- Yamada Y., Tabata M. (1997). Plant Biotechnology of Tropane Alkaloids.

ZAGAĐENJE ŽIVOTNE SREDINE I ZDRAVLJE ČOVEKA

*Dragutin Đukić¹, Leka Mandić¹, Vesna Đurović¹, Aleksandar Semenov²,
Slavica Vesković³, Monika Stojanov⁴, Jelena Mladenović¹*

Izvod: U radu se razmatraju: ekološka uslovljenost patologije čoveka u uslovima zagađenja životne sredine; osnovni pojmovi i metode ispitivanja u sistemu "zdravlje čoveka – životna sredina"; neka najpoznatija ekološka oboljenja.

Ključne reči: bolest, ekologija, zagađenje, zdravlje

Uvod

Francuski naučnik Rašad je pod zagađenjem životne sredine podrazumevao takve nepovoljne promene u njoj, koje su u celini ili delimično rezultat životne aktivnosti, a koje direktno ili indirektno menjaju raspodelu prispele energije, nivoe radijacije, fizičko-hemijska svojstva komponenata prirodne sredine i uslove života živih bića (Rašad, 1981). Te promene mogu uticati na čoveka direktno ili indirektno (preko hranljivih proizvoda, vode ili nekih bioloških supstanci), dovodeći do nastanka različitih odstupanja u pokazateljima njenog zdravlja. Prema tome, između zdravlja ljudi i stanja okolne sredine postoji neraskidiva veza.

Ekološki optimalna zona životne aktivnosti čoveka je ograničena, pa intenzivni tehnogeni uticaj na biosferu dovodi do promena njenih početnih svojstava, koji su neophodni za očuvanje zdravlja. U takvim uslovima čovek je podvrgnut uticaju štetnih faktora i prinuđen je da stalno mobilizuje svoje kompenzaciono-adaptacione mehanizme, koji tokom vremena mogu oslabiti ili čak nestati. Konačno, intenzivni i hronični uticaj nepovoljnih faktora okolne sredine praćen je velikom napregnutošću i remećenjem prilagođavajućih mogućnosti organizma, što dovodi do narušavanja adaptacije, razvoja prvih simptoma bolesti i hronizacije osnovnih patoloških procesa koji su, usled toga, u suštini, ekološki uslovljeni (slika 1). Na taj način, zaostajanje kompenzaciono-adaptivnih mogućnosti organizma u odnosu na životne uslove obitavanja (intenzitet i razmere zagađenja naglo su se promenili u poslednjih 100 godina) manifestuju se, konačno, povećanjem učestalosti obolevanja, smrtnosti, smanjenjem životnog veka i promenom drugih pokazatelja zdravlja (Manisalidis i sar., 2020).

Prema tome, zdravlje i optimalno funkcionisanje biosfere i čovečijeg organizma, na kraju krajeva, određuju se i limitiraju parametrima kapaciteta rekreaciono-metaboličkog potencijala ekosistema u slučaju biosfere i regeneratorno-obnavljajućeg potencijala i adaptivnih fizioloških rezervi u slučaju

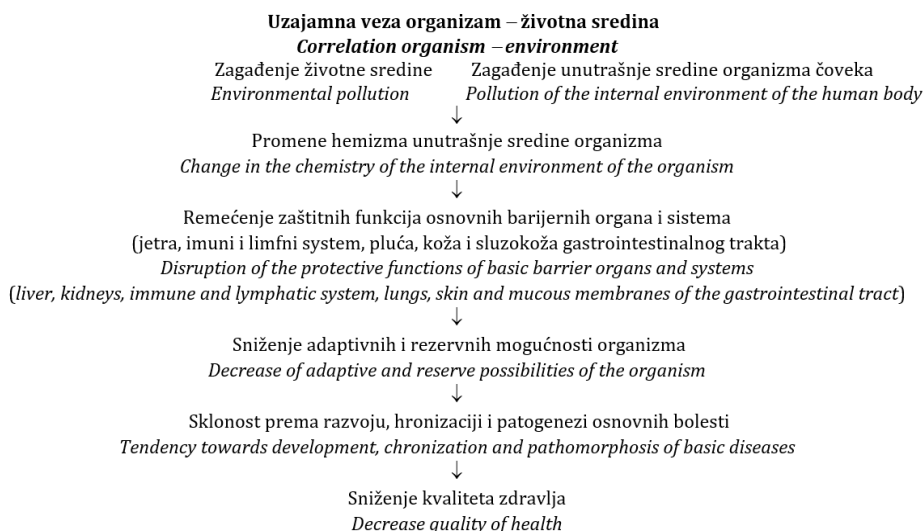
¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (lekamg@kg.ac.rs);

²Biološki fakultet, Departman za mikrobiologiju, M. V. Lomonosov, Moskva

³Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Beograd, Srbija

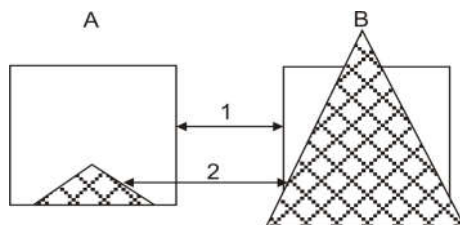
⁴Fakultet za poljoprivredne nauke i hranu, Skoplje, Severna Makedonija

organizma. Navedeni limitirajući faktori, sa svoje strane, određuju pouzdanost i granice otpornosti biosfere u celini i organizma čoveka u uslovima ekološke krize, koja se nesrazmerno brzo razvija, pretečući i biološki uređene brzine i mogućnosti prilagođavajuće aktivnosti prirodnih sistema i organizma čoveka.



Slika 1. Posledica zagađenja unutrašnje sredine organizma (Manisalidis i sar., 2020)
 Figure 1. Consequence of pollution of the internal environment of the organism
 (Manisalidis i sar., 2020)

Sve napred izloženo dobro ilustruje šema na slici 2, gde je u varijanti A uslovno predstavljen optimalan (dozvoljeni) odnos rekreaciono-metaboličkog potencijala biosfere i stepena antropogenog opterećenja. U varijanti B, zbog antropogenog pritiska, ekosistem je izašao izvan “granica podnosljivosti” ekosistema (Manisalidis i sar., 2020).



Slika 2. Varijante odnosa rekreaciono-metaboličkog potencijala biosfere (1) i stepena antropogenog opterećenja (2): A – optimalan odnos; B – poremećeni odnos i izlazak van “granica podnosljivosti” ekosistema (Manisalidis i sar., 2020).
 Figure 2. Variants of the relationship between the recreational-metabolic potential of the biosphere (1) and the degree of anthropogenic load (2): A – optimal relationship;

B – disturbed relationship and going beyond the “limits of tolerance” of ecosystems (Manisalidis i sar., 2020).

Navedene postavke predstavljaju mehanizme remećenja izbalansiranosti uzajamnih odnosa “organizam–okolna sredina”, koji sa svoje strane predstavljaju razvoj ekološki uslovljene latentne patologije savremenog čoveka (Manisalidis i sar., 2020).

Osnovni pojmovi i metode ispitivanja u sistemu zdravlje čoveka – okolna sredina

Uticaj zagađenja životne sredine na zdravlje ljudi predmet je proučavanja različitih biološko-medicinskih disciplina (ekološke epidemiologije, ekotoksikologije, ekologije čoveka, higijene, medicinske ekologije, ekološke patologije, ekološke fiziologije itd.), koje ispituju različite aspekte tog uticaja i imaju svoje karakteristične metode i zadatke. Na primer, zadatak *ekološke epidemiologije* je utvrđivanje kvantitativne zavisnosti između nivoa uticaja nepovoljnih faktora okolne sredine i pokazatelja stanja zdravlja stanovništva. Epidemiološke metode uključuju *ekološka istraživanja* (analiza rezultata monitoringa okolne sredine i medicinske statistike radi utvrđivanja veza između uticaja faktora okolne sredine i zdravlja stanovništva), *prioritetna ili momentalna istraživanja* (radi ocene stanja zdravlja u vezi sa uticajem nepovoljnih faktora), istraživanja tipa slučaj-kontrola (upoređuje se grupa osoba sa proučavanom bolešću i kontrolna grupa u pogledu mogućeg uzroka bolesti) i grupna ispitivanja (posmatranje, u toku određenog vremena, pokazatelja stanja zdravlja grupe zdravih osoba, koje su podvrgnute bilo kakavom uticaju (Rahmanin, 2006). Medicinska ekologija proučava opšte zakonitosti interakcije okolne sredine sa ljudima u sferi njihovog zdravlja. Njen objekat je okolna sredina, prostorno-teritorijalni antropo (medicinsko)-ekološki sistem, a predmet – njihova svojstva koja ispoljavaju uticaj na zdravlje (Vesković i Đukić, 2017).

Uticaj faktora životne sredine na zdravlje ljudi

Zdravlje čoveka je relativan pojam, koji se odnosi na optimalno stanje organizma, koje definiše celi niz faktora, kao što su način života, genetička predispozicija, socijalno-ekonomski status, profesionalno zanimanje, pristupačnost medicinske nege i, naravno, stanje okolne sredine (Rahmanin, 2006). Zdravlje stanovništva je integralni pokazatelj koji odražava kompleksan uticaj socijalnih, ekonomskih, ekoloških, naslednih i drugih faktora na čoveka.

Danas ne postoje opšte prihvaćeni podaci o uticaju različitih faktora na formiranje individualnog i populacionog zdravlja ljudi. Prema ocenama eksperata SZO u sveukupnom uticaju na zdravlje stanovništva, način života učestvuje sa oko 50% (pušenje, karakter ishrane, uslovi rada, hipodinamika), životna sredina sa 20% (prirodno-klimatski faktori, stanje zagađenosti atmosferskog vazduha, vode, zemljišta itd), nasleđe – 20%, i kvalitet medicinsko-sanitarne usluge – 10%

(pravovremenost i kvalitet medicinske pomoći, efikasnost profilaktičkih mera). Prema rezultatima nekih istraživača ekološki faktori u ukupnom uticaju mogu učestvovati 25–40%, a pri zadržavanju postojećih tendencija razvoja zajednice u narednih 30–40 godina, njihovo učešće može porasti do 50–70% (Stansfeld, 2015).

U tabeli 1 dati su faktori okolne sredine koji deluju na zdravlje čoveka. Među njima je veliki udeo u nastanku bolesti povezan sa zagađenjem okolne sredine (Đukić i sar., 2011).

Tabela 1. Faktori okolne sredine (OS) koji utiču na zdravlje čoveka (WHO, 1997).

Table 1. Environmental factors that affect human health (WHO, 1997).

Oboljenja <i>Diseases</i>	Zagađenje vazduha <i>Air pollution</i>	Slab nivo sanitacije <i>Poor sanitation</i>	Zagađenje vode <i>Water pollution</i>	Zagađenje hrane <i>Food pollution</i>	Slabi životni uslovi <i>Poor living conditions</i>	Globalne promene u OS <i>Global change in the environment</i>
Akutne respiratorne infekcije <i>Acute respiratory infections</i>	+				+	
Gastro-intestinalna oboljenja <i>Gastrointestinal diseases</i>		+	+	+		+
Druge infekcije <i>Other infections</i>		+	+	+	+	
Malarija i druga transmisivna oboljenja <i>Malaria and other transmission diseases</i>		+	+		+	+
Traume (povrede) i trovanja <i>Trauma (injuries) and poisonings</i>	+		+	+		+
Psihička rastrojstva <i>Mental disorders</i>	+				+	
Koronarno-vaskularna oboljenja <i>Coronary-vascular diseases</i>	+					+
Maligna oboljenja <i>Malignant diseases</i>	+			+		+
Hronična respiratorna oboljenja <i>Chronic respiratory diseases</i>	+					

U datom sistemu još uvek nisu razmatrani takvi faktori okolne sredine (koji nisu izazvani njenom antropogenom promenom), kao što su prirodno maksimalan ili nedovoljan sadržaj hemijskih elemenata u komponentama sredine, sa čime je

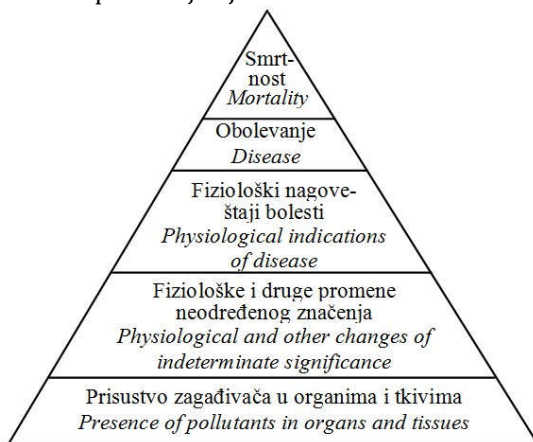
povezano širenje odgovarajućih endemskih bolesti (na primer deficit joda u zemljištu, vodi, prehrambenim lancima i sa njima povezana endemska gušavost; suvišak molidbena i time uslovljena endemska molidbenska kostobolja itd.).

Яблонская i sotr. (2019) su u svojoj klasifikaciji mikroelementoza čoveka predložili da se tehnogene mikroelementoze (tj. oboljenja ili sve patološke manifestacije izazvane suviškom mikroelemenata u organizmu) podele na industrijske (profesionalne), susedske i transgresione. *Industrijske mikroelementoze* su u vezi sa proizvodnom aktivnošću čoveka i izazvane su viškom određenih mikroelemenata (njihovih jedinjenja) neposredno u zoni preduzeća (dermatitis izazvan sa hromom i niklom sa gnojnim ranama na sluzokoži nosa; rak sluzokože nosa i bronhijalni rak pluća koje izaziva nikl; hronični upalni proces pluća i kože pri hroničnoj profesionalnoj intoksikaciji sa jedinjenjima berilijuma itd.). *Susedske mikroelementoze* se ne razvijaju kod osoba koje uzimaju neposredno učešće u proizvodnji, već kod onih koja žive u susjedstvu članova porodice. Takve susedske (porodične) mikroelementoze, po pravilu, nisu značajno ispoljene i poprimaju skriveni oblik različitih patoloških stanja. *Transgtresivne* (od lat. transgression – prenos, prelaženje) mikroelementoze – su oboljenja nastala kad ljudi koji se nalaze pod stalnim i dugotrajnim uticajem aerosola metala i atmosferskim ispuštima velikih industrijskih preduzeća ili zagađenih vodnih objekata.

Analogna podela na profesionalne, susudske i transgresivne oblike oboljenja može imati mesto i pri oceni uticaja drugih zagađujućih supstanci (ne samo mikroelemenata već i organskih toksikanata itd.) na zdravlje stanovništva.

Prema ocenama Svetske zdravstvene organizacije, u svetu od 25 do 33% svih registrovanih oboljenja direktno je povezano sa zagađenjem okolne sredine, od kojih se 2/3 tiče stanovništva dečjeg uzrasta (WHO, 2000).

Šematizovan spektar biološke reakcije organizma čoveka na delovanje zagađenja okolne sredine prestavljen je na slici 3.

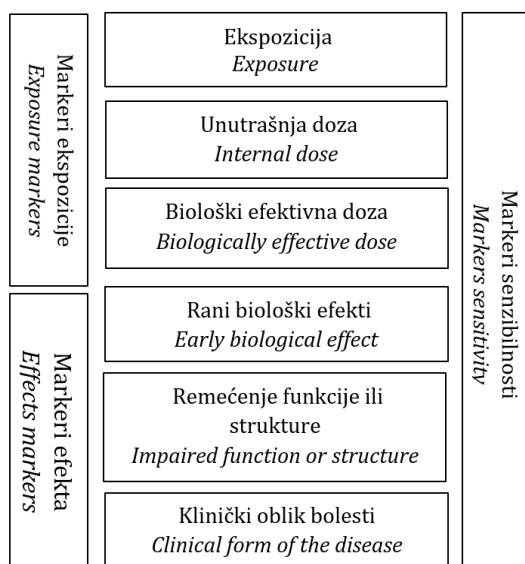


Slika 3. Spektar bioloških reakcija na uticaj zagađenja okolne sredine, prema podacima SZO

Figure 3. Spectrum of biological reactions on the impact of environmental pollution, according to WHO data

Šema odražava ne samo proces razvoja bolesti kod određenih ljudi, već pokazuje i koji su stadijumi patološkog procesa tipični za datu populaciju. Odnos između kliničkih i subkliničkih asimptomatskih stadijuma varira u širokim granicama u zavisnosti od specifičnih faktora okolne sredine, intenziteta, trajanja i mehanizama njihovog uticaja. Utvrđivanje subkliničke, nevidljive slike bolesti može se odrediti samo laboratorijskim i drugim specifičnim dijagnostičkim metodama.

Kao indikatori dešavanja, koja se odvijaju u biološkim sistemima (organizmu ili populaciji), služe biološki markeri. Jedni od njih se mogu koristiti za utvrđivanje ekspozicije (uticaja faktora rizika) kao činjenice i omogućavaju da se odredi prisustvo supstance ili njenog metabolita u biološkim tkivima čoveka i doza koji su ta ista tkiva dobila od strane svih izvora te supstance. Drugi marker – markeri efekta – informišu o posledicama uticaja tog nepovoljnog faktora na zdravlje. Treći služi za preciziranje (senzibilnost) bilo kog čoveka na navedeni uticaj (slika 4).



Slika 4. Tipovi bioloških markera (Rahmanin, 2007)
Figure 4. Types of biological markers (Rahmanin, 2007)

Prema karakteru uticaja na organizam čoveka, nepovoljni faktori okolne sredine se dele na kancerogene i ostale, koji ne ispoljavaju takav efekat. Veliki broj kancerogenih faktora utiče i na naslednost. Prema stepenu kancerogene opasnosti za čoveka (njihovi kriterijumi se upoređuju u eksperimentima na životinjama i na osnovu rezultata analitičkih epidemioloških ispitivanja), nepovoljni faktori okolne i prirodne sredine

podeljeni su na četiri grupe (ocenjeno je 837 faktora): grupa 1 – kancerogeni su za čoveka – 74; grupa 2A –verovatno kancerogeni za čoveka – 57; grupa 2B – možda, kancerogeni za čoveka – 225; grupa 3 – nisu klasifikovani u pogledu kancerogenosti za čoveka – 480; grupa 4 – verovatno, nisu kancerogeni za čoveka –1.

Dokazani kancerogeni za čoveka (1–va grupa markera) su 4-aminobifenil, benzin, benzol, berilin i njegova jedinjenja, hlormetilni etar, vinilhlorid, sumporni iperit, kadmijum i njegova jedinjenja, katrani i smole od kamenog uglja, mineralna ulja (neprečišćena), arsen i njegova jedinjenja 2-naftilamin, nikl i njegova jedinjenja, ulja od škrljaca, THDD, šestovalentni hrom I njegova jedinjenja, etilenoksid, radon i proizvodi njegove razgradnje, radijacija sunca, azbest, čađ idr.

Nekancerogene supstance ispoljavaju široki spektar remećenja zdravlja čoveka, na koje se može gledati kao na različite oblike ispoljavanja toksičnih efekata, koji se registruju na različitim nivoima (od molekularnog do populacionog). Ovi poslednji se manifestuju u obliku povećanog obolevanja i (ili) smrtnosti.

U poslednje vreme u mnogim zemljama se, radi utvrđivanja karakteristike uticaja nepovoljnih faktora na zdravlje stanovništva, primenjuje metodologija ocene rizika (verovatnoće uzrokovanja štete životu ili zdravlju). Ocena rizika je proces utvrđivanja verovatnoće razvoja i stepena izraženosti nepovoljnih efekata kod čoveka, koji su uslovljeni uticajem faktora okolne sredine. Ona sadrži: 1) identifikaciju opasnosti, ocenu uticaja (ekspozicije), ocenu zavisnosti doza-odgovor, i karakteristiku rizika; 2) ocenu toksičnih svojstava hemijske supstance i uslova njenog uticaja na čoveka, usmerenu na utvrđivanje verovatnoće odstupanja u odnosu na pokazatelje zdravlja kod eksponiranih ljudi; 3) ocenu vrste i stepena izraženosti opasnosti; koji strani agens kao rezultat postojećeg ili mogućeg uticaja na određenu grupu ljudi (Rahmanin, 2007).

Osnovno učešće u kancerogenom i nekancerogenom riziku, koji je u vezi sa uticajem zagađenja objekata okolne sredine, ima zagađenje atmosferskog vazduha (od 80 do 90%). Vodeća uloga zagađenja atmosferskog vazduha u odnosu na druge objekte okolne sredine utvrđena je u mnogim zemljama, uključujući i SAD i evropske zemlje (Rahmanin, 2004).

Prema podacima Đukić i sar. (2008) zagađenje atmosferskog vazduha samo sa suspendovanim supstancama dovodi do povećanja smrtnosti i obolevanja respiratornih organa, posebno kod dece.

Neka najpoznatija ekološka oboljenja

Oboljenja izazvana akutnim ili hroničnim trovanjem sa jedinjenjima nekog hemijskog elemenata poznata su još od Antičkih vremena. Postoji mišljenje da je jedan od uzroka pada Starog Rima bio nronično trovanje rimske armije sa olovom (od njega su pravili posuđe i vodovodne cevi). U XVI veku je opisano oboljenje koje je nastalo kao rezultat profesionalnog trovanja sa živom – bolest umobolnog šeširdžije.

Prva masovna "ekološka" oboljenja – minamata i itaj-itaj opisana su u Japanu 1950. godine. Ispuštanje otpadnih voda, koja sadrže živu, u zaliv Minamata, dovelo

je do njenog uključivanja u prehrambene lance vodenog ekosistema u obliku metilžive. Svi postradali stanovnici koristili su u ishrani ribu i morske plodove. Desetine ljudi je umrlo, mnogima je teško oštećen nervni sistem (remećenje koordinacije je primećeno kod živine i ptica). Krajem 1950. godine u Minamati je svako treće dete imalo poremećen centralni nervni sistem i poremećaj fizičkog i umnog razvoja. Nakon nekoliko godina slična situacija se ponovila u predgrađu japanskog grada Niigata.

Bolest itaj-itaj (u prevodi sa japanskog –bolni/bolno) otkrivena je u Japanu 1946. godine, a u vezi je sa hroničnim trovanjem kadmijumom koji se akumulirao u pirinču (koncentracija metala je bila 1 mg/kg). Pirinač su gajili na poljima koja su zalivana vodom zagađenom kadmijumom. Bolest se karakteriše deformacijom skeleta, oštećenjem bubrega, a prate je jaki bolovi u krstima i mišićima nogu itd.

Bolest crnih nogu ili crnih stopala je hiperpigmentacija kože, koja dovodi do raka kože, a u vezi je sa povećanim sadržajem arsena u vodi za piće (400–600 µg/mL), utvrđena je kod stanovnika Tajvana, kao i u Indiji, Bangladešu i Čileu.

Uljane bolesti ju-šo i ju-čang povezuju se sa trovanjem u Japanu 1948. godine (yu-šo) i na Tajvanu 1979. godine (ju-čeng) sa pirinčanim uljem, koje je bilo zagađeno sa PHB (ju-šo) i PHB/PHDF (ju-čeng). U Japanu je stradalo više od 2000 ljudi. Određene posledice su se ispoljile u formi povećanja broja nedonoščadi i mrtvorodne dece. Mnoga deca su se rađala sa kožom neobično sive boje sa tamno-mrkim pegama ("crne bebe"). Porastao je broj dece sa urođenim razvojnim manama.

Do masovnog trovanja ljudi došlo je i u vreme rata u Vijetnamu (1860-ih godina) zbog primene defolijanata sa dioksinom od strane američke vojske, a takođe pri havariji u hemijskom preduzeću u gradu Severo (Italija) 1976. godine, kada su u životnu sredinu dospeli dioksini.

Sada se dešavaju globalne promene u razvoju ekološki uslovljenih bolesti. Tako, na primer, prema prognozi SZO, u najskorije vreme doći će do povećanja učešća hroničnih plućnih bolesti, kako traheja, tako i bronhija i pluća (Zaitseva et al., 2015).

Zaključak

Na osnovu svega izloženog može se zaključiti da između stanja životne sredine i zdravlja ljudi postoji direktna uslovljenost, da se pri ispitivanju sistema zdravlje čoveka–okolna sredina koriste metode ekološke epidemiologije, fiziologije i patologije, ekotoksikologije, higijene i drugih naučnih disciplina; kao i da su sada aktuelne globalne promene u pogledu ubrzanog razvoja ekološki uslovljenih bolesti.

Napomena

Izradu rada pomoglo je Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, Ugovor br. 451-03-9/2021-14.

Literatura

- Đukić AD., Jemcev VT., Mandić GL. (2011). Sanitarna mikrobiologija zemljišta. Agronomski fakultet, Čačak, 502. str.
- Đukić D., Milošević GS., Škrinjar M. (2008). Aeromikrobiologija, Agronomski fakultet Čačak, 188 str.
- Jardine C., Hrudehy S., Shortreed J., Craig L., Krewski D, Furgal C, McColl S. (2003). Risk management frameworks for human health and environmental risks. J Toxicol Environ Health B Crit Rev. 2003 Nov-Dec;6(6):569-720. doi: 10.1080/10937400390208608. PMID: 14698953.
- Manisalidis I., Stavropoulou E., Stavropoulos A., Bezirtzoglou E. (2020). Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. Frontiers in public health, 8, 14. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00014>
- Rahmanin Ju. A., Revazova Ju. A. (2004). Donozologicheskaja diagnostika v probleme okružhajushhaja sreda – zdorov'e naselenija [Preclinical diagnosis in environmental issues - public health]. Gigiena i sanitarija, no. 6, pp. 3–5. (in Russian).
- Rahmanin Ju. L., Ivanov SI., Novikov SM. (2007). Aktual'nye problemy kompleksnoj gigienicheskoj karakteristiki faktorov gorodskoj sredy i ih vozdejstviya na zdorov'e naselenija [Actual problems of complex hygienic characteristics of the urban environment factors and their impact on public health]. Gigiena i sanitarija, no. 5, pp. 5–6. (in Russian).
- Stansfeld SA. (2015). Noise effects on health in the context of air pollution exposure. Int J Environ Res Public Health. 12:12735–60. 10.3390/ijerph121012735
- Vesković MS., Đukić AD. (2017). Sanitarna mikrobiologija. Agronomski fakultet u Čačku, 477. str,
- Zaitseva NV., Popova A.Ju., May IV., Shur PZ. (2015). Metody i tehnologii analiza riska zdorov'ju v sisteme gosudarstvennogo upravlenija pri obespečenii sanitarno-jepidemiologicheskogo blagopoluchija naselenija [Methods and technics of health risk analysis in the state administration system for providing sanitary and epidemiological welfare of the population]. Gigiena i sanitarija, vol. 94, no. 3, pp. 3–4. (in Russian)
- Яблонская ИВ., Масыкин ВБ., Беридзе РМ., Жаворонок СВ., Стожаров АН. (2019). Структура Тиреоидной Патологии В Регионе Использования Йодированной Соли И Геохимической Мозаичности Ландшафтов. Журнал: Medicus, Учредители: Издательство «Научное обозрение» (Волгоград), ISSN: 2409-563X. Номер: 4 (28), Страницы: 28-30. УДК: 616.441:[546.33'131:645.15]
- WHO Regional Office of Europe (2000). Available online at: [https://euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0020/123086/AQG2ndEd_7_4Sulfur oxide.pdf](https://euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0020/123086/AQG2ndEd_7_4Sulfur%20oxide.pdf)

ENVIRONMENTAL POLLUTION AND HUMAN HEALTH

*Dragutin Đukić¹, Leka Mandić¹, Vesna Đurović¹, Aleksandar Semenov²,
Slavica Vesković³, Monika Stojanov⁴, Jelena Mladenović¹*

Abstract

The paper discusses: ecological conditionality of human pathology in conditions of environmental pollution; basic concepts and methods of testing in the system "human health – environment"; some of the most famous environmental diseases.

Key words: disease, ecology, pollution, health

¹Faculty of Agronomy in Čačak, University of Kragujevac

²Faculty of Biology, Department of Microbiology, M. V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia Federation

³Institute for Hygiene and Meat Technology, Belgrade, Serbia

⁴Faculty of Agricultural Sciences and Food, Skopje, Northern Macedonia

TOKSIKOLOŠKI IZVEŠTAJ O TROVANJU PESTICIDIMA U JUGOISTOČNOM REGIONU SRBIJE TOKOM 2020. GODINE

Emilija Kostić¹, Maja Vujović^{1,2}

Izvod: Pesticidi su supstance koje se široko upotrebljavaju u poljoprivredi. Pesticidi su kao uzročnici akutnih trovanja zastupljeni u značajnom procentu. Cilj ovoga rada je analiza slučajeva trovanja pesticidima u toku 2020. godine, prema podacima Toksikološke laboratorije Zavoda za sudsku medicinu u Nišu. Trovanja pesticidima su dokazana u 18 slučajeva, što čini 8,11% ukupnog broja trovanja. Organofosfatni pesticidi su dokazani u devet slučajeva, glifosat u pet, pendimetalin u dva, dok su metolahlor i piperonil-butoksid dokazani u po jednom slučaju. Podaci o slučajevima trovanja ukazuju da je neophodna edukacija o pravilnoj primeni pesticida u cilju smanjenja broja akutnih i hroničnih trovanja.

Ključne reči: pesticidi, trovanja, jugoistočna Srbija

Uvod

Pesticidi su široko upotrebljavane supstance u savremenoj poljoprivredi koje predstavljaju efikasan i ekonomičan način za poboljšanje kvaliteta i kvantiteta prinosa. Primena pesticida ima i značajan zdravstveni aspekt, jer suzbijaju prenosioce brojnih zaraznih bolesti (Sharma i sar., 2019.).

Prema podacima iz 2014. širom sveta se koristilo približno 2 miliona tona pesticida, (De i sar., 2014.), sa potencijalom povećanja upotrebe na 3,5 miliona do 2020 (Zhang, 2018.).

Zbog poznatih i naučno dokazanih štetnih efekata na ljudsko zdravlje i životnu sredinu, postoji opšta tendencija razvijanja strategija za smanjene upotrebe pesticida. Glavne organizacije za formiranje strategija su Svetska zdravstvena organizacija (SZO) i Organizacija za hranu i poljoprivredu Ujedinjenih nacija (FAO) (Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization, 2019.).

Pesticidi su kao uzročnici akutnih trovanja (suicidalnog tipa) zastupljeni u značajnom procentu. Procenjuje se da su pesticidi uzročnici 110 000 do 168 000 fatalnih trovanja godišnje u svetu (Mew i sar., 2017.), što je znatno manje nego krajem 20. veka, kada je bilo 371 000 slučajeva godišnje (Gunnell i sar., 2007.).

Oko 99 posto smrtnih slučajeva se odnosi na zemlje u razvoju u kojima su propisi o zdravlju i zaštiti životne sredine slabije regulisani. U cilju sprečavanja slučajnih trovanja, potrebna je edukacija stanovništva o pravilnoj primeni

¹University of Niš, Faculty of Medicine Niš, Zoran Djindjic Boulevard 81, Serbia
([name.lastname@kg.ac.rs](mailto:email.lastname@kg.ac.rs))

²Institute of Forensic Medicine Niš, Zoran Djindjic Boulevard 81, 18000 Nis, Serbia

(korišćenje zaštitne opreme) i štetnosti primene pesticida (korišćenje znatno koncentrovanijih rastvora preparata od preporučenih) (Gunnell i Eddleston 2003; Yip i sar., 2012.).

Studija o fatalnim ishodima upotrebe pesticida u periodu 2006-2015. godine je pokazala da pesticidi nisu česti uzročnici samoubistava u zemljama niskog i srednjeg razvoja u Evropi. Trovanje pesticidima su uzročnici samoubistava u 0,9% slučajeva, u proseku, dok čak 31% zemalja nije prijavilo samoubistva čiji je uzročnik pesticid (Mew et al. 2017.).

U Republici Srbiji se svake godine revidiraju liste odobrenih aktivnih materija i preparata koji se mogu naći u prometu, u sklopu Zakona o sredstvima za zaštitu bilja ("Sl. glasnik RS", br. 41/2009 i 17/2019.). Pored toga, publikuje se drugi stručni materijal iz oblasti pesticida. Prema priručniku "Pesticidi u poljoprivredi i šumarstvu u Srbiji" iz 2018. godine, registrovano je 1250 različitih preparata na bazi 254 aktivnih supstanci.

Ne postoje opsežni podaci o trovanju pesticidima u Republici Srbiji.

Materijal i metode rada

Niš je najveći grad jugoistočne Srbije. U Kliničkom centru Niš se zbrinjavaju trovani pacijenti sa područja na kome živi oko 2 miliona stanovnika. Godišnje se u Toksikološkoj laboratoriji Zavoda za sudsku medicinu u Nišu, u proseku, obradi 300 kliničkih slučajeva. Korišćeni su prikupljeni podaci protokola toksikološke laboratorije, o slučajevima trovanja pesticidima u toku 2020. godine, koji su obuhvatali starost i pol pacijenta, rezultat toksikološko-hemijske analize i ishod trovanja. Podaci su obrađeni u Microsoft Excel programu.

Rezultati istraživanja i diskusija

U toku 2020.godine, obrađen je manji broj kliničkih slučajeva trovanja (222), u odnosu na prosek. Trovanja pesticidima su dokazana u 18 slučajeva (8.11%), a samo jedan slučaj je imao letalan ishod. Imajući u vidu, da su uključena trovanja iz različitih grupa pesticida, dobijeni rezultati su u skladu sa rezultatima Nacionalnog centra za kontrolu trovanja Srbije. Prema njihovim podacima, trovanja organofosfatnim pesticidima su zabeležena u 3% svih slučajeva (Vucinic i sar., 2018.).

U 10 slučajeva, pacijent je bio muškog pola, dok je u 8 slučajeva bio ženskog. Najstariji pacijent muškog pola je rođen 1941. godine, a najmlađi 2005. godine. Najstariji pacijent ženskog pola je rođen 1938. godine, a najmlađi 1969. godine. Samo su dva pacijenta bila mlađa od 40 godina, a od toga je bilo jedno dete. Ovi rezultati ukazuju da je ciljna grupa za edukaciju starije stanovništvo, kao i da nema značajne razlike u broju pacijenata različitog pola.

U jesenjim i zimskim mesecima (oktobar, novembar, decembar, januar, februar, mart) zabeležen je znatno manji broj slučajeva trovanja (5), u odnosu na

broj slučajeva u prolećnim i letnjim mesecima (13), jer su upotreba i kontakt sa pesticidima veći upravo u tom periodu.

U pet slučajeva su pored pesticida dokazane i druge supstance. Diazepam i nordazepam su dokazani u slučajevima trovanja organofosfatima, a u jednom slučaju je dokazan i atropin. Antidotska terapija trovanja ovim pesticidima uključuje primenu diazepama (sprečavanje konvulzija i mišićnih fascikulacija) i atropina (blokada holinergičkih efekata).

U dva slučaja su dokazani antidepresivi (sertralin, trazodon, citalopram, mirtazapin) i antiepileptici (karbamazepin i lamotrigin). Poznato je da postoji rizik da pacijenti sa dijagnozom depresije pokušaju samoubistvo, pa im treba ograničiti pristup visoko toksičnim supstancama, kao što su pesticidi (Park i sar., 2017.).

Kao materijal za analizu se koriste krv, urin i lavat (ispirak želuca). Poznavanje fizičko-hemijskih osobina i toksikokinetike pesticida, kao i brzi rezultati toksikoško-hemijske analize krvi, urina i lavata su esencijalni za pravilan tretman, predikciju i ishod trovanja pacijenta. Utvrđeno prisustvo pesticida u lavatu, a ne u krvi i urinu, ukazuje da je sprečena resorpcija i samim tim se ne očekuju sistemski toksični efekti i teška klinička slika. Obrnuto, ukoliko prisustvo nije dokazano u lavatu, a jeste u krvi, može se zaključiti da je pesticid u potpunosti resorbovan i da će ostvariti svoje toksično dejstvo (Dinis-Oliveira i sar., 2016.). U devet slučajeva su na analizu poslata sva tri uzorka, u osam su poslata krv i urin, a u samo jednom slučaju je analiziran samo uzorak krvi.

Organofosfati (malation, diazinon, dimetoat) su dokazani u devet slučajeva, odnosno u 50% slučajeva. Glifosat je dokazan u pet slučajeva, pendimetalin u dva, dok su metolahlor i piperonil-butoksid dokazani u po jednom slučaju.

Organofosfati su široko zastupljeni insekticidi, koji ireverzibiljno inhibiraju acetilholinesterazu. Trovanja organofosfatima su jedna od najčešćih urgentnih stanja tretiranih u centrima za kontrolu trovanja širom sveta (Banerjee i sar., 2012.).

Glifosat je najviše upotrebljavan neselektivni herbicid širom sveta (Tarazona i sar., 2017.). Mehanizmi toksičnosti formulacija glifosata su složeni. Trovanje ljudi ovim herbicidom nije posledica samo aktivnog sastojka, već složenih i promenljivih smeša. Eksperimentalne studije sugerišu da je toksičnost surfaktanta, polioksietilenamina, veća od toksičnosti samog glifosata i komercijalnih formulacija (Bradberry i sar., 2004.). Ovi podaci ukazuju na potrebu za ispitivanjem toksičnosti i pomoćnih supstanci i preparata u celini, zbog mogućih sinergističkih, aditivnih efekata. Internacionalna agencija za istraživanje karcinoma (IARC) je 2015. klasifikovala glifosat u kategoriju potencijalno karcinogenih supstanci (2A) (Mesnage i Antoniou, 2017.).

Pendimetalin je selektivni herbicid, dinitroanilinskog tipa, koji se svrstava u umereno toksične supstance (Klasa III), po EPA (Environmental Protection Agency) klasifikaciji. Zbog nedostatka opisanih slučajeva trovanja ovim pesticidom u literaturi, važno je zabeležiti svaki slučaj, u cilju dobijanja što više podataka o kliničkoj slici trovanja (Kumar i Verma, 2013.).

Metalohlor je selektivni herbicid, hloraacetanilidne strukture, blage toksičnosti. Podaci o akutnoj toksičnosti metalohlora i srodnih jedinjenja su ograničeni (alahlor, butahlor, propahlor) (Seok i sar., 2012.). Lo i saradnici (2008.) su prikazali 113 slučajeva trovanja, od čega su tri završena letalno zbog duboke hipotenzije i kome.

Piperonil-butoksid (PBO) nije pesticid, ali ispoljava jako sinergističko dejstvo sa piretroidnim pesticidima. Niske je ili vrlo niske toksičnosti kada se unese samostalno. Osmitz i saradnici su analizirali 17873 slučajeva trovanja preparatima koji su sadržali piretroide i PBO u period od 2001.do 2003.godine. U 717 slučajeva, zabeležena je umereno teška klinička slika trovanja, dok je 23 slučajeva završeno letalno. Odsustvo pesticida u uzorcima koji su analizirani se može objasniti bržim metabolisanjem aktivne supstance, a sporijim sinergista. Ipak, ovaj podatak može pravilno usmeriti kliničke toksikologe, jer je poznatno da se piperonil-butoksid prevashodno nalazi u preparatima sa piretroidima, tako da se očekuje klinička slika trovanja piretroidima.

Zaključak

Trovanja pesticidima su ozbiljan problem širom sveta, zbog hronične i akutne toksičnosti. Podaci o slučajevima trovanja na jugo-istoku Srbije ukazuju da je neophodna edukacija pre svega starijih osoba koje su u kontaktu sa o pravilnoj primeni pesticida i zaštitnim merama. Potrebno je raditi na razvoju novih klasa pesticida, sa smanjenom akutnom toksičnošću, koji su bezbedniji za primenu, ali sa zadržanom i povećanom potentnošću.

Literatura

- Banerjee I., Tripathi S., Roy A. S. (2012). Clinico-epidemiological characteristics of patients presenting with organophosphorus poisoning. *North American Journal of Medical Sciences*, 4(3), 147–150.
- Cha E. S., Chang S.-S., Gunnell D., Eddleston M., Khang Y.-H., Lee W. J. (2016). Impact of paraquat regulation on suicide in South Korea. In *International Journal of Epidemiology*. 45(2):470–479.
- De A., Bose R., Kumar A., Mozumdar, S. (2014). Targeted Delivery of Pesticides Using Biodegradable Polymeric Nanoparticles. In *SpringerBriefs in Molecular Science*. <https://doi.org/10.1007/978-81-322-1689-6>
- Dinis-Oliveira R. J., Vieira D. N., Magalhães T. (2016). Guidelines for Collection of Biological Samples for Clinical and Forensic Toxicological Analysis. *Forensic Sciences Research*, 1(1), 42:51.
- Global situation of pesticide management in agriculture and public health. Geneva: World Health Organization and Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Gunnell D., Eddleston M. (2003). Suicide by intentional ingestion of pesticides: a continuing tragedy in developing countries. *International Journal of Epidemiology*, 32(6):902–909.

- Gunnell D., Eddleston M., Phillips M. R., Konradsen F. (2007). The global distribution of fatal pesticide self-poisoning: Systematic review. *BMC Public Health*,7:357.
- Kumar A., Verma A. (2013). Emergence of new poisons: a case of pendimethalin poisoning from rural India. *Clinical Toxicology*, 51(5), 458–459.
- Lo Y.-C., Yang C.-C., Deng J.-F. (2008). Acute alachlor and butachlor herbicide poisoning. *Clinical Toxicology*, 46(8), 716–721.
- Mesnage R., Antoniou M. N. (2017). Facts and Fallacies in the Debate on Glyphosate Toxicity. *Frontiers in Public Health*, 5:316.
- Mew E. J., Padmanathan P., Konradsen F., Eddleston M., Chang S.-S., Phillips M. R., Gunnell D. (2017). The global burden of fatal self-poisoning with pesticides 2006-15: Systematic review. *Journal of Affective Disorders*,219:93–104.
- Osimitz T. G., Sommers N., Kingston R. (2009). Human exposure to insecticide products containing pyrethrins and piperonyl butoxide (2001-2003). *Food and Chemical Toxicology*, 47(7), 1406–1415.
- Park E.-H., Hong N., Jon D.-I., Hong H. J., Jung M. H. (2017). Past suicidal ideation as an independent risk factor for suicide behaviours in patients with depression. *International Journal of Psychiatry in Clinical Practice*, 21(1), 24–28.
- Seok S.-J., Choi S.-C., Gil H.-W., Yang J.-O., Lee E.-Y., Song H.-Y., Hong S.-Y. (2012). Acute oral poisoning due to chloracetanilide herbicides. *Journal of Korean Medical Science*, 27(2), 111–114.
- Sharma A., Kumar V., Shahzad B., Tanveer M., Sidhu G. P. S., Handa N., Kohli S. K., et al. (2019). Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem. *SN Applied Sciences*, 1(11).
- Vucinic S., Bokonjic D, Jokanovic M. (2018). Acute organophosphate poisoning: 17 years of experience of the National Poison Control Center in Serbia. *Toxicology*, 409, 73–79.
- Tarazona J. V., Court-Marques D., Tiramani M., Reich H., Pfeil R., Istace F., Crivellente F. (2017). Glyphosate toxicity and carcinogenicity: a review of the scientific basis of the European Union assessment and its differences with IARC. *Archives of Toxicology*, 91(8), 2723–2743.
- Yip, P. S. F., Caine, E., Yousuf, S., Chang, S.-S., Wu, K. C.-C., Chen, Y.-Y. (2012). Means restriction for suicide prevention. In *The Lancet* 379(9834):2393–2399).
- Zhang, W. (2018) Global pesticide use: profile, trend, cost/benefit and more. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, 8(1): 1-27.

TOXICOLOGICAL REPORT ON PESTICIDE POISONING IN THE SOUTHEASTERN REGION OF SERBIA DURING 2020

Emilija Kostić¹, Maja Vujović^{1,2}

Abstract

Pesticides are substances widely used in agriculture, which are the cause of acute poisoning in a significant percentage worldwide. The aim of this paper is to analyze cases of pesticide poisoning during 2020, according to the data of the Toxicology Laboratory of the Institute of Forensic Medicine in Nis. Pesticide poisoning has been proven in 18 cases (8.11% of all cases). Organophosphate pesticides were detected in nine cases, glyphosate in five, pendimethalin in two, while metolachlor and piperonyl butoxide were detected in one case each. Data on cases of poisoning indicate that education on the proper use of pesticides is necessary in order to reduce the number of acute and chronic poisonings.

Key words: pesticides, poisoning, south-east Serbia

¹University of Niš, Faculty of Medicine Niš, Zoran Djindjic Boulevard 81, Serbia
(name.lastname@kg.ac.rs)

²Institute of Forensic Medicine Niš, Zoran Djindjic Boulevard 81, 18000 Nis, Serbia

POTENCIJAL BIOAKUMULACIJE I TRANSLOKACIJE METALA KOD VRSTE *ACHILLEA MILLEFOLIUM* SA RAZLICITIH LOKALITETA

Gorica Đelić¹, Zoran Simić¹, Snežana Branković¹, Milan Stanković¹, Milica Pavlović¹, Tatjana Jakšić², Predrag Vasić²

Izvod: *Achillea millefolium* L. ima veliku upotrebnu vrednost kao lekovita biljka i uključena je u nacionalne farmakopeje mnogih evropskih zemalja. Cilj istaživanja je da se utvrdi potencijal usvajanja teških metala i intraspecijske razlike između jedinki vrste *Achillea millefolium* sa različitih lokaliteta, a na osnovu usvojenih količina teških metala, njihove distribucije u biljnim organima i faktora obogaćivanja. Rezultati su pokazali da biljke koje rastu na zemljištu bogatom teškim metalima (jalovište) usvajaju znatno veće količine metala u odnosu na biljke sa lokaliteta Ovčarsko-kablarske klisure (nezagadjeno zemljište).

Ključne reči: *Achillea millefolium* L., metali, usvajanje, translokacija

Uvod

Upotreba biljaka u terapijske svrhe ima dugu i kontinuiranu tradiciju kod ljudi na svim kontinentima. Kao prirodni lekovi smatraju se sigurnijim za zdravlje ljudi od sintetičkih, jer njihova upotreba najčešće nije praćena neželjenim efektima. Međutim, zbog usvajanja metala iz zemljišta, biljni materijal može sadržati znatne količine istih. S obzirom da teški metali imaju kumulativno dejstvo zbog čega su i u malim količinama toksični za žive organizme neophodno je odrediti nivo metala u bilju koje se koristi u medicinske svrhe. Svetska zdravstvena organizacija (WHO) utvrdila je maksimalne granične koncentracije ovih elemenata u cilju osiguranja sigurne upotrebe biljaka (World Health Organization, 1994.). Teški metali su među najštetnijim zagađivačima sredine i otuda su predmet brojnih istraživanja (Đelić i sar 2016., Stanković i sar 2010.).

Achillea millefolium L. je kosmopolitska vrsta koja ima veliku upotrebnu vrednost kao lekovita biljka. Lekovita svojstva *A. millefolium* su svetski priznata i biljka je uključena u nacionalne farmakopeje zemalja kao što su Nemačka, Češka, Francuska i Švajcarska. Odlikuje se visokim sadržajem fenola i flavonoida (Ayoobi i sar. 2017.). Bogata je esencijalnim uljima (Pljevljakušić i sar., 2017.). Brojna istraživanja hajdučke trave u *in vitro* i *in vivo* uslovima pokazala su da *Achillea millefolium* L ima antiinflamatorno, antiulkusno, antikancerogeno (Ali i sar., 2017.) i antimikrobno dejstvo. Etnobotanička istraživanja pokazuju da se primenjuje u lečenju bolesti respiratornih organa, otklanja probleme vezane za anoreksiju, digestivni sistem, pomaže kod prekomernog krvarenja...

¹Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet Kragujevac, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Srbija (gorica.djelic@pmf.kg.ac.rs);

²Univerzitet u Prištini, Prirodno-matematički fakultet, Kosovska Mitrovica

Materijal i metode rada

Biljni material *A. millefolium* i zemljište prikupljeni su sa lokaliteta Ovčarsko-kablarske klisure (OKK) i sa lokaliteta kod Kosovske Mitrovice (jalovište). Zemljište je uzorkovano na mestima sa kojih je prikupljen i biljni materijal, u blizini korenovog sistema biljaka na dubini od 1 do 10 cm. Sakupljeni biljni materijal i uzorkovana zemljišta sušeni su prirodno u hladu a zatim su samleveni. Biljni materijal je podvrgnut mokroj digestiji. Razaranje zemljišta je vršeno azotnom i perhlornom kiselinom. (Mickovski-Stefanović, 2012.). U zemljištu i uzorcima nadzemnih i podzemnih biljnih organa, izvršeno je laboratorijsko određivanje sadržaja Mn, Ni, Fe, Cu, Zn, Cr, Ca, Mg na atomskom spektrofotometru (Perkin Elmer 3300), principom atomsko-apsorpcione plamene fotometrije, na Prirodno-matematičkom fakultetu u Kragujevcu. Svaki uzorak je očitao u pet ponavljanja, nakon čega je izračunata srednja vrednost. Koncentracije metala u biljnom materijalu i zemljištu izražene su u mg kg^{-1} suve materije. Biokoncentracioni faktor (BCF) korišćen je za utvđivanje akumulacije metala iz zemljišta u koren, a računa se kao odnos koncentracije metala u korenu i koncentracije u zemljištu. Za analizu translokacije metala iz korena u nadzemne delove biljke korišćen je translokacioni faktor (TF) koji predstavlja odnos koncentracije metala u nadzemnom organu i njegove koncentracije u korenu (Gupta i sar., 2008.). Akumulacija postoji ukoliko je $\text{BCF} > 1$ a efikasna translokacija metala se odvija kada je $\text{TF} > 1$. Faktor obogaćenja (EF) izračunat (Alagić i sar., 2019) je po formuli $\text{EF biljke} = \text{Cx zagađeno} / \text{Cx kontrolno}$, gde su: Cx – koncentracija metala ili metaloida u biljnom uzorku ili zemljištu na zagađenom i kontrolnom području ($\mu\text{g/g sm}$). Kontrolno zemljište je ono koje je uzeto sa lokaliteta Ovčarsko-kablarske klisure.

Rezultati istraživanja i diskusija

Rezultati istraživanja pokazuju da na osnovu konstatovane količine u zemljištu sa jalovišta lokaliteta Kosovska Mitovica (Tabela 1) ispitivane elemente možemo da poređamo u niz: $\text{Fe} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{Mn} > \text{Pb} > \text{Cr} > \text{Ni} > \text{Zn} > \text{Cu}$ a u zemljištu sa lokaliteta Ovčarsko-kablarske klisure u niz $\text{Fe} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{Cr} > \text{Mn} > \text{Ni} > \text{Zn} > \text{Pb} > \text{Cu}$ (Tabela 2.) Zemljište sa jalovišta sadrži mnogo veće količine Pb (čak 26 puta više), Fe, Mn, Cu, Zn, Ni nego zemljište iz Ovčarsko-kablarske klisure (Tabela 1, Tabela 2). Količine Cu, Zn, Cr, Ni i Pb u zemljištu sa jalovišta su u okviru remedijacionih vrednosti. Remedijacione koncentracije metala i metaloida u zemljištu (Uredba br 30/2018 i 64/2019) su za Cu 36-190 mg kg^{-1} , za Zn od 140-720 mg kg^{-1} , za Cr od 100-380 mg kg^{-1} , za Ni 35-180 mg kg^{-1} i za Pb 85-530 mg kg^{-1} . Osnovne funkcije zemljišta u kome se konstatuju količine metala i metaloida u okviru granica remedijacionih vrednosti ozbiljno su narušene pa se moraju primeniti remedijacione mere u cilju vraćanja kvaliteta zemljišta.

Tabela 1. Sadržaj ispitivanih metala [mg kg^{-1}] u vrsti *A. millefolium* sa lokaliteta Kosovska Mitrovica¹

Table 1. The content of investigated metals [mg kg^{-1}] in species *A. millefolium* from Kosovska Mitrovica

metal	Zemljište/soil		Stablo i list/ herb	Cvast inflorescence
		Koren /root		
Mn	2685.58±16.06	164.12±0.81	71.68±0.91	61.08±0.48
Fe	77363.08±682.37	3274.54±34.36	766.94±3.24	162.1±0.62
Cu	113.88±0.8	11.42±0.31	8.8±0.014	11.38±0.27
Zn	176.24±0.78	46.76±0.57	52.44±0.71	56.52±0.58
Cr	453.36±1.36	36.42±0.44	8.83±0.031	1.86±0.02
Ni	199±0.97	50.72±0.47	36.42±0.39	31.22±0.36
Mg	4540.54±23.4	6477.3±28.81	1896.98±42.01	4354.18±35.45
Ca	3649.76±31.20	15391.96±82.14	9266.74±24.97	9147.92±34.69
Pb	873.66±2.057	36.26±0.42	17.16±0.29	<LOD

¹srednja vrednost (n=5) ± standardna devijacija [mg kg^{-1}]

Tabela 2. Sadržaj ispitivanih metala [mg kg^{-1}] u vrsti *A. millefolium* sa lokaliteta Ovčarsko-kablarske klisure¹

Table 2. The content of investigated metals [mg kg^{-1}] in species *A. millefolium* from Ovcarska-Kablar gorge

metal	Zemljište/soil		Stablo i list/ herb	Cvast inflorescence
		Koren /root		
Mn	429,2±5,27	30.04±1.7	12,88±0.5	8,58±0.01
Fe	42127,8±52,31	2106,39±30.51	1685,11±7.46	84,25±0.32
Cu	29,6±0,40	6.75±0.12	1,48±0.002	2,8±0.001
Zn	52,2±0,51	36.71±0.59	37,7±0.36	39,7±0.17
Cr	613,3±6,47	24,53±0.67	18,4±0.81	2,45±0.005
Ni	89,5±0,69	26,85±0.55	20,01±0.24	13,42±0.2
Mg	27824,7±186,54	2504,1±14.02	1391,2±18.41	1669,4±10.11
Ca	6722,3±16,67	2318,0±71.23	2019,69±6.16	4705,6±24.01
Pb	33,5±0,49	3,95±0.21	0,7±0.008	<LOD

¹srednja vrednost (n=5) ± standardna devijacija [mg kg^{-1}]

Biljke sa jalovišta usvajaju sve ispitivane metale u većim količinama u odnosu na biljke sa lokaliteta OKK (Tabela 1., Tabela 2). Sadržaj Mn u biljkama sa jalovišta kreće se od 61,08 (cvast) do 164,1 mg kg^{-1} a u biljkama sa lokaliteta OKK 8,58 (cvast) do 30,04 mg kg^{-1} što je kod biljaka sa oba lokaliteta u okviru prosečnog sadržaja (50-250 mg kg^{-1}) u biljkama. Međutim količine Ni, Fe, Cu, Cr, Pb u biljkama sa oba lokaliteta su veće od prosečnog sadržaja u biljkama koji se navode u literaturi. Koren je biljni organ *A. millefolium* koji sadrži najveće količine Mn, Fe, Cu, Cr, Ni, Mg, Ca, Pb dok je u cvasti najveća količina Zn kod biljaka sa oba lokaliteta.

Biokoncentracioni faktor (BCF) je veći od 1 za Ca kod biljaka sa oba lokaliteta s tim što biljke sa jalovišta imaju 4 puta veći BCF od biljaka sa lokaliteta OKK (Tabela 3). Koren biljaka sa jalovišta usvaja tri puta veće količine Mg nego koren biljaka sa lokaliteta OKK. BCF je veći od 1 kod biljaka sa jalovišta dok je kod biljaka sa lokaliteta OKK 0.9. Vrednosti BCF za ostale metale su ispod 1 i približne su tako da možemo reći da ne postoje interspecijske razlike između biljaka različitih lokaliteta za Mn, Fe, Cu, Cr, Ni, Pb. Dobijeni rezultati za BCF pokazuju da vrsta *A. millefolium* ima sposobnost akumuliranja Ca i Mg u korenu.

Tabela 3. Biokoncentracioni (BCF), i Translokacioni factor (TF) vrste *A. millefolium*
Table 3. Bioconcentration factor (BCF) and Translocation factor (TF) of species *A. millefolium*

Metal/ metals	Biokoncentracioni faktor/Bioconcentration factor BCF		Translokacioni faktor/ Translocation factor zeljasti deo/herb		Translokacioni faktor/ Translocation factor Cvast/ inflorescence	
	OKK	K. Mitrovica	OKK	K. Mitrovica	OKK	K. Mitrovica
Mn	0.07	0.06	0.42	0.44	0.28	0.37
Fe	0.05	0.04	0.8	0.23	0.04	0.05
Cu	0.22	0.1	0.22	0.77	0.9	1*
Zn	0.7	0.26	1.03*	1.12*	1.08*	1.21
Cr	0.03	0.08	0.75	0.24	0.1	0.05
Ni	0.23	0.25	0.75	0.71	0.5	0.61
Mg	0.9	1.42*	0.55	0.29	0.64	0.67
Ca	1.08*	4.21*	0.88	0.6	0.64	0.59
Pb	0.12	0.003	0.17	0.47	/	/

Efikasna translokacija utvrđena je za Zn iz korena u stablo i u cvasti kod biljaka sa oba lokaliteta (Tabela 3). Kod biljaka sa jalovišta konstatovana je translokacija Cu iz korena u cvast (TF=1). S obzirom da su vrednosti za TF za ostale ispitivane metale manje od 1 možemo konstatovati da je karakteristika vrste *A. millefolium* da se Zn i Cu premeštaju od korena ka nadzemnim organima gde se akumuliraju.

Faktor obogaćivanja (Tabela 4) smo koristili radi procene stepena zagađenja zemljišta i biljnih organa. Vrednost EF od 2 ukazuje da postoji antropogeno zagađenje ali nije alarmantno, umereno zagađenje postoji ako je EF = 2 - 5; značajno zagađenje je ako je EF= 5 - 20; vrlo veliko zagađenje je ako je EF = 20 - 40; i izuzetno veliko zagađenje je kada je EF> 40 (Alagić i sar 2019). Zemljišni EF pokazali su vrlo veliko zagađenje olovom, značajno zagađenje manganom, umereno zagađenje bakrom, cinkom i niklom. Vrednosti za EF korena i nadzemnog dela ukazuju na značajno zagađenje olovom i manganom. Kod cvasti postoji značajno zagađenje manganom i umereno zagađenje niklom.

Vrste jedinke *A. millefolium* mogu da rastu i na zemljištu koje sadrži metale u količinama koje su u okviru remedijacionih vrednosti. Na osnovu usvojenih i akumuliranih količina ispitivane metale kod biljaka prikupljenih sa jalovišta možemo

da poredamo u niz $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Fe} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{Ni} > \text{Pb} > \text{Cr}$ a kod biljaka sa nezagađenog zemljišta (OKK) u niz $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Fe} > \text{Zn} > \text{Mn} > \text{Ni} > \text{Cr} > \text{Pb}$.

Tabela 4. Faktor obogaćivanja

Table 4. Enrichment factor

Factor obogaćivanja/ Enrichment factor				
metal	zemljište	koren	zelj. deo	cvast
	Soil	Root	herb	inflorescence
Mn	6,25	5,46	5,56	7,11
Fe	1,83	1,55	0,45	1,92
Cu	3,84	1,69	5,94	1,86
Zn	3,37	1,27	1,39	1,42
Cr	0,73	1,48	0,47	0,75
Ni	2,22	1,88	1,82	2,32
Mg	0,16	0,24	1,36	0,26
Ca	0,54	2,01	4,58	1,94
Pb	26,07	9,17	24,5	/

Zaključak

Na osnovu rezultata istraživanja možemo zaključiti da se u korenu *A. millefolium* akumulira većina ispitivanih metala osim Zn i Cu kojih najviše ima u cvasti. Biljke koje rastu na zemljištu bogatom teškim metalima (jalovište) usvajaju znatno veće količine metala u odnosu na biljke sa lokaliteta Ovčarsko-kablarske klisure. Vrednosti faktora obogaćivanja pokazuju da postoji značajno zagađenje biljnih organa pa biljke hajdučke trave sa zemljišta zagađenih teškim metalima ne treba koristiti u medicinske i farmakološke svrhe.

Literatura

- Alagić S., Tošić S., Nikolić M., Milić S., Papludis A., Stević Z. (2019). Biomonitoring mangana u regionu Bora (istočna Srbija) na bazi sadržaja u uzorcima lišća, korenja i zemljišta divlje kupine. Zbornik Međunarodne konferencije o obnovljivim izvorima električne energije – MKOIEE, [S.l.], v. 7, n. 1, p. 55-60.
- Ali S., Gopalakrishnan B, Venkatesalu V, (2017). Pharmacognosy, Phytochemistry and Pharmacological Properties of *Achillea millefolium* L. A Review, *Phytother Res* 31(8):1140-1161.
- Ayoobi F, Shamsizadeh A, Fatemi I, Vakilian A, Allahtavakoli M, Hassanshahi G, Moghadam-Ahmadi A (2017). Bio-effectiveness of the main flavonoids of *Achillea millefolium* in the pathophysiology of neurodegenerative disorders- a review. *Iran J Basic Med Sci.* 20(6): 604–612.
- Djelic G., Krstic D., Stajic M.J., Milenkovic B., Topuzovic M., Nikezic D., Vucic D., Zeremski T., Stankovic M., Kostic, D. (2016): *Transfer factors of natural radionuclides and 137Cs from soil to plants used in traditional medicine in central Serbia*, *Journal of Environmental Radioactivity*, 158-159:81.

- Gupta S., Nayek S., Saha R. N., Satpati S. (2008). Assessment of heavy metal accumulation in macrophyte, agricultural soil and crop plants adjacent to discharge zone of sponge iron factory. *Environ. Geol.*, 55, 731–739.
- Mickovski Stefanović V. (2012). Uticaj genotipa i lokaliteta na dinamiku akumulacije teških metala u vegetativnim organima pšenice - Doktorska disertacija – Beograd, pp 94.
- Pljevljakušić D., Ristić M., Šavikin K. (2017) Screening of yarrow(*Achillea millefolium* Agg.) populations in Serbia for yield components and essential oil composition, *Lekovite sirovine* vol. 37, 1-7.
- Stanković M, Topuzović M, Marković A, Pavlović D, Đelić G, Bojović B, Branković S. (2010) Influence of Zinc (Zn) on germination of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Biotechnology and Biotechnological Equipment* 24(2), 236–239.
- Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih, štetnih I opasnih materija u zemljištu, Sl. Glasnik br 30/2018 I 64/2019.
- World Health Organization (1994). IPCS Environmental Health Criteria 170; Assessing human health risk of chemicals: Derivation of guidance values for health-based exposure limits. Geneva).

POTENTIAL OF BIOACCUMULATION AND TRANSLOCATION OF METALS IN *ACHILLEA MILEFOLIUM* FROM DIFFERENT SITES

Gorica Đelić¹, Zoran Simić¹, Snežana Branković¹, Milan Stanković¹, Milica Pavlović¹, Tatjana Jakšić², Predrag Vasić²

Abstract

Achillea millefolium L. has a great value as medicinal plant. The aim of the research is to determine the uptake potential for heavy metals and the intraspecific difference between unique species of *A. millefolium* from different localities based on the heavy metals uptake, their distribution in plant organs and enrichment factors. The results showed that plants growing on soil rich in heavy metals (tailings) absorb significantly higher amounts of metals compared to plants from the Ovčar-Kablar gorge (non-contaminated soil).

Key words: *Achillea millefolium* L., metals, adoption, translocation

¹University of Kragujevac, Faculty of Science Kragujevac, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Serbia (gorica.djelic@pmf.kg.ac.rs);

²University of Priština, Faculty of Science, Kosovska Mitrovica

ALERGENE BILJKE NA TERITORIJI GRADA KRAGUJEVCA

Gorica Đelić¹, Milan Stanković¹¹, Biljana Bojović¹, Milica Pavlović¹

Izvod: U radu je prikazana kvantitativno-kvalitativna zastupljenost alergeničkih biljaka na području urbane sredine grada Kragujevca. Ekološke karakteristike ovih biljaka prikazane su u vidu ekoloških indeksa i životnih formi. Rezultati istraživanja pokazuju da na istraživanom području, od ukupno konstatovanih 78 alergeničkih biljnih vrsta, 50% su parkovske drvenaste biljke. Floristička analiza pokazuje da su alergene biljke iz 19 familija.

Ključne reči: polinacija, alergene biljke, Kragujevac

Uvod

Prema procenama Svetske zdravstvene organizacije, od svih alergena koji se nalaze u vazduhu u vidu polenovog praha, 20% ljudske populacije ispoljava alergijske manifestacije. Alergene biljke su anemofilne i proizvode veliku količinu polena (Nestorovic et al., 2015). Za alergena svojstva polena odgovorna su hemijska jedinjenja koja se nalaze na površini, ali i u unutrašnjosti samog polenovog zrna. Ova jedinjenja predstavljaju biološki aktivne supstance koje se rastvaraju na sluznicama organa sa kojima dolaze u kontakt, što pokreće delovanje imunog sistema čoveka.

Na području Srbije, u toku godine, maksimalan nivo polena u vazduhu konstatuje se u rano proleće (kada cveta drveće i žbunje), u toku leta (kada cvetaju uglavnom trave) i krajem leta i početkom jeseni kada cvetaju korovi (Nestorovic et al., 2015).

Veliki broj alergeničkih biljaka su korovske vrste. Zbog toga, osim na zdravlje ljudi, ove biljne vrste utiču i na smanjenje produktivnosti u agroekosistemima, pa su kao takve, štetne i sa ekonomskog aspekta. Takođe, alergene biljke proizvode sekundarne metabolite koji inhibiraju rastenje i razvije drugih biljnih vrsta, a posredno mogu uticati i na protok hranljivih materija u jednom ekosistemu, na odnose između članova jedne biocenoze, pa samim tim i na stabilnost ekosistema.

Pregledom dostupne literature, utvrđeno je da za područje grada Kragujevca ne postoje sistematski podaci o postojanju i broju alergeničkih biljnih vrsta. Zbog toga je cilj ovog istraživanja utvrđivanje kvantitativno-kvalitativnog sastava alergeničkih biljaka u gradu i njegovoj široj okolini, upotpunjavanje spiska flore grada Kragujevca i predlog mera za njihovu kontrolu i suzbijanje.

Opšte karakteristike istraživanog područja. Kragujevac predstavlja centralni deo Šumadije, nalazi se na 44°02' severne geografske širine i 22°50' istočne geografske dužine. Kragujevačku kotlinu okružuju ogranci Crnog vrha, Gledičkih

¹Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet Kragujevac, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Srbija

planina i Rudnika. Sliv reke Lepenice čini ravničarski deo kotline. Čitavo područje Šumadije otvoreno je prema Panonskoj niziji (Veljović, 1967; Marković, 2007). Kragujevačka kotlina zauzima površinu od 452 km², što čini 7,4% ukupne površine Šumadije. Najviša tačka se nalazi na 895 m, a najniža na 130 m nadmorske visine (Pavlović-Muratspahić et al., 2010).

Geološki sastav okoline Kragujevca je raznovrstan, a čine ga kristalasti škriljci (Crni vrh koji pripada staroj rodopskoj masi), mezozojski sedimenti (ogranci Rudnika) i kretacejski sedimenti (Gledičke planine). Ravničarski deo čine neogeni sedimenti (Veljović, 1967). Smonica je osnovni tip zemljišta na teritoriji Kragujevca. Evolucija ovog zemljišta dovela je do toga da je vrlo malo zastupljena tipična smonica, ali je prisutna ogajnjačena smonica, erodirana smonica i smonica u opodzoljavanju. Na većim nadmorskim visinama (700 m n.v.) razvijena je tipična gajnjača, ali i gajnjača u opodzoljavanju. Aluvijalno zemljište zastupljeno je oko rečne mreže Lepenice (Veljović, 1967).

Kragujevac se nalazi u zoni umereno-kontinentalne klime. Međutim, izražen je uticaj kontinentalne klime s obzirom da je oblast Šumadije otvorena prema Panonskoj niziji. Planinski masivi koji su na jugu i jugozapadu ovog područja utiču da oslabi uticaj maritimne klima (Veljović, 1967).

Materijal i metode rada

Terenska istraživanja alergene flore na teritoriji grada Kragujevca, vršena su u 4 gradske opštine (Aerodrom, Pivara, Stanovo, Stari Grad). Ekološki indeksi i životne forme biljaka za svaku utvrđenu vrstu dati su prema Kojiću (Kojić i sar., 1997). Determinacija alergeni biljaka vršena je uz pomoć standardnih ključeva za determinaciju biljaka: (Javorka and Csapody 1979), Flora Republike Srbije (Josifović, 1970-1977) i Flora Evrope (Tutin, 1964). Herbarski materijal izrađen u toku istraživanja nalazi se u Herbarijumu Instituta za biologiju i ekologiju Prirodno-matematičkog fakulteta, Univerziteta u Kragujevcu.

Rezultati istraživanja i diskusija

Rezultati florističkih istraživanja na teritoriji grada Kragujevca ukazuju na prisustvo 78 alergeni biljnih vrsta (Tab. 1).

Floristička analiza pokazuje da alergene biljke pripadaju razdelu golosemenica i skrivenosemenica. Predstavnici golosemenica (9 vrsta iz fam. Pinaceae, 4 iz fam. Cupressaceae i 1 vrsta iz fam. Taxodiaceae) su sađene vrste (u parkovima, dvorištima). Alergijski potencijal ovih vrsta je relativno nizak. Početak pojavljivanja polena zavisi od vrste: kod vrsta *Larix decidua*, *Chamaecyparis lawsoniana* i *Taxodium distichum* – polen se oslobađa u mesecu martu; kod *Pseudotsuga menziesii*, *Picea excelsa*, *Pinus silvestris*, *Pinus strobus*, *Thuja orientalis*, *Juniperus communis*, *Juniperus sabina* – u aprilu, a kod *Abies concolor*, *Abies alba*, *Pinus silvestris* – u maju.

Predstavnici skrivenosemenica su iz klase dikotila – Magnoliopsida i monokotila – Liliopsida. Dikotiledone biljke su u formi: drveća (39 vrsta); žbunova (2 vrste) i zeljastih biljaka (37 vrsta). Najveći broj konstatovanih vrsta pripada porodicama: Poaceae (16), Pinaceae (9), Asteraceae (8), Polygonaceae (6), Betulaceae (5), Cupressaceae (4), Oleaceae (4). Najmanji broj vrsta (po jedna vrsta) pripada porodicama Taxodiaceae, Moraceae, Hyppocastanaceae, Jungladaceae, Amaranthaceae, Plantaginaceae. Evidentirane alergene biljne vrste karakterišu sledeće životne forme: fanerofite (50%), hemikriptofite (24%), terofite (18%), zeljaste hamefite (4%) i nanofanerofite (3%), dok su geofite najmanje zastupljene (1%).

U odnosu na vlažnost kao ekološki faktor, na ispitivanom lokalitetu u najvećem broju zastupljene su biljke koje rastu na umereno-vlažnim staništima, ali mogu uspevati na nešto suvljim terenima (submezofite).

Produkcija polena drveća iz razdela skrivenosemenica počinje ranije u odnosu na golosemenice, tako da polinacija crne jove, leske i medvede leske počinje od februara; breze, bresta, bele vrbe, platana, ive i crne topole od marta; graba, gorskog jasena, crnog jasena, lužnjaka i cera od aprila; bagrema, gledičije, javora, mleča, divljeg kestena od maja; lipe od juna i kedra od avgusta.

Izuzetno visok alergeni potencijal konstatovan je kod polena breza, trava, ambrozije i pelina, dok jova, leska i jasen ispoljavaju visok alergeni potencijal. S obzirom da kod ovih vrsta polinacija počinje od meseca februara, kod ljudi se javljaju alergijske manifestacije koje se često pogrešno zamene virusnim infekcijama karakterističnim za to doba godine. Umereno do visok alergeni potencijal zabeležen je kod polena platana, pitomog kestena, kaline, kiselice, tise i čempresa. Nizak do umeren alergeni potencijal je karakterističan za polen divljeg kestena i topole, a od zeljastih biljaka, za polen bokvice i lobode. Nizak potencijal je odlika polena vrba i topola, a vrlo nizak je konstatovan kod četinara (bor, jela).

Tabela 1. Alergene biljke

Table 1. Allergenic plants

<i>Biljne vrste/ Plant species</i>	ŽF	V	K	N	S	T	<i>Biljne vrste/ Plant species</i>	ŽF	V	K	N	S	T
fam. Pinaceae							<i>Castanea sativa</i> Mill	<i>p</i>	3	2	2	3	4
<i>Abies concolor</i> Lindl. et Gor	<i>p</i>	3	3	3	1	2	fam. Fagaceae.						
<i>Abies alba</i> Mill.	<i>p</i>	3	3	3	1	2	<i>Quercus robur</i> L.	<i>p</i>	3	3	3	3	4
<i>Cedrus libani</i> (Trew.) Laws	<i>p</i>	3	2	3	4	3	<i>Quercus cerris</i> L.	<i>p</i>	2	3	2	4	4
<i>Larix decidua</i> Mill.	<i>p</i>	2	3	4	4	2	<i>Castanea sativa</i> Mill	<i>p</i>	3	2	2	3	4
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco	<i>p</i>	3	2	3	4	3	fam. Hyppocastanaceae						
<i>Picea excelsa</i> DC.	<i>p</i>	3	3	3	1	2	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	<i>p</i>	3	2	3	3	4
<i>Pinus nigra</i> Arn	<i>p</i>	2	4	2	4	4	fam. Jungladaceae						

<i>Pinus sylvestris</i> L.	<i>p</i>	3	3	2	4	3	<i>Juglans regia</i> L.	<i>p</i>	3	4	3	3	4
<i>Pinus strobus</i> L.	<i>p</i>	3	3	2	4	3	fam. Amaranthaceae						
fam. Cupressaceae							<i>Amarantus retroflexus</i> L.	<i>t</i>	3	2	4	4	4
<i>Juniperus communis</i> L.	<i>p</i>	2	3	2	4	3	fam. Chenopodiaceae						
<i>Juniperus sabina</i> L.	<i>np</i>	2	2	2	4	4	<i>Atriplex hastata</i> L.	<i>t</i>	3	3	4	5	2
<i>Thuja orientalis</i> L.	<i>p</i>	1	3	3	4	4	<i>Chenopodium album</i> L.	<i>t</i>	2	3	4	3	3
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (Murr.) Parl	<i>p</i>	2	3	3	4	3	fam. Urticaceae						
fam. Taxodiaceae							<i>Parietaria officinalis</i> L.	<i>h</i>	3	4	4	3	4
<i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich	<i>p</i>	5	2	3	4	3	<i>Urtica dioica</i> L.	<i>h</i>	3	3	5	3	3
fam. Plantaginaceae							fam. Asteraceae						
<i>Platanus x hybrida</i> Brot	<i>p</i>	4	3	3	4	3	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	<i>t</i>	2	3	3	4	4
fam. Betulaceae							<i>Artemisia absinthium</i> L.	<i>zc</i>	2	3	4	5	4
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn	<i>p</i>	5	3	3	3	3	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	<i>zc</i>	3	3	4	4	3
<i>Betula pendula</i> Roth	<i>p</i>	3	3	2	4	3	<i>Iva xanthifolia</i> Nutt	<i>t</i>	2	3	3	3	3
<i>Corylus avellana</i> L.	<i>p</i>	3	3	3	3	3	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	<i>t</i>	3	3	3	4	4
<i>Corylus colurna</i> L.	<i>p</i>	3	3	3	3	4	<i>Tanacetum vulgare</i> L.	<i>h</i>	3	3	3	4	3
<i>Carpinus betulus</i> L.	<i>p</i>	3	3	3	2	4	<i>Taraxacum officinale</i> Web.	<i>h</i>	3	3	4	4	3
fam. Ulmaceae							<i>Xanthium italicum</i> Mor.	<i>t</i>	3	3	4	4	5
<i>Ulmus carpinifolia</i> Gled	<i>p</i>	3	4	3	3	4	fam. Plantaginacea						
fam. Salicaceae							<i>Plantago major</i> L.	<i>h</i>	3	3	3	4	3
<i>Salix alba</i> L.	<i>P</i>	4	4	4	3	3	fam. Polygonaceae						
<i>Salix caprea</i> L.	<i>p</i>	5	2	2	4	3	<i>Bilderdykia convolvulus</i> (L.) Dum	<i>t</i>	3	3	3	3	3
<i>Populus nigra</i> L.	<i>p</i>	4	4	4	3	4	<i>Polygonum aviculare</i> L.	<i>t</i>	3	3	4	4	3
fam. fTiliaceae							<i>Reynoutria japonica</i> Houtt.						
<i>Tilia tomentosa</i>	<i>P</i>	3	4	2	4	4	<i>Rumex acetosa</i> L.	<i>h</i>	3	3	3	4	3
<i>Tilia cordata</i>	<i>P</i>	3	3	3	2	3	<i>Rumex crispus</i> L.	<i>h</i>	3	3	3	4	3
<i>Tilia platiphyllos</i>	<i>p</i>	3	3	3	2	4	<i>Rumex obtusifolius</i> L.	<i>h</i>	3	3	4	4	3
<i>Morus nigra</i> L.	<i>p</i>	2	3	2		4	fam. Poaceae						
fam. Fabaceae							<i>Agrostis alba</i> L.	<i>h</i>	4	3	3	4	3
<i>Gleditschia triacanthos</i> L.	<i>p</i>	3	3	4	3	4	<i>Alopecurus pratensis</i> L.	<i>h</i>	3	3	4	3	3

<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	p	2	3	4	3	4	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	h	3	2	3	4	3
<i>Trifolium pratense</i> L.	h	3	3	3	3	3	<i>Avena pratensis</i> L.	h	2	3	1	3	3
fam. Oleaceae							<i>Bromus sterilis</i> L.	t	2	3	4	3	3
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	p	3	4	4	3	3	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers	g	2	3	3	4	5
<i>Fraxinus ornus</i> L.	p	2	4	2	3	4	<i>Dactylis glomerata</i> L.	h	3	3	4	3	3
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	np	3	4	2	3	4	<i>Holcus lanatus</i> L.	h	3	3	3	4	3
<i>Syringa vulgaris</i> L.	np	3	3	2	3	5	<i>Hordeum murinum</i> L.	t	2	3	4	4	4
fam. Aceraceae							<i>Humulus lupulus</i> L.	h	4	3	4	3	3
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	p	3	3	3	2	3	<i>Lolium perenne</i> L.	h	3	3	4	4	3
<i>Acer negundo</i> L.	p	3	3	3	3	4	<i>Phleum pratense</i> L.	h	3	3	3	3	3
<i>Acer platanoides</i> L.	p	3	3	3	2	3	<i>Poa pratensis</i> L.	h	3	3	3	3	3
fam. Fagaceae							<i>Secale sylvestre</i> Host	t	2	4	1	4	4
<i>Quercus robur</i> L.	p	3	3	3	3	4	<i>Triticum aestivum</i> L.	t	3	3	3	5	4
<i>Quercus cerris</i> L.	p	2	3	2	4	4	<i>Zea mays</i> L.	t	3	3	3	5	4

ŽF – životna forma; V – vlažnost; K – kiselost; N – količina azota; S – svetlost; T – temperatura; p – fanerofite, np – nanofanerofite; h – hemikriptofite; t – terofite; zc – zeljaste hamefite;

Zaključak

Analiza alergenih biljaka na teritoriji grada Kragujevca ukazuje na prisustvo 78 alergenih vrsta, od čega je najviše drvenastih formi koje su uglavnom gajene dekorativne vrste zastupljene u parkovima ili drvodredima. Izuzetno visok alergeni potencijal konstatovan je kod breza, ambrozije i pelina. Dobijeni rezultati ukazuju na neophodnost praćenja procesa polinacije, posebno kod biljaka koje proizvode jakе alergene. Drvenaste biljke sa visokim alergenim potencijalom ne bi trebalo saditi u gradskim sredinama, dok zeljaste treba uništavati.

Napomena

Rezultati rada predstavljaju deo istraživanja na projektu "Alergene biljke grada Kragujevca" Srpskog biološkog društva "Stevan Jakovljević" Kragujevac.

Literatura

- Javorka S., Czapody V. (1979). *Iconographia florae Austro-Orientalis Europae Centralis* – Academi Kiado, Budapest.
- Josifović M. ed. (1970-1977): *Flora SR Srbije*, 1-9, SANU, Beograd.
- Kojić M., Popović R., Karadžić B. (1997). *Vaskularne biljke Srbije kao indikatori staništa*. Institut za istraživanja u poljoprivredi "Srbija", Institut za biološka istraživanja "Siniša Stanković". Beograd.

- Marković A., (2007). Stepske fitocenoze u Šumadiji. Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Kragujevcu.
- Nestorović, M., Jovanović M., Šovljanski G., Bajić Bibić Lj., Jokić J. (2015). Priručnik za alergene biljke. Prirodnjački muzej, Beograd.
- Pavlović-Muratpahić D., Stanković M., Branković S., (2010). Taxonomical analysis of ruderal flora (*sensu stricto*) in area of the city of Kragujevac. Kragujevac Journal of Science. 32:101-108.
- Tutin T.G. ed (1964-1980): *Flora Europaea*. Cambridge University Press, London. Vol: 1-5
- Veljović V., (1967). Vegetacija okoline Kragujevca. Glasnik Prirodnjačkog muzeja. Serija B, knjiga 22, Beograd.

ALLERGENIC PLANTS ON THE TERRITORY OF THE KRAGUJEVAC CITY

Gorica Đelić¹, Milan Stanković¹, Biljana Bojović¹, Milica Pavlović¹

Abstract

The paper presents the quantitative and qualitative characteristics of allergenic plants in the urban area of the Kragujevac city. The ecological characteristics of these plants were determined through ecological index and life forms. During the conducted floristic study, the presence of 78 allergenic plants was determined. Half of the recorded allergenic plant species are woody ornamental plant species. Floristic analysis shows that the allergenic plants are from the Pinophyta and Magnoliophyta divisions from 19 families, most commonly conifers and grasses.

Key words: pollination, plant allergens, Kragujevac city

¹University of Kragujevac, Faculty of Science Kragujevac, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Serbia (gorica.djelic@pmf.kg.ac.rs)

ZNAČAJ MIKROBIOLOŠKE ISPRAVNOSTI VODE U ZAŠTITI ZDRAVLJA STANOVNIŠTVA

Ljubica Šarčević-Todosijević¹, Snežana Đorđević², Vera Popović³, Ljubiša Živanović⁴, Bojana Petrović¹, Nikola Đorđević², Aleksandar Stevanović¹

Izvod: Pored fizičkog i hemijskog zagađivanja voda, s aspekta uticaja vode na zdravlje stanovništva, izuzetno je važan monitoring i sprečavanje mikrobiološkog zagađivanja voda, naročito vode koja se koristi za piće. U ovom radu, razmatra se značaj mikrobiološke ispravnosti vode u zaštiti zdravlja stanovništva.

Ključne reči: zagađivanje voda, mikrobiološka ispravnost vode, zaštita zdravlja.

Uvod

Zemljište, voda i vazduh su podjednako važne komponente životne sredine, koje omogućavaju održanje života na planeti. Voda se upotrebljava u svakodnevnom životu, u industriji, ali ni po čemu nije samo materija koja se koristi u različitim oblastima ljudske delatnosti. Voda ima vitalnu ulogu u biosferi, kao jedna od gradivnih komponenti svih bioloških sistema, to jest živih organizama. Molekul vode je, pored ugljen-dioksida iz atmosfere, osnovni supstrat za proces fotosinteze, u kojem dolazi do primarne produkcije organske materije, koja leži u osnovi lanaca ishrane svih organizama planete. Takođe, s obzirom da zauzima čak tri četvrtine planete, voda čini najveće bogatstvo svake zemlje i predstavlja životnu sredinu velikom broju sistematskih grupa živih organizama, od mikroorganizama do sisara (Šarčević-Todosijević i sar., 2018; Šarčević-Todosijević et al., 2019a, Šarčević-Todosijević et al., 2019b; Popović et al., 2020). Voda neprekidno cirkuliše između atmosfere, okeana i kopna. Kruženje vode na Zemlji je važan proces, koji omogućuje održavanje života. U tom procesu, voda neprekidno i dolazi u kontakt s materijama, koje je prirodno zagađuju. Ipak, dominantan izvor zagađenja vode na planeti je antropogenog porekla (Dalmacija, 2010). Pored fizičkog i hemijskog, s aspekta uticaja vode na zdravlje stanovništva, izuzetno je važan monitoring i sprečavanje mikrobiološkog zagađivanja voda, naročito vode koja se koristi za piće. Osnovni antropogeni izvori hemijskih i bioloških polutanata, koji dospevaju u reke i druge vodene ekosisteme, a preko njih i potencijalno u sistem za vodosnabdevanje stanovništva, su atmosferske vode, komunalne otpadne vode,

¹Visoka zdravstveno-sanitarna škola strukovnih studija "Visan", Tošin bunar, 7a, Beograd, Srbija (ljisarcevic@gmail.com);

²Biounik, Krnješevačka, bb, Šimanovci, Beograd;

³Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog, 30, Novi Sad, Srbija;

⁴Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, Zemun, Beograd, Srbija.

industrijske otpadne vode, kao i vode iz poljoprivrede (Đuković i sar., 2000; Jemcev i Đukić, 2000; Šarčević-Todosijević et al., 2019b).

U ovom radu, razmatra se značaj mikrobiološke ispravnosti vode u zaštiti zdravlja stanovništva.

Značaj mikrobiološke ispravnosti vode u zaštiti zdravlja stanovništva

Svetska zdravstvena organizacija (WHO) je vodosnabdevanje i kvalitet vode za piće svrstala među osnovne pokazatelje zdravstvenog stanja stanovništva svake zemlje.

Hemijski sastav prirodnih voda na Zemlji nije jedinstven i zavisi od njenog porekla, kontaktne podloge kroz koju protiče, kao i zajednice organizama, koji je nastanjuju. Voda u prirodi neprekidno kruži i dolazi u kontakt s različitim organskim i neorganskim materijama, pa se na taj način prirodno zagađuje (Dalmacija, 2010).

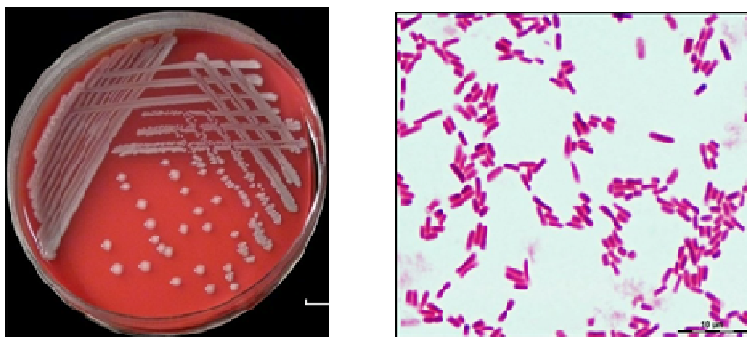
Prirodni izvori zagađenja nastaju i usled različitih ekscenih situacija, koje se povremeno dešavaju u pojedinim područjima, ali mogu uzrokovati velike poremećaje i dugoročne negativne posledice u vodenim ekosistemima, koji se koriste i za vodosnabdevanje stanovništva (Đuković i sar., 2000; Šarčević-Todosijević et al., 2019b).

Osnovni antropogeni izvori polutanata, koji dospevaju u reke i druge vodene ekosisteme su komunalne otpadne vode, industrijske otpadne vode, vode iz poljoprivrede, kao i atmosferske vode, koje spiraju zemljište i saobraćajnice. Ove vode sadrže neorganske i biorazgradive i druge organske materije, rastvorene ili u vidu suspendovanih i taložnih materija, kao i mikroorganizme (Đuković i sar., 2000, Jemcev i Đukić, 2000; Šarčević-Todosijević et al., 2019b; Šarčević-Todosijević i Popović, 2019). Na ovaj način, u vodene ekosisteme, dospevaju različiti, često veoma opasni polutanti, koji naročito mogu predstavljati opasnost za zdravlje stanovništva, ako se voda iz pomenutih ekosistema koristi za vodosnabdevanje.

Pored sastava i kvaliteta voda sa hemijskog aspekta, važno je napomenuti da svi vodeni ekosistemi na planeti sadrže veoma raznovrsnu zajednicu mikroorganizama. Sastav mikrobne populacije u vodenim ekosistemima, kao i u zemljištu, zavisi od različitih fizičkih i hemijskih faktora, kao što su svetlost, temperatura, hidrostatički pritisak, koncentracija soli i pH (Odum, 1972; Duraković, 1996; Šarčević-Todosijević et al., 2020). Najveći broj vrsta ovih mikroorganizama prirodno naseljava slatke i slane vode, učestvuje u biogeohemijskim ciklusima kruženja materije i ne predstavlja opasnost za zdravlje ljudi.

Međutim, u vodene ekosisteme, mogu dospeti i patogeni mikroorganizmi, i to iz prirodnih izvora, kao što su zemljište i vazduh, ili češće iz industrijskih procesa i domaćinstva (Duraković, 1996; Đuković i sar., 2000). Posebno je važno pomenuti patogene mikroorganizme poreklom iz poljoprivrede. Najčešći patogeni mikroorganizmi, koji se usled poljoprivredne proizvodnje mogu naći u zemljištu i

biljkama, i preko zemljišta kontaminirati podzemne vode za vodnosnabdevanje stanovništva, pripadaju sledećim taksonima: *Pseudomonas* sp., *Erwinia* sp., *Yersinia* sp., *Listeria monocytogenes*, *Vibrio cholerae*, *Salmonella* sp., *Shigella* sp. *Klebsiella pneumoniae*, *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum*, *Escherichia coli*, *Escherichia coli* 0157:H7 i dr. (Đukić i sar., 2011). Svi pomenuti mikroorganizmi patogeni su za ljude i životinje. S aspekta fekalnog zagađenja zemljišta i voda, naročito je značajno pomenuti Gram- negativnu, bakterijsku vrstu *Escherichia coli*. Čelije *E. coli* su izdužene, štapićastog oblika, dužine 1-2 μm i širine 0.1-0.5 μm (Simić, 1989; Madigan and Martinko, 1997; Đukić i Đorđević, 2004).



Slika 1. *Escherichia coli*, izgled kolonija i morfologija bakterijske čelije (Baban, 2017)

Vrsta *E. coli* pripada porodici Enterobacteriaceae i često se koristi kao modelni organizam za građu bakterija. Svi različiti podtipovi fekalnih bakterija s oznakom *coli* i sve slične bakterije koje žive u zemljištu ili biljnim ostacima, od kojih je najpoznatija vrsta *Enterobacter aerogenes*, su obuhvaćene "koliformnom grupom". *E. coli* i fekalni koliformi se koriste kao indikatori fekalnog zagađenja i prisustva patogena, a testiranje na njihovo prisustvo preporučuje za procenu kvaliteta voda, naročito onih koje se koriste za vodosnabdevanje stanovništva (Simić, 1989; Madigan and Martinko, 1997; Jemcev i Đukić, 2000; Bermanec, 2015).

Zdravstveno bezbedna voda za piće, jedan je od glavnih izazova 21. veka. Veliki broj ljudi na planeti nema pristup hemijski i mikrobiološki ispravnoj vodi za piće, pri čemu značajan procenat svetskog stanovništva umire od bakterijskih infekcija, koje se prenose vodom. Prema procenama SZO, smrtnost od bolesti, uzrokovanih neispravnim vodom za piće, prelazi 5 miliona ljudi godišnje. Od toga, više od 50% čine mikrobne crevne infekcije, a na prvom mestu se ističe kolera. Samo od posledice dijareje, svake godine umire oko 1,5 miliona dece, pri čemu su najviše pogođena deca mlađa od pet godina, prvenstveno u siromašnim azijskim i afričkim zemljama. Dijareja i ostale akutne bolesti gastrointestinalnog trakta, uzrokovane mikrobiološki neispravnim vodom za piće, koja sadrži koliforme i potencijalno smrtonosne patogene, glavni su javnozdravstveni problem u ruralnim

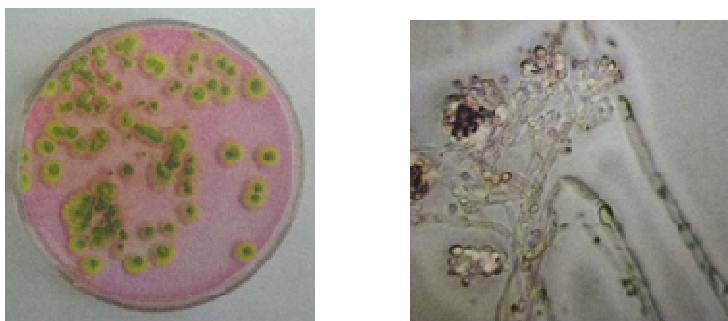
i zemljama u razvoju, u kojima je pristup ispravnoj vodi za vodosnabdevanje zbog slabo razvijene infrastrukture često onemogućen (Cabral, 2010).

Tako, cilj studije novijeg datuma (Odonkor and Mahami, 2020), bio je procena zdravstvenog rizika za stanovništvo, povezanog sa izvorima vode za piće u zapadnom okrugu Gane u Africi, pri čemu je u uzorcima vode određivana brojnost *E. coli* kao indikatora zagađenja. Za analizu je prikupljeno 464 uzorka vode, iz podzemnih i površinskih izvora, koji služe za vodosnabdevanje. Uzorkovanje je trajalo godinu dana, tokom sušne i vlažne sezone u Gani. Procena rizika od pojave bolesti stanovništva, izvršena je primenom smernica SZO o proceni rizika od vode za piće. Ova studija je otkrila značajno veću brojnost *E. coli* u vlažnoj, nego u sušnoj sezoni. Među analiziranim uzorcima vode, koristeći navedene smernice SZO o proceni rizika za zdravlje stanovništva, utvrđeno je da površinska voda koja se koristi u vodosnabdevanju stanovništva, posebno sa brana, predstavlja najveći rizik za pojavu bolesti u poređenju sa ostalim izvorima vode. Nasuprot tome, uzorci iz izvora podzemne vode, posebno iz bušotina, predstavljali su najmanji rizik za pojavu bolesti. Većina izvora vode u istraživanom okrugu, bila je izraženo zagađena patogenim bakterijama, iznad dozvoljene brojnosti. Glavni uzroci fekalne kontaminacije i u ovim izvorima vode, bili su antropogeni. Stoga postoji potreba za sprovođenjem aktivnosti, usmerenih ka stalnoj kontroli i poboljšanju kvaliteta izvora vode za piće, naročito u nerazvijenim ruralnim oblastima, s ciljem zaštite zdravlja stanovništva (Odonkor and Mahami, 2020).

U evropskom području, najčešće zarazne bolesti, koje se prenose posredstvom kontaminirane vode za piće, su bacilarna dizenterija, trbušni tifus, pa čak i kolera. Uzročnici navedenih bolesti, *Shigella dysenteriae*, *Salmonella typhi* i *Vibrio cholerae*, u vodu dospevaju fekalijama i mokraćom, koji potiču od oboljelih ljudi (Duraković, 1996). Tifusna groznica je bakterijska infekcija gastrointestinalnog trakta, prouzrokovana bakterijom *Salmonella typhi*. Incidencija tifusne groznice opada, kako se nivo razvijenosti zemlje povećava, pri čemu su najvažniji faktori prevencije masovnog oboljevanja stanovništva kontinuirana kontrola kanalizacionih sistema, kao i vode za vodosnabdevanje, pasterizacija mleka i mlečnih proizvoda. U zemljama u kojima se redovno ne sprovode navedeni higijenski postupci, verovatnoća fekalne kontaminacije vode i hrane ostaje velika, a raste i učestalost pojave tifusne groznice (Popoff and Le Minor, 2005).

Osim za bakterije, voda je pogodno okruženje i za preživljavanje virusa kao infektivnih mikroorganizama, veličine 0,02-0,03 μm , koji se mogu javiti u površinskim i podzemnim vodama. Najčešći su hepatitis A, rotavirus, enterovirusi, adenovirusi. Virusi koji se prenose vodom su uglavnom oni koji mogu zaraziti gastrointestinalni trakt i izlučuju se izmetom zaraženih ljudi (enterički virusi). Iz vode ih je moguće ukloniti primenom klasičnih metoda obrade vode (Pejić, 2014).

Iako je iz podzemnih voda izolovano nekoliko stotina vrsta gljiva, najbrojniji su predstavnici rodova *Aspergillus*, *Penicillium* i *Cladosporium*. Najčešće vode poreklo iz zemljišta (Simić, 1989; Đorđević, 1998; Đukić i Đorđević, 2004; Lalević, 2009; Đorđević et al., 2020).



Slika 2. *Penicillium griseofulvum*, izolovan iz uzoraka zemljišta – izgled kolonije i mikroskopskog preparata (Lalević, 2009)

Različite vrste gljiva su često prisutne u sistemu vodovodne mreže i u vodi iz česme. Od teških gljivičnih infekcija obolevaju imunokompromitovani pacijenti (na primer HIV pozitivni, oboleli od AIDS-a, pacijenti na hemoterapiji) (Pejić, 2014). Pejić (2014) takođe navodi da su zdravstvene posledice prisustva gljiva u vodi za opštu populaciju još uvek nejasne. Gljive u vodi za piće svakako utiču na miris i ukus vode.

Prema tome, jasno je, da, ako se ovako zagađeni vodeni ekosistemi koriste kao izvor vodosnabdevanja stanovništva, postaju pravi ekološki rezervoari uzročnika infektivnih bolesti ljudi.

Zbog navedenog, izuzetno je važno izvršiti prečišćavanje otpadnih voda iz svih navedenih izvora. Prečišćavanje može biti: mehaničko, hemijsko i biološko. Biološko prečišćavanje otpadnih voda zasniva se na metaboličkoj aktivnosti pojedinih ekofizioloških grupa mikroorganizama. U otpadnim vodama, mikroorganizmi su prisutni u mnogo većem broju, nego u vodama za piće. Patogene bakterije, prisutne u vodi, nemaju nikakav značaj u pomenutom tretmanu, već predstavljaju biološke zagađujuće agense, koji se takođe moraju dezinfekcijom ukloniti (Đuković i sar., 2000; Đukić i sar., 2007).

Prema Pravilnicima o higijenskoj ispravnosti vode, naročito one koja se koristi za piće, voda je mikrobiološki ispravna ako ne sadrži patogene mikroorganizme, koliformne bakterije i streptokoke fekalnog porekla, sporogene sulfatredukujuće anaerobe, crevne protozoe, helminte i njihove razvojne oblike, vibrione i bakteriofage. Voda za piće, kao i sirova voda iz izvorišta, ne sme sadržati nijednu infektivnu jedinicu enterovirusa u 10 litara vode. Postupci dezinfekcije vode obuhvataju reagensne (oksidativne) postupke, kao što su hlorisanje, ozonizacija vode, dezinfekcija vodonik-peroksidom i bezreagensne postupke, u kojima se dezinfekcija vrši UV zracima, ultrazvukom i toplotom (Đuković i sar., 2000; Đukić i sar., 2007; Šarčević-Todosijević et al., 2019b).

S aspekta prisustva mikroorganizama u vodi, neophodno je pomenuti i mogućnost primene velikog broja sistematskih grupa makro- i mikroorganizama u biološkoj kontroli životne sredine, odnosno biomonitoringu (Đukić i sar., 2013).

Zaključak

Na osnovu izloženog, može se zaključiti da je dominantan izvor zagađenja vode na planeti antropogenog porekla. Zbog mogućih posledica na zdravlje stanovništva, naročito je opasno hemijsko i mikrobiološko zagađenje voda, koje se koriste za piće. Zato je, pored prevencije zagađivanja, neophodan i stalni hemijski i biološki monitoring svih komponentni životne sredine, a naročito vode.

Literatura

- Baban, S. (2007). Prevalence and Antimicrobial Susceptibility Pattern of Extended Spectrum Beta-Lactamase-Producing *Escherichia coli* Isolated from Urinary Tract Infection among Infants and Young Children in Erbil City.
- Bermanec, M. (2015). Mikrobiološko onečišćenje pitke vode Bjelovarsko-bilogorske županije u razdoblju od 2011. do 2013. godine, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima.
- Cabral, J.P.S. (2010). Water Microbiology. Bacterial Pathogens and Water. Int J Environ Res Public Health. 7(10): 3657–3703.
- Dalmacija, B. (2010). Osnovi upravljanja otpadnim vodama. Prirodno-matematički fakultet. Novi Sad.
- Duraković, S. (1996). Primijenjena mikrobiologija. Prehrambeno tehnološki inženjering. Durieux, d.o.o. Zagreb.
- Đorđević, S. (1998). Aktivnost fosfomonoesteraza u zemljištu pod usevom kukuruza. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet. Novi Sad.
- Đorđević, S., Šarčević-Todosijević, Lj., Popović, V., Perić, M., Živanović, Lj., Đorđević, N., Stevanović, A. (2020). Healthy safe food – Risk of carcinogenic substances. XXIV International Eco-Conference@ 2020, XI Safe Food, 23-25.09.2020. Novi Sad, 315-322. ISBN978-86-931177-56-1.
- Đukić, D., Đorđević, S. (2004). Prirodoslovna mikrobiologija. Stylos. Novi Sad.
- Đukić, D., Jemcev, V., Kuzmanova, J. (2007). Biotehnologija zemljišta. Budućnost. Novi Sad.
- Đukić, D., Jemcev, V., Mandić, L. (2011). Sanitarna mikrobiologija zemljišta. Univerzitet u Kragujevcu. Agronomski fakultet u Čačku.
- Đukić, D., Trifunović, B., Đorđević, S., Mandić, L., Marković, G., Brković, D., Tanasković, S., Mašković, P. (2013). Bioindikacija i biotestiranje zagađenosti životne sredine. "Budućnost" DOO, Novi Sad.
- Đuković, J., Đukić, B., Lazić, D., Marsenić, M. (2020). Tehnologija vode. Tehnološki fakultet Zvornik. Mrlješ, Beograd.
- Jemcev, V., Đukić, D. (2000). Mikrobiologija. Vojnoizdavački zavod. Vojna knjiga. Beograd.

- Lalević, B. (2009). Izolacija, karakterizacija i selekcija mikrobnih populacija u biodegradaciji metil tercijarnog butil etra (MTBE). Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet. Univerzitet u Beogradu.
- Madigan, M., Martinko, J., Parker, J. (1997). Biology of Microorganisms. Eighth Edition. Prentice Hall. International, Inc. New Jersey.
- Odum, E.P. (1972). Fundamentals of Ecology. Third Edition. W.B. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
- Odonkor, S. and Mahami, T. (2020): *Escherichia coli* as a Tool for Disease Risk Assessment of Drinking Water Sources. [International Journal of Microbiology](https://doi.org/10.1155/2020/2534130). Volume 2020 |Article ID 2534130 | <https://doi.org/10.1155/2020/2534130>.
- Pejić, S. (2014). Prisutnost i uklanjanje mikroorganizama u vodama različitog podrijetla. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek.
- Popoff, MY. and Le Minor, LE. (2005): Genus *Salmonella*. In: Brenner DJ, Krieg NR, Staley JT, editors. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. 2nd ed. Part B. Vol. 2. Springer; New York, NY, USA: 2005. pp. 764–799.
- Popović, V., Jovović, Z., Marjanović Jeromela, A., Sikora, V., Mikić, S., Bojović, R., Šarčević-Todosijević, Lj. (2020). Climatic Change and Agricultural Production. GEA (Geo Eco-Eco Agro) International Conference, 28-29 May 2020, Podgorica, Montenegro - Book of Proceedings, 160-166.
- Simić, D. (1989). Mikrobiologija. Univerzitet u Beogradu. Prirodno-matematički fakultet, Beograd.
- Šarčević-Todosijević, Lj., Petrović, B., Marinković, T., Živanović, Lj., Popović, V. (2018). Pregled lekovitih biljnih taksona razdela Magnoliophyta na lokalitetu Košutnjak. XXIII Savetovanje o biotehnologiji. Zbornik radova, p. 339-345.
- Šarčević-Todosijević, Lj., Popović, V. (2019). Diverzitet reke Ukline s posebnim osvrtom na Ephemeroptera, 6. Međunarodna naučna agrobiznis konferencija. MAK-2019 "Evropski put-uspeha". Kopaonik. Zbornik radova, 193–209. ISBN 978-86-80510-05-7.
- Šarčević-Todosijević Lj., Popović V., Živanović, Lj, Popović, S. (2019a). The Possible Use of Allelopathic Relationships in Plant Growing, Ed. Janev. I. Chapter 4. Book Title: Serbia: Current Issues and Challenges in the Areas of Natural Resources, Agriculture and Environment, NOVA Science publishers, INC., NEW YORK, USA, ISBN: 978-1-53614-897-8.
- Šarčević-Todosijević, Lj., Popović, V., Škarlak, R., Živanović, Lj., Stevanović, A., Golijan, J., Ikanović, J. (2019b). Microbiological purification of wastewater. XXIII International Eco-conference® XIII Environmental Protection of Urban and Suburban Settlements, 25th–27th September, 2019, Novi Sad, Serbia, pp. 185-194.
- Šarčević-Todosijević, Lj., Popović, V., Đorđević, S., Živanović, Lj., Filipović, V., Đorđević, N., Golijan, J. (2020). Influence of Some Ecological Factors on the Number of Soil Actinomycetes in Different Physiological Phases of Development of Maize. International GEA (Geo Eco-Eco Agro) Conference. University of Montenegro, 28-31 May 2020. Book of Proceedings. 176-180. Podgorica.

THE IMPORTANCE OF MICROBIOLOGICAL CORRECTNESS OF WATER FOR POPULATION HEALTH

Ljubica Šarčević - Todosijević¹, Snežana Đorđević², Vera Popović³, Ljubiša Živanović⁴, Bojana Petrović¹, Nikola Đorđević², Aleksandar Stevanović¹

Abstract

In addition to physical and chemical pollution of water, from the aspect of the impact of water on the health of the population, monitoring and prevention of microbiological pollution of water, especially water used for drinking, is extremely important. In this paper, the importance of microbiological safety of water in protecting the health of the population is considered.

Key words: water pollution, microbiological safety of water, health protection.

¹High Medical and Sanitary College of Vocational Studies "Visan", Tošin bunar, 7a, Belgrade, Serbia; (ljisarcevic@gmail.com);

²Biounik, Krnješevačka, bb, Šimanovci, Belgrade, Serbia;

³Institute of Field and Vegetable Crops, Maxim Gorki, 30, Novi Sad, Serbia;

⁴University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, Zemun, Belgrade, Serbia.

EFIKASNOST KOMBINACIJE MEZOTRIONA I TERBUTILAZINA IZ RAZLIČITIH PREPARATA U USEVU KUKURUZA

Maja Meseldžija¹, Milica Dudić¹, Radovan Begović², Ivana Marjanović¹

Izvod: Cilj rada je bio da se ispita efikasnost i fitotoksičnost preparata Calaris pro (326 g kg⁻¹ terbutilatina+50 g kg⁻¹ mezotriona) i Twister (125 g kg⁻¹ terbutilazina+50 g kg⁻¹ mezotriona) na korove u usevu kukuruza. Ogled je postavljen 2017. godine u Krušiću po slučajnom blok sistemu u četiri ponavljanja. Visoka efikasnost herbicida ispoljena je prema *Abutilon theophrasti*, *Amaranthus retroflexus*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Chenopodium album*, *Chenopodium hybridum*, *Cirsium arvense*, *Datura stramonium*, *Solanum nigrum*, *Setaria glauca*, *Hibiscus trionum* i *Xanthium strumarium*, dok je slaba efikasnost ispoljena prema *Sorghum halepense*. Ukupna efikasnost za Calaris pro bila je 94,16%, a za Twister 96,20%.

Ključne reči: terbutilazin, mezotrion, efikasnost, kukuruz

Uvod

U Srbiji se kukuruz (*Zea mays* L.) gaji na velikim površinama i predstavlja najznačajniju širokorednu jaru kulturu (Golijan i Elezović, 2015.). Kukuruz je veoma osjetljiv na prisustvo korova, posebno u početnim fazama svoga razvoja, što se kasnije može uočiti i kroz smanjenje prinosa zrna i zelene mase (Evans et al., 2003.). Korovi su jedan od najvažnijih ograničavajućih faktora u proizvodnji kukuruza (Skrzypczak et al., 2007.).

Suzbijanje korova predstavlja osnovnu komponentu u skoro svakom sistemu biljne proizvodnje jer nivo zakorovljenosti značajno utiče na prinos. Kada su primenjene sve preventivne i agrotehničke mere, u obzir dolazi i primena odgovarajućih hemijskih jedinjenja (herbicida) za suzbijanje korova. Poslednjih godina, suzbijanje korova u kukuruzu, se bazira na primeni folijarnih herbicida, zbog umanjene efikasnosti zemljišnih herbicida u sušnom periodu, ograničenja u korišćenju terbutilazina, pojave rezistentnih korova kao i uvođenja folijarnih herbicida efikasnijih u suzbijanju većeg broja korova (Radivojević i sar., 2014.). Primena herbicidnih kombinacija sa različitim mehanizmima delovanja daje prednost suzbijanju korova u odnosu na primenu herbicida sa jednom aktivnom supstancom (Simić i sar., 2014.).

Mezotrion je selektivni, sistemski herbicid za suzbijanje jednogodišnjih širokolisnih i nekih travnih korova u kukuruzu (Mendes et al., 2017.). Inhibira enzim 4-hidroksi fenil piruvat dioksigenaza (HPPD), što dovodi do smanjenja biosinteze karotenoida, usled čega dolazi do izbeljivanja tkiva i uvenuća biljke

¹Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad, Srbija (maja@polj.uns.ac.rs);

²Chemical Agrosava, Palmira Toljatija 5/IV, 11000 Beograd, Srbija

(Mitchell et al., 2001.). Period primene mezotriona je širok, što omogućava njegovu primenu pre nicanja ili nakon nicanja, sve do pojave 8 listova kukuruza. Radi proširenja spektra delovanja na veći broj korova, pre svega uskolisnih, često se primenjuje u kombinaciji sa terbutilazinom, nikosulfuronom, S-metolahlorom (Radivojević i sar., 2014.). Terbutilazin je selektivni herbicid iz grupe hlortriazina. Inhibira transport elektrona u fotosistemu II (Andr et al., 2014.). U poslednjih nekoliko godina, stavljen je pod nadzor zbog opasnosti po životnu sredinu, zbog njegove perzistentnosti u zemljištu (Milan et al., 2015.). Organizacija EFSA (European Food Safety Authority) predviđa ograničenu upotrebu terbutilazina u usevu kukuruza, i to jedna primena po sezoni u mešavini sa drugim aktivnim materijama, sa maksimalnom upotrebom od 750 g ha⁻¹.

Cilj ovog rada je bio da se ispita efikasnosti i fitotoksičnost herbicida na bazi dve aktivne supstance (mezotrion i terbutilazin) a u različitim količinama, na prusutne korovske vrste.

Materijal i metode rada

Poljski ogled u usevu kukuruza izveden je tokom 2017. godine na lokalitetu Krušić, po slučajnom blok sistemu u četiri ponavljanja, pri čemu je veličina ogledne parcele bila 25 m². U cilju ispitivanja efikasnosti herbicida, primenjeni su preparati Calaris pro (326 g kg⁻¹ terbutilazina+50 g kg⁻¹ mezotriona) i Twister (125 g kg⁻¹ terbutilazina+50 g kg⁻¹ mezotriona), nakon nicanja useva i korova, kada je kukuruz bio u fazi 4-5 listova. U ogled je uključena i kontrolna varijanta bez primene herbicida. Ocene efikasnosti su urađene 14 i 28 dana nakon tretiranja herbicidima, brojanjem korova uz pomoć ramova veličine 1 m². Na osnovu dobijenih podataka, izračunati su koeficijenti efikasnosti za svaku vrstu korova u odnosu na kontrolu, kao i ukupna efikasnost primenjenih herbicida. Vizuelna ocena fitotoksičnosti ocenjena je prema EWRS (European Weed Research Society) skali od 1-9. Tokom izvođenja ogleda, meteorološki uslovi su bili zadovoljavajući za efikasno delovanje ispitivanih herbicida.

Rezultati istraživanja i diskusija

Prema dobijenim rezultatima, na površinama gde je vršeno ispitivanje efikasnosti preparata Calaris Pro na bazi aktivnih supstanci 326 g kg⁻¹ terbutilazina + 50 g kg⁻¹ mezotriona i Twister na bazi aktivnih supstanci 125 g kg⁻¹ terbutilazina + 50 g kg⁻¹ mezotriona u količini od 2,3 l ha⁻¹, utvrđeno je 14 korovskih vrsta, od kojih je 11 širokolisnih i 3 uskolisne vrste. Zastupljenost korovskih vrsta i ocene efikasnosti preparata nakon prve i druge ocene date su u tabelama 1 i 2.

Dobra efikasnost (ef.>90%) preparata Calaris pro, u prvoj oceni, utvrđena je kod sledećih vrsta: *Abutilon theophrasti*, *Amaranthus retroflexus*, *Cirsium arvense*, *Datura stramonium*, *Solanum nigrum*, *Setaria glauca* i *Xanthium strumarium*. Primljeni preparat je ispoljio zadovoljavajuću efikasnost (ef.75-90%) na *Ambrosia artemisiifolia*, *Chenopodium album*, *Chenopodium hybridum*, *Hibiscus*

trionum, dok je slabu efikasnost (ef.<75%) preparat na bazi dve aktivne supstance ispoljio na korovske vrste *Convolvulus arvensis* (55,55%), *Panicum crus – galli* (40%) i *Sorghum halepense* (54,54%). U prvoj oceni dobra efikasnost (ef.>90%) preparata Tvister ispoljena je kod *Abutilon theophrasti*, *Amaranthus retroflexus*, *Cirsium arvense*, *Datura stramonium*, *Solanum nigrum*, *Setaria glauca*, *Hibiscus trionum*, *Panicum crus – galli* i *Xanthium strumarium*. Primenjeni herbicidi ispoljili su zadovoljavajuću efikasnost (ef.75-90%) na vrste *Ambrosia artemisiifolia*, *Chenopodium album*, *C. hybridum* i *Sorghum halepense*, dok je slaba efikasnost (ef.<75%) ispoljena prema višegodišnjoj vrsti *Convolvulus arvensis* (66,67%). Sulewska i Kozaira (2006.) navode da je mezotriionu neophodan „herbicid partner” za efikasno suzbijanje *Ambrosia artemisiifolia* i vrsta iz roda *Polygonum*.

Tabela 1. Efikasnost primenjenih herbicida nakon prve ocene
Table 1. Efficacy of used herbicides after the first assessment

Korovske vrste Weed species	Kontrola Control	Calaris Pro (mezotriion 50 g l ⁻¹ + terbutilazin 326 g l ⁻¹ 1)		Tvister (mezotriion 50 g l ⁻¹ + terbutilazin 125 g l ⁻¹ 1)	
	br./m ²	br./m ²	KE(%)	br./m ²	KE(%)
<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.	2,25	0,00	100	0,00	100
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	4,00	0,00	100	0,00	100
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	12,75	1,50	88,23	1,50	88,23
<i>Chenopodium album</i> L.	18,50	3,00	83,78	2,25	87,83
<i>Chenopodium hybridum</i> L.	8,00	1,50	81,25	1,5	81,25
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	2,25	1,00	55,55	0,75	66,67
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	2,00	0,00	100	0,00	100
<i>Datura stramonium</i> L.	7,00	0,00	100	0,50	92,86
<i>Solanum nigrum</i> L.	6,25	0,00	100	0,00	100
<i>Setaria glauca</i> (L.) P. Beauv.	3,00	0,00	100	0,00	100
<i>Hibiscus trionum</i> L.	12,25	1,50	87,75	1,00	91,83
<i>Panicum crus – galli</i> L.	1,25	0,75	40,00	0,00	100
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	5,50	2,50	54,54	1,25	77,27
<i>Xanthium strumarium</i> L.	7,75	0,00	100	0,00	100
Ukupan broj korova Total number of weeds	94,00	15,50		8,50	
Ukupna efikasnost Total efficacy			83,51	90,95	
Fitotoksičnost (EWRS skala 1-9) Phytotoxicity (EWRS scale 1-9)			1,00	1,00	

Druga ocena efikasnosti izvršena je 28 dana nakon primene ispitivanih preparata, pri čemu je preparat Calaris Pro dobru efikasnost (ef. >90%) ispoljio prema *Abutilon theophrasti*, *Amaranthus retroflexus*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Chenopodium album*, *C. hybridum*, *Cirsium arvense*, *Datura stramonium*, *Solanum nigrum*, *Setaria glauca*, *Hibiscus trionum* i *Xanthium strumarium*. Zadovoljavajuća

efikasnost (ef. 75-90%) ispoljena je na korovsku vrstu *Panicum crus – galli*, dok je na višegodišnju uskolisnu vrstu *Sorghum halepense* (50%) i višegodišnju širokolisni vrstu *Convolvulus arvensis* (71,42%) ispoljena slaba efikasnost (Tabela 2).

Tabela 2. Efikasnost primenjenih herbicida nakon druge ocene

Table 2. Efficacy of used herbicides after the second assessment

Korovske vrste Weed species	Kontrola Control	Calaris Pro (mezotrion 50 g l ⁻¹ + terbutilazin 326 g l ⁻¹)		Tvister (mezotrion 50 g l ⁻¹ + terbutilazin 125 g l ⁻¹)	
	br./m ²	br./m ²	KE(%)	br./m ²	KE(%)
<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.	3,00	0,00	100	0,00	100
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	2,75	0,00	100	0,00	100
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	7,50	0,75	90,00	0,5	93,33
<i>Chenopodium album</i> L.	15,25	0,00	100	1,5	90,16
<i>Chenopodium hybridum</i> L.	9,25	0,50	94,59	0,00	100
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	3,50	1,00	71,42	0,25	92,85
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	1,50	0,00	100	0,00	100
<i>Datura stramonium</i> L.	10,00	0,00	100	0,00	100
<i>Solanum nigrum</i> L.	4,25	0,00	100	0,00	100
<i>Setaria glauca</i> (L.) P. Beauv.	2,25	0,00	100	0,00	100
<i>Hibiscus trionum</i> L.	16,75	0,00	100	0,00	100
<i>Panicum crus – galli</i> L.	1,00	0,25	75,00	0,00	100
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	2,00	1,00	50,00	1,00	50,00
<i>Xanthium strumarium</i> L.	9,00	0,00	100	0,00	100
Ukupan broj korova Total number of weeds	85,75	5,00		3,25	
Ukupna efikasnost Total efficacy			94,16	96,20	
Fitotoksičnost (EWRS skala 1-9) Phytotoxicity (EWRS scale 1-9)			1,00	1,00	

U drugoj varijanti oglada preparat Tvister je dobru efikasnost (ef. >90%) ispoljio prema svim korovskim vrstama, osim na višegodišnju travnu vrstu *Sorghum halepense*, prema kojoj je ispoljena slaba efikasnost od 50%. Ukupna efikasnost preparata Calaris Pro bila je 94,16%, dok je za Tvister iznosila 96,20%. Na biljkama kukuruza nisu uočena fitotoksična oštećenja delovanjem kombinacije aktivnih supstanci sa različitim mehanizmom delovanja.

Mezotrion primenjen sam nije dovoljno efikasan za *Convolvulus arvensis*, *Cynodon dactylon*, *Setaria glauca*, *Sorghum halepense* (iz rizoma i semena) (Radivojević i sar., 2014.). U kombinaciji sa terbutilazinom i S-metolahlorom značajno je povećana efikasnost na *Echinochloa crus-galli*, *Hibiscus trionum*, *Setaria glauca* i *Sorghum halepense* iz semena, dok se u kombinaciji sa nikosulfuronom efikasnost povećana i za rizomski sirak. Za vrste kao što su *Convolvulus arvensis* i *Panicum crus – galli* na koje ispitivani preparati Calaris Pro i Tvister nisu bili efikasni, ni kombinacije sa terbutilazin i S-metolahlor nisu bile dovoljno efikasne. U radu Skrzypczak et al. (2007.) mezotrion u kombinaciji sa petoksamid+terbutilazin

obezbedio je bolju efikasnost na širokolisne korove, nego kada je primenjen sam. Međusobno dopunjavanje i sinergija terbutilazina i mezotriona dodatno je pojačala spektar, brzinu i dužinu delovanja na korove. U ovom radu većina ekonomski značajnih korova može se efikasno suzbiti kombinacijom terbutilazin+mezotrion. Usled postizanja što kvalitetnije efikasnosti sve više se primenjuje kombinacija herbicida koja se sastoji od 2, 3 ili više aktivnih materija ili kombinovana primena herbicida u vreme setve i u toku vegetacije (Stefanović i Simić, 2002.).

Zaključak

Dobijeni rezultati pokazuju da preparati Calaris pro (terbutilazin 326 g kg⁻¹ + mezotrion 50 g kg⁻¹) i Twister (terbutilazin 125 g kg⁻¹ + mezotrion 50 g kg⁻¹) imaju visoku efikasnost u suzbijanju jednogodišnjih korova u kukuruzu. Iako preparati sadrže dve aktivne supstance različitog mehanizma delovanja, ni jedna nije bila dovoljno efikasna u suzbijanju divljeg sirtka iz rizoma *Sorghum halepense*. Kombinacija mezotriona u količini 50 g l⁻¹ i terbutilazina u količini 125 g l⁻¹ u preparatu Twister ispoljila je bolju ukupnu efikasnost od 96,41%, dok je za preprat Calaris Pro ukupna efikasnost iznosila 94,17%. Usevu kukuruza omogućen je nesmetan rast i razvoj, jer tokom oglada nisu utvrđene fitotoksične promene usled primene herbicida.

Literatura

- Andr J., Hejnák V., Jursík M., Fendrychová V. (2014). Effects of application terms of three soil active herbicides on herbicide efficacy and reproductive ability for weeds in maize. *Plant Soil and Environment*. 60 (10), 452–458.
- Evans S. P., Knezevic S. Z., Lindquist J. L., Shapiro C. A., Blankenship E. E. (2003). Nitrogen application influences the critical period for weed control in corn. *Weed Science*. 51, 48-417.
- Golijan J., Elezović I. (2015). Ispitivanje fitotoksičnosti i efikasnosti acetohlor sa dihlormidom u kukuruzu. *Zaštita bilja* 66 (1), 38-44.
- Mendes K., Martins B., dos Reis M., Pimpinato R., Tornisielo V. (2017). Quantification of the fate of mesotrione applied alone or in a herbicide mixture in two Brazilian arable soils. *Environmental Science and Pollution Research*. 24 (9), 8425-8435.
- Mitchell G., Bartlett D., Fraser E.M.T., Hawkes R.T, Holt C.D., Townson K.J., Wichert A.R. (2001). Mesotrione: a new selective herbicide for use in maize. *Pest Management Science*. 57 (2), 120-128.
- Milan M., Ferrero A., Foglietto S., Piano S., Vidotto F. (2015). Leaching of S-metolachlor, terbuthylazine, desethyl-terbuthylazine, mesotrione, flufenacet, isoxaflutole, and diketonitrile in field lysimeters as affected by the time elapsed between spraying and first leaching event. *Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides*. 50, 851–861.

- Radivojević Lj., Gajić Umiljendić J., Marisavljević D., Anđelković A., Pavlović D. (2014). Primena mezotriona u kombinaciji sa terbutilazinom, nikosulfuronom i S-metolahlorom u kukuruзу. *Zaštita bilja*, 65 (4), 290, 155-162.
- Simić M., Brankov M., Spasojević I., Dumanović Z., Ivanović M. (2014). Mogućnosti i efekti primene herbicida Lumax za suzbijanje korova u kukuruзу. XXVIII savetovanje agronoma, veterinara, tehnologa i agroekonomista, PKB. Zbornik radova, 20 (7), 13-20.
- Skrzypczak A.G., Pudalko A.J., Waniorek W. (2007). Assessment of the tank mixture of mesotrione and pethoxamid plus terbutylazine efficacy for weed control in maize (*Zea mays* L.). *Journal of Plant Protection Research*. 47, 375-381.
- Stefanović L., Simić M. (2002). Izbor i vreme primene herbicidnih kombinacija u kontroli dominantnih vrsta korova u kukuruзу. *Biljni lekar*, 30 (3), 181-186.
- Sulewska H., Kozaira W. (2006). Skuteczność wybranych herbicydów stosowanych powszechnie w kukurydzy. *Prog. Plant Protection*. 46, 1120-1122.

EFFICACY OF MESOTRIONE AND TERBUTHYLAZINE COMBINATION FROM DIFFERENT PREPARATION IN MAIZE CROP

Maja Meseldžija¹, Milica Dudić¹, Radovan Begović², Ivana Marjanović¹

Abstract

The aim of study was to test the efficacy and phytotoxicity of Calaris pro (326 g kg⁻¹ terbutylazine+50 g kg⁻¹ mesotrione) and Twister (125 g kg⁻¹ terbutylazine+50 g kg⁻¹ mesotrione) on weeds in maize crop. The experiment was set up during 2017 at the Kruščić, by a random block system in four repetitions. High efficacy of herbicides was manifested on *Abutilon theophrasti*, *Amaranthus retroflexus*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Chenopodium album*, *Chenopodium hybridum*, *Cirsium arvense*, *Datura stramonium*, *Solanum nigrum*, *Setaria glauca*, *Hibiscus trionum* and *Xanthium strumarium*, while low efficacy was on *Sorghum halepense*. The total efficacy for product Calaris pro was 94,16% and for Twister 96,20%.

Key words: terbutylazine, mesotrione, efficacy, maize

¹University of Novi Sad, Faculty of Agronomy, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad, Serbia (maja@polj.uns.ac.rs);

²Chemical Agrosava, Palmira Toljatića 5/IV, 11000 Belgrade, Serbia

ISHRANA GRABLJIVIH VRSTA RIBA I NJIHOV UTICAJ NA ODRŽANJE STABILNOSTI AKUMULACIJE BOVAN

Milena Radenković¹, Aleksandra Milošković², Nataša Kojadinović¹, Simona Đuretanović¹, Tijana Veličković¹, Marijana Nikolić¹, Marija Jakovljević¹, Vladica Simić¹

Izvod: Cilj ovog rada bio je da istraži ishranu adultnih grabljivih riba (smuđa, grgeča, štuke i soma) koje naseljavaju akumulaciju Bovan i utvrdi njihov uticaj na ekološku stabilnost akumulacije. Rezultati istraživanja pokazuju da su grabljivice u ishrani najčešće koristile planktivorne vrste riba - ukliju, bodorku i grgeča. Ove vrste su dominantni plen grabljivica i istovremeno važne karike u lancima ishrane. Grabljive ribe mogu da ishranom planktivornim ribama doprinesu smanjenju eutrofizacije akumulacije i održe ovaj ekosistem stabilnim.

Ključne reči: grabljive ribe, ishrana, crevni sadržaj

Uvod

Analiza ishrane riba se decenijama koristi za potrebe različitih studija. Poznavanje ishrane riba je neophodno da bi se odredio trofički status ekosistema i razvile mere održivog upravljanja, očuvanja i zaštite vrsta (La Mesa i sar., 2007). Riblje vrste poseduju određene morfološke i fiziološke adaptacije za detekciju i ulov plena. Prema načinu nalaženja hrane, ribe se grubo mogu podeliti na grabljive vrste (aktivno love i hrane se drugim ribama) i vrste koje u svojoj ishrani ne koriste ribu (Muto i sar., 2001).

S obzirom da se nalaze na kraju lanca ishrane u vodenim ekosistemima grabljive ribe imaju značajnu ulogu u populacionoj dinamici vrsta na nižim trofičkim nivoima. Pored toga, postoji posredni uticaj grabljivica na primarnu produkciju smanjenjem brojnosti populacija zooplanktivornih riba (Taylor, 1984).

Prekomeran razvoj fitoplanktona je čest uzrok eutrofizacije voda. Grabljive ribe mogu da smanje uticaj planktivornih riba na brojnost zooplanktona i ublaže posledice eutrofizacije. To podrazumeva redukciju brojnosti zooplanktivornih riba, uz povećanje brojnosti grabljivica. Tako bi se pritisak planktivornih riba na zooplankton smanjio, a brojnost fitoplanktona bi kontrolisale zooplanktonske vrste sa filtratornom ishranom. Ovakvim intervencijama bi se smanjila ukupna primarna organska produkcija ekosistema (Drenner i Hambright, 2002).

Hipoteza trofičkih kaskada (eng. trophic cascade hypothesis) predviđa da povećanje biomase grabljivica dovodi do smanjenja biomase planktivornih riba, uz

¹Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet, Institut za biologiju i ekologiju, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Srbija (milena.radenkovic@pmf.kg.ac.rs);

²Univerzitet u Kragujevcu, Institut za informacione tehnologije Kragujevac, Sektor za prirodno-matematičke nauke, Jovana Cvijića bb, Kragujevac, Srbija.

istovremeno povećanje biomase zooplanktona i smanjenje biomase fitoplanktona (Carpenter i sar., 1985).

Iz gore navedenog su proistekli sledeći ciljevi istraživanja:

- 1) Istražiti ishranu adultnih grabljivih vrsta riba (smuđa *Sander lucioperca*, grgeča *Perca fluviatilis*, štuke *Esox lucius* i soma *Silurus glanis*) u akumulaciji Bovan;
- 2) Utvrditi koje vrste ishranom utiču na ekološku stabilnost akumulacije (hipoteza trofičkih kaskada);
- 3) Odrediti korelaciju između biomase i brojnosti grabljivih riba.

Materijal i metode rada

Akumulacija Bovan je nastala 1978. godine podizanjem brane na Sokobanjskoj Moravici. Višenamenska je akumulacija, čijim formiranjem je rešeno pitanje vodosnabdevanja opštine Aleksinac. Trofički status akumulacije ukazuje na eutrofan ekosistem (Simić i sar., 2006).

Terenska istraživanja su obavljena tokom maja i septembra 2012. godine. Uzorkovanje riba je sprovedeno elektroagregatom u litoralnom pojasu i mrežama različitih promera okaca u pelagijalnom delu. Nakon izlova izmerene su totalna dužina (TL) i masa (W) jedinki. Zatim je izvršena disekcija riba, odstranjen im je crevni trakt koji je konzerviran 4% formaldehidom. U laboratoriji je materijal očišćen i konzerviran 70% etanolom. Pod binokularnom lupom (Nikon SMZ 800) izvršeno je brojanje i identifikacija crevnog sadržaja. U zavisnosti od stepena digestije, identifikacija je izvršena do najnižeg mogućeg taksonomskog stupnja.

Indeks relativne važnosti (IRI) (Pinkas i sar., 1971) je složeni indeks analize ishrane koji se izražava posebno za svaki plen. Dobijeni rezultati za IRI se mogu izraziti i procentualno (Cortés, 1997) prema sledećoj formuli:

$$\%IRI = (IRI_i / \Sigma IRI) \times 100,$$

gde je IRI_i vrednost IRI „i-tog” plena.

Odnos brojnosti i biomase grabljivih vrsta predstavljen je prema Pearson's Correlation Coefficient (R), izračunatom u programskom paketu SPSS 20.0. za Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Rezultati istraživanja i diskusija

Srednja vrednost totalne dužine (TL, cm $\pm$ SD) analiziranih jedinki iznosila je $53,62 \pm 24,60$, srednja vrednost mase (W, g $\pm$ SD) $1656,85 \pm 2048,73$.

Ishrana analiziranih vrsta se sastoji skoro isključivo od riba.

Šest različitih kategorija plena je identifikovano, pri čemu nisu svi taksoni zabeleženi u ishrani četiri istraživane vrste. Među identifikovanim vrstama plena su insekti i ribe (uklija *Alburnus alburnus*, bodorka *Rutilus rutilus* i grgeč). Takođe, zabeleži su neidentifikovani predstavnici familija Cyprinidae i Percidae (svareni u većem stepenu tako da nije bilo moguće svrstati ih u određeni rod ili vrstu).

Grgeč ima najraznovrsniju ishranu u kojoj je zabeleženo svih šest kategorija plena, dok štuca ima najmanje raznovrsnu ishranu (svega dve kategorije).

Indeks relativne važnosti pojedinačnog plena prikazan je u Tabeli 1.

Tabela 1. %IRI vrednosti za svaki plen identifikovan u crevnom sadržaju analiziranih vrsta
Table 1. %IRI values of prey items found in the stomachs of analyzed fish

	<i>S. lucioperca</i>	<i>P. fluviatilis</i>	<i>E. lucius</i>	<i>S. glanis</i>
Insekti		16,03		
<i>A. alburnus</i>	72,35	14,56		
<i>R. rutilus</i>	14,99	21,25	67,14	1,06
Fam. Cyprinidae (neidentif.)	2,36	7,72		
<i>P. fluviatilis</i>	9,27	13,46	32,85	93,87
Fam. Percidae (neidentif.)	1,02	30,85		5,06

Zooplankton je zajednička komponenta u ishrani uklije, bodorke i juvenilnih jedinki grgeča, vrsta koje se sreću u crevnim sadržajima proučavanih grabljivica, (Mehner i sar., 2005). To je od velike važnosti, pošto zooplankton je ključna komponenta vodenih ekosistema i ima važnu ulogu u održanju kvaliteta vode ograničavanjem produkcije fitoplanktona (Riedel-Lehrke, 1997).

Bodorka i grgeč su plen prisutan u crevnom sadržaju svih analiziranih vrsta.

Zastupljenost bodorke u ishrani grabljivica je posledica njenog niskog telesnog oblika, posebno juvenilnih jedinki. Bodorka je najviše bila zastupljena u ishrani štuke, najmanje u ishrani soma. Predatorske vrste koje love danju, poput grgeča i štuke, mogu da prouzrokuju promene u staništu bodorke i njeno pomeranje ka mestima bolje zaštite i manjeg rizika od uticaja predatora (Eklöv i VanKooten, 2001).

Grgeč je takođe prisutan u ishrani sve četiri analizirane vrste. Za soma predstavqa dominantnu vrstu plena (prisutan u svakom analiziranom uzorku). Registrovana je pojava kanibalizma u populaciji grgeča.

Grgeč može da se hrani zooplanktonom, faunom dna ili ribama u zavisnosti od dostupnih resursa (Persson i sar., 1996). Kao što je prethodno navedeno, ovim istraživanjem je potvrđen kanibalizam u populaciji grgeča akumulacije Bovan.

Allen (1935) je zabeležio kanibalizam kod grgeča. Ricker (1954) ovu pojavu definiše kao regulatora gustine populacije riba. Kod grgeča se često sreće, jer najkrupnije jedinke iz kohorte prve postanu grabljivice (van Densen i sar., 1996).

Pored jedinki svoje vrste, grgeč se u značajnoj meri hrani bodorkom, uklijom i insektima, što potvrđuju istraživanja Kopp i sar. (2009). U ishrani grgeča primetan je i značajan procenat neidentifikovanih jedinki iz fam. Percidae (velika je verovatnoća da među njima ima upravo jedinki grgeča).

Kanibalizam se sreće i u populacijama smuđa (Kangur i Kangur, 1998), mada je tokom ovog istraživanja zabeležen isključivo u populaciji grgeča. Smuđ ribama počinje da se hrani tokom prve godine života tako da one mogu da zauzmu značajan udeo u ishrani vrste već pri dužini od 2-3 cm (van Densen, 1985).

Uklja je najzastupljenija u ishrani smuđa, zatim bodorka i grgeč. Uklja ima idealnu morfologiju za plen smuđu. Pored toga, ima visoku nutritivnu vrednost i lako je svarljiva (Argillier i sar., 2003). Peltonen i sar. (1996) navode da smuđ u borealnim jezerima najčešće konzumira grgeča, dok u srednjeevropskim jezerima u ishrani smuđa dominiraju ciprinidne vrste (Dörner i sar., 2007). Smuđ u ishrani preferira više bodorku i uklju nego grgeča (Kopp i sar., 2009), što potvrđuju naši rezultati.

Štuka je čest predator u slatkovodnim ekosistemima koji ima veliki uticaj na strukturu zajednice. Neselektivan je predator, hrani se oportunistički i spektar njene hrane zavisi od raspoloživosti prehrambenih resursa (Raat, 1988). Ovo istraživanje pokazuje da se štuka u analiziranom ekosistemu hrani samo bodorkom i grgečom. Češće konzumira bodorku, što potvrđuju druga istraživanja (Wysujack i sar., 2001).

Som se hrani invertebratima, vodozemcima, ribama, sisarima i vodenim pticama (Simonović, 2001). Preko 90%, u ishrani soma predstavlja grgeč. Taj podatak ne iznenađuje, jer grgeč živi i lovi u jatima (Simonović, 2001) i predstavlja lak plen predatoru sa velikim rasponom vilica kakav je som (Wysujack i Mehner, 2005).

Pearson's Correlation Coefficient (R) pokazuje da postoji pozitivna korelacija ($R=0,771$) između brojnosti i biomase grabljivica u akumulaciji Bovan, ali da ta korelacija nije signifikantna ($p=0,229$).

Zaključak

Grabljive vrste, čija je ishrana analizirana, nalaze se na kraju lanca ishrane u Bovanskoj akumulaciji. U ishrani najčešće koriste planktivorne ribe.

Uklja, bodorka i grgeč su dominantni plen grabljivica i važne karike u lancima ishrane. Grabljivice ishranom planktivornim ribama doprinose smanjenju eutrofizacije i održanju stabilnosti ovog ekosistema. Postojanje održivih populacija grabljivica u vodenom ekosistemu omogućuje zdravu i u trofičkom smislu raznovrsnu zajednicu.

Napomena

Ovo istraživanje je podržalo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja (Ugovor br. 451-03-68/2020-14/200122).

Literatura

- Allen K.R. (1935). The food and migration of perch (*Perca fluviatilis*) in Windermere. Journal of Animal Ecology, 4, 264-273.
- Argillier C., Barral M., Irz P. (2003). Growth and diet of pikeperch Sander lucioperca (L.) in two French reservoirs. Archives of Polish Fisheries, 11, 99-114.
- Carpenter S.R., Kitchell J.F., Hodgson J.R. (1985). Cascading trophic interactions and lake productivity. BioScience, 35, 634-639.

- Cortés E. (1997). A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54, 726-738.
- van Densen W.L.T. (1985). Piscivory and the development of bimodality in the size distribution of 0+ pikeperch (*Stizostedion lucioperca* L.). *Journal of Applied Ichthyology*, 1, 119-131.
- van Densen W.L.T., Ligtoet W., Roozen R.W.M. (1996). Intra cohort variation in the individual size of juvenile pikeperch, *Stizostedion lucioperca*, and perch, *Perca fluviatilis*, in relation to the size spectrum of their food items. *Annales Zoologici Fennici*, 33, 495-506.
- Dörner H., Hülsman S., Hölker F., Skov C., Wagner A. (2007). Size-dependent predator-prey relationships between pikeperch and their prey fish. *Ecology of Freshwater Fish*, 16, 307-314.
- Drenner R.W., Hambright D.K. (2002). Piscivores, trophic cascades, and lake management. *The Scientific World Journal*, 2, 284-307.
- Eklöv P., VanKooten T. (2001). Facilitation among piscivorous predators: effect of prey habitat use. *Ecology*, 82, 2486-2494.
- Kangur A., Kangur P. (1998). Diet composition and size-related changes in the feeding of pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (Percidae) and pike, *Esox lucius* (Esocidae) in the Lake Peipsi (Estonia). *Italian Journal of Zoology*, 65, 255-259.
- Kopp D., Cucherousset J., Syväranta J., Martino A., Céréghino R., Santoul F. (2009). Trophic ecology of the pikeperch (*Sander lucioperca*) in its introduced areas: a stable isotope approach in southwestern France. *Comptes Rendus Biologies*, 332, 741-746.
- La Mesa G., La Mesa M., Tomassetti P. (2007). Feeding habits of the Madeira rockfish *Scorpaena maderensis* from central Mediterranean Sea. *Marine Biology*, 150, 1313-1320.
- Mehner T., Ihlau J., Dörner H., Hölker F. (2005). Can feeding of fish on terrestrial insects subsidize the nutrient pool lakes? *Limnology and Oceanography*, 50, 2022-2031.
- Muto E.Y., Soares L.S.H., Goitein R. (2001). Food resource utilization of the skates *Rioraja agassizii* (Müller and Heule, 1841) and *Psammobatis extent* (Garman, 1913) on the continental shelf off Ubatuba, South-Eastern Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 61, 217-238.
- Peltonen H., Rita H., Ruuhijarvi J. (1996). Diet and prey selection of pikeperch (*Stizostedion lucioperca* (L.)) in Lake Vesijärvi analysed with a logit model. *Annales Zoologici Fennici*, 33, 481-487.
- Persson L., Andersson J., Wahlström E., Eklöv P. (1996). Size-specific interactions in lake systems: predator gape limitation and prey growth rate and mortality. *Ecology*, 77, 900-911.
- Pinkas L., Oliphant M.S., Iverson I.L.K. (1971). Food habits of albacore, bluefish tuna, and bonito in California waters. *State of California, Department of Fish and Game, Fish Bulletin*, 152, 1-105.

- Raat A.J.P. (1988). Synopsis of biological data on the northern pike *Esox lucius* Linnaeus, 1758. FAO Fisheries Synopsis, 30, 1-178.
- Ricker W.E. (1954). Stock and recruitment. Journal of Fisheries Research Board of Canada, 11, 559-623.
- Riedel-Lehrke M. (1997). Biomanipulation: Food web management of lake ecosystems. Restoration and Reclamation Review. Student On-Line Journal.
- Simić V., Ćurčić S., Čomić Lj., Simić S., Ostojić A. (2006). Biological estimation of water quality of the Bovan reservoir. Kragujevac Journal of Science, 28, 123-128.
- Simonović P. (2001). Ribe Srbije. NNK International, Beograd. Zavod za zaštitu prirode Srbije i Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu, 247pp.
- Taylor R.J. (1984). Predation. Chapman & Hall, London.
- Wysujack K., Laude U., Anwand K., Mehner T. (2001). Stocking, population development and food composition of pike *Esox lucius* in the biomanipulated Feldberger Haussee (Germany) – implications for fisheries management. Limnologia, 31, 45-51.
- Wysujack K., Mehner T. (2005). Can feeding of European catfish prevent cyprinids from reaching a size refuge? Ecology of Freshwater Fish, 14, 87-95.

FEEDING OF PREDATORY FISH SPECIES AND THEIR IMPACT IN MAINTENANCE OF STABILITY IN BOVAN RESERVOIR

Milena Radenković¹, Aleksandra Milošković², Nataša Kojadinović¹, Simona Đuretanović¹, Tijana Veličković¹, Marijana Nikolić¹, Marija Jakovljević¹, Vladica Simić¹

Abstract

The aim of this study was to investigate the diet of adult predatory fish (pikeperch, perch, pike, and catfish) that inhabit the Bovan reservoir and determine their impact on the ecological stability of the reservoir. The results showed that predators most often used planktivorous fish species in their diet, including bleak, roach, and perch. These species are dominant prey to predators, and at the same time important links in food chains. By feeding on planktivorous fish, predatory fish can contribute to the reduction of the eutrophication of the reservoir and keep this ecosystem stable.

Key words: feeding, predatory fish, stomach content

¹University of Kragujevac, Faculty of Science, Department of Biology and Ecology, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Serbia (milena.radenkovic@pmf.kg.ac.rs);

²University of Kragujevac, Institute for Information Technologies Kragujevac, Department of Science, Jovana Cvijića bb, Kragujevac, Serbia.

UTICAJ OTPADA NA FIZIČKO-HEMIJSKE KARAKTERISTIKE ZEMLJIŠTA

Nataša Stojić¹, Mira Pucarević², Milica Živković³, Vesna Teofilović⁴, Dunja Prokić⁵

Izvod: Eksploatacija zemljišta direktno utiče na fizičko-hemijske karakteristike zemljišta. Često se mogu videti poljoprivredne površine u neposrednoj blizini deponija. Postavlja se pitanje koliko otpad utiče na proizvodni potencijal zemljišta. Istraživanje u ovom radu je fokusirano na uticaj deponije komunalnog otpada na fizičko-hemijske karakteristike zemljišta. U uzorcima zemljišta analizirano je: pH u KCl, pH u H₂O, CaCO₃, humus, ukupni azot, P₂O₅, K₂O i organski ugljenik. Dobijeni rezultati ukazuju na negativni uticaj otpada na sadržaj OC i sadržaj lakopristupačnog fosfora i kalijuma.

Ključne reči: deponije, fizičko-hemijske karakteristike, plodnost zemljišta, otpad.

Uvod

Zemljište je neobnovljiv prirodni resurs što znači da se njegov gubitak i degradacija ne mogu obnoviti u toku ljudskog veka. Kao osnovna komponenta poljoprivrednog razvoja, i ekološke održivosti predstavlja osnova za proizvodnju hrane i biomase, izvor sirovina za gradnju, stanište mnogih živih bića. Delovanjem čoveka se iz godine u godinu sve više ugrožava, smanjuje, zagađuje i trajno uništava površinski sloj zemljišta. Jedan od najčešćih uzroka kontaminacije zemljišta povezanim sa ljudskom aktivnošću je direktno ili indirektno odlaganje otpada na zemljište. Stepenn zagađenosti zemljišta je u direktnoj vezi sa načinom upravljanjem otpadom. Napredniji sistemi upravljanja otpadom kao i savremene deponije, koje poseduju elemente sanitarne zaštite, imaju za cilj da spreče zagađenje okolnog zemljišta, površinskih i podzemnih voda. Sa druge strane, otpad koji se nekontrolisano odlaže na javne i divlje deponije može da sadrži veliki broj štetnih organskih i neorganskih supstanci kao i patogene bakterije koje štetno utiču na zemljište i podzemne vode, a time direktno na životnu sredinu kao i na ljudsko zdravlje.

Čovek, svojim delovanjem utiče pozitivno ali i negativno na hemijskih, fizičkih i bioloških procesa u zemljištu (Sekulić, P. i sar. 2003.). Da bi smo dobili informaciju

¹Univerzitet Edukons, Fakultet zaštite životne sredine, Vojvode Putnika 89, Sremska Kamenica, Srbija (natasa.stojic@educons.edu.rs);

²Univerzitet Edukons, Fakultet zaštite životne sredine, Vojvode Putnika 89, Sremska Kamenica, Srbija

³Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za biologiju i ekologiju, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad, Univerzitet Edukons, Fakultet zaštite životne sredine, Vojvode Putnika 89, Sremska Kamenica, Srbija

⁴Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Buleva Cara Lazara 1, Novi Sad, Srbija

⁵Univerzitet Edukons, Fakultet zaštite životne sredine, Vojvode Putnika 89, Sremska Kamenica, Srbija

kako otpad utiče na fizičko-hemijske karakteristike zemljišta uzorkovano je zemljište na teritoriji Vojvodine pored izabranih deponija i analizirane su iste.

Materijal i metode rada

Uzorkovano je zemljište na 112 deponija na području AP Vojvodine na dve dubine 0 – 30 cm i 30 – 60 cm. Zemljište je osušeno i samleveno, nakon čega su određene osnovne fizičko-hemijske karakteristike.

Prilikom utvrđivanja pH vrednosti zemljišta vršeno je: određivanje aktivne kiselosti pH u vodi – određena je u suspenziji (10g:25cm³) zemljišta sa vodom, potencijometrijski, pH metrom i određivanje potencijalne kiselosti pH u 1 M KCl – određena je u suspenziji (10g:25cm³) zemljišta sa kalijum hloridom, potencijometrijski, pH metrom.

Određivanje slobodnog kalijum karbonata (CaCO₃) izvršeno je volumetrijski, pomoću Scheibler-ovog kalcimetra; DM 8/1-3-016. Kao faktor plodnosti, CaCO₃ u zemljištu ima značajnu funkciju. Ca jon je neophodan element za rast i razvoj biljaka, povoljno utiče na fizičko-hemijske osobine zemljišta, strukturu zemljišta u vidu Ca-humata i glavni je neutralizator kiselosti zemljišta, jer deluje kao pufer.

U odnosu na sadržaj CaCO₃, zemljišta se dele na: slabo karbonatna < 2% CaCO₃, srednje karbonatna od 2 do 5% CaCO₃, karbonatna od 5 do 10% CaCO₃, jako karbonatna >10% CaCO₃.

Karbonati kao mineralni deo zemljišta značajno utiču na fizičko-hemijske osobine zemljišta, a karakteristično je da se njihov sadržaj sporo menja u zemljištu tokom vremena. Ekstremno visoke vrednosti karbonata imobilizuju usvajanje pojedinih mikroelemenata od strane biljaka (Mihailović A., 2015.)

Organska materija u zemljištu je smeša velikog broja organskih jedinjenja, počevši od lako razgradivih do vrlo stabilnih polimera. Kvalitativno, organske materije se mogu podeliti na dve frakcije: humusnu (65-75%) i nehumusnu. Humusne organske materije predstavljaju proizvod mikrobiološke ili hemijske transformacije delova biljaka, životinja i mikroorganizama. Za humus se može reći da je to jedna vrlo stabilna smeša amorfnih i koloidnih supstanci kompleksnog hemijskog sastava. Ima veliku površinu po jedinici mase i veliku jonoizmenjivačku sposobnost. Sa jonima metala lako stvara u vodi rastvorne i nerastvorne komplekse, a sa organskim supstancama stvara veliki broj jedinjenja (Kostić A., 2007.) Humus je jedan od faktora imobilizacije metala, na primer olova u zemljištu, tako da njegov povećani sadržaj značajno utiče na smanjenje udela pristupačnog olova u zemljištu (Mihailović A., 2015.)

Određivanje sadržaja humusa izvršeno je metodom po Tjurinu koja se zasniva na oksidaciji organske materije zemljišta.

Humus ima važne i mnogostruke funkcije u zemljištu. Učestvuje u procesima obrazovanja zemljišta, utiče na brojne fizičke i hemijske osobine, učestvuje u ishrani biljaka, te ima veliki značaj za plodnost zemljišta. Prema Muckenhausen (1975), u odnosu na sadržaj humusa zemljišta su podeljena na: veoma slabo humusna < 1%, slabo humusna od 1 do 2%, srednje humusna od 2 do 4%, jako

humusna od 4 do 8%, veoma jako humusna od 8 do 15%, polutresetna ili humusom bogata zemljišta od 15 do 30%, tresetna zemljišta > 30%.

Određivanje sadržaja ukupnog azota u uzorcima zemljišta izvršeno je CNS elementarnom analizom totalnog spaljivanja uzorka automatskom metodom – CHNS analizatorom.

Azot spada u grupu neophodnih hranjivih elemenata. Azot je konstitucioni element u strukturi huminskih kiselina i postaje pristupačan za biljke tek nakon mineralizacije organskih jedinjenja. Shodno tome, sadržaj ukupnog azota je u visokoj korelaciji sa sadržajem humusa i njegova količina opada sa dubinom.

Prema Manojloviću i sar. (1995), u odnosu na sadržaj azota (N%), utvrđene su klase obezbeđenosti zemljišta: siromašno < 0,10, srednje obezbeđeno 0,10 – 0,20, dobro obezbeđeno > 0,20

Određivanje lakopristupačnog fosfora u analiziranim uzorcima izvršeno je spektrofotometrijski.

Fosfor se u zemljištu nalazi u organskoj i neorganskoj formi. Ako se fosfor nalazi u organskom obliku, onda je mineralizacija preduslov za njegov prelazak u rastvor. Međutim, za rastvorljivost i dinamiku fosfora, mnogo veći značaj imaju mineralna jedinjenja fosfora – fosfati.

Prema Manojloviću i sar. (1995), ocena nivoa sadržaja u zemljištu P_2O_5 mg/100g je: < 5 vrlo nizak – meliorativni, 5 – 10 nizak – siromašno, 10-15 srednji – srednje obezbeđeno, 15 – 25 optimalan – dobro obezbeđeno, 25 – 40 visok – preterano obezbeđeno, 40 – 50 vrlo visok – ekstremno obezbeđeno, > 50 – štetan

Određivanje lakopristupačnog kalijuma (K_2O) u analiziranim uzorcima izvršeno je plamen fotometrijski.

Kalijum se u zemljištu nalazi u vidu primarnih (feldspati i liskuni) i sekundarnih (ilit, vermikulit) minerala, čijim raspadanjem kalijum prelazi u lakše rastvorljive oblike (soli), koje su pristupačne za biljke. Deo kalijumovih jona iz rastvora se absorbuje na površini koloidnih čestica, i to je drugi oblik za biljke pristupačnog kalijuma. Treći vrlo značajan oblik kalijuma su joni čvrsto vezani u međulamelarnom prostoru rešetke glinenih minerala iz grupe ilita, i u tom obliku se nalazi više od 90% ukupnog kalijuma. Ova tri oblika kalijuma stoje u dinamičkoj ravnoteži.

Prema Manojloviću i sar. (1995), ocena nivoa sadržaja u zemljištu K_2O mg/100g je: < 5 vrlo nizak – meliorativni, 5 – 10 nizak – siromašno, 10 – 15 srednje obezbeđeno, 15 – 25 optimalan – dobro obezbeđeno, 25 – 40 visok – preterano obezbeđeno, 40 – 50 vrlo visok – ekstremno obezbeđeno, > 50 štetan.

Rezultati i diskusija

Parcele pored deponija sa kojih je uzorkovano zemljište u 37,7 % od ukupnog broja uzoraka su bile korišćene kao poljoprivredne površine (kukuruz, oranica, pšenica, žito, suncokret, voćnjak, soja, lucerka...).

Vrednosti pH merene u vodi predstavljaju aktivnu kiselost zemljišta, dok vrednosti pH merene u 1M KCl predstavljaju supstitucionu kiselost, koja je

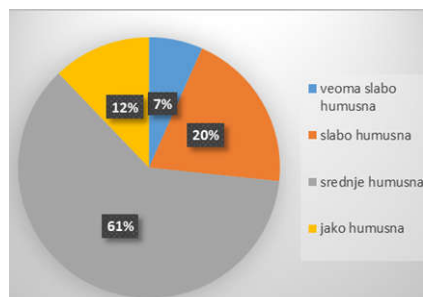
značajna pri upotrebi mineralnih đubriva, jer pokazuje u kojoj meri može da se poveća aktivna kiselost zemljišta pri upotrebi đubriva u obliku neutralnih soli. Vrednosti pH u suspenziji zemljišta sa KCl u analiziranim uzorcima su se kretale u opsegu od 4,61 do 9,03, dok se vrednosti pH u suspenziji zemljišta sa vodom su bile u opsegu od 5,29 do 10,44. Od ukupno analiziranih uzoraka 93% spada u red alkalnih zemljišta. Najzastupljenija su umereno alkalna zemljišta, što se može uočiti na grafiku 1.

Prema sadržaju karbonata, čak 50 % uzoraka pripada jako karbonatnim tipovima zemljišta, 21 % karbonatnim, 8 % srednje karbonatnim i 21 % slabo karbonatnom tipu zemljišta. Sadržaj CaCO_3 analiziranih uzoraka zemljišta varirao je od 0,08 % do 70,15 % sa prosečnom vrednošću od 10,9 %. U analiziranim uzorcima može se uočiti da se u većini uzoraka zemljišta pH vrednost povećava sa dubinom sa koje su uzeti uzorci (prvi profil od 0 do 0,3m i drugi profil od 0,3 do 0,6m), što je posledica povećanja sadržaja karbonata.

Sadržaj humusa bio je u intervalu od 0,14 do 16,12 sa srednjom vrednošću 2,74%. Od svih analiziranih uzoraka dominiraju srednje humusna zemljišta, što se može uočiti na grafiku 2.



Grafik 1. Procentualna zastupljenost određenih tipova zemljišta u analiziranim uzorcima prema pH vrednostima izmerenim u H_2O



Grafik 2. Procentualna zastupljenost određenih tipova zemljišta u analiziranim uzorcima prema sadržaju humusa

Sadržaj organskog ugljenika u uzorcima zemljišta je proračun shodno činjenici da humus u proseku sadrži 58% C, što znači da 1% C odgovara sadržaju humusa od 1,724 % ($100 / 58 = 1,724$) (Aksentijević i sar. 2017.) Na taj način, deljenjem % sadržaja humusa u zemljištu sa faktorom 1,724 dobija se sadržaj organskog ugljenika u zemljištu.

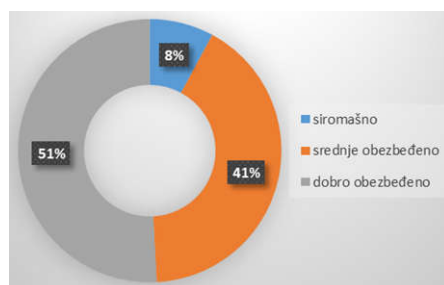
Sadržaj organskog ugljenika se u analiziranim uzorcima zemljišta kreće od 0,08 % do 9,35 %, dok prosečna vrednost iznosi 1,58 %. Kao što je uočljivo na grafiku 3, dominantna su zemljišta sa niskim sadržajem organskog ugljenika.

Sadržaj azota se u analiziranim uzorcima kreće u opsegu od 0,015 % do 1,3 %. Obezbeđenost zemljišta ukupnim azotom je po pravilu u skladu sa sadržajem humusa. Kao što je uočljivo na grafiku 51 % analiziranih uzoraka spada u klasu zemljišta koja su dobro obezbeđena azotom, 41 % uzoraka spada u klasu srednje

obezbeđenih zemljišta azotom, dok 8 % uzoraka predstavljaju zemljišta čija je obezbeđenost azotom siromašna.



rafik 3. Procentualna zastupljenost određenih tipova zemljišta u analiziranim uzorcima prema sadržaju organskog ugljenika



Grafik 4. Procentualna zastupljenost određenih tipova zemljišta u analiziranim uzorcima prema sadržaju azota (N)

Sadržaj lakopristupačnog fosfora se u analiziranim uzorcima kreće u opsegu od 0,07 do 325,2 mg/100 g zemljišta. U čak 25,2 % analiziranih uzoraka udeo lakopristupačnog fosfora je iznad 50 mg/100 g, što se smatra štetnim. Ovakvi rezultati idu u prilog manjoj mobilnosti nekih metala naročito olova, jer visok sadržaj fosfora pogoduje jačem vezivanju olova za čestice zemljišta (Mihailović A., 2015.).

Sadržaj lakopristupačnog kalijuma se u analiziranim uzorcima kreće u opsegu od 3,26 do 691 mg/100 g zemljišta. U 34 % analiziranih uzoraka udeo lakopristupačnog kalijuma je iznad 50 mg/100 g, što se smatra štetnim.

Zaključak

Analizom fizičko-hemijskih karakteristika uzoraka zemljišta, uzorkovanih po obodu deponija na teritoriji Vojvodine, može da se zaključi da su uglavnom zemljišta umereno alkalna, srednje humusna, imaju nizak sadržaj OC i su dobro obezbeđeni azotom. Što se sadržaja lakopristupačnog fosfora i kalijuma tiče, kod najvećeg procenata uzoraka je izmerena štetna količina P_2O_5 i K_2O . Na osnovu toga može se pretpostaviti da je otpad u najvećem broju uzoraka negativno uticao na sadržaj OC i sadržaj lakopristupačnog fosfora i kalijuma i na taj način smanjio plodnost zemljišta u blizini deponija. Deponije su izvor štetnih organskih i neorganskih supstanci koje utiču na kvalitet zemljišta i njegove zagađenosti ali iste nisu bile predmet ispitivanja ovog rada.

Napomena

Istraživanja u ovom radu finansirana su od strane Pokrajinskog sekretarijata za urbanizam i zaštitu životne sredine - JN OP 10/2020.

Literatura

- Aksentijević S., Kiurski J., Šarenac T. (2017). Plodnost zemljišta – uslov za održivi razvoj. *Ekonomija, teorija i praksa* 4: 1-16.
- Kostić A. (2007). Inženjering zaštite životne sredine: Osnovi inženjeringa uklanjanja postojećeg zagađenja. Beograd: Hemijski fakultet Univerziteta u Beogradu.
- Manojlović S., Ubavić M., Bogranović D., Dozet D. (1995). Praktikum iz agrohemije. Novi Sad: Poljoprivredni fakultet, Institut za ratarstvo i povrtarstvo.
- Mihailović A. (2015). Fizičke karakteristike zemljišta i distribucija teških metala na gradskom području Novog Sada. Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za fiziku.
- Muckenhausen E. (1975) *Die Bodenkunde*. Frankfurt a/M, itd: DLG Verlag.
- Sekulić P., Kastori R., Hadžić V. (2003) *Zaštita zemljišta od degradacije*, Naučni institute za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.

IMPACT OF WASTE ON PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOIL

Nataša Stojić¹, Mira Pucarević², Milica Živković³, Vesna Teofilović⁴, Dunja Prokić⁵

Abstract

Land exploitation directly affects the physico-chemical characteristics of the soil. Agricultural land can often be seen near the landfills. The question is how much waste affects the production potential of land. The research in this paper is focused on the influence of the municipal waste landfill on the physico-chemical characteristics of the soil. In soil samples were analyzed: pH in KCl, pH in H₂O, CaCO₃, humus, total nitrogen, P₂O₅, K₂O and organic carbon. The obtained results indicate a negative impact of waste on the content of OC and the content of easily accessible phosphorus and potassium.

Key words: landfills, physico-chemical characteristics, soil fertility, waste.

¹Univerzitet Edukons, Fakultet zaštite životne sredine, Vojvode Putnika 89, Sremska Kamenica, Srbija (natasa.stojic@educons.edu.rs);

²Univerzitet Edukons, Fakultet zaštite životne sredine, Vojvode Putnika 89, Sremska Kamenica, Srbija

³Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za biologiju i ekologiju, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad, Univerzitet Edukons, Fakultet zaštite životne sredine, Vojvode Putnika 89, Sremska Kamenica, Srbija

⁴Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Buleva Cara Lazara 1, Novi Sad, Srbija

⁵Univerzitet Edukons, Fakultet zaštite životne sredine, Vojvode Putnika 89, Sremska Kamenica, Srbija

SEASONAL VARIATIONS OF THE ZAPADNA MORAVA RIVER WATER QUALITY

Nebojša Đ. Pantelić¹, Jana S. Štrbački², Goran S. Marković³, Jelena B. Popović-Dorđević¹

Abstract: The water samples collected from four localities of the middle course of the Zapadna Morava River during 2020 were analyzed *via* the selected physico-chemical parameters with the aim to estimate the quality of surface water. According to the results of selected physico-chemical parameters (pH, conductivity, dissolved oxygen, chemical oxygen demand, biochemical oxygen demand), analyzed surface water show a good chemical status, while the values of nutrient content (nitrate, nitrite, ammonium ion, total phosphorus) indicated the poor chemical status especially at the locality 4 probably due to the outflow of wastewater from the city of Čačak as well as from the influence of the polluted water of the Čemernica River.

Key words: water quality, dissolved oxygen, ammonium ion, total phosphorus

Introduction

Zapadna Morava River (308 km long) is the central component of the West Serbia hydrosystem. It rises in Požeška Kotlina valley from Moravica and Đetinja River which join the Južna Morava River near Stalać forming the Velika Morava River. The river bed is rocky-pebbly in its upper and middle course, while muddy substrate dominates in the downstream course. The river occasionally floods (the last catastrophic floods were recorded in 2014). There are more than 30 urban, several hundred rural settlements in the Zapadna Morava catchment river basin (area 15 849 km²). The river is a big recipient of large quantities of wastewaters from Čačak, Kraljevo, Kruševac and other places and close to 200 industrial polluters (Marković et al., 2018). In the previous period the water quality of this watercourse was deteriorated by increased emission of nitrites, detergents, heavy metals (primarily mercury and cadmium), phenols and other pollutants (Obradović and Filipović, 2009; Novaković, 2013). The elevated levels of ammonium ion (NH₄⁺) and bacterial contamination have been observed (Cakić et al., 2018), as well as the presence of mineral oils during 2019-2020 (unpublished data).

This work was aiming to evaluate the quality of the Zapadna Morava river water in different seasons based on the selected physicochemical parameters.

¹University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Department of Chemistry and Biochemistry, Nemanjina 6, 11080 Zemun-Belgrade (pantelic@agrif.bg.ac.rs)

²Faculty of Mining and Geology, Department of Hidrogeology, University of Belgrade, Đušina 7, 11000 Belgrade, Serbia

³University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia

Material and methods

The samples of the Zapadna Morava River, labeled as **L1-L4**, were collected and analyzed during 2020 from four localities (**1-4**) of the Zapadna Morava's middle course (Figure 1). Selected physico-chemical parameters: pH, conductivity, dissolved oxygen, chemical oxygen demand (COD), biochemical oxygen demand (BOD), nitrate (NO_3^-), nitrite (NO_2^-), ammonium ion (NH_4^+) and total phosphorus, were determined using standard methods (Kostić et al., 2016; APHA, AWWA, WPCF, 2012).

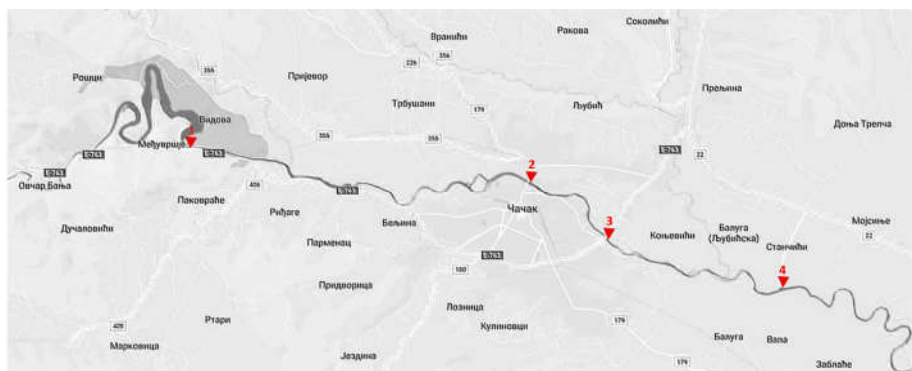
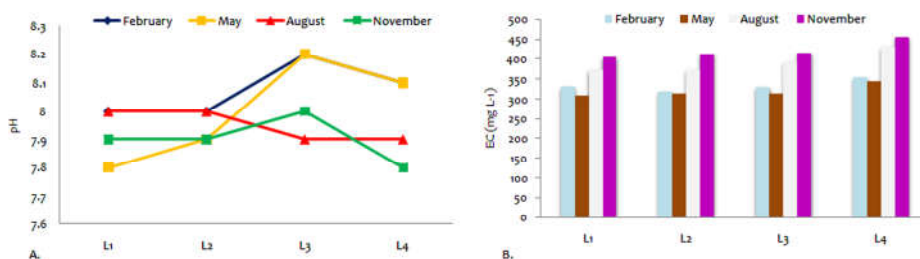


Figure 1. Localities **1**, **2**, **3** and **4** on the middle course of the Zapadna Morava River

Results and discussion

The results of physico-chemical parameters of investigated water samples are presented in Graphs 1 and 2.

The pH is one of the most important variables in water quality estimation due to the fact it affects many chemical and biological processes in water and all processes related to water supply and processing (Chapman and Kimstach, 1996).



Graph 1. Seasonal variation of pH and conductivity ($\mu\text{S cm}^{-1}$)
 Graf 1. Sezonske promene vrednosti pH i provodljivosti ($\mu\text{S cm}^{-1}$)

The measured pH values of all analyzed samples were around 8, which indicate that the water is moderately alkaline throughout the year (Graph 1A).

Conductivity is the electrical property of water and depends on several factors such as concentration, mobility and charge of the ions present (Chapman and Kimstach, 1996). The water conductivity at most examined locations was below $400 \mu\text{S cm}^{-1}$ except for the water samples collected in November where the conductivity values were up to $450 \mu\text{S cm}^{-1}$ (Graph 1B). Measured conductivity values indicate favorable irrigation water quality, according to salinity hazard criterion (Bauder, 2011).

Oxygen is essential to all forms of aquatic life, including those organisms responsible for the self-purification processes in natural waters (Chapman and Kimstach, 1996). The lowest values of dissolved oxygen were noticed in samples taken in August ($\approx 7 \text{ mg L}^{-1}$), while the highest values were obtained for samples collected in February, especially at locality 4 (11.2 mg L^{-1}) (Graph 2E and A, respectively). According to the criteria of water quality for fish culture, the river contains a desirable range of dissolved oxygen to provide the basic conditions for fish survival (Bhatnagar and Devi, 2013).

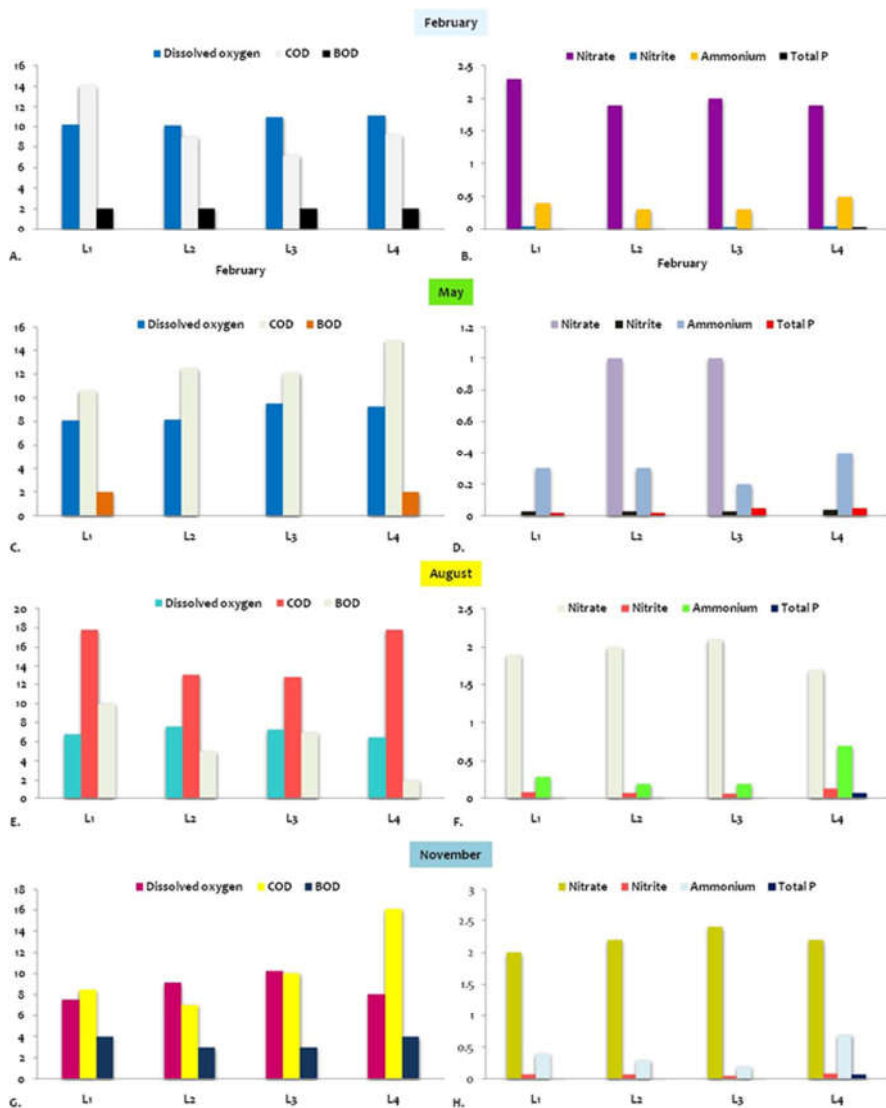
The chemical oxygen demand (COD) is widely used as a measure of the susceptibility to oxidation of the organic and inorganic materials present in the water bodies and in the effluents from sewage and industrial plants. On the other hand, the biochemical oxygen demand (BOD) is an approximate measure of the amount of biochemically degradable organic matter present in a water sample (Chapman and Kimstach, 1996). The results have shown that the values for COD and BOD were the highest in summer indicating that the pollution of the river is higher at that time of year (Graph 2A, C, E and G).

In addition, it was noticed that the concentration of NO_3^- was the lowest in May ($\approx 1 \text{ mg L}^{-1}$), while in other measured periods value of nitrate was around 2 mg L^{-1} (Graph 2A, C, E and G). Natural sources of nitrate to surface waters include igneous rocks, land drainage and plant and animal debris (Chapman and Kimstach, 1996).

Further, the samples collected in May and February contained the lowest amount of NO_2^- ($0.02\text{-}0.04 \text{ mg L}^{-1}$), while the values of this parameter were 2-3 fold higher in August and November (Graph 2B, D, F and H). High nitrite concentrations are generally indicative for industrial effluents and are often associated with unsatisfactory microbiological quality of water (Chapman and Kimstach, 1996).

In the environment, besides nitrate and nitrite, nitrogen also occurs as an ammonium ion (NH_4^+). It has been known that ammonia is toxic to fish and that its toxicity increases with increasing pH and temperature of the water (Bhatnagar and Devi, 2013). The study of the examined water samples indicated that the highest concentration of NH_4^+ ions was recorded at the locality 4 during all tested time period and ranged from $0.4\text{-}0.7 \text{ mg L}^{-1}$ (Graph 2B, D, F and H). According to the basic criteria that the water must fulfill for fish culture, obtained results showed that the river at this locality contains the amount of NH_4^+ which could be detrimental for fish survival (Bhatnagar and Devi, 2013). Based on the average

values of NH_4^+ ion, the water quality on locality 4 corresponded to poor ecological status (class IV of surface water) (Official Gazzete, 2001).



Graph. 2. Seasonal variation of dissolved oxygen (mg L^{-1}), chemical oxygen demand (COD) (mg L^{-1}), biochemical oxygen demand (BOD) (mg L^{-1}), nitrate (mg L^{-1}), nitrite (mg L^{-1}), ammonium ion (mg L^{-1}), total phosphorus (mg L^{-1})

Graf 2. Sezonske promene rastvorenog kiseonika (mg L^{-1}), hemijske potrošnje kiseonika (mg L^{-1}), biološke potrošnje kiseonika (mg L^{-1}), nitrata (mg L^{-1}), nitrita (mg L^{-1}), amonijum jona (mg L^{-1}) i ukupnog fosfora (mg L^{-1})

In natural waters, phosphorus occurs mostly as dissolved orthophosphates and organically bound phosphates (Chapman and Kimstach, 1996). It is a restrictive nutrient for algal growth and controls the primary productivity of a water body. Artificial increase in concentration due to human activities is the main cause of eutrophication. Similarly to NH_4^+ ion, the highest concentration of total phosphorus was recorded on locality 4 with the range from 0.04 mg L^{-1} in February to 0.08 mg L^{-1} in August and November, while the tested water samples collected on other localities show values between $0.02\text{-}0.03 \text{ mg L}^{-1}$ (Graph 2B, D, F and H).

Chemical status of analyzed surface water was assessed by comparing the obtained results (Graphs 1 and 2) with the national quality status directive (Official Gazzete, 2001). General physico-chemical parameters (pH and conductivity) were within the limits of good chemical status: pH values were in the range 6.8–8.5 and conductivity was mostly below $400 \mu\text{S cm}^{-1}$, except in November, when a slight increase in conductivity was registered, due to lower water level of the Zapadna Morava River. Parameters describing the oxygen regime – dissolved oxygen, COD and BOD, mostly indicated good chemical status, with the exception of elevated values of BOD ($> 4 \text{ mg L}^{-1}$) in August, stipulating moderate to poor chemical status of Zapadna Morava River. This is attributable to intensified degradation of organic matter during the summer period.

However, nutrient content (nitrate, nitrite, ammonium ion and total phosphorus) on each location indicated the poor chemical status of analyzed surface waters. Nitrate concentrations were not especially high – all registered values were in the range $1\text{--}5 \text{ mg L}^{-1}$, or even $< 1 \text{ mg L}^{-1}$, which was consistent with good chemical status. Excessive nitrite concentrations ($> 0.05 \text{ mg L}^{-1}$), indicating poor surface water quality, were typical for August and November, as the result of low water levels and the speed reduction of the river flow. Particularly high concentrations of ammonium ion ($> 0.4 \text{ mg L}^{-1}$) and of total phosphorus ($> 0.05 \text{ mg L}^{-1}$) were registered at the locality 4, for the most part of the year, indicating poor chemical status. This locality is downstream from the outflow of wastewater from the city of Čačak, as well as from the mouth of the Čemernica River – the indirect wastewater receiver of the city of Gornji Milanovac (Marković et al., 2018).

Conclusion

The obtained results of the water quality of the middle course of the Zapadna Morava River analyzed during 2020. have shown that the values of studied general physico-chemical parameters were within the limits of good chemical status, with the exception of elevated values of BOD in August which had moderate to poor chemical status. On the other hand, nutrient content (nitrate, nitrite, ammonium ion, total phosphorous) in the each location exhibited the poor chemical status of examined water samples particularly at the locality 4 for the most part of the year, probably due to the fact that this locality is downstream from the outpouring of wastewater from the city of Čačak.

Acknowledgment

This work created as a result of research within the contract of the realization and financing of scientific research work in 2020 between the Faculty of Agriculture in Belgrade and Faculty of Agronomy in Čačak and the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia (Nos. 451-03-68/2020-14/200116, and 451-03-9/2021-14).

References

- APHA; AWWA; WPCF. (2012). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22th ed.; APHA; AWWA; WPCF: Washington, DC, USA.
- Bauder T.A., Waskom R.M., Sutherland P.L., Davis J.G. (2011). Irrigation water quality criteria. Colorado State University Extension Publication, Crop series/irrigation. Fact sheet No. 0.506, pp. 4. Available: <https://extension.colostate.edu/docs/pubs/crops/00506.pdf>
- Bhatnagar A., Devi A. (2013). Water quality guidelines for the management of fishpond culture. International Journal of Environmental Sciences. 3 (6), 1980-2009.
- Cakić J.M., Marković G.S., A.Ž. Kostić A.Ž., Popović J.B (2018): Usability of the Zapadna Morava river water for fishing purpose. VIII International Conference „Water & Fish“, Faculty of Agriculture, Belgrade-Zemun, Serbia, 369-376.
- Chapman D., Kimstach V. (1996). Selection of water quality variables. In: Chapman D (ed.), Water Quality Assessments – A guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring, chapter 3, 2nd edition UNESCO/WHO/UNEP.
- Kostić A.Ž., Pantelić N.Đ., Kaluđerović L.M., Jonaš J.P., Dojčinović B.P., Popović-Djordjević J.B. (2016). Physicochemical properties of waters in southern Banat (Serbia); potential leaching of some trace elements from ground and human health risk. Exposure & Health. 8 (2), 227-238.
- Marković G., Đurović I., Pantović J., Brković D., Popović Đorđević J. (2018). Assessment of the ecological status of the Zapadna Morava River. Proceedings of the XXIII Symposium on biotechnology, March, 9 – 10, 2018, Čačak, Serbia (in Serbian).
- Novaković B. (2018). Indicative Ecological Status Assesment of the Zapadna Morava River Based on Aquatic Macroinvertebrate Community. Water Research and Management, 3(2), 37-43.
- Obradović D., Filipović D. (2009). Analiza kvaliteta površinskih i podzemnih voda na teritoriji grada Kraljeva – osnov za održivo upravljanje vodnim resursima, Kraljevo (in Serbian).
- Official Gazzete (2001). Legislation of surface water classification of Republic of Serbia 10/98, (In Serbian).

DIVERZITET MAKROMICETA PLANINE „BUKULJA“

Nikola Lačković¹, Branislav Ranković¹, Marijana Kosanić¹, Nevena Petrović¹

Izvod: Glavni cilj ovog rada je prikaz raznolikosti sveta makromiceta planine Bukulja (Centralna Srbija). Terenska istraživanja trajala su pet godina i time je otkriveno prisustvo 80 vrsta makromiceta. Mnoge od pronađenih vrsta su retke ili pak zakonom zaštićene vrste. Obzirom da do sada nije bilo sličnih istraživanja na temu diverziteta makromiceta ove planine, ovaj rad se može smatrati jedinstvenim doprinosom znanju o raznolikosti makromiceta ovog područja, ali i šire, raznolikosti makromiceta Srbije.

Ključne reči: Bukulja, gljive, istraživanje, makromicete, raznolikost

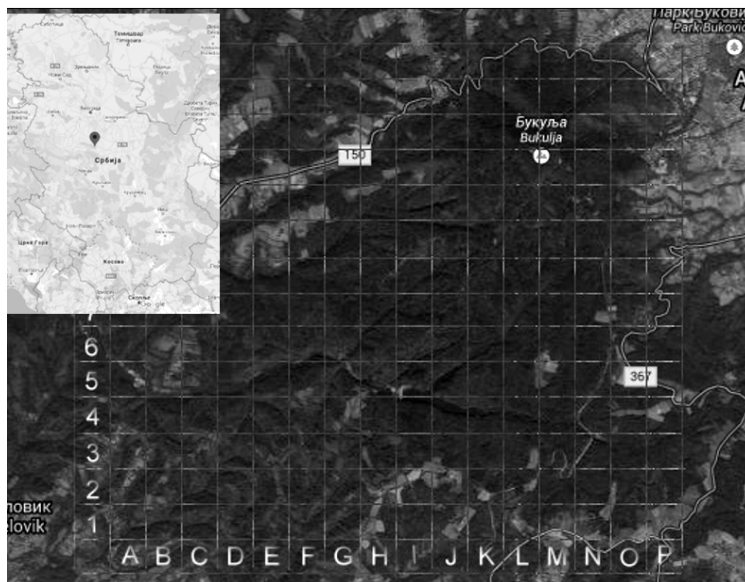
Uvod

Planina Bukulja smeštena je u centralnom delu Srbije, na području opštine Arandelovac (slika 1). Njena pozicija određena je koordinatama 44° 17' 55" severne geografske širine i 20° 31' 45" istočne geografske dužine. Ona je vulkanskog porekla, na šta ukazuje prisustvo granitnih stena, koje u sebi sadrže specifičnu kombinaciju minerala obogaćenih kalcijumom i magnezijumom. Najviši vrh Bukulje je visok 696 m. Podneblje Bukulje karakteriše se specifičnim varijetetom blaže, visinske subalpske klime, koja se odlikuje dosta pravilnim temperaturnim odnosima, što potvrđuje i srednja godišnja temperatura od 22°C. Humidni klimat subalpskog regiona na Bukulji pogoduje razvoju brojnih zeljastih i drvenastih biljnih vrsta. Najveće šumsko prostranstvo zauzimaju bukove šume, koje dominiraju na svim ekspozicijama od 500 m nadmorske visine, pa do planinskih vrhova. Osim bukve i bukovih šuma, prisutne su i ostale vrste, poput: hrasta lužnjaka *Quercus robur* L., graba *Carpinus betulus* L., klena *Acer campestre* L., belog jasena *Fraxinus excelsior* L., pitomog kestena *Castanea sativa* Mill., crnog bora *Pinus nigra* J. F. Arnold, belog bora *Pinus sylvestris* L., jele *Abies alba* Mill. i smrče *Picea abies* (L.) H. Karst. Područje opštine Arandelovac ranije je bilo prekriveno gustim šumama, međutim današnji šumski pokrivač obuhvata svega 25,4% i smešten je pre svega na planinama Bukulja i Venčac, dok su u nižim delovima šume uglavnom iskrčene (Marković, 1990).

Carstvo gljiva je jako brojno, ali je u celini njegova raznovrsnost poprilično slabo istražena i dokumentovana. Ista je situacija i sa diverzitetom makromiceta Bukulje, ali i ostatka Srbije. Smatra se da na svetu ima oko 140 000 vrsta makromiceta, od kojih je opisano svega oko 14 000 vrsta, što je jako mali broj (Stajić, 2015). Konkretno, kada je u pitanju teritorija Srbije, trenutno je opisano oko 1300 vrsta makromiceta, dok se procenjuje da je realan broj vrsta

¹Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet u Kragujevcu, Radoja Domanovića 12, 34 000 Kragujevac, Srbija (nevena.n.petrovic@pmf.kg.ac.rs; nikolalackovic90@gmail.com);

makromiceta u Srbiji negde između 3000 i 6000. Shodno tome, ovaj rad predstavlja doprinos poznavanju diverziteta makromiceta planine Bukulja, ali i makromiceta Srbije.



Slika 1. Geografski položaj planine Bukulja (<https://www.google.rs/maps>)
 Figure 1. Geographical position of mountain Bukulja

Materijal i metode rada

Terenska istraživanja trajala su pet godina (2014–2019). U tom periodu tereni su konstantno posećivani. Pronađene vrste su dokumentovane fotografisanjem njihovih najbitnijih karakteristika, koje su od presudnog značaja za preciznu identifikaciju vrste. Vrste su uglavnom fotografisane na samom terenu, na kome su i pronađene. U slučajevima kada je identifikacija vrste bila otežana, uziman je po jedan primerak, radi dodatne identifikacije putem mikroskopije. U identifikaciji pronađenih vrsta korišćena je adekvatna i standardna literatura (Moser, 1983; Uzelac, 2009; Flik, 2017).

Rezultati istraživanja i diskusija

Spisak pronađenih vrsta makromiceta na teritoriji planine Bukulja predstavljen je tabelarno (tabela 1). Vrste su podeljene po familijama, čiji je redosled abecedno organizovan.

Tabela 1. Spisak identifikovanih vrsta makromiceta planine Bukulja
Table 1. The list of the identified species of the mountain Bukulja

<i>Agaricus bitorquis</i> (Quél.) Sacc. Agaricaceae	<i>Macrocystidia cucumis</i> (Pers.) Joss. Macrocystidiaceae
<i>Scutiger pes-caprae</i> (Pers.) Bondartsev & Singer *** Albatrellaceae	<i>Marasmius rotula</i> (Scop.) Fr. Marasmiaceae
<i>Amanita eliae</i> Quél. Amanitaceae	<i>Marasmius wynneae</i> Berk. & Broome Marasmiaceae
<i>Amanita excelsa</i> (Fr.) Bertill Amanitaceae	<i>Mycena acicula</i> (Schaeff.) P. Kumm. Mycenaceae
<i>Amanita solitaria</i> (Bull.) Fr. Amanitaceae	<i>Mycena polygramma</i> (Bull.) Gray Mycenaceae
<i>Lentinellus ursinus</i> (Fr.) Kühner Auriscalpiaceae	<i>Collybia erythropus</i> (Pers.) P. Kumm. Omphalotaceae
<i>Hydnellum compactum</i> (Pers.) P. Karst. Bankeraceae	<i>Marasmiellus peronatus</i> (Bolton) J.S. Oliveira Omphalotaceae
<i>Hydnellum conrescens</i> (Pers.) Banker Bankeraceae	<i>Phallus hadriani</i> Vent.*** Phallaceae
<i>Hydnellum scabrosum</i> (Fr.) E. Larss., K.H. Larss. & Kõljalg Bankeraceae	<i>Bjerkandera adusta</i> (Willd.) P. Karst. Phanerochaetaceae
<i>Boletus appendiculatus</i> Schaeff. Boletaceae	<i>Armillaria gallica</i> Marxm. & Romagn. Physalacriaceae
<i>Butyriboletus fuscroseus</i> (Smotl.) Vizzini & Gelardi Boletaceae	<i>Volvopluteus gloiocephalus</i> (DC.) Vizzini, Contu & Justo Pluteaceae
<i>Cyanoboletus pulverulentus</i> (Opat.) Gelardi, Vizzini & Simonini Boletaceae	<i>Pleurotus pulmonarius</i> (Fr.) Quél. Pleurotaceae
<i>Hortiboletus bubalinus</i> (Oolbekk. & Duin) L. Albert & Dima Boletaceae	<i>Resupinatus trichotis</i> (Pers.) Singer Pleurotaceae
<i>Imperator rhodopurpureus</i> Assyov, Bellanger, Bertéa, Courtec., Koller, Loizides, G. Marques, J. A. Muñoz, Oppicelli, D. Puddu, F. Rich & P. A. Moreau Boletaceae	<i>Cerioporus varius</i> (Pers.) Zmitr. & Kovalenko Polyporaceae
<i>Leccinum albstipitatum</i> den Bakker & Noordel. Boletaceae	<i>Trametes gibbosa</i> (Pers.) Fr. 1838 Polyporaceae
<i>Leccinum cyaneobasileucum</i> Lannoy & Estadès Boletaceae	<i>Coprinellus micaceus</i> (Bull.) Fr. Psathyrellaceae
<i>Phylloporus pelletieri</i> (Lév.) Quél.*** Boletaceae	<i>Parasola conopilea</i> (Fr.) Örstadius & E. Larss.

	Psathyrellaceae
<i>Rheubarbariboletus armeniacus</i> (Quél.) Vizzini, Simonini & Gelardi Boletaceae	<i>Psathyrella bipellis</i> (Quél.) A. H. Sw. Psathyrellaceae
<i>Rheubarbariboletus persicolor</i> (H. Engel, Klofac, H. Grünert & R. Grünert) Vizzini, Simonini & Gelardi Boletaceae	<i>Psathyrella candolleana</i> (Fr.) Maire Psathyrellaceae
<i>Rubroboletus rhodoxanthus</i> (Krombh.) Kuan Zhao & Zhu L. Yang*** Boletaceae	<i>Psathyrella spadiceogrisea</i> (Schaeff.) Maire Psathyrellaceae
<i>Suillellus luridus</i> (Schaeff.) Murrill Boletaceae	<i>Humaria hemisphaerica</i> (F.H. Wigg.) Fuckel Pyronemataceae
<i>Cortinarius vernus</i> H. Lindstr. & Melot Cortinariaceae	<i>Otidea onotica</i> (Pers.) Fuckel Pyronemataceae
<i>Simocybe centunculus</i> (Fr.) P. Karst. Crepidotaceae	<i>Lactarius camphoratus</i> (Bull.) Fr. Russulaceae
<i>Fomitopsis betulina</i> (Bull.) B.K. Cui, M.L. Han & Y.C. Dai Fomitopsidaceae	<i>Russula aurea</i> Pers. Russulaceae
<i>Ascocoryne sarcoides</i> (Jacq.) J.W. Groves & D.E. Wilson Gelatinodiscaceae	<i>Russula faginea</i> Romagn. Russulaceae
<i>Ramaria botrytis</i> (Pers.) Bourdot Gomphaceae	<i>Russula fellea</i> (Fr.) Fr. Russulaceae
<i>Ramaria flava</i> (Schaeff.) Quél. Gomphaceae	<i>Russula foetens</i> Pers. Russulaceae
<i>Ramaria formosa</i> (Pers.) Quél. Gomphaceae	<i>Russula graveolens</i> Romell Russulaceae
<i>Ramaria fumigata</i> (Peck) Corner Gomphaceae	<i>Russula illota</i> Romagn. Russulaceae
<i>Hericium cirrhatum</i> (Pers.) Nikol.*** Hericiaceae	<i>Russula integra</i> (L.) Fr. Russulaceae
<i>Hydnum rufescens</i> Pers. Hydnaceae	<i>Russula olivacea</i> (Schaeff.) Fr. Russulaceae
<i>Laccaria laccata</i> (Scop.) Cooke Hydnanginaceae	<i>Russula parazurea</i> Jul. Schäff. Russulaceae
<i>Hygrocybe cantharellus</i> (Schwein.) Murrill Hygrophoraceae	<i>Russula risigallina</i> (Batsch) Sacc. Russulaceae
<i>Hygrophoropsis rufa</i> (D.A. Reid) Knudsen Hygrophoropsidaceae	<i>Scleroderma areolatum</i> Ehrenb. Sclerodermataceae
<i>Coltricia perennis</i> (L.) Murrill Hymenochaetaceae	<i>Agrocybe praecox</i> (Pers.) Fayod Strophariaceae
<i>Phellinus igniarius</i> (L.) Quél. Hymenochaetaceae	<i>Pholiota gummosa</i> (Lasch) Singer Strophariaceae
<i>Gymnopilus penetrans</i> (Fr.) Murrill Hymenogastraceae	<i>Pholiota lenta</i> (Pers.) Singer Strophariaceae

<i>Hebeloma radicosum</i> (Bull.) Ricken Hymenogastraceae	<i>Stropharia squamosa</i> (Pers.) Bridge & Spooner Strophariaceae
<i>Flammula alnicola</i> (Fr.) P. Kumm. Hymenogastraceae	<i>Suillus grevillei</i> (Klotzsch) Singer Suillaceae
<i>Tephrocybe rancida</i> (Fr.) Don Lyophyllaceae	<i>Thelephora terrestris</i> Ehrh. Thelephoraceae

*** strogo zaštićena vrsta

Na teritoriji Bukulje, u istraživanju, koje je trajalo pet godina, zabeleženo je prisustvo 80 vrsta makromiceta. Od identifikovanih vrsta (tabela 1), pet vrsta je strogo zaštićeno (Sl. Glasnik RS”, br. 5/2010 i 47/2011). U sličnom istraživanju, na području opštine Batočina, utvrđeno je prisustvo 200 vrsta makromiceta (Petrović i sar., 2019). Na Staroj planini, u selu Temska, pronađeno je 110 vrsta makromiceta, koje pripadaju podrazdelu Basidiomycotina (Sadiković i sar., 2012). U suštini, poređenje broja vrsta makromiceta sa različitim područja nije pouzdan pokazatelj toga koliko je neko područje pogodno za razvoj makromiceta. Naime, istraživanja su međusobno različita (razlikuju se u vremenskom i prostornom obimu), stoga nije moguće steći validne podatke samo komparacijom konačnih rezultata. Istraživanja diverziteta gljiva mogu biti zahtevnija u odnosu na istraživanja diverziteta drugih grupa organizama, pre svega zbog velikog bogatstva vrsta gljiva, teškoća u identifikaciji vrsta, ali i određenih nedoumica u samoj taksonomiji carstva gljiva. Formiranje plodonosnih tela gljiva zavisi od uslova na staništu, tako da nije retkost da pojedinih godina formiranje plodonosnih tela u potpunosti izostane (Dahlberg and Croneborg, 2006). Upravo zbog toga je neophodno da istraživanje diverziteta gljiva traje duži niz godina. Broj identifikovanih vrsta makromiceta planine Bukulja može se smatrati visokim, ali to svakako nije konačan broj vrsta. Konačan broj vrsta makromiceta planine Bukulja je sasvim sigurno daleko veći.

Zaključak

Istraživanja diverziteta makromiceta, ali i ostatka živog sveta predstavljaju početne korake u zaštiti vrsta i njihovih staništa. Planina Bukulja je jedno od poslednjih mesta opštine Arandelovac, koje je u velikoj meri zadržalo gusti šumski pokrivač. Nalaz od 80 vrsta gljiva nije mali broj vrsta, međutim pravi broj vrsta makromiceta je zasigurno daleko veći. Neophodno je sprovesti dodatna istraživanja, koja bi bila mnogo većeg obima i trajanja, kako bi se obuhvatio još veći broj lokaliteta, ali i vremenskih uslova i sezona.

Napomena

Istraživanje, prezentovano u ovom radu, je finansijski podržano od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Srbije, pod ugovorom br. [451-03-68/2020-14/200122].

Literatura

- Dahlberg, A., Croneborg, H. (2006). The 33 threatened fungi in Europe (Vol. 136). Council of Europe.
- Flik, M. (2017). Koja je ovo gljiva? Edicija d.o.o. Beograd, Srbija. 1-466
- Marković, Đ. J. (1990). Enciklopedijski geografski leksikon Jugoslavije. Sarajevo: Svjetlost. 1-313
- Moser M. (1983). Keys to Agarics and Boleti: Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales. Mad River Pr Inc.
- Petrović, N. N., Kosanić, M. M., Ranković, B. R. (2019). The diversity of macromycetes in the territory of Batočina (Serbia). Kragujevac Journal of Science, (41), 117-132.
- Pravilnik o proglašenju i zaštiti strogo zaštićenih i zaštićenih divljih vrsta biljaka, životinja i gljiva ("Sl. Glasnik RS", br. 5/2010).
- Pravilnik o proglašenju i zaštiti strogo zaštićenih i zaštićenih divljih vrsta biljaka, životinja i gljiva ("Sl. Glasnik RS", br. 47/2011).
- Sadiković, D., Čapelja, E., & Dašić, M. (2012). Basidiomycetes of Temska village area (Eastern Serbia, Mt Stara Planina). Biologica Nyssana, 3(2), 91-96.
- Stajić, M. (2015). Nutritivna svojstva i medicinski potencijal makromiceta. Biološki fakultet, Beograd, Srbija.
- Uzelac, B. (2009). Gljive Srbije i zapadnog Balkana. BGV Logik. Beograd, Srbija 1-464

THE DIVERSITY OF THE MACROMYCETES OF THE MOUNTAIN „BUKULJA“

Nikola Lačković¹, Branislav Ranković¹, Marijana Kosanić,¹ Nevena Petrović¹

Abstract

The main purpose of this study is showing the diversity of the world of macromycetes of the mountain Bukulja (central Serbia). Field studies were conducted for five years and resulted in discovering 80 species of macromycetes. Many of identified species are rare or legally protected. Considering that there were not any similar studies regarding the diversity of macromycetes of this mountain, this study can be contemplated as an unique contribution to the knowledge about the diversity of macromycetes of this area and wider, the diversity of macromycetes of Serbia.

Key words: Bukulja, diversity, fungi, macromycetes, study

¹University of Kragujevac, Faculty of Science, Kragujevac, Radoja Domanovića 12, 34 000 Kragujevac, Serbia (nevena.n.petrovic@pmf.kg.ac.rs; nikolalackovic90@gmail.com);

EFIKASNOST RAZLIČITIH FUNGICIDA U SUZBIJANJU PROUZROKOVAČA PLAMENJAČE SPANAĆA

Slobodan Vlajić¹, Stevan Maširević², Jelica Gvozdanović - Varga¹,
Dragana Milošević¹, Gordana Tamindžić¹, Janko Červenski¹, Maja Ignjatov¹

Izvod: Prouzrokovač plamenjače spanaća u proizvodnji nanosi značajne štete, smanjujući upotrebnu vrednost listova. S obzirom da u R. Srbiji nema registrovanih fungicida za suzbijanje plamenjače na spanaću, cilj istraživanja je bio ispitivanje efikasnosti različitih fungicida za preventivnu i terapijsku primenu. U istraživanje je uključeno sedam sintetičkih i jedan biološki fungicid. Najniži intenzitet zaraze u preventivnom (0,10%) i terapijskom (0,33%) tretmanu utvrđen je kod primene kombinacije aktivnih supstanci *famoksadon* + *cimoksanil*. Međutim, kod odabira i primene fungicida u spanaću posebna pažnja se mora posvetiti karenci formulisanog preparata.

Ključne reči: spanać, plamenjača, fungicidi, suzbijanje

Uvod

Gljiva *Peronospora effusa* poznata od ranije kao *P. farinosa* f. sp. *spinaciae* je obligatna patogen, koja prouzrokuje bolesti u tipu plamenjače na biljkama iz roda *Spinacia* (Choi i sar., 2007). Prisutna je u čitavom svetu i predstavlja ograničavajući faktor uspešnosti gajenja spanaća (Correll i sar., 2011). Brzo širenje i destruktivan karakter oboljenja omogućava patogenu da proizvodi velike količine kratkotrajnih, aseksualnih spora na listovima biljaka domaćina koje lete u vazduhu i uzrokuju sekundarne zaraze (Klosterman i sar., 2014). Početni simptomi bolesti manifestuju se u vidu žutih, nepravilnih i hlorotičnih lezija na listovima. Sporangije, plavo-sive boje nastaju u uslovima izražene vlažnosti, dok se raznošenje vrši vetrom, kišnim kapima i vodom u toku navodnjavanja pri čemu nastaju sekundarne zaraze (Correll i sar., 1994). Oospore su otkrivene na semenu, što potvrđuje činjenicu da zaraza klijanaca potiče od kontaminiranog semena (Inaba, 1983). Foss (2005) navodi da oospore na zaraženom semenu mogu održati vitalnost do dve godine.

Suzbijanje prouzrokovača plamenjače na spanaću je problematično, iz nekoliko razloga. Pre svega uslovi gajenja, način navodnjavanja i potrebe biljaka za vodom, omogućavaju povoljne uslove za razvoj patogena. U cilju smanjenja inokuluma preporuka je primena plodoreda, uklanjanje biljaka koji mogu biti prelazni domaćini, izbalansirano đubrenje (Zarafi i sar., 2005), upotreba tolerantnih i otpornih genotipova, izbor načina navodnjavanja kod koga je minimalno vlaženje listova i primena fungicida (Klosterman, 2016). Često se proizvodnja spanaća

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija (slobodan.vlajic@ifvcns.ns.ac.rs.)

²Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad, Srbija

odvija u organskom sistemu gajenja, gde je upotreba fungicida ograničena, ali i u konvencionalnom sistemu izbor fungicida je smanjen zbog karence koja je uslovljena fiziologijom biljke. U R. Srbiji uvidom u registar pesticida za 2020. godinu utvrđeno je da nema registrovanih fungicida za suzbijanje plamenjače na spanaću (Tim priređivača, 2020).

Usled pomenute činjenice, cilj istraživanja je bio ispitivanje različitih fungicida u preventivnoj i terapijskoj primenu za suzbijanje prouzrokovaca plamenjače na spanaću.

Materijal i metode rada

Ispitivanja su vršena tokom 2017. godine na lokalitetu opštine Titel. Spanać sorte Matador, je gajen na zemljištu tipa ritska crnica, setva je obavljena 22.03.2017. godine direktnom setvom u trake, na međuredni razmak 20 cm i razmak u redu 4 cm. Tokom vegetacije primenjene su agrotehničke mere specifične u proizvodnji ove biljne vrste, način navodnjavanja je bio sistemom veštačke kiše pomoću mikrorasprskivača. Ogled je postavljen u tri ponavljanja po slučajnom blok sistemu, a veličina osnovne parcele iznosila je 10 m².

U istraživanje su uključeni sintetički i biološki fungicidi, primenjeni u dozama i koncentracijama prikazanim u tabeli 1. Fungicidi su primenjeni preventivno i terapijski po pojavi primarnih simptoma na 5% biljaka. Tretmani su izvedeni dva puta u razmaku od sedam dana primenom ledne prskalice Solo® 456 sa količinom radne tečnosti od 300 l/ha uz dodatak Silwet® L-77 okvašivača u dozi od 15 ml na 120 l radne tečnosti.

Nakon sedam dana od poslednjeg tretmana, vršena je vizuelna ocena pojave simptoma na listovima. Ocenjeno je 100 biljaka po ponavljanju prema metodi EPPO PP 1/1(4), primenom skale ocene 0-4 koju opisuju Feng i sar. (2018) sa 0 = bez simptoma; 1 = do 25% površine lista sa simptomima; 2 = 26 do 50% površine lista sa simptomima; 3 = 51 do 75% površine lista sa simptomima i 4 = veća od 75% površine lista sa simptomima.

Intenzitet zaraze je izračunat primenom Townsend-Heuberger's formule (Townsend i Heuberger, 1943):

$$IZ (\%) = \frac{\Sigma(nv)}{NV} \times 100$$

gde je:

IZ - intenzitet zaraze

n - broj listova u svakoj kategoriji infestacije

v - numeričke vrednosti za kategorije infestacije

N - najviši stepen zaraze

V - ukupan broj ocenjenih listova

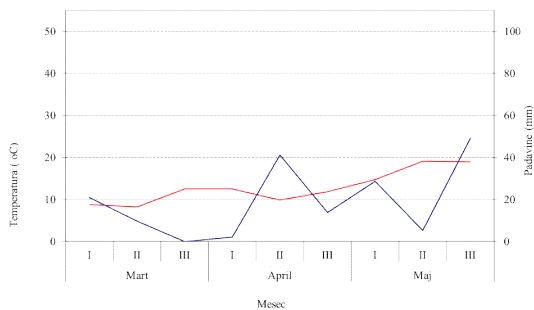
Efikasnost je izračunata po formuli Abbott-a (Abbott, 1925).

Tabela 1. Podaci o ispitivanim fungicidima
Table 1. Data on tested fungicides

Aktivna supstanca	Preparat	Proizvođač	Doza/ Konc.	FRAC code
500 g/kg bakra (770 g/kg bakar-hidroksida)	Funguran	Spiess Urania	0,4%	M01
Mankozeb 800 ± 25 g/kg	Mankogal	Galenika-Fitofarmacija	2,5 kg/ha	M03
Metalaksil-M 40g/kg + Mankozeb 640 g/kg	Ridomil gold	Syngenta	2,5kg/ha	4 + M03
Dimetomorf 90 g/kg, +Mankozeb 600 g/kg	Acrobat	BASF	2,5 kg/ha	40 + M03
Azoksistrobin 250 g/l	Quardis	Syngenta	0,75 l/ha	11
Fosetil-Al 80 %	Aliette flesh	Bayer	0,3%	P07
Famoksadon 225 g/kg + Cimoksanil 300 g/kg	Equation pro	DuPont	0,4 kg/ha	11 + 27
Bacillus subtilis soj Č13 (1 x 10⁸ CFU/cm³)	Ekstrasol	Biogenesis	2 l/ha	P06
Voda	/	/	/	

Statistička analiza intenziteta oboljenja obrađena je pomoću analize varijanse i Duncan-ovog višestrukog testa intervala (Duncan, 1975).

Podaci klimatskih uslova preuzeti su sa Republičkog hidrometeorološkog zavoda, merne stanice Rimski šančevi (<http://www.hidmet.gov.rs>) i prikazani su pomoću Walterovog dijagrama (Slika 1). U periodu izvođenja ogleda i terminu primene preparata, vremenski uslovi su bili povoljni za razvoj patogena.



Slika 1. Walter-ov klima dijagram agroekoloških uslova za vegetacioni period mart-maj 2017. god.

Rezultati istraživanja i diskusija

U konvencionalnim sistemima za proizvodnju spanača dostupni su efikasni fungicidi za kontrolu bolesti pod uslovom da se primenjuju pre pojave simptoma (Subbarao i sar., 2018). Preventivnim tretmanom ispitivanih sredstava za zaštitu bilja, najniži intenzitet zaraze od 0,10% a samim tim i najviša efikasnost od 94,97%, je utvrđena kod primene kombinacije aktivnih supstanci *famoksadon + cimoksanil*. Najviši intenziteti zaraze zabeleženi su kod primenjene aktivne supstance *mankozebe* (0,73%) i biološkog preparata (0,93%). Analizom dobijenih rezultata pomoću Duncan testa, zaključeno je da između svih ispitivanih fungicida posebno, kao i između fungicida i netretirane kontrole postoje statistički značajne razlike (Tabela 2). Budući da nove „rase“ patogena gotovo svake godine nadmašuju trenutnu otpornost domaćina (Feng i sar., 2018), upotreba nesintetičkih biopesticida za suzbijanje bolesti u organskoj proizvodnji je posebno privlačna. Efikasnosti biopesticida u suzbijanju prouzrokovaca plamenjače spanača, još uvek nije pokazala zadovoljavajuću efikasnost (Correll i sar., 2015), što je u skladu sa iznetim rezultatima rada.

Tabela 2. Intenzitet zaraze listova u preventivnom tretmanu
Table 2. Intensity of leaf infestation in preventive treatment

Tretmani	Ponavljanja				Ms*	E (%)**
	I	II	III	IV		
<i>Bakar-hidroksid</i>	0,65	0,71	0,76	0,69	0,70 ^e	64,82
<i>Mankozebe</i>	0,73	0,67	0,84	0,70	0,73 ^e	63,31
<i>Metalaksil-M + Mankozebe</i>	0,23	0,27	0,19	0,21	0,23 ^b	88,44
<i>Dimetomorf + Mankozebe</i>	0,13	0,34	0,28	0,40	0,29 ^{bc}	85,42
<i>Azoksistrobin</i>	0,61	0,52	0,58	0,64	0,58 ^d	70,85
<i>Fosetil-Al</i>	0,31	0,36	0,28	0,43	0,34 ^c	82,91
<i>Famoksadon + Cimoksanil</i>	0,09	0,11	0,08	0,15	0,10 ^a	94,97
<i>Bacillus subtilis</i> soj Č13	0,87	1,06	0,99	0,82	0,93 ^f	53,26
Kontrola	1,93	2,14	1,87	1,96	1,99 ^c	/

*Ms-srednja vrednost sa obeležjima Duncan testa za nivo značajnosti $p < 0,01$

**E-efikasnost

Sprečavanje razvoja epidemije može biti moguće blagovremenom primenom fungicida (tokom latentnog perioda) ili ranom berbom u konvencionalnim i organskim sistemima proizvodnje. To bi, zauzvrat, optimizovalo upotrebu fungicida i smanjilo sekundarne zaraze patogena, što bi dovelo do poboljšane kontrole bolesti i smanjene rezistencije na fungicide (Brent i Hollomon, 2007).

Najniži intenzitet zaraze od 0,33% u terapijskom tretmanu zabeleženje kod primene kombinacije preparata na bazi aktivnih supstanci *famoksadon + cimoksanil*. Kod navedenih aktivnih supstanci utvrđena je i najviša efikasnost od 86,63%, dok je najniža efikasnost od 51,01% utvrđena kod aktivne supstance

bakar-hidroksid. Efikasnost primenjenog biološkog agensa iznosila je 29,95% (Tabela 3).

Analizom dobijenih rezultata pomoću Duncan testa, zaključeno je da između većine ispitivanih fungicida, kao i između fungicida i netretirane kontrole postoje statistički značajne razlike (Tabela 3).

Tabela 3. Intenzitet zaraze listova u terapijskom tretmanu

Table 3. Intensity of leaf infestation in therapeutic treatment

Tretmani	Ponavljanja				Ms*	E (%)**
	I	II	III	IV		
<i>Bakar-hidroksid</i>	1,34	1,31	1,18	1,02	1,21 ^e	51,01
<i>Mankozeb</i>	1,25	1,06	1,12	1,19	1,15 ^{de}	53,44
<i>Metalaksil –M + Mankozeb</i>	0,71	0,56	0,51	0,63	0,60 ^b	75,70
<i>Dimetomorf + Mankozeb</i>	0,63	0,47	0,58	0,60	0,57 ^b	76,92
<i>Azoksistrobin</i>	1,02	0,85	0,98	1,04	0,97 ^{cd}	60,72
<i>Fosetil-Al</i>	0,91	0,86	0,64	1,01	0,85 ^c	65,58
<i>Famoksadon + Cimoksanil</i>	0,31	0,42	0,27	0,34	0,33 ^a	86,63
<i>Bacillus subtilis</i> soj Č13	1,73	1,54	1,62	1,59	1,62 ^f	34,41
Kontrola	2,83	2,61	2,46	2,01	2,47 ^g	/

*Ms - srednja vrednost sa obeležjima Duncan testa za nivo značajnosti $p < 0,01$

**E - efikasnost

Prilikom odabira i primene fungicida na povrtarskim biljnim vrstama sa kratkom vegetacijom, koje se koriste u svežem stanju ili minimalno termički obrađuju, posebna pažnja se mora obratiti na karencu formulisanog preparata.

Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata u preventivnom tretmanu, najniži intenzitet zaraze od 0,10% a time i najviša efikasnost od 94,97% utvrđena je kod primene kombinacije aktivnih supstanci *famoksadon + cimoksanil*. U terapijskom tretmanu najniži intenzitet zaraze od 0,33% odnosno efikasnost od 86,63% je zabeležen kod pomenute kombinacije aktivnih supstanci.

Napomena

Istraživanja u ovom radu podržalo je Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja u skladu sa ugovorom o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada NIO u 2021. godini, evidencioni broj: 451-03-9/2021-14/200032.

Literatura

- Abbott W.S. (1925). A method of computing effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-267.
- Brent K. J., Hollomon, D. W. (2007). *Fungicide Resistance in Crop Pathogens: How Can It be Managed?* FRAC Monogr. No. 1, second revised edition. Fungicide Resistance Action Committee, Bristol, UK.
- Correll J.C., Morelock T.E., Black M.C., Koike S.T., Brandenberger L.P., Dainello F.J. (1994). Economically important diseases of spinach. *Plant Disease*, 78: 653-660.
- Choi Y.J., Hong S.B., Shin, H.D. (2007). Reconsideration of *Peronospora farinosa* infecting *Spinacia oleracea* as distinct species, *Peronospora effusa*. *Mycological Research*, 111(4): 381-391.
- Correll J.C., Bluhm B.H., Feng C., Lamour K., du Toit L.J., Koike S. T. (2011). Spinach: Better management of downy mildew and white rust through genomics. *European Journal Plant Pathology*, 129: 193-205.
- Correll J. C., Matheron M. E., Koike S. T., Porchas M., Pavel J., Feng, C. (2015). Evaluation of biofungicides and conventional fungicides for management of downy mildew on spinach. *Plant Diseases Management Report*, 10: V106.
- Duncan D.B. (1975). T tests and intervals for comparisons suggested by the data. *Biometrics*, 31: 339-359.
- EPPO (2004). Guidelines for the efficacy evaluation of plant protection products: Conduct and reporting of efficacy evaluation trials – PP 1/1 (4). In EPPO Standards: Guidelines for the efficacy evaluation of fungicides, 2, EPPO, Paris, 1-5.
- Feng C., Saito K., Liu B., Manley A., Kammeijer K., Mauzey S. J., Koike S. T., Correll J. C. (2018). New races and novel strains of the spinach downy mildew pathogen *Peronospora effusa*. *Plant Diseases*, 102: 613-618.
- Foss CRJ, LJ (2005). Crop profile for spinach seed in Washington. <https://ipmdata.ipmcenters.org/documents/cropprofiles/WAspinachseed.pdf>
- Inaba T. (1983). Seed transmission of spinach downy mildew. *Plant Disease*, 67: 1139.
- Klosterman S. J., Anchieta A., McRoberts N., Koike S. T., Subbarao K. V., Voglmayr H., Choi Y.-J., Thines M., Martin F. N. (2014). Coupling spore traps and quantitative PCR assays for detection of the downy mildew pathogens of spinach (*Peronospora effusa*) and beet (*P. schachtii*). *Phytopathology*, 104: 1349-1359.
- Klosterman S. J. (2016). Spinach downy mildew-Threat, prevention and control. *Progressive Crop Consultant*, 1:12-15.
- Subbarao C. S., Anchieta A., Ochoa L., Dhar N., Kunjeti S. G., Subbarao K. V., Klosterman S. J. (2018). Detection of latent *Peronospora effusa* infections in spinach. *Plant Diseases*, 102: 1766-1771.
- Townsend G.R., Heuberger J.V. (1943). Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Disease Reporter*, 27: 340-343.

Zarafi A. B., Emechebe, A. M., Akpa A. D., Alabi O. (2005). Effect of fertilizer levels on grain yield, incidence and severity of downy mildew in pearl millet. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 38: 11-17.

EFFICACY OF DIFFERENT FUNGICIDES IN CONTROL OF CAUSES DOWNY MILDEW ON SPINACH

*Slobodan Vlajić¹, Jelica Gvozdanović - Varga¹, Stevan Maširević²,
Maja Ignjatov¹, Dragana Milošević¹, Gordana Tamindžić¹*

Abstract

Powdery mildew of spinach causes significant damage in agriculture production reducing the value usage of the leaves. Considering that there are no registered fungicides for controlling the powdery mildew of spinach in the Republic of Serbia, the aim of the research was to examine various fungicides for preventive and therapeutic usage. The study included seven synthetic and one biological fungicide. The lowest intensity of infection in preventive (0.10%) and therapeutic (0.33%) treatment was found when using a combination of active substances famoxadone + cimoxanil. However, when choosing and applying fungicides in spinach, special attention must be dedicated to the withdrawal period of the formulated products.

Key words: spinach, powdery mildew, fungicides, control

¹Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija (slobodan.vlajic@ifvcns.ns.ac.rs.)

²University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad, Serbia

SISTEM ZA PREČIŠĆAVANJE PIJAĆE VODE SA POVEĆANOM TVRDOĆOM I KONCENTRACIJOM AMONIJAKA, GVOŽĐA, MANGANA

Tomislav Trišović¹, Lidija Rafailović², Wei Li³, Branimir Grgur⁴, Trišović Zaga⁵

Izvod: Voda je jedan od najpoznatijih univerzalnih rastvarača i u kontaktu sa svim poznatim materijama manje ili više reaguje. Uprkos činjenici da se nalazi u prirodi u ogromnim količinama, potpuno čiste vode u prirodi nema. Najčistija voda u prirodi je u lednicima, snegu i eventualno kišnica mada ona sadrži izvesnu količinu primesa. Voda u prirodnim izvorima (podzemni i površinski izvori) je u većoj ili manjoj meri opterećena mineralima koji mogu biti netoksični ili veoma toksični. Da bi se takva voda koristila kao pijaća neophodno je da ona (hemijski i bakteriološki) bude u skladu sa Pravilnikom koji definiše maksimalno dozvoljene koncentracije pojedinih mineralnih jedinjenja i bakterija u pijaćoj vodi.

Ključne reči: kvalitet vode, jonska izmena, deferizacija i demanganizacija, omekšavanje vode, uklanjanje amonijaka, dezinfekcija, ozonizacija

Uvod

Hemijski čista voda je jedinjenje vodonika i kiseonika, koji se u vodi mogu egzistirati u obliku disosovanih vodonikovih i hidroksilnih jona (H^+ i OH^-), u obliku molekula, kao i grozdova molekula povezani vodoničnim vezama. Voda prema svom poreklu može biti: atmosferska, površinska i podzemna [Naceradska, 2017]. Kako je svaka prirodna voda slab rastvor soli, baza, kiselina i dr., disosovanih u većoj ili manjoj meri na jone, rastvorene primese određuju njenu aktivnu reakciju. U zavisnosti od odnosa količine katjona i anjona, voda može biti kisela, neutralna ili bazna. U čistoj vodi postoji deo disosovanih jona (H^+ i OH^-). Odnos disosovanih i nedisosovanih jona pri određenoj temperaturi je stalan.

Primese u vodi se mogu razvrstati u tri grupe i to: mehaničke, koloidne i rastvorene [Đukić, Ristanović, 2005]. Mehaničke nečistoće sačinjavaju uglavnom čestice čija je oko 10 μm . Čestice veličine veće od 1 μm su u lebdećem stanju. Ukoliko im je gustina veća od gustine vode, mehaničke nečistoće se talože, ako voda miruje. Mehaničke nečistoće su odgovorne za mutnoću vode, a sastoje se iz peska, gline i raznih čestica mineralnog i organskog porekla. Sve ove čestice dospevaju u vodu kontaktom atmosferskih padavina sa tlom, mineralnim stenama, kontaktom sa biomasom i sintetičkim materijalima, potom erozijom korita potoka i

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (tomislav.trsisovic@kg.ac.rs);

²CEST, Viktor-Kaplan-Str. 2, A-2700 Wiener Neustadt, Austria;

³School of Mathematics and Statistics, Xidian University, Xi'an, China;

⁴Tehnološko-metalurški fakultet, Karnegijeva 4, 11 000 Beograd, Srbija;

⁵Mašinski fakultet- Beograd, Kraljice Marije 16, 11 120 Beograd, Srbija.

reka. Mutnoća je optičko svojstvo vode i jedana od glavnih karakteristika za određivanje kvaliteta vode. Mutnoća vode je posledica prisustva nerastvornih materija, suspendovane i koloidne čestice u vodi. Mutnoća se meri poređenjem svetlosnih efekata koji se odvijaju prolaskom svetlosti kroz uzorak i kroz standard. Što je veći intenzitet skretanja svetla, što je veća interferencije, veća je i mutnoća uzorka. Ako je koncentracija suspendovanih i koloidnih čestica manja od 5 mg/l, voda se smatra prozirnom i u skladu je sa Pravilnikom. Izražava se u nefelometrijskim jedinicama mutnoće, (eng.nephelometric turbidity units (NTU)) i u sadržaju SiO₂ u vodi izraženim u mg/l. Propisana je maksimalna dopuštena vrednost mutnoće do 1 NTU. U vanrednim prilikama ova vrednost ima vrednost od 6 NTU. Povećanu mutnoću obično prati i pojačano mikrobiološko zagađenje.

U prirodnim vodama u koloidnom stanju nalaze se i neorganske materije (jedinjenja silicijuma, aluminijuma, gvožđa, i dr.), a takođe i organske materije, nastale raspadanjem životinjskih i biljnih organizama. Rastvorene supstance u vodi mogu biti molekuli i joni soli, gasova, kiselina i baza. Ove čestice su veličine manje od μm , bitno utiču na osobine vode i kao takve uslovljavaju njenu primenu. Rastvorene materije u vodi mogu biti: soli koje čine vodu tvrdom (soli kalcijuma i magnezijuma) i ostale soli. Tvrdoća može biti stalna i prolazna. Prolazna ili karbonatna tvrdoća potiče od karbonata i bikarbonata kalcijuma i magnezijuma, dok stalna tvrdoća vode potiče od sulfata, fosfata, hlorida, nitrata kalcijuma i magnezijuma.

Jedinice za merenje tvrdoće su: nemački stepeni (jednom nemačkom stepenu odgovara 10 mg CaO po litru vode), francuski stepen (jednom francuskom stepenu odgovara 10 mg/l CaCO₃), engleski stepeni (engleskom stepenu odgovara 10 mg/l na 0,7 litara vode). Ukupna tvrdoća (UT), jednaka je zbiru karbonatne i nekarbonatne tvrdoće: $UT = KT + NT$, odnosno zbiru prolazne i stalne tvrdoće: $UT = PT + ST$, SI jedinica mere tvrdoće vode je: mg CaCO₃dm⁻³ vode. U našoj zemlji tvrdoća se izražava u nemačkim stepenima.

Iz ove druge grupe ostalih soli u prirodnoj vodi nalaze se soli natrijuma - NaHCO₃, Na₂SO₄, NaNO₃, NaCl, gvožđa - Fe(HCO₃)₂, FeSO₄, koloidni Fe(OH)₃ i organska jedinjenja gvožđa i mangana Mn(HCO₃)₂, MnSO₄ [Radovanović, 1996].

Prisustvo rastvorenih soli kalcijuma i magnezijuma ima za posledicu nastajanje taloga u vodovodnim instalacijama, bojlerima, armaturama. Taloženjem, karbonati kalcijuma i magnezijuma pospešuju taloženje i drugih soli, tako da se u sastavu kamenca mogu naći i natrijum-hlorid (NaCl), natrijum-nitrat (NaNO₃), kalijum-nitrat (KNO₃), i kalijum-sulfat (K₂SO₄).

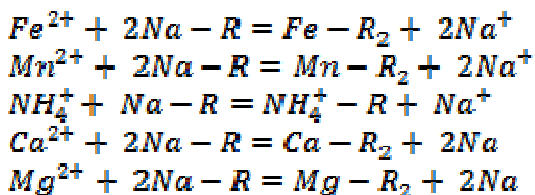
Nitrati, nitriti i amonijak predstavljaju jedinjenja azota pa su važni parametri stanja vode. Najčešće njihovo prisustvo pokazuje zagađenje vode fekalnim materijama. Za slučaj da je izvoriste vode na jako velikoj dubini, prisustvo azotovih jedinjenja pokazuje da amonijak ima geološko poreklo. Amonijak je toksičan i potrebno ga je ukloniti iz pijaće vode.

Gvožđe i mangan su veoma rasprostranjeni u zemljinoj kori i kao takvi dosta su u kontaktu sa površinskim i podzemnim vodama. U slučaju smanjenja koncentracije kiseonika u vodi, jedinjenja gvožđa i mangana se rastvaraju u vodi.

Najčešći oblik gvožđa je ferobikarbonat ili je u koloidnom stanju vezano sa organskim materijama. Ukoliko takvu vodu izložimo uticaju kiseonika iz vazduha, dolazi do oksidacija jedinjenja gvožđa u vodi, stvara se ferihidroksid ($\text{Fe}(\text{OH})_3$), voda postaje mutna oranž boje, uz taloženje pahuljica. Voda sa povećanim sadržajem gvožđa nije pogodna za pranje jer stvara fleke na rublju. Tako je pored taloženja ferihidroksida na cevovodima i potencijalnog generisanja gvoždevitih bakterija, nije pogodna ni za zalivanje sistemom kap po kap, kao ni za napajanje živine i svinja, jer se poilice često začepi i blokiraju prolaz vode. Povećana koncentracija gvožđa u vodi zahteva i povećano doziranje sredstava za dezinfekciju, jer se deo hlora troši na oksidaciju gvožđa.

Mangan takođe pravi slične probleme kao i gvožđe tj stvara mutnoću, daje neprijatan ukus vodi i pravi crni talog manganhidroksida i mangan oksida. Znatno je toksičniji od gvožđa. S obzirom da mnoga izvorišta imaju povećane koncentracije gvožđa i mangana, potrebno je pratiti njihove koncentracije pomoću jednostavnih aparata tzv komparatora.

Uklanjanje gvožđa, mangana, amonijaka i tvrdoće iz vode može se postići na nekoliko načina. Jedan od veoma primenjivanih načina je jonskom izmenom. Na jonoizmenjivačkom materijalu se odigrava niz sledećih reakcija [Tomić, 2009]:



Ovakve jonoizmenjivačke smole (ECOMIX komercijalni naziv) mogu istovremeno da uklanjaju pet jonskih vrsta i to: gvožđe, mangan, amonijak, kalcijum i magnezijum. Jonoizmenjivačke smole ovog tipa se nazivaju „pet u jedan“ tj sa jednom jonoizmenjivačkom masom moguće je istovremeno ukloniti pet nepoželjnih jonskih vrsta. Ovaj način prečišćavanja pijaćih voda je veoma praktičan i primenjiv za male vodovodske sisteme kao i za individualna domaćinstva. Postoji niz prednosti u korišćenju ovog postupka kao što su: niska cena, dug životni vek jonoizmenjivačke smole (od 3 do 10 god), kompaktan i mali uređaj koji radi pod pritiskom postojeće instalacije, jonoizmenjivačke smole skoro da nemaju potrebu čišćenja, ovakav tretman vode ne utiče na pH vrednost i alkalitet vode, rezultat prečišćavanja su jako niske koncentracije gvožđa, mangana, amonijaka, kalcijuma i magnezijuma. Naravno, postoje i ograničenja u korišćenju jonskih masa ECOMIX kao što su: tvrdoća <750 mg/l, gvožđe <10 mg/l, magnezijum <3 mg/l, amonijak <4 mg/l, okidabilnost (KMnO_4) <80 mg/l, radna temperatura 4-40°C, ukupno rastvorene materije <4000 mg/l. Nedostaci koji mogu dovesti do lošeg rada smole su: pri većim koncentracijama gvožđa doći će do trajnog taloženja gvožđa na smoli, pre tretmana na smoli ne sme se podešavati pH niti dodavati oksidujućih supstanci jer može doći do oksidacije Fe^{2+} u Fe^{3+} , ne može se ukloniti kvožđe koje je vezano

za prirodne organske materije POM, prilikom regeneracije smole nastaje koncentrovani slani otpad NaCl, MgCl₂, CaCl₂.

Visoka tvrdoća vode povećava utrošak sapuna, otežava proces kuvanja zrnaste hrane, stvara kamenac u bojlerima i kotlovima. Tvrde vode ne deluju štetno na ljudsko zdravlje.

Materijal i metode rada

Tretman na filtrima sa jonskom masom voda treba da zadovolji sledeće parametre kvaliteta što se tiče koncentracije gvožđe, mangan, amonijak, koji su dati u Tabeli 1.

Tabela 1. Pojedini fizičko-hemijski parametri kvaliteta pijaćih voda koje su propisane Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Službeni Glasnik SRJ 42/98, 44/99 i 28/2019).

Table 1. Physicochemical parameters of drinking water quality that are prescribed by the Guidence on hygienic safety of drinking water (Document FRY 42/98, 44/99 and 28/2019).

Parametar	Jed. mere	МДК
Mutnoća	NTU	1-5*
Miris,	-	bez
pH vrednost	-	6.8-8.5
Amonijak NH ₃ ,	mg/l	0.5-1.0*
Elektrolitička provodljivost na 20°C	µS	2500
Hloridi Cl ⁻	mg/l	250
Gvožđe Fe	mg/l	0.3
Mangan Mn	mg/l	0.05
Tvrdoća	° dH	-

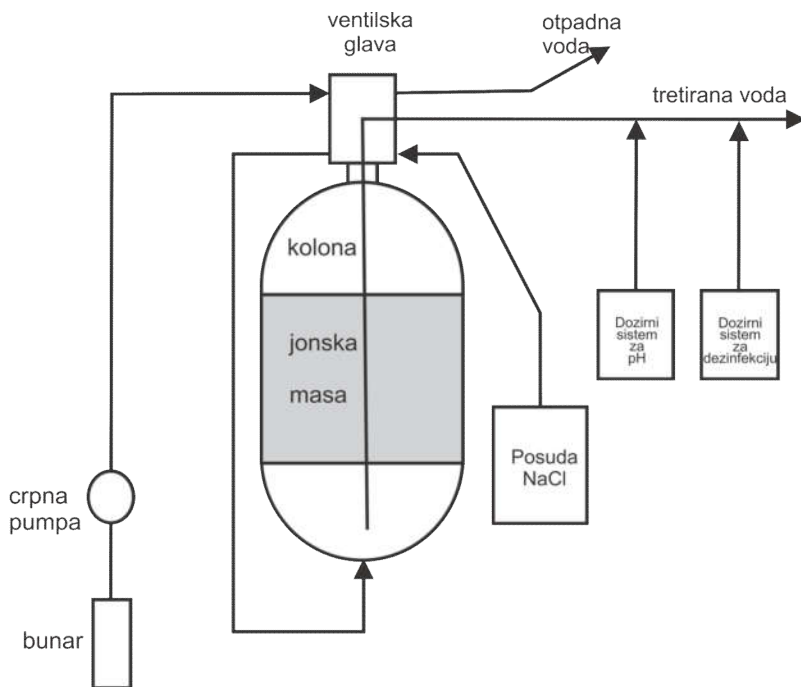
U ovom radu su predstavljeni uređaji koji prečišćavaju sirovu vodu iz bunara opterećenu sa povećanom koncentracijom amonijaka, gvožđa i mangana i tvrdoće. Uređaji su povezani u funkcionalnu celinu, rade automatski, a procesom rada upravljanja automatika sa bunarske pumpe koja crpi vodu iz bunara.

Rezultati istraživanja i diskusija

Bunarske vode mogu imati povećanu tvrdoću, a istovremeno povećane koncentracije amonijaka, gvožđa i mangana. U tom slučaju, za individualne i manje vodovode, najbolje rešenje je prečišćavanje vode sa jonskom masom koja je selektivna na svih pet gore pomenutih vrsta. Na zrcima katjonske, jako kisele izmenjivačke mase (smole), obavlja se zamena jona kalcijuma, magnezijuma,

amonijaka, gvožđa i mangana, jonima natrijuma. Svi ciklusi rada automatskog uređaja u ovom slučaju jonske mase tzv „pet u jedan“.

Jonska masa se instalira u kolonu (Slika 1.) na čijem vrhu se nalazi automatska ventilska glava. Kada je položaj ventila zaklenut tako da voda prolazi odozgo na dole, uređaj se nalazi u radu tj obavlja se proces jonske izmene (joni Fe, Mn, NH_3 , Ca i Mg se menjaju sa jonima Na) (ciklusu 1). Kada se svi joni natrijuma otpuste sa smole a zamene ih joni Fe, Mn, NH_3 , Ca i Mg, mora se obaviti proces regeneracije tj vraćanje jona Na jonoizmenjivačku smolu. Ovo se postiže na taj način što se prvo zakrene ventilski sklop tako da se u (ciklusu 2) masa suptotnostrujno ispira odozgo na gore u trajanju od 10 min (Tabela 2).



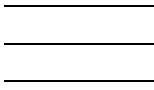
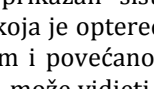
Graf. 1. Blok shema uređaja za uklanjanje gvožđa, mangana, amonijaka i tvrdće
 Graph. 1. Schematic representation of device for removal of iron, manganese, ammonia and water hardness.

Kada se ovaj ciklus završi zakrene se ponovo ventilski sklop tako da počinje proces uvlačenja koncentrovanog rastvora natrijum hlorida iz posude sa NaCl. Koncentrovani rastvor se ejektorski uvlači pa time se i meša sa vodom u odnosu 6:1. Ovaj (ciklus 3) traje oko 50 minuta. Po završetku ciklusa 3 višepoložajni ventil se zakreće tako da se u ciklusu 4 ostvaruje proces dopune posude sa tabletiranom kuhinjskom solju. Ovaj ciklus traje 5 minuta. Sledeći ciklus je moguć zakretanjem višepoložajnog ventila tako da se vrši istostrujno ispiranje jonske mase odozgo na dole. Ovaj ciklus (ciklus 5) traje 8 minuta. Po završenom ciklusu 5, višepoložajni

ventil se zakreće tako da uređaj ulazi u ciklus 1 tj u normalan rad kada se ostvaruje filtracija vode.

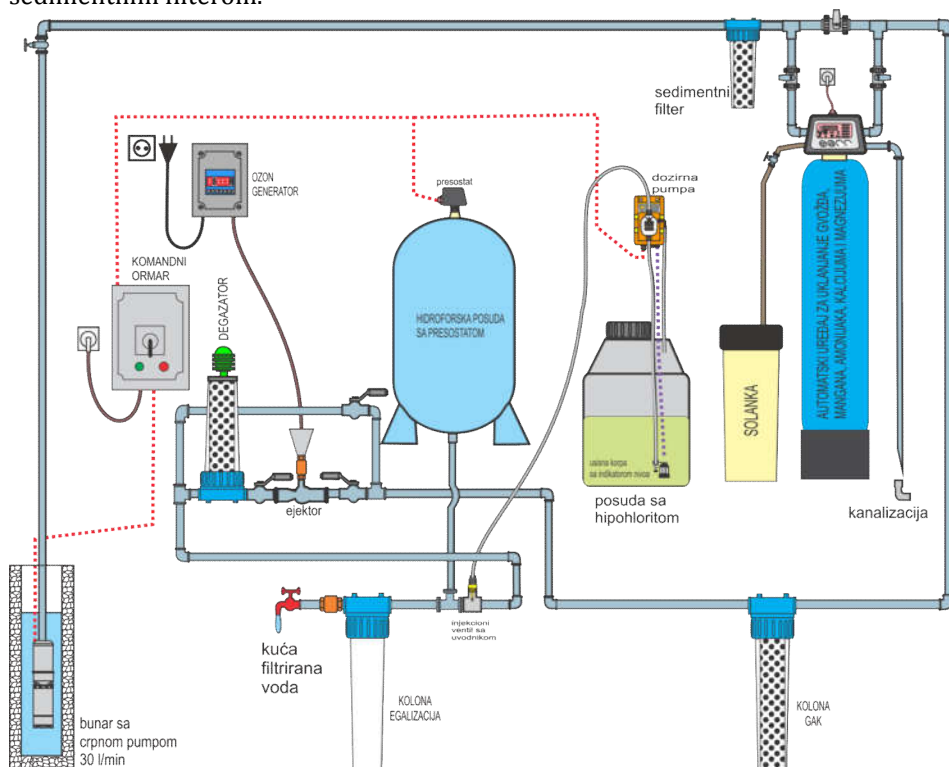
Tabela 2. Ciklusi u radu automatskog uređaja sa jonskom izmenom.

Table 2. Cycles in the operation of an automatic device with ion exchange.

Prikaz		Značenje
Ciklus	Figura	
Vreme, protok, kapacitet 1-00		Uređaj u radu
2-10 min		U ciklusu kontrainspiriranja preostalo 10 min do kraja
3-50 min		U ciklusu uvlačenja soli i sporog ispiranja preostalo 50 min do kraja
4-05 min		U ciklusu dopune solanke preostalo 5 min do kraja
5-08 min		U ciklusu kontrainspiriranja, preostalo 8 minuta

Na Slici 2. je prikazan sistem (nekoliko uređaja serijski povezanih) za prečišćavanje vode koja je opterećena sumpornim jedinjenjima (vodonik disulfid), povećanom tvrdoćom i povećanom koncentracijom gvožđa, mangana i amonijaka. Kao što se sa Slike 2. može vidjeti, radom vodovodnog sistema upravlja senzor koji meri i održava pritisak vode u vodovodnoj mreži. Taj pritisak je obično između 3 i 5 bara, kada je u pitanju presostat, a ako je u pitanju davač pritiska spregnut sa frekventnim regulatorom, pritisak se održava na tačnoj vrednosti napr 4 bara. Na Slici 1. je prikazan sistem za prečišćavanje vode kojem upravlja presostat. Crpna pumpa u bunaru se uključuje ukoliko pritisak u jednoj ili drugoj hidroforsoj posudi padne ispod 3 bara. Fizičku veličinu kao što je pritisak, jedan ili drugi presostat, pretvaraju u električnu tj uključuje ili isključuje crpnu pumpu pomoću kontaktera. Crpna pumpa potiskuje vodu prvo kroz transparentnu filter sveću gde se iz vode odstranjuju mehaničke nečistoće kao što je pesak, potom voda ulazi u kolonu u kojoj je jonska masa tzv. 5 u1 gde se uklanja tvrdoća, amonijak, gvožđe i mangan. Tako obrađena voda ulazi u filtersku sveću sa aktivnim ugljem gde se popravljaju organoleptička svojstva vode. Posle ove filter sveće voda ulazi u ejektor koji povećava brzinu a obara pritisak kako bi iz atmosferskih uslova uvukao vazduh i ozon sa atmosferskih uslova. Potom voda ulazi u degazator gde se uklanjaju gasovi koji se ispustaju u atmosferu preko ozračnog ventila na degazatoru.

Iz dezazatora voda izlazi oslobođena vodonik disulfida ulazi u filter sveću sa sedimentnim filterom.



Slika 2. Sistem za prečišćavanje vode (dezinfekcija, aeracija, omekšavanje i uklanjanje amonijaka, gvožđa i mangana iz vode).

Figure2. Water purification system (disinfection, aeration, softening and removal of ammonia, iron and manganese from water).

Tabela 3. Pojedini fizičko-hemijski parametri kvaliteta vode pre i posle filtracije.
Table 3. Selected physicochemical parameters for determination of water quality before and after filtration.

parametar	Jed. mere	MĐK	Pre filtracije	Posle filtracije
Mutnoća	NTU	1-5*	8	2
Miris	-	bez	Na sumpor	Bez
pH vrednost	-	6.8-8.5	7.4	7.5
Amonijak NH ₃	mg/l	0.5-1.0*	1.2	0.1
Elektrolitička	μS	2500	1120	1220

provodljivost na 20°C				
Hloridi Cl ⁻	mg/l	250	60	74
Gvožđe Fe	mg/l	0.3	0.5	<0.1
Mangan Mn	mg/l	0.05	0,1	<0.05
Tvrdoća	° dH	-	17	1

Posle filtracije, vrši se dezinfekcija ubacivanjem određena količina sredstva za dezinfekciju najčešće natrijum hipohlorit u vodu u cevovodu, u količini da se obezbedi nivo reziduala do 0.5 mg/l. Tako obrađena voda je po Pravilniku i može se koristiti za piće i druge sanitarne potrebe. Hemijska analiza vode pre i posle tretmana je prikazana u Tabeli 3.

Zaključak

Na osnovu prikazanih rezultata može se zaključiti da:

- Uređaj za za prečišćavanje pijaće vode sa povećanom koncentracijom amonijaka, gvožđa i mangana i tvrdoće uspešno radi na vodovodskim sistemima koji su pod pritiskom.
- Kolona sa jonoizmenjivačkom masom „Ecomix“ uspešno uklanja amonijak, gvožđe, mangan i tvrdoću.
- Aeracija uz dodatak ozona uspešno uklanja rastvorene gasove, posebno vodonik disulfid koji daje neprijatan miris vodi.
- Hemijska analiza izlazne vode, pokazuje da kvalitet dobijene vode zadovoljavaju Pravilnik o hemijskoj i bakteriološkoj ispravnosti pijaće vode i da se voda kao takva može koristiti u domaćinstvima.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta Evidencioni broj: 451-03-9/2021-14/200175 finansiranih od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoje Republike Srbije.

Literatura

- Naceradska J., Pivokonsky M., Pivokonska L., Baresova M., Henderson R.K., Zamyadi A., Janda V., The impact of pre-oxidation with potassium permanganate on cyanobacterial organic matter removal by coagulation, Water Research 114 (2017) 42-49.
- Đukić D., Ristanović V., Hemija i mikrobiologija voda, Novi Sad, Srbija, Stylos (2005)
- Radovanović M., Industrijska voda, Mašinski fakultet, Beograd, Srbija (1996).

Tomić M. V., Pavlović M. G., Tadić G., Pavlović Lj.J., Zaštita materijala, 50(2009)1.

SYSTEM FOR DRINKING WATER PURIFICATION WITH INCREASED HARDNESS AND CONCENTRATION OF AMMONIA, IRON, AND MANGANESE

Tomislav Trišović¹, Lidija Rafailović², Wei Li³, Branimir Grgur⁴, Trišović Zaga⁵

Abstract

Water is one of the most important universal solvents for great number of substances. Despite the fact that it is found in nature in huge quantities, there is almost no completely clean water in nature. The purest water in the nature is in glaciers, snow and possibly rainwater, although this water contains also a certain amount of impurities. Water in natural springs (underground and surface springs) is more or less loaded with minerals that can be non-toxic or very toxic. In order to use it as drinking water, it is necessary that such water (chemically and bacteriologically) be in accordance with the standards and Guidance which defines the maximum allowed concentrations of certain mineral compounds and bacteria in drinking water.

Key words: water quality, ion exchange, deferrization and demanganization, water softening, ammonia removal, disinfection, ozonation

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (tomislav.trsisovic@kg.ac.rs);

²CEST, Viktor-Kaplan-Str. 2, A-2700 Wiener Neustadt, Austria;

³School of Mathematics and Statistics, Xidian University, Xi'an, China;

⁴Tehnološko-metalurški fakultet, Karnegijeva 4, 11 000 Beograd, Srbija;

⁵Mašinski fakultet- Beograd, Kraljice Marije 16, 11 120 Beograd, Srbija.

ODREĐIVANJE TERMIČKIH VELIČINA KOD PRAVOLINIJSKOG KLIZNOG LEŽIŠTA NA BAZI DISIPACIONE FUNKCIJE

Mirko Radić¹, Duško Kostić¹, Branko Pejović², Srđan Jović², Vladan Mičić¹

Izvod: U prvom dijelu rada, izvedena je jednačina kontinuiteta u graničnom sloju za stacionarno dvodimenzionalno strujanje na bazi zakona o održanju mase. Nakon toga koristeći drugi Njutnov zakon za kontrolnu zapreminu, izvedena je jednačina za količinu kretanja. Koristeći izvedene jednačine, izvršena je analiza s obzirom na uticaj temperature. Nakon toga, na osnovu energetske bilansa izvedena je energetska jednačina u kojoj je uvedena viskozna disipaciona funkcija, što je omogućilo širu primjenu. Na kraju rada, izvedene jednačine su primjenjene na konkretnom računskom primjeru iz tehničke prakse kod proračuna termičkih veličina kod pravolinijskog kliznog ležišta, što je bio i cilj rada

Ključne riječi: paralelno proticanje između dvije ploče, granični sloj, disipaciona funkcija, raspodjela brzina, gradijent temperature, toplotni fluks

Uvod

U prvom dijelu rada biće izvedena jednačina za proticanje fluida (jednačine kontinuiteta) u graničnim slojevima. U cilju održane analize na prihvatljivom nivou, pretpostavićemo da je proticanje stacionarno i dvodimenzionalno, a da su fluidi njutnovski sa konstantnim osobinama (gustina, viskozitet, toplotna provodljivost, itd.) [1] [2].

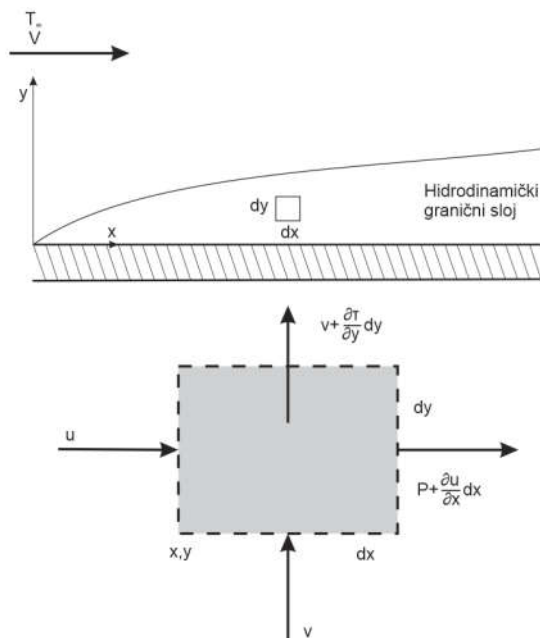
Razmotrićemo paralelno odnosno istosmjerno proticanje fluida preko površine. Uzima se za analizu da je strujanje duž pravca x ose i normalno na pravac y ose, dok je diferencijalna zapremina elementa dužine dx , visine dy i jedinične dubine u pravcu z ose (normalno na ravan papira), (slika 1) [3] [4].

Fluid struji preko površine konstantnom brzinom V , ali brzina unutar graničnog sloja je dvodimenzionalna: komponenta brzine u x pravcu je u , a u y pravcu je v . Smatraćemo da je $u = u(x, y)$ i $v = v(x, y)$ u stacionarnom dvodimenzionalnom toku.

Sada se primenjuju tri fundamentalna zakona za ovaj element fluida. Zakon održanja mase, impulsa (količine kretanja) i održanja energije da se dobiju jednačine kontinuiteta, količine kretanja i energije za laminarno strujanje u graničnom sloju.

¹Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Tehnološki Fakultet Zvornik (dusko.kostic@tfzv.ues.rs.ba)

²Univerzitet u Prištini, Fakultet Tehničkih nauka Kosovska Mitrovica



Slika 1. Diferencijalna zapremina korišćena u izvođenju masenog bilansa krozgranični sloj prilikom dvodimenzionalnog proticanja preko površine

1. Jednačina kontinuiteta u graničnim slojevima

Zakon održanja mase određuje da masa ne može biti stvorena ili uništena tokom procesa i sva masa mora biti uzeta u razmatranje tokom analize. U stacionarnom stanju (stacionarno proticanje) količina mase unutar kontrolne zapremine ostaje konstantna, i zakon održanja mase može se izraziti kao[5] [6] [7]: *maseni protok koji ulazi kroz kontrolnu zapreminu jednak je masenom protoku koji izlazi kroz kontrolnu zapreminu*

Može se smatrati da je maseni protok jednak proizvodu gustine, prosečne brzine i površine poprečnog preseka normalnog na tok strujanja, protok fluida koji ulazi u kontrolnu zapreminu sa leve strane je $\rho u(dy \cdot 1)$. Protok kojim fluid napušta kontrolnu zapreminu sa desne strane površine može se izraziti kao:

$$\rho(u + \frac{\partial u}{\partial x} dx)(dy \cdot 1) \quad (1)$$

Ponavljajući ovo u pravcu y ose i zamenjujući rezultate u jednačinu za zakon održanja mase dobija se:

$$\rho u(dy \cdot 1) + \rho v(dx \cdot 1) = \rho(u + \frac{\partial u}{\partial x} dx)(dy \cdot 1) + \rho(v + \frac{\partial v}{\partial y} dy)(dx \cdot 1) \quad (2)$$

Sređujući izraz i dijeleći sa $dx \cdot dy \cdot 1$ dobija se:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \quad (3)$$

Ovo je jednačina održanja mase u diferencijalnom obliku, koja je takođe poznata kao jednačina kontinuiteta odnosno masenog bilansa za stacionarno dvodimenzionalno proticanje fluida sa konstantnom gustinom.

2. Jednačina za količinu kretanja

Diferencijalni oblici jednačina kretanja u graničnom sloju su dobijeni primenom Njutnovog drugog zakona kretanja za diferencijalni element zapremine u graničnom sloju. Njutnov drugi zakon je izraz za količinu kretanja i može biti prikazan kao neto sila koja deluje na kontrolnu zapreminu i jednaka je proizvodu masei ubrzanjaodnosno količini kretanja koja napuštadati sistem[8] [9].

Sila koja deluje na kontrolnu zapreminu sastoji se od sile zemljine težee koja deluje na celo telo u kontrolnoj zapremini (gravitaciona, električna i magnetna sila) i one su proporcionalne zapremini tela, a sila koja deluje na kontrolnu površinu (sila pritiska usled hidrostatickog pritiska i sila smicanja usled viskoznih efekata) su proporcionalne spoljašnoj površini. Površinske sile se pojavljuju kada je kontrolna zapremina izolovana od njenog okruženja, pa je za analizu i uticaj odvojenog tela zamenjen sa silom na toj lokaciji. Uzima se da pritisak predstavlja silu sabijanja primjenjenu na element fluida sa okružujućim fluidom i ona je uvek direktna na površinu.

Drugi Njutnov zakon kretanja za kontrolnu zapreminu se izražava kao[10] [11]: *masa·ubrzanje u specificiranom pravcu= neto sila (telo i površina) koji deluju u tom pravcu* (4):

$$\delta m \cdot a_x = F_{\text{površina},x} + F_{\text{telo},x} \quad (4)$$

gdje je masa elementa fluida u kontrolnoj zapremini je:

$$\delta m = \rho(dx \cdot dy \cdot 1) \quad (5)$$

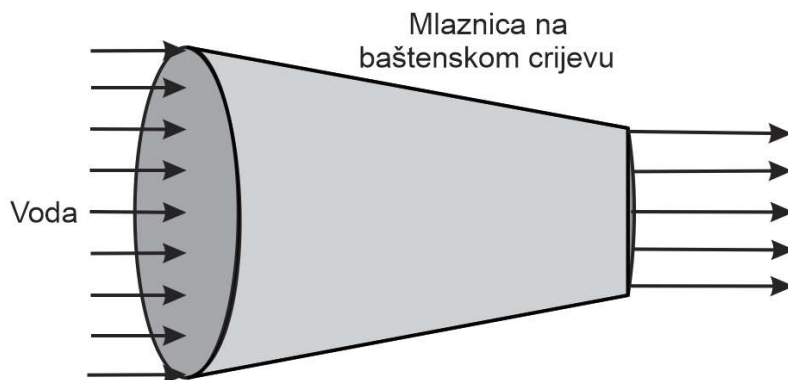
Smatra se da je strujanje stacionarno i dvodimenzionalno, imamo da je $u=u(x,y)$, pa je totalni diferencijal tada:

$$du = \frac{\partial u}{\partial x} dx + \frac{\partial u}{\partial y} dy \quad (6)$$

tada ubrzanje elementa fluida u x pravcu postaje:

$$a_x = \frac{du}{dt} = \frac{\partial u}{\partial x} \frac{dx}{dt} + \frac{\partial u}{\partial y} \frac{dy}{dt} = u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} \quad (7)$$

Može se na prvi pogled pomisliti da je ubrzanje jednako nuli pri stacionarnom proticanju, pošto je ubrzanje promena brzine sa vremenom a u stacionarnom proticanju nema promene sa vremenom. Mlaznica kao primjer iz tehničke prakse govori nam da ovo razmišljanje nije korektno. Iako je u stacionarnom proticanju konstantan maseni protok voda ubrzava kroz otvor (slika 2)[12] [13].



Slika 2. Tokom stacionarnog proticanja fluid ne ubrzava uvijek sa vremenom u fiksnoj tački ali može doći do ubrzanja u prostoru

Stacionarno stanje znači da nema promene sa vremenom na specifičnoj lokaciji (i tada $\frac{\partial u}{\partial t} = 0$), ali vrijednost kvantitativno može biti promjenjena od jedne

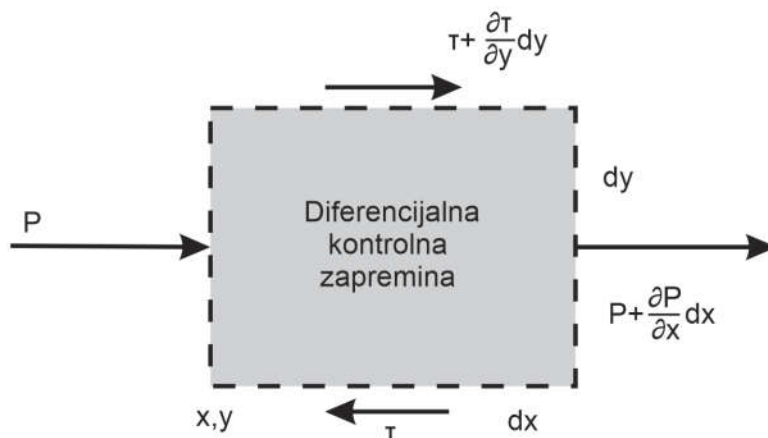
lokacije do druge (i tada $\frac{\partial u}{\partial x}$ i $\frac{\partial u}{\partial y}$ mogu biti različiti od nule). U slučaju mlaznice,

brzina vode ostaje konstantna u specifičnoj tački ali se ona menja od ulaza do izlaza (voda ubrzava duž mlaznice što je razlog za povezivanje sa mlaznicom npr. kod baštenskog crijeva).

Sile deluju na površinu saglasno pritisku i viskozitetu. U dvodimenzionalnom toku, viskoznonaprezanje– tangencijalno naprezanje fluida može biti razdvojenona dve normalne komponente: jedna normalna na površinu nazvana normalnonaprezanje (koje ne bi trebalo mešati sa pritiskom) i druga duž površine nazvana napon smicanja. Normalnonaprezanje je povezano sa gradijentima brzine $\frac{\partial u}{\partial x}$ i $\frac{\partial v}{\partial y}$ koji su mnogo manji od $\frac{\partial u}{\partial y}$ na koji se napon smicanja odnosi.

Zanemarujući normalnosmicanje zbog pojednostavljenja, površinska sila djeluje na kontrolnu zapreminu u x pravcu kako je pokazano na slici (3). Tada neto površinska sila koja deluje u x pravcu postaje[14] [15]:

$$F_{s,x} = \left(\frac{\partial \tau}{\partial y} dy\right)(dx \cdot 1) - \left(\frac{\partial P}{\partial x} dx\right)(dy \cdot 1) = \left(\frac{\partial \tau}{\partial y} - \frac{\partial P}{\partial x}\right)(dx \cdot dy \cdot 1) = \left(\mu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - \frac{\partial P}{\partial x}\right)(dx \cdot dy \cdot 1) \quad (8)$$



Slika 3. Diferencijalna kontrolna zapremina korišćena u izvođenju jednačine u graničnom sloju brzine pri dvodimenzionom proticanju preko površine

gdje je:

$$\tau = \mu \frac{\partial u}{\partial y}$$

Zamenjujući jednačine ((3), (4) i (7) u jednačinu (2) i djeljenjem sa $dx \cdot dy \cdot 1$, nakon određenih operacija dobija se:

$$\rho(u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y}) = \mu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - \frac{\partial p}{\partial x} \quad (9)$$

Ovo je jednačina za količinu kretanja u x pravcu. Zapaža se da bi se trebao dobiti isti rezultat ako se koristi moment protoka sa lijeve strane ove jednačine umesto proizvoda mase i ubrzanja. Ako se ima da telo deluje silom u x pravcu to se može dodati na desnu stranu jednačine obezbeđujući da se to izražava po jedinici zapremine fluida.

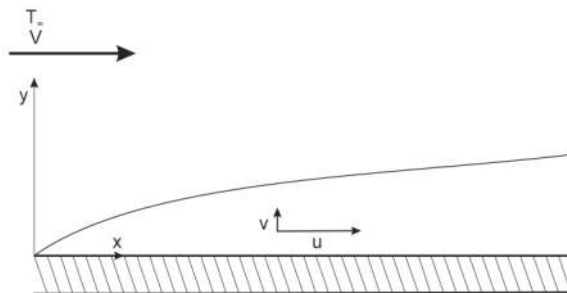
U graničnom sloju brzina u pravcu proticanja je mnogo veća nego u normalnom pravcu i tada je $u \gg v$ i $\frac{\partial v}{\partial x}$ i $\frac{\partial v}{\partial y}$ su zanemarljivi. Takođe u varira značajno sa y u normalnom pravcu od nule pri površini zida do blizu vrednosti slobodnog proticanja kroz relativno tanak granični sloj, dok variranje u sa x duž proticanja je malo. Zbog toga je $\frac{\partial u}{\partial y} \gg \frac{\partial u}{\partial x}$.

3. Analiza s obzirom na temperaturu

Sličnoako su fluid i zid na različitim temperaturama i fluid se zagreva ili hladi tokom proticanja kondukcija toplote se odvija primarno u pravcu normalnom na

površinu i tada je $\frac{\partial T}{\partial y} \gg \frac{\partial T}{\partial x}$. Tada su gradijenti temperature i brzine normalno na

površinu mnogo veći nego u pravcu površine. Ova pojednostavljenja su poznata kao aproksimacije graničnog sloja [5] [10]. Ove aproksimacije uglavnom pojednostavljaju analizu obično sa malim uticajem na tačnost i čine mogućim da dobijemo analitička rešenja za izvesne tipove problema proticanja (slika 4) [15] [16].



Slika 4. Aproksimacije graničnog sloja

Za analizu koja slijedi smatraćemo da je:

1)	kom
ponente brzine $v \ll u$	
2)	grad
ijenti brzine	
$\partial v / \partial x \ll 0, \partial v / \partial y \ll 0, \partial u / \partial x \ll \partial u / \partial y$	
3)	tem
peraturni gradijent	
4)	$\partial T / \partial$
$x \ll \partial T / \partial y$	

Kada se efekat gravitacije i druge sile tela zanemare, a aproksimacija graničnog sloja biva validna, primenom Njutnovog drugog zakona kretanja na element zapremine u pravcu y ose daje jednačinu količine kretanja u y pravcu:

$$\frac{\partial p}{\partial y} = 0$$

U tom slučaju je promena pritiska u pravcu normalnom na površinu zanemarljiva i onda je $p = p(x)$ i $\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{dp}{dx}$. Tada sledi da za dato x, pritisak u

graničnom sloju je jednak pritisku u slobodnom toku (struji), i pritisak je određen (izračunat) sa odvojenom analizom toka fluida u slobodnom toku (struji) (što je uobičajeno lakše zbog odsustva viskoznih efekata) i ovo će biti korišćeno u analizi graničnog sloja.

Brzine komponenta u području slobodnog toka na ravnoj ploči su $u=V=\text{konst.}$ i $v=0$. Zamenjujući ovo u jednačinu (9) dobija se $\frac{\partial p}{\partial x} = 0$. Zbog toga pri strujanju preko ravne ploče pritisak ostaje konstantan preko cele ploče (i sa unutrašnje i sa spoljašnje strane sloja).

4. Jednačina održanja energije

Energetski bilans za bilo koji sistem u toku bilo kog procesa se izražava kao $E_{\text{ulaz}} - E_{\text{izlaz}} = \Delta E_{\text{system}}$ i to znači da promena količine energije sistema tokom procesa je jednaka razlici između energije koja ulazi i energije koja izlazi. Tokom procesa stacionarnog strujanja ukupan, a količina energije u kontrolnoj zapremini ostaje konstantna (tada je $\Delta E_{\text{sistema}} = 0$) i količina energije koja ulazi u kontrolnu zapreminu u svim vidovima mora biti jednaka količini energije koja izlazi odnosno napušta tu zapreminu. Tada se jednačina iz opšteg oblika redukuje za process stacionarnog strujanja u formu $E_{\text{ulaz}} - E_{\text{izlaz}} = 0$

Energija se može prenositi toplotom, radom i masom. Energetski bilans za stacionarno proticanje u kontrolnoj zapremini može biti napisan eksplicitno kao [16] [17] [18] [4]:

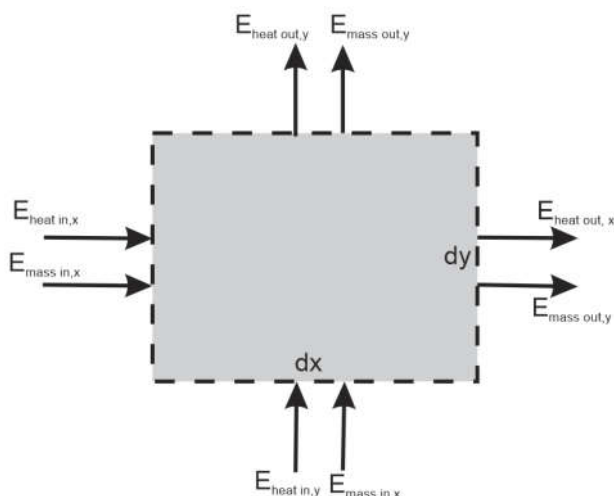
$$(E_{\text{ulaz}} - E_{\text{izlaz}})_{\text{sa toplotom}} + (E_{\text{ulaz}} - E_{\text{izlaz}})_{\text{sa radom}} + (E_{\text{ulaz}} - E_{\text{izlaz}})_{\text{sa masom}} = 0 \quad (10)$$

Ukupna energija fluida toka koji struji po jedinici mase je $e_{\text{toka}} = h + E_p + E_k$ gdje h je entalpija (koja je zbir unutrašnje energije i energije strujanja – proticanja), $E_p = gz$

je potencijalna energija a $E_k = \frac{V^2}{2} = \frac{u^2 + v^2}{2}$ je kinetička energija fluida po jedinici

mase. Kinetička i potencijalna energija su obično vrlo male u odnosu na entalpiju, zbog toga to je uobičajena praksa da njih zanemarujemo (pored toga može biti pokazano da ako kinetička energija je uključena u sledeću analizu svi izrazi saglasno ovom uključenju brišu jedan drugi). Pretpostavićemo da gustina ρ , specifična toplota c_p , viskoznost μ i toplotna provodljivost k fluida su konstantni. Tada entalpija fluida po jedinici mase može biti izražena kao $e_{\text{toka}} = h = c_p \cdot T$

Energija je skalarna veličina i tada interakcija energije u svim pravcima može biti kombinovana u jednu jednačinu. Uzećemo da je maseni protok fluida koji ulazi u kontrolnu zapreminu sa leve strane $\rho \cdot u(dy \cdot 1)$, jednak brzini prenosa energije u kontrolnoj zapremini sa masom u pravcu x ose (slika 5) [2] [9].



Slika 5. Prenos energije toplotom i maseni protok kroz diferencijalnu kontrolnu zapreminu u graničnom sloju pri stacionarnom dvodimenzionom strujanju

$$(\dot{E}_{in} - \dot{E}_{out})_{by\ mass, x} = (\dot{m}e_{stream})_x - \left[(\dot{m}e_{stream})_x + \frac{\partial (\dot{m}e_{stream})_x}{\partial x} dx \right] = - \frac{\partial [\rho u (dy \cdot 1) c_p T]}{\rho x} dx = (11)$$

$$- \rho c_p \left(u \frac{\partial T}{\partial x} + T \frac{\partial u}{\partial x} \right) dx dy$$

Zamenjujući prethodno za y pravac, neto brzina prenosa energije u kontrolnoj zapremini se određuje prema:

$$(\dot{E}_{in} - \dot{E}_{out})_{by\ mass} = - \rho c_p \left(u \frac{\partial T}{\partial x} + T \frac{\partial u}{\partial x} \right) dx dy - \rho c_p \left(v \frac{\partial T}{\partial y} + T \frac{\partial v}{\partial y} \right) dx dy = \rho c_p \left(u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} \right) dx dy (12)$$

pošto je $\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0$, što slijedi iz jednačine kontinuiteta.

Neto brzina prenosa toplote prenesena provodljivošću u elementu zapremine u x pravcu je:

$$(\dot{E}_{in} - \dot{E}_{out})_{by\ heat, x} = \dot{Q}_x - \left(\dot{Q}_x + \frac{\partial \dot{Q}_x}{\partial x} dx \right) = \frac{\partial}{\partial x} \left(-k (dy \cdot 1) \frac{\partial T}{\partial x} \right) dx = k \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} dx dy (13)$$

Ponavljajući ovo za y pravac neto brzina prenosa energije u kontrolnoj zapremini provođenjem toplote postaje:

$$(\dot{E}_{in} - \dot{E}_{out})_{by\ heat} = k \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} dx dy + k \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} dx dy = k \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) dx dy (14)$$

Drugi mehanizmi prenosa energije u iiz fluida u kontrolnoj zapremini je rad učinjen od tela i površinskih sila. Rad dobijen silom tela je određen množenjem ove sile sa brzinom u pravcu sile i zapremine elementa fluida i ovaj rad treba da bude

samo razmotren u prisustvu značajnih gravitacionih, električnih ili magnetnih efekata. Površinska sila sadrži silu saglasno pritisku fluida i viskoznom naponu smicanja. Rad ostvaren pritiskom (zapreminski rad) je već uključen u analizu gornju korišćenjem entalpije umesto unutrašnje energije. Napon smicanja koji nastaje je obično veoma malii možese zanemariti u mnogo slučajeva. Ovo je posebno za slučaj male ili umerene brzine. Tada energetska jednačina za dvodimenzionalno stacionarno strujanje fluida sa konstantnim osobinama i zanemarljivim naponom smicanja se dobija zamjenom jednačina (12) i (14) u (10) i glasi:

$$\rho c_p \left(u \frac{\partial T}{\partial x} + T \frac{\partial u}{\partial x} \right) = k \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) \quad (15)$$

što znači da neto energija koja prolazi konvekcijom sa fluida koji izlazi iz jedinice zapremine je jednaka neto energiji prenetoj u kontrolnu zapreminu kondukcijom.

Za slučaj da je:

$$\frac{\partial T}{\partial x} = 0; \quad \frac{\partial u}{\partial x} = 0 \text{ biće:}$$

$$k \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0$$

5. Uvođenje viskozne disipacione funkcije

Kada naponi smicanja usled viskoznosti nisu zanemarljivi njihov efekat je uključen u izraz za jednačinu energije kao:

$$\rho c_p \left(u \frac{\partial T}{\partial x} + T \frac{\partial u}{\partial x} \right) = k \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) + \mu \cdot \Phi \quad (16)$$

gde je viskozna disipaciona funkcija Φ dobijena posle duže analize [10] [6]:

$$\Phi = 2 \left[\left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 \right] + \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 \quad (17)$$

Viskozna disipacija može igrati dominantnu ulogu u strujanju visokim brzinama, naročito kada je viskoznost fluida visoka. Ovo manifestuje samo od sebe značajno povećanje temperature fluida saglasno konverziji kinetičke energije fluida u toplotnu energiju. Viskozna disipacija je takođe značajna za avione koji lete visokim brzinama [10], [17].

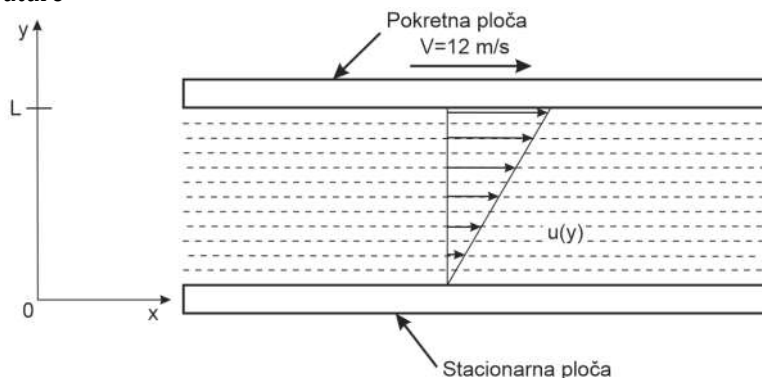
Za specijalni slučaj stacionarnog fluida, $u=v=0$, jednačina za energiju se redukuje kako se i očekivalo za jednačinu za dvodimenziono provođenje toplote:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0 \quad (18)$$

6. Računski primjer za slučaj pravolinijskog kliznog ležišta

Protok ulja u ležajevima može biti aproksimiran kao paralelno proticanje između dve velike ploče sa jednom koja se kreće i drugom koja je stacionarna. Takvo proticanje je poznato kao Couette tok[17], [18].

Razmotrimo dve velike izotermne ploče odvojene sa uljnim filmom debljine $L=2\text{mm}$. Gornja ploča se kreće konstantnom brzinom od 12 m/s dok je niža ploča stacionarna. Obe ploče se održavaju na 20°C . Izvesti relacije za brzinu i raspodelu temperature u ulju. Odrediti maksimalnu temperature u ulju i toplotni fluks od ulja do svake ploče (slika 6). Pri ovome uzeće se u obzir zavisnost viskoznosti od temperature



Slika 6. Šema za računski primjer 1 pravolinijskog kliznog ležišta

Rješenje

Paralelno proticanje ulja između dve ploče se razmatra. Raspodela brzine i temperature, i ukupna brzina prenosa se određuju.

a) Pretpostavka

Stacionarni radni uslovi egzistiraju u ovom slučaju. Ulje je nekompresibilna supstanca sa konstantnim osobinama. Sila gravitacije je nezanemarljiva. Ploče su velike tako da nema promjena u z pravcu.

b) Fizičke osobine ulja na 20°C

$$k = 0,145 \text{ W / m} \cdot \text{K} \text{ i } \mu = 0,8374 \text{ kg/m} \cdot \text{s} = 0,8374 \text{ N} \cdot \text{s/m}^2$$

c) Raspodjela brzina

Analiza: Uzimamo da je x osa pravac strujanja dok je y osa da je normalna na pravac strujanja. Ovo je paralelni tok između dve ploče pri $v=0$. Tada se jednačina

$$\text{kontinuiteta (3) redukuje u: } \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \rightarrow \frac{\partial u}{\partial x} = 0 \rightarrow u = u(y)$$

Zbog toga x komponenta brzine se ne menja u pravcu strujanja (na primer profil brzine ostaje nepromenjen). Beležimo da je $u=u(y)$, $v=0$ i $\partial P/\partial x=0$ (tok se kontroliše kretanjem gornje ploče češće nego sa gradijentom pritiska), jednačina (9) se redukuje u:

$$\rho \left(u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} \right) = \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial P}{\partial x} \rightarrow \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0 \rightarrow \frac{\partial u}{\partial y} = C_1$$

Ovo je diferencijalna jednačina II reda i dvostrukom integraljenjem dobija se:

$$u(y) = C_1 y + C_2$$

Brzina fluida na površini ploče mora biti jednaka brzini ploče zbog zanemarljivog klizanja. Zbog toga granični uslovi su $u(0)=0$ i $u(L)=V$, i s obzirom na to dobijamo da je raspodjela brzina:

$$u(y) = \frac{y}{L} V \rightarrow \frac{\partial u}{\partial y} = \frac{V}{L}$$

d) Zakon raspodjele temperatura

Frikciono grijanje saglasno viskoznoj disipaciji u ovom slučaju je značajno (ne može se zanemariti) zbog velike brzine ulja i velike brzine ploče. Ploče su izotermne i nema promene u pravcu strujanja i tada temperatura zavisi samo od y ; $T = T(y)$. Takođe $u=u(y)$ i $v=0$. Jednačine za energiju sa disipacijom (jednačine 16 i

$$17) \text{ redukuju se u: } \left(\frac{\partial T}{\partial x} = 0; \frac{\partial u}{\partial x} = 0 \right)$$

Energija:

$$0 = k \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \mu \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 \rightarrow k \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = -\mu \left(\frac{V}{L} \right)^2 \rightarrow \frac{\partial T}{\partial x} = \pm \frac{\mu}{2k} \left(\frac{V}{L} \right)^2 \cdot y \cdot 2 + C_3$$

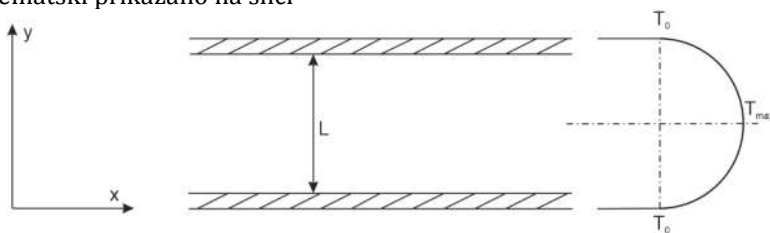
pošto je $\partial u / \partial y = V/L$. Deljenjem obe strane sa k i dvostrukom integracijom dobija se:

$$T(y) = \pm \frac{\mu}{2k} \left(\frac{y}{L} V \right)^2 + C_3 y + C_4$$

Koristeći granične uslove $T(0)=T_0$ i $T(L)=T_0$ dobija se parabolni zakon raspodjele temperature u sloju:

$$T(y) = T_0 + \frac{\mu V^2}{2k} \left(\frac{y}{L} - \frac{y^2}{L^2} \right)$$

što je šematski prikazano na slici



Slika 7. Raspodjela temperature kod posmatranog problema

e) Temperaturni gradijent

Temperaturni gradijent se izračunava sa diferenciranjem $T(y)$ u odnosu na y :

$$\frac{dT}{dy} = \frac{\mu V^2}{2kL} \left(1 - 2\frac{y}{L}\right)$$

f) Maksimalna temperatura

Maksimalna temperatura se određuje iz uslova $dT/dy=0$ i rešavajući po y

$$\frac{dT}{dy} = \frac{\mu V^2}{2kL} \left(1 - 2\frac{y}{L}\right) = 0 \rightarrow y = \frac{L}{2}$$

Zbog toga, maksimalna temperature se ima na sredini ploče što nije iznenađujuće pošto se obe ploče održavaju na istoj temperaturi. Maksimalna temperatura je vrednost temperature pri $y=L/2$,

$$\begin{aligned} T_{\max} &= T\left(\frac{L}{2}\right) = T_0 + \frac{\mu V^2}{2k} \left(\frac{L/2}{L} - \frac{(L/2)^2}{L^2}\right) = T_0 + \frac{\mu V^2}{8k} = \\ &= 20 + \frac{(0,8374 \text{ N} \cdot \text{s/m}^2) \cdot (12 \text{ m/s})^2}{8 \cdot (0,145 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C})} \left(\frac{1 \text{ W}}{1 \text{ N} \cdot \text{m/s}}\right) = 124^\circ\text{C} \end{aligned}$$

g) Toplotni fluks

Toplotni fluks na ploči se određuje iz njegove definicije $\dot{q}_0 = -k \frac{dT}{dy}$:

$$\begin{aligned} \dot{q}_0 &= -k \cdot \frac{dT}{dy} \Big|_{y=0} = -k \cdot \frac{\mu V^2}{2kL} (1-0) = -\frac{\mu V^2}{2L} \\ &= \frac{(0,8374 \text{ N} \cdot \text{s/m}^2) \cdot (12 \text{ m/s})^2}{2 \cdot (0,002 \text{ m})} \left(\frac{1 \text{ kW}}{1 \text{ N} \cdot \text{m/s}}\right) = -30,1 \text{ kW/m}^2 \\ \dot{q}_L &= -k \cdot \frac{dT}{dy} \Big|_{y=L} = -k \cdot \frac{\mu V^2}{2kL} (1-2) = \frac{\mu V^2}{2L} = -\dot{q}_0 = 30,1 \text{ kW/m}^2 \end{aligned}$$

Zbog toga toplotni fluksevi na dve ploče su jednaki po intenzitetu ali suprotnog znaka.

Zaključak

Iz dobijenih rezultata, vidi se da temperatura raste od 104°C potvrđujući da je viskozna disipacija veoma značajna. Takođe, toplotni fluks je jednak brzini disipacije mehaničke energije. Zbog toga, mehanička energija počinje da se konvertuje u toplotnu energiju protokom $2 \cdot 30,1 \text{ kW/m}^2$ e i prevazilazi trenje u ulju. Na kraju, izračunavanja su učinjena za fizičke osobine ulja na 20°C , ali temperatura ulja ispostavilo se da je mnogo viša. Zbog toga, znajući jaku zavisnost viskoziteta od temperature izračunavanja bi trebalo ponoviti korišćenjem osobina prosečne temperature od $(124+20)/2=72^\circ\text{C}$ da unapredimo tačnost.

Literatura

- [1] R. V. Andrews, "Solving Conductive Heat Transfer Problems with Electrical-Analogue Shape Factors," *Chemical Engineering Progress* 5, p. 67, 1955.
- [2] R. Barron, *Cryogenic Systems*, New York: McGraw-Hill, 1967.
- [3] H. Blasius, "The Boundary Layers in Fluids with Little Friction (in German)," *Z. Math. Phys.*, pp. 1-37, 1950.
- [4] R. D. Blevin, *Applied FLuid Dynamics Handbook*, New York : Van Nostrand Reinhold, 1984.
- [5] W. Boyce and R. C. DiPrima, *Elementary differential equations and Boundary Value problems* 4th ed., New York: John Wiley & Sons, 1986.
- [6] Y. A. Cengel and J. M. Cimbala, *Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications*, New York: McGraw-Hill, 2006.
- [7] S. W. Churchill: and M. Bernstein, "A Correlation Equation for Forced Convection from Gases and Liquids to a Circular Cylinder in Cross Flow," *Journal of Heat Transfer* 99, pp. 300-306, 1977.
- [8] L. S. Fletcher, "Recent Development in Contact Conductance Heat Transfer," *Journal of Heat Transfer*, pp. 1059-1079, 1988.
- [9] R. W. Fox and A. T. McDonald, *Introduction to Fluid Mechanics* 5th ed., New York: Wiley, 1999.
- [10] W. M. Kays and M. E. Crawford, *Convective Heat and Mass Transfer* 3rd ed., New York: McGraw-Hill, 1993.
- [11] D. Q. Kern and A. D. Kraus, *Extended Surface Heat Transfer*, New York: McGraw-Hill, 1972.
- [12] S. S. Kutateladze, *Fundamentals of Heat Transfer*, New York: Academic Press, 1963.
- [13] G. P. Peterson, "Thermal contact Resistance in Waste Heat Recovery Systems," in *Proceeding of the 18th ASME/ETCE Hydrocarbon Processing Symposium*, Dallas, 1987.
- [14] O. Reynolds, "On the Experimental Investigation of the Circumstances Which Determine Whether the Motion of Water Shall Be Direct or Sinuous, and the Law Of Resistance in Parallel Channels," *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, pp. 935-982, 1883.
- [15] H. Schlichting, *Boundary Layer Theory* 7th ed., New York: McGraw-Hill, 1979.
- [16] S. Song, M. M. Yovanovich and F. O. Goodman, "Thermal Gap Conductance of Conforming Surfaces in Contact," *Journal of Heat Transfer*, p. 533, 1993.
- [17] G. G. Stokes, "On the Effect of the Internal Friction of Fluids on the Motion of Pendulums," *Cambridge Philosophical Transactions*, 1851.
- [18] J. E. Sunderland and K. R. Johnson, "Shape Factors for Heat Conduction through Bodies with Isothermal or Convective Boundary Conditions," *Trans. ASME* 10, pp. 2317-2341, 1964.

[19] W. M. Edmunds, "Residential Insulation," *ASTM Standardization News*, pp. 36-39, 1989.

DETERMINATION OF THERMAL VARIABLES IN A RECTILINEAR SLIDING BEARING BASED ON A DISSIPATION FUNCTION

Mirko Radić¹, Duško Kostić¹, Branko Pejović², Srđan Jović², Vladan Mičić¹

Abstract

In the first part of the paper, the continuity equation in the boundary layer for stationary two-dimensional flow is derived on the basis of the law of mass conservation. After that, using Newton's second law for control volume, the equation for the momentum was derived. Using the derived equations, the analysis was performed with respect to the influence of temperature. After that, on the basis of the energy balance, an energy equation was derived in which a viscous dissipation function was introduced, which enabled a wider application. At the end of the paper, the derived equations were applied to a specific calculation example from technical practice in the calculation of thermal quantities in a rectilinear sliding bearing, which was the aim of the work

Keywords: parallel flow between two plates, boundary layer, dissipation function, velocity distribution, temperature gradient, heat flux

¹University of East Sarajevo, Faculty of Technology Zvornik (dusko.kostic@tfzv.ues.rs.ba)

²University of Priština, Faculty of Technical Sciences Kosovska Mitrovica

EFEKAT PRAJMIRANJA SEMENA PŠENICE (*Triticum aestivum* L.) NA SADRŽAJ FOTOSINTETSKIH PIGMENATA I UKUPNIH SOLUBILNIH PROTEINA

Biljana Bojović, Milica Kanjevac, Dragana Jakovljević¹

Izvod: U radu je ispitivan uticaj različitih prajming tretmana u pregerminativnoj fazi semena pšenice (*Triticum aestivum* L.) na koncentraciju fotosintetičkih pigmenata i ukupnih solubilnih proteina u listu klijanaca. S tim u vezi, semena su tretirana rastvorima fitohormona giberelina i auksina (hormo prajming), solima kalijuma i magnezijuma (halo prajming), askorbinskom kiselinom i vodonik peroksidom (hemo prajming) i vodom (hidro prajming). Na osnovu dobijenih rezultata, utvrđeno je da se sadržaj pigmenata i solubilnih proteina može povećati primenom odgovarajućeg prajming tretmana. Najpovoljniji efekat na ispitivane parametre ostvaren je pri tretmanu sa kalijum-nitratom, gde je zabeležena najveća koncentracija pigmenata ($0.937 \text{ mg g}^{-1}\text{SM}$) i ukupnih solubilnih proteina ($66.20 \text{ mg g}^{-1}\text{SM}$).

Ključne reči: pšenica, prajming, hlorofili, karotenoidi, proteini

Uvod

Beneficijalni efekat prajmiranja dokazan je za mnoge biljne vrste, naročito za one koje su značajne u ishrani čoveka (pšenica, kukuruz, suncokret, soja). S tim u vezi, prajming semena je vrlo uspešno iskorišćen kao fizičko-hemijski i biološki metod za poboljšanje klijavosti i performansa velikog broja gajenih biljaka (Berchie i sar., 2010). Prajming metoda se izdvaja i kao jedna od najefikasnijih metoda za poboljšanje rastenja i razvića biljaka u nepovoljnim uslovima životne sredine (Jisha i sar., 2015; Paparella i sar., 2015). Ova metoda na bazi hidratacije semena inicira rane faze germinacije, pokreće metaboličke procese, ali ne dopušta pojavu radikule, što se postiže desikacijom semena na početku druge faze procesa klijanja koji sledi odmah posle imbibicije. Na taj način se aktivirani metabolički procesi, vremenski prekidaju, do ponovnog postavljanja semena u vlažnu sredinu (Ashraf i Foolad, 2005; Mamun i sar., 2018). Nakon rehidratacije, semena pokazuju poboljšane parametre kvaliteta, što se manifestuje produženom vitalnošću semena, skraćivanjem vremena do pojave klice i boljim performansama biljaka (Salah i sar., 2015; Ventura i sar., 2012).

Pšenica (*Triticum aestivum* L.) je jedna od najzastupljenijih žitarica u ljudskoj ishrani. Ona ima veliki uticaj na nutritivni kvalitet brojnih proizvoda koji se od nje dobijaju, pa samim tim i na zdravlje ljudi. Semena pšenice sadrže oko 70-75%

¹Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet, Institut za biologiju i ekologiju, Radoja Domanovića 12, 34000 Kragujevac, Serbia (biljana.bojovic@pmf.kg.ac.rs)

skroba, 8-20% proteina, 14% vode, 2-3% neskrobnih polisaharida, 2% masti, 1,6% minerala i male količine ostalih materija (Goesaert i sar., 2005).

Semena i klijanci predstavljaju dobar izvor fitojedinjenja koja imaju široku primenu u prehrambenoj, farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji (Liyana Pathirana i Shahidi, 2005).

Poslednjih nekoliko decenija se velika pažnja posvećuje naučnim istraživanjima ove biljke, posebno sa biohemijskog, fiziološkog i biotehnološkog aspekta, koja treba da doprinesu poboljšanju kvalitetu sadnog materijala, povećanju procenta klijavosti i unapređivanju onih performansi biljaka koje su direktno vezane za efikasnu produktivnost. S tim u vezi, cilj ovog rada bio je istraživanje stepena uticaja različitih prajming metoda na sadržaj fotosintetičkih pigmenata i ukupnih solubilnih proteina u listu pšenice.

Materijal i metode

Semena pšenice dobijena su iz komercijalnih izvora ("Semena" d.o.o., Beograd) i skladištena pod optimalnim uslovima (temperatura 10-15°C, vlažnost vazduha 14-15%). Pre početka eksperimenta, u cilju uklanjanja epifitske mikroflore, semena su površinski sterilisana 0,1% rastvorom NaClO, a zatim su isprana destilovanom vodom do pH 7. U Petri kutije, obložene filter papirom, postavljeno je po 30 semena pšenice koja su tretirana na sledeći način: hormonima - giberelinom (GA₃) i auksinom (IAA) u koncentraciji 10⁻³ M (hormo prajming), rastvorima soli (2,5% KNO₃ i 1% MgSO₄) (halo prajming), vodonik-peroksidom (1% H₂O₂) i askorbinskom kiselinom (0,01% AA) (hemo prajming) i vodom (hidro prajming), tokom 12 h. Nakon toga, semena su sušena na sobnoj temperaturi u periodu od 48 h. Netretirana semena su postavljena kao kontrolni uzorak. Prajmovana semena, zajedno sa netretiranim semenima, inkubirana su u klima komori (fotoperiod 16/8 h, temperatura 23 ± 2°C), narednih 15 dana.

Nakon isteka tog vremenskog perioda, kod klijanaca pšenice iz svih tretmana utvrđivana je:

- (i) *koncentracija fotosintetskih pigmenata u listu*. Uticaj primenjenih tretmana na sadržaj fotosintetskih pigmenata određivan je na osnovu sadržaja hlorofila *a*, hlorofila *b*, ukupnog hlorofila (*a+b*) i karotenoida, spektrofotometrijskom metodom (Bojović i Stojanović, 2005).
- (ii) *koncentracija ukupnih solubilnih proteina* (Lowry, 1951).

Vrednosti za sve ispitivane parametre su izračunate i izražene u odnosu na svežu masu uzoraka (mg g⁻¹SM).

Rezultati istraživanja i diskusija

Efekat prajming tretmana na koncentraciju fotosintetskih pigmenata lista pšenice. Fotosinteza je osnovni metabolički proces kod biljaka, u kome fotosintetički pigmenti imaju ključnu ulogu (Gengmao i sar., 2015). Sve više biljke u svojim hloroplastima poseduju pigmente hlorofile i karotenoide, koji imaju osnovnu

ulogu u apsorpciji onih delova spektra vidljive svetlosti sa najvećom fotosintetičkom aktivnošću. Osim toga, karotenoidi imaju bitnu ulogu u zaštiti molekula hlorofila od fotodinamičke destrukcije na intenzivnoj svetlosti. Sve ovo ukazuje na značaj fotosintetičkih pigmenata za optimalno odvijanje procesa fotosinteze, a dodatno i za uspešnu produktivnost, posebno gajenih biljaka. U ovom istraživanju, tretmani različitim jedinjenjima u pregerminativnoj fazi imali su značajan efekat na koncentraciju fotosintetičkih pigmenata (Tabela 1). Analizom dobijenih rezultata, uočava se da je većina primenjenih tretmana značajno povećala koncentraciju ukupnog hlorofila u listu klijanaca pšenice. Najveće vrednosti zabeležene su u tretmanu sa KNO_3 ($0,937 \text{ mg g}^{-1} \text{ SM}$), dok su tretmani sa GA_3 i H_2O_2 pokazali nešto niže vrednosti u poređenju sa kontrolom. Primenjeni tretmani ispoljili su veći efekat na koncentraciju hlorofila *b*, nego na hlorofil *a*. Izmerene koncentracije za hlorofila *a* bile su u opsegu od $0,397$ do $0,487 \text{ mg g}^{-1} \text{ SM}$, pri čemu je najizrazitiji efekat ispoljio tretman sa KNO_3 . Za razliku od hlorofila *a*, svi tretmani (sa izuzetkom H_2O_2) su ostvarili stimulacioni efekat na koncentraciji hlorofila *b*, gde su dobijene vrednosti bile višestruko povećane u odnosu na kontrolu, pri čemu su najveće koncentracije konstatovane u tretmanu sa GA_3 i KNO_3 .

Koncentracija karotenoida je značajno varirala u zavisnosti od primenjenog tretmana. Najveće koncentracije za ovu grupu fotosintetičkih pigmenata su izmerene pri tretmanu sa H_2O_2 i H_2O . Nasuprot tome, inhibitorni efekti na koncentraciju karotenoida zabeleženi su u svim ostalim tretmanima. Niske koncentracije fotosintetičkih pigmenata mogu direktno ograničiti fotosintetički potencijal, a samim tim i primarnu produkciju biljaka (Anjum i sar., 2011). Dobijeni rezultati su bili u saglasnosti sa ranijim istraživanjima, koja su potvrdila da prajmiranje semena ostvaruje značajan uticaj na sadržaj fotosintetičkih pigmenata u listovima biljaka (Jiajin i sar., 2010; Sharma i sar., 2014).

Tabela 1. Efekat različitih prajminga tretmana na sadržaj fotosintetičkih pigmenata u listu pšenice ($\text{mg g}^{-1} \text{ SM}$)

Table 1. Effect of different priming treatments on content of photosynthetic pigments in leaf of wheat ($\text{mg g}^{-1} \text{ SM}$)

Prajming tretman Priming treatment	Ukupan hlorofil (a+b) Total chlorophyll (a+b)	Hlorofil a Chlorophyll a	Hlorofil b Chlorophyll b	Karotenoidi Carotenoids
GA_3	0.750 ± 0.005	0.397 ± 0.003	0.267 ± 0.009	0.0221 ± 0.0068
IAA	0.870 ± 0.006	0.417 ± 0.003	0.340 ± 0.006	0.0050 ± 0.0010
MgSO_4	0.830 ± 0.006	0.417 ± 0.003	0.310 ± 0.006	0.0061 ± 0.0018
KNO_3	0.937 ± 0.032	0.487 ± 0.026	0.330 ± 0.006	0.0086 ± 0.0018
AA	0.887 ± 0.014	0.427 ± 0.020	0.317 ± 0.015	0.0205 ± 0.0078
H_2O_2	0.727 ± 0.003	0.400 ± 0.000	0.230 ± 0.000	0.0448 ± 0.0002
H_2O	0.810 ± 0.012	0.447 ± 0.003	0.267 ± 0.003	0.0406 ± 0.0003
Kontrola Control	0.770 ± 0.012	0.420 ± 0.000	0.237 ± 0.003	0.0355 ± 0.0009

Efekat prajming tretmana na koncentraciju ukupnih solubilnih proteina pšenice. Dinamičke promene u sadržaju solubilnih proteina pšenice prikazane su u Tabeli 2. Primenjeni prajming tretmani značajno su uticali na akumulaciju solubilnih proteina u listovima pšenice. Izmerene koncentracije proteina bile su u opsegu od 42,53 do 66,20 mg g⁻¹ SM. Svi primenjeni tretmani (sa izuzetkom H₂O₂) su ispoljili stimulatorni efekat na sadržaj solubilnih proteina pšenice, pri čemu je najznačajniji efekat zabeležen u tretmanu sa KNO₃. Poznato je da solubilni proteini imaju važnu ulogu kao osmotske regulatorne supstance u nepovoljnim uslovima spoljašnje sredine (Hao i sar., 2014). Takođe, povećanje njihovog sadržaja može imati zaštitnu ulogu u očuvanju ćelijske membrane i može poboljšati sposobnost zadržavanja vode u ćelijama (Cao i sar., 2019). S tim u vezi, dobijeni rezultati sugerišu da primena prajming metode u pregerminativnoj fazi semena može uticati na povećanje koncentracije ukupnih solubilnih proteina što je u saglasnosti sa rezultatima istraživanja Cao i sar. (2019).

Tabela 2. Efekat različitih prajming tretmana na sadržaj ukupnih solubilnih proteina u listu pšenice (mg g⁻¹SM)

Table 2. Effect of different priming treatments on total soluble protein content in leaf of wheat (mg g⁻¹SM)

Prajming tretman <i>Priming treatment</i>	Koncentracija ukupnih solubilnih proteina <i>Concentration of total soluble proteins</i>
GA ₃	52.54 ± 2.98
IAA	50.03 ± 1.16
MgSO ₄	53.37 ± 1.54
KNO ₃	66.20 ± 2.02
AA	52.03 ± 1.12
H ₂ O ₂	42.53 ± 3.75
H ₂ O	51.37 ± 1.35
Kontrola <i>Control</i>	49.54 ± 0.48

Zaključak

Kratkotrajna metabolička transformacija u pregerminativnoj fazi semena, izazvana uticajem različitih hormona, soli i drugih hemijskih jedinjenja (prajming metoda), ima veliku ulogu u regulaciji mnogih fizioloških procesa biljaka, tako što stimulatorno ili inhibitorno deluje na sintezu jedinjenja koja su direktno uključena u ove procese. Na osnovu dobijenih rezultata, može se zaključiti da je sadržaj ukupnih solubilnih proteina i fotosintetičkih pigmenata u listu pšenice bio značajno povećan primenom različitih prajming tretmana semena, s tim što je efikasnost primenjenih tretmana bila različita. Najizrazitiji stimulatorni efekat ispoljio je tretman sa kalijum-nitratom.

Napomena

Istraživanja sprovedena u ovom radu finansiralo je Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja (Sporazum br. 451-03-68/2020-14/200122).

Literatura

- Anjum S., Xie X., Wang L., Saleem M., Man C., Lei W. (2011). Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African Journal of Agricultural Research*, 6, 2026–2032.
- Ashraf M., Foolad M.R. (2005). Pre-sowing seed treatment – a shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. *Advances in Agronomy*, 88, 223–271.
- Berchie J.N., Adu-Dapaah H.K., Dankyi A.A., Plahar W.A., Nelson-Quartey F., Haleegoat J., Asafu-Agyei J.N., Ado J.K. (2010). Practices and constraints in bambara groundnuts production, marketing and consumption in the brong ahafo and mupper-East Regions of Ghana. *Journal of Agronomy*, 9, 111–118.
- Bojović B., Stojanović J. (2005). Chlorophyll and carotenoid content in wheat cultivars as a function of mineral nutrition. *Archives of Biological Science*, 57, 283–290.
- Cao Q., Li G., Cui Z., Yang F., Jiang X., Diallo L., Kong F. (2019). Seed priming with melatonin improves the seed germination of waxy maize under chilling stress via promoting the antioxidant system and starch metabolism. *Scientific reports*, 9 (1), 1–12.
- Gengmao Z., Yu H., Xing S., Shihui L., Quanmei S., Changhai W. (2015). Salinity stress increases secondary metabolites and enzyme activity in safflower. *Industrial Crops and Products*, 64, 175–181.
- Goesaert H., Brijs K., Veraverbeke W.S., Courtin C.M., Gebruers K., Delcour J.A. (2005). Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. *Trends in Food Science & Technology*, 16, 12–30.
- Hao T., Ding X.T., Zhang H.M., Jin H.J., Yu J.Z., Zhu Y.L. (2014). Growth and physiological reaction of different cucurbit crops in the high root-zone temperature stress. *Plant Physiology Journal*, 50, 433–438.
- Jiajin Z., Weixiang W., Yun L., Wu X., Wang X. (2010). Osmopriming-regulated changes of plasma membrane composition and function were inhibited by phenylarsine oxide in soybean seeds. *Journal of Integrative Plant Biology*, 51, 858–867.
- Jisha K.C., Vijayakumari K.J.T., Puthur J.T. (2013). Seed priming for abiotic stress tolerance: an overview. *Acta Physiologiae Plantarum*, 35, 1381–1396.
- Liyana Pathirana C.M., Shahidi F. (2005). Antioxidant activity of commercial soft and hard wheat (*Triticum aestivum* L.) as affected by gastric pH conditions. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53 (7), 2433–2440.

- Mamun AA., Naher U.A., Ali M.Y. (2018). Effect of seed priming on seed germination and seedling growth of modern rice (*Oryza sativa* L.) varieties. The Agriculturists, 16, 34-43.
- Paparella S., Araújo S.S., Rossi G., Wijayasinghe M., Carbonera D., Balestrazzi A. (2015). Seed priming: state of the art and new perspectives. Plant Cell Reports, 34, 1281-1293.
- Salah S.M., Yajing G., Dongdong C., Jie L., Aamir N., Qijuan H., Weimin H., Mingyu N., Jin H. (2015). Seed priming with polyethylene glycol regulating the physiological and molecular mechanism in rice (*Oryza sativa* L.) under nano-ZnO stress. Scientific Reports, 5, 14278.
- Sharma A.D., Rathore S.V.S., Srinivasan K., Tyagi R.K. (2014). Comparison of various seed priming methods for seed germination, seedling vigour and fruit yield in okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). Scientia Horticulturae, 165, 75-81.
- Ventura L., Donà M., Macovei A., Carbonera D., Buttafava A., Mondoni A., Rossi G., Balestrazzi A. (2012). Understanding the molecular pathways associated with seed vigor. Plant Physiology and Biochemistry, 60, 196-206.

EFFECT OF SEED PRIMING ON THE CONTENT OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS AND TOTAL SOLUBLE PROTEINS OF WHEAT (*Triticum aestivum* L.).

Biljana Bojović, Milica Kanjevac, Dragana Jakovljević

Abstract

In this paper, effect of different priming treatments in the pregerminative phase of wheat seeds (*Triticum aestivum* L.) on the concentration of photosynthetic pigments and total soluble proteins in the leaf of seedling was investigated. Seeds were treated with solutions of the phytohormones gibberellin and auxin (hormone priming), salts of potassium and magnesium (halo priming), ascorbic acid and hydrogen peroxide (chemo priming) and water (hydro priming). Based on the obtained results, it was determined that the content of pigments and total soluble proteins can be increased by applying the appropriate priming treatment. The most favorable effect on the examined parameters was observed in the treatment with potassium nitrate.

Key words: wheat, priming, chlorophyll, carotenoids, proteins

¹University of Kragujevac, Faculty of Science, Department of Biology and Ecology, Radoja Domanovića 12, 34000 Kragujevac, Serbia

ISPITIVANJE EKSTRAKATA ORIGANA DOBIJENIH RAZLIČITIM METODAMA

Jelena Mladenović¹, Veronika Marković¹, Ljiljana Bošković-Rakočević¹, Milena Đurić¹, Nenad Pavlović¹

Izvod: Origano se upotrebljava u proizvodnji specifičnih aromatičnih sireva, mesnih prerađevina i jela od testa, za izradu lekovitih preparata, mirisnih sapuna, kolonjske vode i parfema. Poseban interes za origano poslednjih godina vezan je za rezultate studija njegove biološke aktivnosti koje ukazuju na širok spektar antibakterijskih, fungicidnih, antiviralnih i antioksidativnih osobina. Predmet ovog rada je ispitivanje ekstrakata biljne vrste origano (*Origanum vulgare*), sa ciljem da se utvrdi metoda koja je najpogodnija za ekstrakovanje ove biljne vrste i koja daje najbolje prinose ekstrakata. Urađene su četiri različite metode ekstrakcije biljne vrste origana (*Origanum vulgare*). Određen je sadržaj ekstrakovanih materija u svakom ekstraktu, sadržaj vitamina C kao i sadržaj organskih kiselina.

Ključne reči: infuz, macerat, ultrazvučna ekstrakcija, ekstrakcija po Soxhlet-u

Uvod

Poslednjih dvadesetak godina naglo je porastao interes za prirodnu medicinu. Pored njene tradicionalne zastupljenosti u Kini, Indiji, Jugoistočnoj Aziji, Africi i Južnoj Americi, sve je veće interesovanje za njeno uključivanje u okvire zapadne medicine širom Evrope i Severne Amerike. Medicinske i farmaceutske obrazovne ustanove u sve većem broju uvode u svoje školske programe kurseve fitoterapije. Sledeći evropska iskustva, Ministarstvo zdravlja Srbije je Pravilnikom o priznavanju i primeni 18 vrsta tradicionalnih metoda dijagnostike i lečenja i rehabilitacije, među kojima je i fitoterapija, krajem 2007. godine, prvo u Regionu izjednačilo zvaničnu i tradicionalnu medicinu. Za lekare primarne zdravstvene zaštite organizuju se odgovarajući edukativni kursevi, a origano je jedna od vodećih biljaka koja se koristi u fitofarmaciji.

Origanum vulgare (vranilovka) koristi se u vidu čajeva kao lekovita biljka. Dodaje se žestokim pićima, koja dobijaju specifičan ukus i poprimaju antiseptičko svojstvo ove biljke. Koristi se u industrija tkanina, radi dobijanja proizvoda posebne lila boje (Lakušić, 1990).

Čaj od origana je prirodan izvor omega -3 masnih kiselina. One se smatraju esencijalnim masnim kiselinama zbog brojnih zdravstvenih koristi. Omega-3 masne kiseline smanjuju upale u celom telu. Ove važne kiseline smanjuju rizik od bolesti srca i artritis. Šoljica čaja od origana je sjajna antibakterijska dnevna

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (jelenamala@kg.ac.rs);

doza i njegovo redovno konzumiranje sprečava sve vrste bakterijskih infekcija jer inhibira rast bakterija (MacVicar, 2006).

Po uvođenju strogih propisa o zabrani upotrebe antibiotika u tretiranju bolesnih životinja, raste interes za primenom origana kao dodatka ishrani svinja i živine, a uspešno se primenjuje kao insekticid i fungicid u pčelarstvu i pri skladištenju poljoprivrednih proizvoda. U prehrambenoj industriji koristi se kao začini i prirodni konzervansi, a njegova antiseptička svojstva primenjuju se u kozmetičkoj industriji i proizvodnji sredstava za higijenu.

Materijal i metode rada

U istraživanju je korišćena sveže ubrana biljka origana sa područja opštine Čačak (Republika Srbija). Uzorci su ubrani u septembru mesecu i kao sveži korišćeni za eksperimentalni deo.

Biljni ekstrakti se dobijaju tako što se usitnjeni delovi biljke, uglavnom suvi, dovode u kontakt sa rastvaračem za ekstrakciju u odgovarajućem uređaju, ekstraktoru. U sledećoj fazi procesa nastaje međuproizvod koji se odvaja od ostataka biljne droge. Ako se u procesu ekstrakcije koriste tečni ekstragensi (etanoli ili smeša etanola i voda, masna ulja i sl.) nakon filtracije se dobija tečni ekstrakt. Kao rezultat procesa ekstrakcije može se dobiti i suvi ekstrakt, ako se nastavi proces uparavanja (Lampe, 1999). U ovoj fazi nastaje polučvrsti ekstrakt od koga se daljim procesom sušenja na odgovarajući način dobija suvi ekstrakt.

- Ekstrakti su dobijeni od suve biljke (Damjanović, 2007).
- Ekstrakcija maceracijom

Usitnjen i homogenizovan uzorak (5 g), premliven je rastvaračem (200 mL 96% etanola), potom je ostavljen u zatvorenom erlenmajeru zaštićenom od svetlosti. Maceracija se vrši pet dana, pri čemu se svakog dana obavlja mućkanje dva puta dnevno. Nakon pet dana, odvojen je biljni materijal od macerata ceđenjem kroz gazu, a posle i kroz filter papir, crna traka. Rastvarač se uklanja uparavanjem na vodenom kupatilu, a dobijeni ekstrakt se suši do konstantne mase na temperaturi od 50 °C (Piletić i Miletić, 1989).

Ekstrakcija po Soxlet-u

Najpoznatija aparatura za kontinualnu ekstrakciju čvrstih materija je eksikator po Soksletu. Ekstrakcija po Soksletu odvija se tako što se polazni materijal stavlja u čauru (hilznu). Čaura sa uzorkom je potom ubačena u srednji deo ekstraktora koji je spojen sa hladnjakom i balonom. Balon je prethodno sušen 1 čas na 105 °C i izmeren na analitičkoj vagi. Pomoću malog levka sa gornje strane kondenzatora u aparat je sipano toliko rastvarača da se ekstraktor napuni i prelije u balon. Zatim je dodato još malo rastvarača (96% etanola), pazeći da ukupna količina rastvarača ne zauzima više od $\frac{3}{4}$ zapremine balona (Šiler-Marinković, 2009).

Aparatura je postavljena na rešo i postepeno je zagrevan rastvarač u balonu tako da se kondezovane kapljice rastvarača koje padaju na hilznu mogu brojati, a ne da cure u neprekidnom mlazu. Ekstrakcija je vršena na temperaturi ključanja rastvarača u trajanju od 6 časova. Nakon završene ekstrakcije, ekstrahovana

supstanca se nalazi rastvorena u rastvaraču u balonu. Rastvarač se uklanja uparavanjem na vodenom kupatilu na 60 °C, a zatim se ekstrakt suši u sušnici na 50 °C do konstantne mase. Nakon toga, izračunat je sadržaj ukupnih ekstrahovanih materija iz biljnog materijala (Milić i sar., 2012).

Ultrazvučna ekstrakcija

Ultrazvučna ekstrakcija je izvedena u ultrazvučnom vodenom kupatilu (EUP540A, Eustruments, France). Uzorak (5 g) stavljen je u balon i prelivljen sa 200 mL 96%-tnog etanola. Smeša je ekstrahovana 30 minuta na frekvenciji od 40 kHz i

snazi ultrazvuka 90% (216 W), (Lajšić i Grujić-Injac, 1998).

Infuzi se izrađuju tako da se voda zagreje do ključanja, pa se sa njom prelije osušena ili usitnjena biljka i ostavi poklopljeno da stoji određeno vreme na sobnoj temperaturi. Infuzi se najčešće dobijaju od biljnih delova kao što je list, cvet ili celi nadzemni deo zeljaste biljke.

Odmerena količina (5 g) svežeg, usitnjenog origana prelivena je sa 200 mL tople vode (temperatura ne sme biti viša od 60 °C, zbog određivanja sadržaja vitamina C) i ostavljena da odstoji pokrivena na sobnoj temperaturi 1,5 sat. Potom je dobijeni infuz filtriran. Dobijeni filtrat, infuz je dalje uparavan u vodenom kupatilu do suva.

Na prinos i sastav ekstrakta uticaj imaju više faktora koji se odnose na: polazni biljni materijal, rastvarač za ekstrakciju, način dobijanja i aparatura ili uređaj. Ovi faktori određuju sastav ekstrakta, odgovorni su za količinu dobijenog ekstrakta (prinos) i određuju brzinu ekstrakcije.

Kvantitativno određivanje ukupnog vitamina C zasniva se na reverzibilnoj sposobnosti oksidoredukcionog sistema askorbinska–dehidroaskorbinska kiselina (Džamić, 1984).

Za kvantitativno određivanje vitamina C korišćena je metoda po Tilmansu (Tillmans), koja se zasniva na oksidometrijskoj titraciji tokom koje se L-askorbinska kiselina oksiduje u dehidroaskorbinsku, uz istovremenu redukciju primenjenog reagensa (Aćamović-Đoković i Cvijović, 2009).

Titracija sa 2,6-dihlorfenolindofenolom tj. Tilmansovim reagensom (TR) se izvodi u kiseloj sredini pri pH 4–6. Oksidovani oblik rastvora Tilmansovog reagensa (koji ima i ulogu indikatora) ima tamno plavu boju (pri pH 5,2), dok u prisustvu askorbinske kiseline TR prelazi u svoj redukovani, leuko oblik. Na pH 4,2 TR ima crvenu boju (kisela sredina) te kada je sva količina L-askorbinske kiseline oksidovana, prva sledeća kap TR boji ispitivani rastvor ružičasto jer je reakciona sredina još kisela.

Za ekstrakciju askorbinske kiseline iz ekstrakta biljke koristi se 10% sirćetna kiselina ili 5% metafosforna kiselina ili njihova smeša. Ove kiseline favorizuje taloženje proteina i istovremeno usporavaju reakciju drugih redukujućih supstanci sa Tilmansovim reagensom; takođe, održavaju sredinu kiselom.

Ako je za titraciju standardnog uzorka $C_6H_8O_6$ (2 mg) utrošeno 16 mL TR, a za slepu probu 0,1 mL, onda se titar računa po sledećoj proporciji:

$$(16 - 0,1) : 1 = 2 : s$$

gde je s titar, u ovom slučaju $h = 0,125$ mg askorbinske kiseline / 1 mL TR.

Priprema uzorka

10 g uzorka pomeša se sa jednakom zapreminom smeše HPO_3 i glacijalne CH_3COOH . Smeša se filtrira preko nabranog filter papira pri čemu se prvih 5 – 10 mL filtrata odbaci, a od ostatka uzme alikvotni deo (10 mL) za dalje određivanje.

Postupak određivanja askorbinske kiseline u uzorku

U tri erlenmajera se pipetom prenese 10 mL filtrata uzorka i zatim vrši titracija rastvorom TR do slabo ružičaste boje postojane oko 5 sekundi. Uporedo se vrši titracija slepe probe rastvorom TR do pojave ružičaste boje istog intenziteta.

Slepa proba

U tri erlenmajera se prenese onoliko destilovane vode, koliko ima soka u analiziranom uzorku i još toliko vode koliko je utrošeno TR za titraciju ispitivanog uzorka i potom doda 5 mL smeše HPO_3 i glacijalne CH_3COOH . Slepa proba treba po boji, kiselosti i ukupnoj zapremini da bude identična analizi ispitivanog uzorka. Utrošak TR za slepu probu je vrlo mali pa titraciju treba pažljivo obavljati.

Izračunavanje

Sadržaj askorbinske kiseline (u mg/10g ekstrakta) = $((V - V_{sp}) * s * 100) / V_{al}$,

V – srednja vrednost zapremina rastvora TR utrošenih za titraciju ogleadne probe (mL),

V_{sp} – srednja vrednost zapremina rastvora TR utrošenih za titraciju slepe probe (mL),

c – titar rastvora TR (mg $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ / 1 mL TR rastvora)

V_{al} – zapremina alikvotnog dela uzorka (mL)

Rezultati istraživanja i diskusija

U svim metodama korišćena je ista masa uzorka (5 g) kao i isto vreme ekstrakcije. Rastvarač je u maceratu bio na sobnoj temperaturi, kod Soxhlet-ove na temperaturi ključanja kako metoda nalaže, dok kod infuza i ultrazvučne ekstrakcije temperatura rastvarača je bila 50 °C. Na osnovu dobijenih prinosa možemo zapaziti da je ultrazvučna ekstrakcija najoptimalnija metoda za biljku origano.

Tabela 1. Procentni prinos ekstrakcija

Table. 1. Yield extractions

Uzorak <i>Sample</i>	Maceracija <i>Maceration</i>	Soxhlet ekstrakcija <i>Soxlet extraction</i>	Ultrazvučna ekstrakcija <i>Ultrasonic extraction</i>	Infuz <i>infusion</i>
list origana <i>oregano leaf</i>	5,45%	2,25%	11,25%	7,25%

Tabela 2. Sadržaj vitamina C

Table 2. Vitamin C and organic acids contents in extracts

Vrsta ekstrakta Type of extraction	Vitamin C, mg/100 g Vitamin C, mg / 100 g	Organske kiseline g/100 g Organic acids, g/100g
Maceracija Maceration	24,32	3,27
Soxhlet ekstrakcija Soxlet extraction	11,25	1,15
Ultrazvučna ekstrakcija Ultrasonic extraction	55,50	4,25
Infuz Infusion	14,15	2,22

Sadržaj vitamina C je najveći kod ultrazvučne ekstrakcije što je u korelaciji sa prinosom ekstrakcije, a macerat ima veći sadržaj od infuza što je verovatno bio uticaj temperature rastvarača, jer je vitamin C termolabilan molekul.

Najveći sadržaj organskih kiselina ima ultrazvučni ekstrakt 4,25 g/100 g što je u korelaciji sa sadržajem vitamina C, zatim macerat 3,27 pa infuz 2,22 i najniži Soxhlet ekstrakt 1,15 g/100 g. Očigledno je temperatura rastvarača kao i metoda ekstrakcije vidno uticala na prinos ali i sadržaj vitamina C kao i ukupnih organskih kiselina. Najbolje rezultate na svim ispitivanim parametrima je dao ultrazvučni ekstrakt, pa je ova metoda ekstrakcije metoda izbora za biljku origano.

Zaključak

Urađene su četiri različite metode ekstrakcije biljne vrste origana (*Origanum vulgare*). Najveći prinos je dala ultrazvučna ekstrakcija a najniži Soxhlet ekstrakt. Sadržaj vitamina C i organskih kiselina je najveći, takođe kod ultrazvučne ekstrakcije što je u korelaciji sa prinosom ekstrakcije. Na osnovu rezultata možemo reći da je ova metoda ekstrakcije metoda izbora za biljku origano.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, evidencioni broj 451-03-9/2021-14.

Literatura

- Aćamović-Đoković G., Cvijović M. (2009). Praktikum iz Organske hemije, Agronomski fakultet, Čačak.
- Damjanović B. (2007). Ekstrakcija biokativnih komponenti, Metalurško-tehnološki fakultet, Podgorica.
- Džamić M. (1984). Biohemija, Beograd.

- Lajšić S., Grujić-Injac B. (1998). Hemija prirodnih proizvoda, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Lakušić R. (1990). Planinske biljke, Beograd.
- Lampe, J.W. (1999). Health effects of vegetables and fruit: assessing mechanisms of action in human experimental studies, Am. J. Chin. Nutr., Vol. 70, 475-490.
- MacVicar J. (2006). Ljekovito i začinsko bilje, Naklada Uliks, Rijeka.
- Milić J., Primorac M., Savić S. (2012). Farmaceutska tehnologija I, Farmaceutski fakultet, Beograd.
- Piletić V. M., Miletić Lj. B. (1989). Organska hemija, Novi Sad, Tehnološki fakultet.
- Šiler-Marinković S. (2009). Vitamini, Beograd, Tehnološko-metalurški fakultet.

TESTING OF ORIGAN EXTRACTS BY DIFFERENT METHODS

Jelena Mladenović¹, Veronika Marković¹, Ljiljana Bošković-Rakočević¹, Milena Đurić¹, Nenad Pavlović¹

Abstract

Oregano is used in the production of specific aromatic cheeses, meat products and dough dishes, for the production of medicinal preparations, fragrant soaps, colognes and perfumes. Special interest in oregano in recent years is related to the results of a study of its biological activities, which indicate a wide range of antibacterial, fungicidal, antiviral and antioxidant properties. The subject of this paper is the examination of extracts of plant species of oregano (*Origanum vulgare*), with the aim of determining the method that is most popular for extracting this plant species and which gives the best yields of extracts. The content of extracted substances in each extract, the content of vitamin C as well as the content of organic acids were determined.

Key words: infusion, macerate, ultrasonic extraction, Soxhlet extraction

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia (jelenamala@kg.ac.rs)

ODREĐIVANJE HEMIJSKOG SASTAVA RAZLIČITIH EKSTRAKATA ČUVARKUĆE

Jelena Mladenović¹, Nebojša Marković¹, Ljiljana Bošković-Rakočević¹, Milena Đurić¹, Nenad Pavlović¹

Izvod: Čuvarkuća ima slično delovanje kao aloja vera, koja je poznata u lečenju raznih kožnih oboljenja. Ova biljka se smatra jednim od najsigurnijih lekova za širok spektar kožnih oboljenja. Zbog antiupalnih i antiseptičkih svojstava, služi i kao odlična prva pomoć kod opekotina, uboda i ugriza, jer pruža brzo olakšanje i smirenje. Sveže iscedeni sok iz listova čuvarkuće koristi se u lečenju nervne rastrojenosti, padavice i nemirnih snova. Listovi su jestivi i mogu se koristiti kao dodatak salati ili varivu. Nisu naročito ukusni, ali kako su bogati vodom, mogu se ubaciti u sokovnik zajedno sa drugim voćem ili povrćem i postati osvežavajući napitak. Koristi se u narodnom travarstvu i kao lek.

Cilj ovog rada je da se odredi sadržaj vlage, ukupnih ekstrahovanih materija, gustine ekstrakta, vitamina C, organskih kiselina i proteina u ekstraktima čuvarkuće.

Ključne reči: čuvarkuća, ekstrakcija, hemijski sastav

Uvod

Tinkture se izrađuju maceracijom, perkolacijom, rastvaranjem ili drugim prikladnim postupkom.

Maceracijom se, po pravilu, tinkture izrađuju tako što se jedan deo droge propisanog stepena usitnjenosti ekstrahuje sa 4 dela etanola propisane koncentracije.

Tinkture od droga jakog dejstva izrađuju se, po pravilu, perkolacijom pomoću etanola propisane koncentracije, tako da se iz jednog dela droge pripremi 10 delova tinkture. U tinkturama jakog delovanja mora se odrediti sadržaj aktivnog principa i ako je potrebno, tinkturu podesiti na optimalnu koncentraciju. Tinkture se izrađuju bez prisustva direktne sunčeve svetlosti.

Tinkture od droga koje sadrže aktivne principe slabijeg dejstva izrađuju se maceracijom u toku 5 dana, zatim se procede, ostave 2 dana na hladnom mestu zaštićene od svetlosti, da se istalože, izbistre, pa tek zatim filtriraju.

Biljne droge su, cele ili sečene, suve, sveže biljke ili delovi biljaka, algi, gljiva, lišajeva. Preradom biljnih droga postupcima ekstrakcije dobijaju se biljni preparati (preparati biljnih droga), (Lakušić, 1990). Biljni preparati obuhvataju tinkture, ekstrakte, etarska ulja, masna ulja, ceđene sokove i prerađene eksudate.

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (jelenamala@kg.ac.rs);

Danas, najvažniju grupu biljnih preparata predstavljaju ekstrakti, koji se dobijaju primenom različitih metoda ekstrakcije, počev od jednostavnih tehnologija do naprednih tehnika. Cilj je iz lekovite biljke izolovati što veći procenat bioaktivnih komponenata, zato treba ispitati uslove, metode, vrste rastvarača i doći do najoptimalnijih (Damjanović, 2007).

Materijal i metode rada

Kao materijal u ovom završnom radu korišćena je biljka čuvarkuća (*Sempervivum tectorum*). Biljni materijal potiče sa lokaliteta Čačka, Moravički okrug, nabavljen u septembru mesecu 2020. godine.

Određivanje vode u poljoprivrednim proizvodima i životnim namirnicama ima izuzetnu važnost zato što od sadržaja vode zavisi njihov kvalitet, mogućnost konzerviranja i čuvanja (u smislu zakonskih propisa). Sadržaj vode se kreće u veoma širokom rasponu, tako npr. sadržaj vode u voću i povrću kreće se od 65-95%, u žitaricama od 10-25%, dok je u mesu i ribi taj sadržaj od 50-80%, što zavisi od vrste i količine masti itd. Visok sadržaj vode u prehrambenim proizvodima može da omogući razmnožavanje mikroorganizama, a to ima za posledicu kvar namirnica. Sadržaj vode može da pokaže da li je neka namirnica falsifikovana (npr. mleko). Kod nekih proizvoda na osnovu sadržaja vode određuje se sadržaj suve materije.

U laboratorijama, najčešće se primenjuje određivanje sadržaja vode sušenjem. Sadržaj vode (vlage) se izračunava iz razlike mase uzorka pre i posle sušenja. Na tačnost rezultata sadržaja vode, utiče pravilno uzimanje (prosečnog) uzorka, kao i način pripreme uzorka za analizu. Čvrsti uzorci se moraju dobro usitniti, a tečni uzorci (mleko, vino, sokovi) suše se tako da se iz tačno odmerene količine ispitivanog uzorka najveći deo vode prvo ispari na vodenom kupatilu i tek zatim suši u sušnici, do konstantne mase. Prilikom sušenja mora se voditi računa o hemijskom sastavu ispitivanog uzorka, kako bi se sprečile nepoželjne fizičko-hemijske promene (isparavanje organskih kiselina, alkohola, eteričnih ulja i ugljen-dioksida, oskidacija, redukcija, razgradnja itd.), (Lajšić i Grujić-Injac, 1998).

Sušenje se izvodi u običnoj sušnici na propisanoj temperaturi (najčešće 105 °C) za ispitivani uzorak pod atmosferskim pritiskom, do konstantne mase.

Sušenje se izvodi u posudicama za sušenje, koje su snabdevene odgovarajućim poklopcem. Posudice koje su od stakla, pre stavljanja uzorka se suše do konstantne mase (najmanje 1 čas) na propisanoj temperaturi i ohlade u eksikatoru na sobnu temperaturu. U posudu se stavi ispitivani uzorak, pokrije poklopcem i meri. Izvršena su tri merenja usitnjenog uzorka. U sušnici se podesi temperatura sušenja, a posudica se stavi na sredinu sušnice, sa koso postavljenim poklopcem. Po završenom sušenju posudica se prekrije poklopcem, stavi u eksikator da se ohladi, a zatim meri. Posudica sa uzorkom ponovo se vrati u sušnicu i suši pola časa do jedan čas, hladi i meri. Postupak sušenja, hlađenja i merenja ponavlja se dok se ne postigne konstantna masa. Pošto su izvršena tri merenja, preračunata je srednja vrednost.

Usitnjeni listovi čuvarke (30 g), preliveni su rastvaračem (100 mL 70% etanola), potom su ostavljeni u erlenmajeru uvijeni aluminijumskom folijom i zaštićeni od dnevne svetlosti. Maceracija je vršena 24 časa, a narednog dana odvojen je biljni materijal od macerata, ceđenjem kroz filter papir. Rastvarač je uklonjen uparavanjem na vodenom kupatilu, a dobijeni ekstrakt (tinktura) je sušen do konstantne mase, (Lampe, 1999).

Ultrazvučna ekstrakcija je izvedena u ultrazvučnoj kadi (EUP540A, Eustruments, France). Usitnjeni listovi čuvarke (30 g), preliveni su rastvaračem (100 mL 70% etanola) pri čemu je smeša ekstrahovana 1 čas i 30 minuta.

U levak za odvajanje, čija zapremina treba da bude oko dva puta veća od zapremine ekstrahovanog rastvora, naspe se emulzija uzorka predviđena za analizu i doda dietil-etar.

Levak se dobro zatvori zapašaćem, uzme u obe ruke i to tako da se desnom rukom drži gornji deo levka, a levom rukom se drži slavina na levku. Sadržaj levka se blago promućka, odvodna cev okrene na gore, a zatim otvori slavina radi uklanjanja viška pare dietil-etra. Mućkanje i otvaranje slavine ponavlja se nekoliko puta. Levak se ostavi u prstenu na stativu da stoji izvesno vreme, pri čemu se smeša tečnosti razdvoji u dva sloja. Otvori se zapašać i donji vodeni sloj pažljivo ispusti u erlenmajerov sud otvaranjem slavine. Gornji sloj izlije se kroz gornji otvor levka u podesni prihvatni sud.

Rade se dve analize, i nakon dobijenih rezultata, nakon uparavanja rastvarača, izračunat je sadržaj masti ekstrakata dobijenih maceracijom i ekstrakcijom u ultrazvučnoj kadi.

U novije vreme je ova metoda najčešće primenjivana, pri čemu se uzorak razara smešom koja se sastoji od azotne, sirćetne i trihlorsirćetne kiseline. Azotna kiselina oksiduje i nitruje sve supstance osim celuloze, a razgrađeni produkti npr. lignini rastvaraju se u sirćetnoj kiselini. Ova metoda nije najbolja, jer ne daje sadržaj čiste celuloze, ali je sadržaj primesa mnogo manji nego po drugim metodama.

Postupak određivanja

U erlenmajerov sud sa brušenim grlom kvantitativno se prenese 1 000 g uzorka, prelije sa 25 cm³ reagensa za celulozu, spoji sa povratnim kondezatorom i kuva 30 minuta na električnom grejnom telu, preko azbestne mreže. Erlenmajer se povremeno promeša, da bi se skinule čestice uzorka sa zida suda. Po završenom kuvanju vruć sadržaj se profiltrira kroz stakleni lončić za filtriranje, koji je prethodno osušen i izmeren. Filtriranje se vrši uz slab vakuum, da bi se sprečilo zapušavanje pora. Talog se ispere vrućim reagensom, toplom vodom, etanolom i suši na 100-105 °C do konstantne mase, zatim hladi u eksikatoru i meri. Iz razlike u masi lončića sa celulozom i praznog lončića dobija se količina celuloze zajednom sa pepelom. Celuloza se pincetom izvadi iz lončića za filtriranje, zatim se prenese u prethodno izaren i izmeren porcelanski lončić, spali i žari na 550 °C, hladi i meri. Razlika u masi porcelanskog lončića pre i posle žarenja je količina pepela. Kada se

od sadržaja celuloze sa pepelom oduzme količina pepela, dobiće se sadržaj celuloze u izmerenom uzorku. Sadržaj celuloze u procentima izračunava se na sledeći način.

Izračunavanje

Sadržaj celuloze (%) = $(m_2 \cdot m_1) / m \cdot 100$

Razlika u masi porcelanskog lončića pre i posle žarenja, $m_2 - m_1$

Masa uzorka uzeta za analizu u gramima, m

Poznato je da u svežem biljnom materijalu preovlađuje L-askorbinska kiselina, a da je nosilac vitaminske aktivnosti sistem L-askorbinska kiselina= dehidroaskorbinska kiselina (Aćamović-Đoković i Cvijović, 2009).

Kvantitativno određivanje ukupnog vitamina C zasniva se na reverzibilnoj sposobnosti oksido-redukcionog sistema askorbinska-dehidroaskorbinska kiselina. Metode za kvantitativno određivanje askorbinske kiseline dele se u dve osnovne grupe: oksidometrijske titracije i kolorimetrijske metode. Oksidometrijske titracije su najčešće koriste za određivanje L-askorbinske kiseline u voću, povrću i njihovim proizvodima, a zasnivaju se na oksidaciji L-askorbinske kiseline u dehidroaskorbinsku i redukciji primenjenog reagensa. Kao oksidaciono sredstvo (reagens) najčešće se koristi 2,6-dihlorfenolindofenol (tamno plav) koji se u reakciji sa askorbinskom kiselinom redukuje u bezbojan oblik. Oksidometrijske titracije nisu specifične, jer sa navedenim reagensima mogu da reaguju i druga jedinjenja pored askorbinske kiseline, ali su brze i jednostavne.

Izračunavanje

Sadržaj askorbinske kiseline ($\text{mg}/100 \text{ cm}^3$) = $(V - V_1) \cdot T / g \cdot 100$

V - cm^3 rastvora TR utrošenih za titraciju ogledne probe

V_1 - cm^3 rastvora TR utrošenih za titraciju slepe probe

T - titar rastvora TR ($\text{mgC}_6\text{H}_8\text{O}_6 / 1 \text{ cm}^3$ TR rastvora)

g - zapremina soka u cm^3 u alikvotnom delu uzork

Slobodna i ukupna kiselost određuje se titracijom pomoću rastvora baze (natrijum ili kalijum-hidroksid) poznate koncentracije pomoću indikatora fenolftaleina ili potenciometrijski. U zavisnosti od sadržaja organskih kiselina i količine vode u analiziranom uzorku, za analizu se uzima 20 do 100 g ili cm^3 ispitivanog uzorka.

Postupak određivanja

Ispitivani uzorak se fino usitni u porcelanskom avanu i uz dodatak vode kvantitativno prenese u normalni sud od 250 cm^3 . Sadržaju se doda 1 cm^3 (radi sprečavanja vrenja) pa se sve razblaži vodom do 150 cm^3 . Ubrzana ekstrakcija se vrši na vodenom kupatilu uz povremeno mešanje u toku 30 min na temperaturi od $70-80^\circ\text{C}$. Nakon ekstrakcije, sadržaj se ohladi, dopuni vodom do crte i filtrira preko nabranog filter papira pri čemu se dobija prozračan, slabo opalescentan ekstrakt sa rastvorenim kiselinama. Pipetom se prenese 50 cm^3 filtrata u erlenmajer sud od 250 cm^3 , dodaju se 2-3 kapi 1% rastvora fenolftaleina i titruje sa $0,1 \text{ mol/dm}^3$ rastvorom NaOH do pojave jasno ružičaste boje.

Ekstrakcija organskih kiselina iz uzorka može se uraditi i na sobnoj temperaturi pri čemu se ispitivani uzorak kvantitativno prenese u normalni sud od

250 cm³. U normalni sud se takođe stavi 1 cm³ toluola, a zatim se on dopuni vodom do crte i ostavi da se kiseline ekstrahuju u toku 2 časa uz povremenom mešanje.

Izračunavanje

Slobodna ili ukupna kiselost izražava se u gramima slobodne ili ukupne kiseline (preračunato na neku organsku kiselinu) na 100 g ili 100 cm³ uzorka. Kiselost se takođe može izraziti i u procentima na svežu ili suhu supstancu.

(Slobodna) Kiselost (g/100 g) = $(V \cdot K) / G \cdot 100$

V - zapremina u cm³ utrošenog rastvora 0,1 mol/dm³ NaOH

K - koeficijent za preračunavanje na određenu organsku kiselinu (količina kiseline u gramima koja odgovara 1 cm³ 0,1 mol/dm³ rastvora NaOH)

G - količina ispitivanog uzorka u gramima

Kiselost se obično izražava preko vinske, jabučne ili limunske kiseline, obzirom na njihovu zastupljenost u ispitivanom uzorku. Kada se ne zna koja kiselina preovlađuje u uzorku, tada se kiselost izražava u broju cm³ 0,1 mol/dm³ rastvora NaOH na 100 g ili 100 cm³ uzorka, (Piletić i Miletić, 1989).

Areometar je zatvorena staklena cev, proširena u osnovi. U proširenom delu se nalazi živa, što omogućava areometru da vertikalno plovi u tečnosti. Gornji, uži deo areometra, sadrži skalu fabrički obeleženu sa jedinicama za gustinu.

Rad areometra se zasniva na merenju visine njegovog uranjanja u neki rastvor. Zapremina istisnute tečnosti zavisi od gustine, a ona je funkcija temperature i koncentracije, (Šiler-Marinković, 2009).

Pri merenju areometar se potopi u tečnost čija gustina se meri. U zavisnosti od gustine tečnosti, areometar tone. Što je gustina veća, areometar manje tone, i obratno. Čitanje gustine se vrši tako što se na skali čita podeljak koji se poklapa sa nivoom tečnosti. Pri tome areometar daje najtačniju vrednost kada se merenje vrši na temperaturi koja je obeležena na njegovoj skali. Ova temperatura je označena na svakome areometru.

Areometar koji se koristi za merenje gustine mora da bude potpuno suv, čist i obezmašćen. Prilikom uranjanja ne sme da dodiruje zidove suda u kome se nalazi ispitivani rastvor. Vrednost sa skale, položaj donjeg meniskusa, čita se kada se areometar potpuno umiri. Samo u slučaju kada se donji meniskus ne može jasno videti, čita se gornji.

Rezultati istraživanja i diskusija

Sadržaj suve materije dobijen na osnovu tri merenja je izračunat kao njihova srednja vrednost i iznosi 10,50%, a sadržaj vlage koji je dobijen oduzimanjem suve materije na 100 g uzorka, za svako merenje i izražen kao njihova srednja vrednost je 89,49%.

Tabela 1. Sadržaj vlage i procenat suve materije
Table 1. Moisture content and percentage of dry matter

Uzorak sample	Masa pre sušenja, g Mass before drying, g	Masa posle sušenja, g Mass after drying, g	Sadržaj suve materije, % dry matter, %	Sadržaj vlage, % Moisture content, %
List leaf	5,010 5,015 5,012	0,48 0,62 0,48	10,50	89,49

Posle završenih ekstrakcija, izvršeno je uparavanje dobijenih biljnih ekstrakata do suva, a potom merenje dobijenih suvih ostataka. Izračunat je prinos ekstrakcije.

Tabela 2. Procentualni prinos ekstrakcije
Table 2. Percentage extraction yield

Uzorak sample	Tinktura čuvarkuća, % Tincture, %	Tinktura čuvarkuća, ultrazvučna kada, % Tincture, ultrasonic extraction%
List leaf	8,05 7,95 8,01 8,00	10,11 10,13 10,15 10,13

Na osnovu dobijenih rezultata možemo zaključiti da je veći prinos dobijen ekstrakcijom u ultrazvučnoj kadi nego običnom maceracijom.

Procentualni sadržaj celuloze je nešto veći kao i sadržaj organskih kiselina u ekstraktima, ukoliko je dobijen ekstrakcijom u ultrazvučnoj kadi.

Tabela 3. Procentualni sadržaj celuloze i sadržaj organskih kiselina u ekstraktima
Table 3. Percentage content of cellulose and content of organic acids in extracts

Uzorak sample	Celuloza, % Cellulose, %	Organske kiseline, g/100 g Organic acids, g/100g
Tinktura Tincture	7,24	0,433
Tinktura čuvarkuće, ultrazvučni Tincture, ultrasonic extraction	8,73	0,541

Na osnovu rezultata dobijenih merenjem gustine areometrom, vidi se da je najveća gustina dobijena kod ultrazvučne ekstrakcije (1,05 g/cm³), što je u uzajamnoj vezi sa prinosom ekstrakcije.

Tabela 4. Gustina dobijenih tinktura
Table 4. Density of obtained tinctures

Uzorak <i>sample</i>	Gustina, g/cm ³ <i>Density, g/cm³</i>
Tinktura <i>Tincture</i>	0,75
Tinktura čuvarkuće, ultrazvučni <i>Tincture, ultrasonic extraction</i>	1,05

Tabela 5. Sadržaj vitamina C i % masti
Table 5. Vitamin C content and % fat

Uzorak <i>sample</i>	Vitamin C, mg/100 g <i>Vitamin C, mg/100 g</i>	Srednja vrednost, <i>Middle value</i>	Masti, % <i>Fat, %</i>
Tinktura <i>Tincture</i>	52,01 51,49 52,00	51,833	0,26
Tinktura čuvarkuće, ultrazvučni <i>Tincture, ultrasonic extraction</i>	75,01 74,47 75,31	74,93	0,31

Pri određivanju sadržaja vitamina C zaključili smo da je veći sadržaj ovog vitamina određen pri ultrazvučnoj ekstrakciji, nego pri maceraciji ali ipak poređenjem sa sadržajem ovog vitamina u svežem biljnom materijalu, vrednosti su niže, što potvrđuje da vitamine treba određivati u svežem biljnom materijalu (Džamić, 1984).

Na osnovu rezultata analiza dobijen hemijski sastav dobijenih ekstrakata čuvarkuće:

T- tinktura čuvarkuće

$T = \% \text{ celuloze} + \% \text{ organskih kiselina} + \% \text{ vitamina C} + \% \text{ masti}$

$T = 7,24 + 0,493 + 0,051 + 0,26 = 7,984 \%$

$10,50\% - 7,984\% = 2,516\%$ ostaje na vitamine, minerale, tanine, pektine i

T_{uv} -tinktura čuvarkuće, ultrazvučni

$T_{uv} = 8,73 + 0,541 + 0,0749 + 0,31 = 9,6559\%$

$10,50\% - 9,6559\% = 0,8441\%$ ostaje na vitamine, minerale, tanine, pektine

Poređenjem hemijskog sastava svežeg biljnog materijala, dobijeni rezultati se slažu kao i celokupni hemijski sastav. Očigledno izbor metoda ekstrakcija, polarnost rastvarača kao i uslovi ekstrakcije jesu bili odgovarajući, što dokazuje i procenat određenog hemijskog sastava suve materije ispitivanog biljnog materijala. Na osnovu dobijenih vrednosti ispitivanih parametara, etanol je definitivno rastvarač čija polarnost odgovara polarnosti dominantnih komponenata u čuvarkući, kao njegov procenat razblaženja. Uočavamo da su svi

parametri u većem prinosu određeni kod ultrazvučne ekstrakcije, što je verovatno razlog brzina i dužina procesa, jer se radi o molekulima koji su lako razgradivi.

Zaključak

Sagledavanjem svih dobijenih vrednosti može se reći da je ultrazvučna ekstrakcija metoda izbora biljke čuvar kuće. Brži tj. kraći proces je povoljnije uticao na prinos i očuvanje jedinjenja koji su očigledno podložni promenama.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, evidencioni broj 451-03-9/2021-14.

Literatura

- Aćamović-Đoković G., Cvijović M. (2009). Praktikum iz Organske hemije, Agronomski fakultet, Čačak.
- Damjanović B. (2007). Ekstrakcija biokativnih komponenti, Metalurško-tehnološki fakultet, Podgorica.
- Džamić M. (1984). Biohemija, Beograd.
- Lajšić S., Grujić-Injac B. (1998). Hemija prirodnih proizvoda, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Lakušić R. (1990). Planinske biljke, Beograd.
- Lampe, J.W. (1999). Health effects of vegetables and fruit: assessing mechanisms of action in human experimental studies, *Am. J. Chin. Nutr.*, Vol. 70, 475-490.
- Piletić V. M., Miletić Lj. B. (1989). Organska hemija, Novi Sad, Tehnološki fakultet.
- Šiler-Marinković S. (2009). Vitamini, Beograd, Tehnološko-metalurški fakultet.

DETERMINATION OF CHEMICAL COMPOSITION OF DIFFERENT SECURITY EXTRACTS

Jelena Mladenović¹, Nebojša Marković¹, Ljiljana Bošković-Rakočević¹, Milena Đurić¹, Nenad Pavlović¹

Abstract

Sempervivum tectorum has a similar effect as aloe vera, which is known in the treatment of various skin diseases. This herb is considered one of the safest remedies for a wide range of skin diseases. Due to its anti-inflammatory and antiseptic properties, it also serves as an excellent first aid for burns, stings and bites, because it provides quick relief and calming. Freshly squeezed juice from the leaves of the houseplant is used in the treatment of nervous disorders, epilepsy and restless dreams. The leaves are edible and can be used as an addition to salads or stews. They are not particularly tasty, but as they are rich in water, they can be put in a juicer together with other fruits or vegetables and become a refreshing drink. It is used in folk herbal medicine and as a medicine.

The aim of this study was to determine the moisture content, total extracted substances, extract density, vitamin C, organic acids and proteins in house extracts.

Key words: *Sempervivum tectorum*, extraction, chemical composition

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (jelenamala@kg.ac.rs);

ANTIRADIKALSKI KAPACITET (*E*)-*N'*-1-(2,4-DIOKSO-2*H*-HROMEN-3(4*H*)-ILIDENE)ETIL)-4-HIDROKSI-3-METOKSIBENZOHIDRAZIDA

Marko Antonijević^{1,2}, Dušica Simijonović¹, Ana Kesić¹, Edina Avdović¹, Zoran Marković¹

Izvod: Kumarini su široko rasprostranjena grupa jedinjenja. Poseduju širok spektar fizioloških dejstava, od antifungalnog, preko antikoagulativnog do antikancerogenog, pa su zbog toga pronašli primenu u lečenju različitih bolesti. U ovom radu ispitivana je sposobnost (*E*)-*N'*-1-(2,4-dioksa-2*H*-hromen-3(4*H*)-ilidene)etil)-4-hidroksi-3-metoksibenzohidrazida da inaktivira reaktivne kiseonike; ne vrste. Analiza dobijenih rezultata pokazala je da SET-PT (Single Electron Transfer Followed By Proton Transfer) mehanizam nije operativan. Sa druge strane, termodinamički parametri koji opisuju HAT (Hydrogen Atom Transfer) i prvi korak SPLET (Sequential Proton Loss-Electron Transfer) mehanizma ukazuju da će oba mehanizma biti operativni. Antiradikalni kapacitet ispitivanog jedinjenja sa radikalima opada u sledećem nizu: $\cdot\text{OH} > \cdot\text{OCH}_3 > \cdot\text{OC}(\text{CH}_3)_3 > \cdot\text{OOH} > \cdot\text{OOCH}_3 > \cdot\text{OOCH}_2\text{CH}_3$.

Ključne reči: Antiradikalna aktivnost, DFT, Termodinamički pristup

Uvod

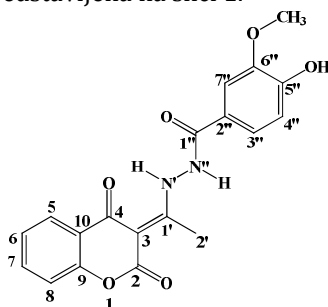
Oksidativni stres i posledice koje izaziva u metabolizmu ćelija su jedan od najčešćih problema moderne medicine. Iako organizmi imaju sposobnost da se izbore sa slobodnim radikalima u određenoj meri, jedinjenja koja ispoljavaju antioksidativno dejstvo i sprečavaju nastanak ili smanjuju štetu izazvanu produženim izlaganjem organizma oksidativnom stresu, dobijaju sve više na značaju. (Droge, 2002.)

Kumarini su velika klasa heterocikličnih jedinjenja čije proučavanje je počelo pre oko 200 godina. Vogel je 1820. godine, iz semena južnoameričkog drveta *Dipterix odorata* izolovao jedinjenje gorkog ukusa i prijatnog mirisa koje je nazvao kumarin, što na jeziku južnoameričkih indijanaca iz Francuske Gvajane znači drvo. (Vogel, 1820.) Do danas je iz biljnog sveta izolovano 1300 različitih derivata kumarina sa različitim biološkim i farmakološkim svojstvima. (Dandriyal i sar., 2016., Erdelmeier i Sticher, 1895.) Zahvaljujući širokom spektru bioloških aktivnosti, kumarini su našli primenu u medicini u lečenju brojnih bolesti. (Dandriyal i sar., 2016.; Kontogiorgis i sar., 2012; Rosselli i sar., 2009.) Jedna od značajnijih bioloških osobina ovih jedinjenja je jak antioksidativni efekat. (Pisoschi

¹Univerzitet u Kragujevcu, Institut za Informacione Tehnologije, Jovana Cvijića bb, 34000 Kragujevac, Serbia; e-mail: mantonijevic@uni.kg.ac.rs

²Departman za hemiju, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Kragujevcu, Radoja Domanovića 12, 34000 Kragujevac

i Pop, 2015.) Antioksidativna aktivnost kumarina se zasniva na činjenici da kumarinsku osnovu čine kondenzovani benzenov i α -pironov prsten koji su bogati π -elektronima delokalizovanim preko atoma kiseonika laktonske grupe i konjugovanih dvostrukih veza benzenovog prstena. Antioksidativna i druga važna svojstva derivata kumarina ne potiču samo iz njihove jednostavne kumarinske baze, već često i iz supstituenata u različitim položajima. Zamena atoma vodonika iz molekula kumarina sa hidroksi, fenil, benzoil, alkil, aril i drugim sličnim grupama može povećati, pa čak i proširiti spektar fizioloških, farmakoloških i bioloških aktivnosti tih jedinjenja. Stoga, na osnovu literaturno dostupnih podataka, kao i našeg angažovanja u oblasti ispitivanja antioksidativnog kapaciteta derivata kumarina (Avdović i sar., 2020.; Milanović i sar., 2021.) u ovom radu je ispitivano jedinjenje čija je struktura predstavljena na slici 1.



Slika 1: Struktura (E)-N'-1'-(2,4-diokso-2H-hromen-3-ilidene)etil-4-hidroksi-3-metoksibenzohidrazida

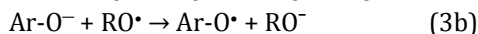
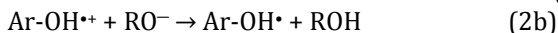
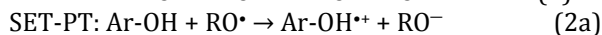
Figure 1: Structure of (E)-N'-1'-(2,4-dioxo-2H-chromen-3-ylidene)ethyl-4-hydroxy-3-methoxybenzohydrazide

Materijal i metode rada

U okviru ovog rada ispitivana su mehanizmi antioksidativnog delovanja sa različitim radikalskim vrstama: hidroksi ($\cdot\text{OH}$), peroksi ($\cdot\text{OOH}$), metoksi ($\cdot\text{OCH}_3$), metilperoksi ($\cdot\text{OOCH}_3$), etilperoksi ($\cdot\text{OOCH}_2\text{CH}_3$) i *t*-butoksi ($\cdot\text{O}(\text{CH}_3)_3$) radikala.

Svi proračuni urađeni su pomoću programskog paketa *Gaussian 09*. (Frisch i sar., 2010.) Optimizovane geometrije i energije dobijene su primenom metode teorije funkcionala gustine (DFT) M06-2X u kombinaciji sa bazisnim skupom 6-311++G(d, p). (Zhao i Truhlar, 2008.)

Ispitivana su tri mehanizma antiradikalskog dejstva koji su opisani sledećim jednačinama:



gde $\text{RO}\cdot$ označava reaktivne vrste kiseonika, a gde Ar-OH , $\text{Ar-O}\cdot$, $\text{Ar-OH}^{+\bullet}$ i Ar-O^- označavaju antioksidant, njegov radikal, radikal-katjon i anjon.

Termodinamički parametri koji opisuju aktivnost uklanjanja radikala pomoću ispitivanog jedinjenja izračunati su iz ukupnih Gibsovih energija primenom sledećih jednačina:

$$\Delta_r G_{BDE} = G(\text{Ar-O}\cdot) + G(\text{ROH}) - G(\text{Ar-OH}) - G(\text{RO}\cdot) \quad (4)$$

$$\Delta_r G_{IP} = G(\text{Ar-OH}^{*+}) + G(\text{RO}^-) - G(\text{Ar-OH}) - G(\text{RO}\cdot) \quad (5a)$$

$$\Delta_r G_{PDE} = G(\text{Ar-O}\cdot) + G(\text{ROH}) - G(\text{Ar-OH}^{*+}) - G(\text{RO}^-) \quad (5b)$$

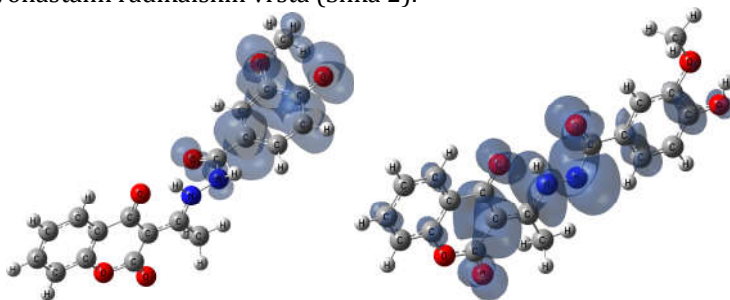
$$\Delta_r G_{PA} = G(\text{Ar-O}^-) + G(\text{ROH}) - G(\text{Ar-OH}) - G(\text{RO}^-) \quad (6a)$$

$$\Delta_r G_{ETE} = G(\text{Ar-O}\cdot) + G(\text{RO}^-) - G(\text{Ar-O}^-) - G(\text{RO}\cdot) \quad (6b)$$

Rezultati istraživanja i diskusija

Radikali, anjoni i radikal-katjon ispitivanog jedinjenja

Prilikom inaktivacije slobodnih radikala dolazi do homolitičkog, odnosno heterolitičkog raskidanja veze između vodonika i heteroatoma antioksidanta, pri čemu nastaju radikali, odnosno anjoni pomenutog antioksidanta. Od njihove relativne stabilnosti zavisi da li će i koji mehanizam antiradikalnog delovanja biti operativan, ali i koji položaj će biti povoljniji. Da bi se objasnila relativna stabilnost ovih hemijskih vrsta potrebno je detaljno pogledati njihove strukture (Slika 2). Naime, kao što je moguće videti iz Tabele 1, gde su prikazani termodinamički parametri antiradikalnog dejstva ispitivanog jedinjenja, reakcija inaktivacije radikala je verovatnija da se desi preko azota hidrazidne grupe, nego preko -OH grupe fenola. Objašnjenje leži u strukturi radikala i anjona antioksidanta nastalih u ovim reakcijama. Naime, radikal i anjon nastali raskidanjem veze između azota i vodonika hidrazidne grupe (položaj 1'-NH) usled promene u hibridizaciji azota poseduju sposobnost formiranja planarne konformacije. To za posledicu ima bolju delokalizaciju nesparenog elektrona što je moguće videti na mapama spinske gustine novonastalih radikalnih vrsta (Slika 2).



Slika 2: Mape spinske gustine radikala ispitivanog jedinjenja: kada se vodonik apstrahuje iz -OH grupa (levo) i kada se apstrahuje iz -NH grupe (desno)

Figure 2: Spin density maps of radical of investigated compound: when hydrogen is abstracted from -OH (left) and when is abstracted from -NH group (right)

Pored pomenutih hemijskih vrsta, u antiradikalnim reakcijama javlja se i radikal-katjon koji je karakterističan za SET-PT mehanizam. Delokalizacija spina i

pozitivnog naelektrisanja radikal-katjona ispitivanog antioksidanta pokazuje dobru delokalizaciju spina. Međutim, optimizacija strukture radikal-katjona ukazuje na transfer protona sa N' azota hidrazidne grupe na kiseonik u položaju C-4 kumarinskog jezgra. Ipak i pored stabilizacije radikal-katjona vrednosti Gibsovih energija jonizacionog potencijala nisu dovoljno niske da bi ovaj mehanizam bio operativan kao to je i prikazano u Tabeli 1.

Mehanizmi antiradikalskog delovanja

Termodinamički parametri prikazani u Tabeli 1 ukazuju na to da od tri ispitivana mehanizma jedino SET-PT mehanizam nije operativan. Sa druge strane vrednosti $\Delta_r G_{BDE}$ i $\Delta_r G_{PA}$ ukazuju na kompeticiju HAT i SPLET mehanizma. Ipak, bez obzira na jako povoljne vrednosti za $\Delta_r G_{BDE}$ dominantan mehanizam je SPLET.

Tabela 1: Termodinamički parametri- mehanizmi antiradikalskog delovanja ispitivanog jedinjenja sa ROS

Table 1: Thermodynamic parameters - mechanisms of antiradical action of the tested compound with ROS

Gasna faza <i>Gas-phase</i>					
Pozicija <i>Positions</i>	<i>HAT</i> $\Delta_r G_{BDE}$	<i>SET-PT</i> $\Delta_r G_{IP}$ $\Delta_r G_{PDE}$		<i>SPLET</i> $\Delta_r G_{PA}$ $\Delta_r G_{ETE}$	
•OH					
5''-OH	-115	601	-716	-278	163
1'-NH	-152		-753	-325	174
•OOH					
5''-OH	18	660	-643	-204	222
1'-NH	-19		-679	-252	233
•OCH ₃					
5''-OH	-51	622	-673	-235	184
1'-NH	-88		-710	-282	195
•OOCH ₃					
5''-OH	23	653	-630	-192	215
1'-NH	-13		-667	-239	226
•OOCH ₂ CH ₃					
5''-OH	25	649	-625	-186	211
1'-NH	-12		-661	-234	222
•OC(CH ₃) ₃					
1''-OH	-64	581	-645	-207	143
1'-NH	-101		-681	-254	153

Takođe, interesantno je primetiti da redosled reaktivnosti prema različitim radikalima se razlikuje u zavisnosti od mehanističkog puta. Prema HAT mehanizmu red reaktivnosti bi bio: •OH>•OC(CH₃)₃>•OCH₃>•OOH>•OOCH₃>•OOCH₂CH₃, dok je red reaktivnosti po SPLET mehanizmu nešto drugačiji: •OH>•OCH₃>•OC(CH₃)₃>•OOH>•OOCH₃>•OOCH₂CH₃. Ovakav trend je posledica

hiperkonjugacije koja se javlja kod *terc*-butoksi anjona, dok ne postoji kod radikalskog ekvivalenta.

Zaključak

U ovom radu ispitivan je antiradikaliski kapacitet (*E*)-N'-1'-(2,4-diokso-2*H*-hromen-3-ilidene)etil)-4-hidroksi-3-metoksibenzohidrazida. Iz dobijenih rezultata može se zaključiti da su HAT i SPLET konkurentni mehanizmi, sa nešto povoljnijim vrednostima $\Delta_r G_{PA}$ u odnosu na $\Delta_r G_{BDE}$, dok SET-PT nije operativan.

Pored toga rezultati ukazuju na činjenicu da kao posledica relativne stabilizacije radikala i anjona prelaskom u planarnu konformaciju, -NH grupa predstavlja povoljniji položaj za reakcije inaktivacije slobodnih radikala u odnosu na OH grupu 2-metil fenolnog dela ispitivanog kumarina.

Antiradikaliski kapacitet ispitivanog jedinjenja u odnosu na radikal koji se inaktivira opada u sledećem nizu: $\cdot OH > \cdot OCH_3 > \cdot OC(CH_3)_3 > \cdot OOH > \cdot OOCH_3 > \cdot OOCH_2CH_3$.

Napomena

Istraživanje u ovom radu podržano je od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja (Sporazum broj: 451-03-68/2020-14/200378; 451-03-68/2020-14/200122).

Literatura

- Avdović, E. H., Milanović, Ž. B., Živanović, M. N., Šeklić, D. S., Radojević, I. D., Čomić, L. R., ... & Marković, Z. S. (2020). Synthesis, spectroscopic characterization, biological activity, DFT and molecular docking study of novel 4-hydroxycoumarine derivatives and corresponding palladium (II) complexes. *Inorganica Chimica Acta*, 504, 119465.
- Dandriyal, J., Singla, R., Kumar, M., & Jaitak, V. (2016). Recent developments of C-4 substituted coumarin derivatives as anticancer agents. *European journal of medicinal chemistry*, 119, 141-168.
- Dröge, W. (2002). Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiological reviews*. 82(1), 47-95.
- Erdelmeier, C. A. J., & Sticher, O. (1985). Coumarin Derivatives from *Eryngium campestre* 1. *Planta medica*, 51(05), 407-409.
- Frisch M. J., Trucks G. W., Schlegel H. B., et al. (2010). Gaussian 09, Revision C.01, Gaussian, Inc., Wallingford, CT, USA.
- Iranshahi, M. E. H. R. D. A. D., Askari, M., Sahebkar, A., & Hadjipavlou, L. D. (2009). Evaluation of antioxidant, anti-inflammatory and lipoxygenase inhibitory activities of the prenylated coumarin umbelliprenin.
- Kontogiorgis, C., Detsi, A., & Hadjipavlou-Litina, D. (2012). Coumarin-based drugs: a patent review (2008–present). *Expert opinion on therapeutic patents*, 22(4), 437-454.
- Milanović, Ž. B., Dimić, D. S., Avdović, E. H., Milenković, D. A., Marković, J. D., Klisurić, O. R., ... & Marković, Z. S. (2021). Synthesis and comprehensive

- spectroscopic (X-ray, NMR, FTIR, UV-Vis), quantum chemical and molecular docking investigation of 3-acetyl-4-hydroxy-2-oxo-2H-chromen-7-yl acetate. *Journal of Molecular Structure*, 1225, 129256.
- Pisoschi, A. M., & Pop, A. (2015). The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review. *European journal of medicinal chemistry*, 97, 55-74.
- Rosselli, S., Maggio, A. M., Faraone, N., Spadaro, V., Morris-Natschke, S. L., Bastow, K. F., ... & Bruno, M. (2009). The cytotoxic properties of natural coumarins isolated from roots of *Ferulago campestris* (Apiaceae) and of synthetic ester derivatives of aegelinol. *Natural product communications*, 4(12).
- Vogel, A. (1820). Darstellung von Benzoessäure aus der Tonka-Bohne und aus den Meliloten-oder Steinklee-Blumen. *Annalen der Physik*, 64(2), 161-166.
- Zhao, Y., & Truhlar, D. G. (2008). The M06 suite of density functionals for main group thermochemistry, thermochemical kinetics, noncovalent interactions, excited states, and transition elements: two new functionals and systematic testing of four M06-class functionals and 12 other functionals. *Theoretical chemistry accounts*, 120(1), 215-241.

ANTIRADICAL CAPACITY OF 4-HYDROXY-3-METHOXY-*N'*-(*E*)-1-(2,4-DIOXO-2H-CHROMEN-3(4H)-YLIDENE)ETHYL)BENZOHYDRAZIDE

Marko Antonijević^{1,2}, Dejan Milenković¹, Ana Kesić¹, Edina Avdović¹, Zoran Marković¹

Abstract

Coumarins are a widespread group of compounds. They have a wide range of physiological effects, from antifungal, through anticoagulant to anticancer, and therefore they have found wide application in the treatment of various diseases. In this paper, the ability of 4-hydroxy-3-methoxy-*N'*-(*E*)-1-(2,4-dioxo-2H-chromen-3(4H)-ylidene)ethyl)benzohydrazide to inactivate ROS was investigated. The analysis of the obtained results showed that the SET-PT (Single Electron Transfer Followed By Proton Transfer) mechanism is non-operative. On the other hand, the thermodynamic parameters describing the HAT (Hydrogen Atom Transfer) and the first step of the SPLET (Sequential Proton Loss-Electron Transfer) mechanism indicate that both mechanisms will be operative. The antiradical capacity of the test compound with the radicals decreases in the following order: $\cdot\text{OH} > \cdot\text{OCH}_3 > \cdot\text{OC}(\text{CH}_3)_3 > \cdot\text{OOH} > \cdot\text{OOCH}_3 > \cdot\text{OOCH}_2\text{CH}_3$.

Keywords: Antiradical activity, DFT, Thermodynamic approach

¹University of Kragujevac, Institute for Information Technologies Kragujevac, Jovana Cvijića bb, Kragujevac

²Department of Chemistry, Faculty of Science, University of Kragujevac, Radoja Domanovića 12, 34000 Kragujevac

KOMPLEKSI ZLATA KAO POTENCIJALNI SUPLEMENTI SA ANTIKANCEROGENIM I ANTIVIRUSNIM DELOVANJEM

*Marko Antonijević^{1,2}, Jelena Đorović Jovanović¹, Ana Kesić¹, Dejan
Milenković¹, Zoran Marković¹*

Izvod: Farmakološke karakteristike kompleksa zlata poznate su još od kraja 19. veka. Ova jedinjenja najčešće su korišćena u lečenju reumatoidnog artritisa. Poslednjih decenija kompleksi zlata su ispitivani zbog raznolikosti primene, koja pre svega obuhvata upotrebu kao potencijalnih antikancerogenih i hemioterapeutskih agenasa. Zlato(III) kompleksi, zbog sličnosti sa kompleksima platine, su pokazali obećavajuće antikancerogene, citotoksične i antitumorske karakteristike.

U okviru ovog rada ispitivane su interakcije kompleksa zlata (III), $[\text{Au}(\text{DPP})\text{Cl}_2]^+$ i $[\text{Au}(\text{DMP})\text{Cl}_3]$ kompleks (gde je DPP=4,7-difenil-1,10-fenantrolin i DMP=2,9-dimetil-1,10-fenantrolin) i SARS-CoV2 proteaze. Dobijeni rezultati ukazuju da kvadratno-planarni $[\text{Au}(\text{DPP})\text{Cl}_2]^+$ kompleks pokazuje dobru inhibitornu aktivnost, u odnosu na FDA odobrene lekove, cinanserin i hlorokin.

Ključne reči: kompleks, zlato (III), sinteza, molekularni doking

Uvod

Uloga teških metala (Ag, Hg, Au, Al, Pb i Cd) u biologiji je bila obično povezane s njihovom toksičnošću za žive organizme. Ali, nakon što smo otkrili da neki kompleksi platine (II), poput cisplatine pokazuju veliki klinički uspeh u lečenju različitim vrstama karcinoma, ispitivanja kompleksa drugih prelaznih metala postaju opravdana. (Bugarčić i sar., 2015)

Zlato se koristilo još u drevnoj arapskoj i kineskoj medicini, a poslednjih godina se koristi za lečenje različitih bolesti, poput reumatoidnog artritisa, malarije ili HIV-a. Poslednjih 20 godina posebno su zanimljivi pojedini kompleksi zlata(II) zbog citotoksičnosti prema nekim karcinomima. Plemeniti metali, posebno Ag i Au, imaju neznatan štetan uticaj na ljudski organizam. Stabilnost ovih kompleksa u fiziološkim uslovima povećava se kompleksiranjem sa aromatičnim helatnim inertnim ligandima.

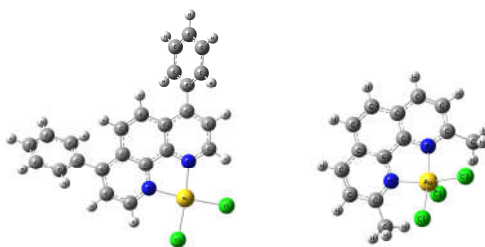
Kompleksi zlata (III) imaju izrazito jak uticaj na inhibiciju enzima. Naime, zbog njihovog jakog afiniteta vezanja za sumpor, različiti enzimi koji sadrže sumpor, kao što su tioredoksin reduktaza, glutation reduktaza i cistein proteaza, su potencijalna meta za biološku aktivnost jedinjenja zlata. (Zou i sar., 2015) Pojavom SARS-CoV-2

¹Univerzitet u Kragujevcu, Institut za Informacione Tehnologije, Jovana Cvijića bb, 34000 Kragujevac, Serbia; e-mail: mantonijevic@uni.kg.ac.rs

²Departman za hemiju, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Kragujevcu, Radoja Domanovića 12, 34000 Kragujevac

virusne infekcije, stvorila se potreba da se pronađu inhibitori koji će sprečiti delovanje virusa. Novija istraživanja su pokazala da su jedinjenja koja u strukturi poseduju određene funkcionalne grupe efikasna u inhibiciji glavne proteaze ovog virusa. (Macchiagodena i sar., 2020)

U pokušaju definisanja odnosa između strukture kompleksa i aktivnosti sintetisane su nove klase citotoksičnih i potencijalno antitumorskih jedinjenja. Proučavali smo svojstva kvadratno-planarnog $[\text{Au}(\text{DPP})\text{Cl}_2]^+$ i iskrivljenog kvadratpiramidalnog $[\text{Au}(\text{DMP})\text{Cl}_3]$ kompleksa (gde je DPP=4,7-difenil-1,10-fenantrolin i DMP=2,9-dimetil-1,10-fenantrolin) (slika 1)



Slika 1. Strukturne formule kompleksa zlata **K1** (levo) i **K2** (desno)
 Figure 1. The structures of gold(III) complexes **K1** (left) and **K2** (right)

Materijal i metode rada

Kompleksi **K1** i **K2** su sintetisani po ranije objavljenim procedurama. (Radisavljevic i sar., 2020)

Ravnotežne geometrije ispitivanih jedinjenja optimizovane su pomoću DFT metode M06-2X sa bazisnim skupom 6-311G(d,p), dok je za metalne komplekse korišćen LAN2DZ. (Zhao i Trulhar, 2008; Check i sar., 2001) Optimizacija struktura liganada vršena je pomoću programskog paketa *Gaussian 09* (Frisch i sar., 2010)

AutoDock 4.0 programski paket sa implementovanim AMBER poljem sila korišćen je za predviđanje mesta i energija nekovalentnih interakcija liganada sa proteinom. Monomerna kristalna struktura proteina u PDB formatu (PDB: 6LU7) preuzeta je sa sajta RCSB Protein Data Bank. (Liu i sar., 2020) Za pripremu struktura korišćen je program pod nazivom Discovery Studio 4.0. Ovaj program je takođe korišćen za vizuelizaciju dobijenih rezultata, kao i analizu interakcija između proteina i liganada. Pomoću programa i modula implementiranih u AutoDockTools-u (ADT), dodati su polarni vodonici u proteinu. Pored toga, atomima u proteinu su pripisane parcijalna atomska naelektrisanja korišćenjem Kollmanovog modela, koji se zasniva na kvantnomehničkim proračunima naelektrisanja atoma u okviru aminokiselina. Aktivna mesta vezivanja ispitivanih jedinjenja određena su pomoću AGFR-a.

Kako su za efikasan doking pomoću AutoDock-a neophodne mape za svaki atom liganada, u svrhu njihovih izračunavanja korišćen je AutoGrid. Pomoću Auto Grida određene su koordinate aktivnog mesta koje će u toku dokinga zauzimati

ligand sa koordinatama X=33, Y=57, Z=43 gde se tačke nalaze na udaljenosti od 0.375 Å (grid-point spacing). Da bi se generisala orijentacija liganda unutar aktivnog mesta korišćen Lamarckian Genetic Algorithm (LGA). (Morris i sar., 1998)

Za predviđanje afiniteta vezivanja liganda za protein, AutoDock koristi empirijske funkcije koje su bazirane na slobodnim energijama vezivanja (ΔG_{bind}). (Huey i sar., 2007) Slobodne energije vezivanja uključuju nekoliko različitih komponenti sa različitim uticajem. Ove komponente predstavljaju različite uticaje koje ostvaruju interakcije između proteina i liganada, kao što je prikazano u sledećoj jednačini:

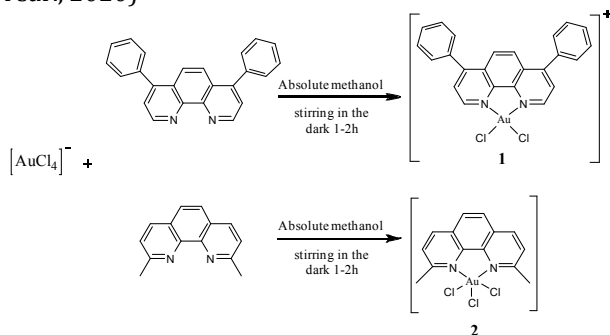
$$\Delta G_{\text{bind}} = \Delta G_{\text{vdw}+\text{hbond}+\text{desolv}} + \Delta G_{\text{elec}} + \Delta G_{\text{total}} + \Delta G_{\text{tor}} - \Delta G_{\text{unb}} \quad (1)$$

gde ΔG_{total} predstavlja ukupnu energiju sistema, ΔG_{tor} predstavlja torzionu energiju, ΔG_{unb} je enegija nekovalentnih interakcija unutar sistema, ΔG_{elec} predstavlja elektrostatičku energiju i $\Delta G_{\text{vdw}+\text{hbond}+\text{desolv}}$ predstavlja sumu energija disperzije i repulzije (ΔG_{vdw} je energija Van der Walls interakcija, energija vodoničnih veza predstavljena je sa ΔG_{bond} , a energija desolvatacije sa ΔG_{desolv}). Takođe, suma $\Delta G_{\text{vdw}+\text{hbond}+\text{desolv}}$ i ΔG_{elec} predstavlja slobodnu energiju intermolekularnih interakcija, ΔG_{inter} . (Morris i sar., 1998)

Rezultati istraživanja i diskusija

Sinteze kompleksa

Kompleksi $[\text{Au}(\text{DPP})\text{Cl}_2]\text{Cl}$ (**K1**) i $[\text{Au}(\text{DMP})\text{Cl}_3]$ (**K2**) su sintetisani na način kako je prikazano na slici 3. Dobijene strukture su potvrđene elementalnom analizom, spektroskopskim metodama (IR, UV-Vis, ESI-MS; Figs. S1-S5, ESI) (Radisavljevic i sar., 2020)



Slika 2. Šematski prikaz reakcija sinteze **K1** i **K2** (Radisavljevic i sar., 2020)

Figure 2. Schematic presentation of the reactions for the synthesis of **K1** and **K2** (Radisavljevic et al., 2020)

Kompjuterske metode-molekulski doking

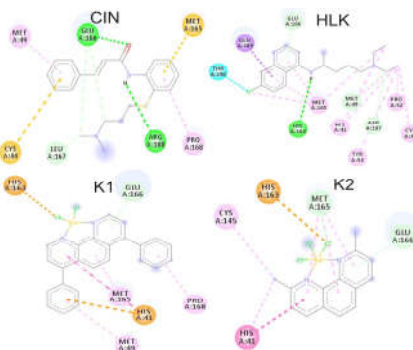
U ovom radu ispitivane su interakcije između nosintetisanih kompleksa zlata i lekova prethodno odobrenih od strane agencije za kontrolu hrane i lekova (FDA) sa SARS-CoV-2M^{pro} glavnom proteazom. Kompleksi su izabrani na osnovu nekoliko značajnih strukturnih parametara, kao što su postojanje halogenih elemenata i aromatičnih prstenova, jer se pokazalo da jedinjenja sličnih strukturnih karakteristika inhibiraju pomenutu proteazu. (Macchiagodena i sar., 2020) Analiza pomoću AGFR-a pokazala je da se ispitivana kompleksna jedinjenja vezuju u aktivnom mestu koje zauzimaju FDA odobreni lekovi, cinanserin i hlorkin, što omogućuje poređenje njihove inhibitorne aktivnosti.

Tabela 1: Termodinamički podaci dobijeni docking simulacijom ispitivanih jedinjenja sa SARS-CoV-2 M^{pro}

Table 1: Thermodynamic parameters obtained by molecular docking of investigated compounds with SARS-CoV-2 M^{pro}

	ΔG_{bind} (kcal mol ⁻¹)	K _i (nM)	ΔG_{inter} (kcal mol ⁻¹)	$\Delta G_{vdw+hbond+desolv}$ (kcal mol ⁻¹)	ΔG_{elec} (kcal mol ⁻¹)	ΔG_{total} (kcal mol ⁻¹)	ΔG_{tor} (kcal mol ⁻¹)
K1	-9.18	0.18	-9.73	-9.71	-0.02	-0.88	+0.55
K2	-6.13	32.09	-6.40	-6.39	-0.02	+0.84	+0.27
CIN	-7.60	2.70	-9.98	-9.93	-0.06	-1.24	+2.39
HLK	-7.20	5.26	-9.40	-9.40	+0.01	-1.13	+2.20

Posmatrajući rezultate prikazane u Tabeli 1, može se primetiti da su energije vezivanja **K1** značajno niže od energija vezivanja **K2**, ali i od energija vezivanja **CIN** i **HLK**. Pored toga, konstante inhibicije indiciraju da je inhibicija SARS-CoV-2 M^{pro} proteaze najbolja pomoću **K1**. Sa druge strane, **K2** pokazuje značajno nižu energiju vezivanja, odnosno višestruko veću konstantu inhibicije u odnosu na **CIN** i **HLK**. Usled rigidnosti strukture ispitivanih kompleksa, uticaj ΔG_{tor} je niži nego kod **CIN** i **HLK**.



Slika 3. 2D dijagrami nekovalentnih interakcija između proteina i liganda
Figure 3. 2D diagrams of non-covalent interactions between protein and ligand

Razlike u energijama vezivanja između **K1** i **K2** posledica su razlike u ukupnom naelektrisanju kompleksa. Kao što je moguće videti na Slici 3, oba kompleksa preko hlora grade interakcije sa proteinom preko iste amino kiseline (HIS 163). Međutim, ostale interakcije koje ovi kompleksi grade sa proteinom su drugačije. Kod pozitivno naelektrisanog **K1**, pored π - π interakcije sa HIS 41 postoji π -katjon interakcija, dok sa istom amino kiselinom **K2** gradi samo π - π interakciju. Ovakav trend za posledicu ima slabije energije vezivanja, a samim tim i više konstante inhibicije kod **K2** kompleksa.

Zaključak

U ovom radu, primenom metode molekuskog dokinga ispitane se ineterakcije sintetisanih kompleksa zlata, kao i lekova odobrenih od strane FDA, cinanserina i hlorokina sa SARS-CoV-2M^{pro} glavnom proteazom da bi se odredila njihova potencijalna ihibitorna aktivnost. Dobijeni rezultati su pokazali da kvadratno-planarni $[\text{Au}(\text{DPP})\text{Cl}_2]^+$ kompleks pokazuje dobru inhibitornu aktivnost, u odnosu na FDA odobrene lekove, cinaserin i hlorokin.

Napomena

Istraživanje u ovom radu podržano je od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja (Sporazum broj: 451-03-68/2020-14/200378).

Literatura

- Check, C. E., Faust, T. O., Bailey, J. M., Wright, B. J., Gilbert, T. M., & Sunderlin, L. S. (2001). Addition of polarization and diffuse functions to the LANL2DZ basis set for p-block elements. *The Journal of Physical Chemistry A*, 105(34), 8111-8116.
- Dias, R., Macedo Timmers, L. F. S., Caceres, R. A., de Azevedo, J., & Filgueira, W. (2008). Evaluation of molecular docking using polynomial empirical scoring functions. *Current drug targets*, 9(12), 1062-1070.
- Frisch M. J., Trucks G. W., Schlegel H. B., et al. (2010). Gaussian 09, Revision C.01, Gaussian, Inc., Wallingford, CT, USA.
- Huey, R., Morris, G. M., Olson, A. J., & Goodsell, D. S. (2007). A semiempirical free energy force field with charge-based desolvation. *Journal of computational chemistry*, 28(6), 1145-1152.
- Liu, X., Zhang, B., Jin, Z., Yang, H., & Rao, Z. (2020). The crystal structure of COVID-19 main protease in complex with an inhibitor N3. *Protein DataBank*.
- Macchiagodena, M., Pagliai, M., & Procacci, P. (2020). Identification of potential binders of the main protease 3CL^{pro} of the COVID-19 via structure-based ligand design and molecular modeling. *Chemical Physics Letters*, 750, 137489.
- Morris, G. M., Goodsell, D. S., Halliday, R. S., Huey, R., Hart, W. E., Belew, R. K., & Olson, A. J. (1998). Automated docking using a Lamarckian genetic algorithm

- and an empirical binding free energy function. *Journal of computational chemistry*, 19(14), 1639-1662.
- Radisavljević, S., Kesić, A. Đ., Čočić, D., Puchta, R., Senft, L., Milutinović, M., ... & Petrović, B. (2020). Studies of the stability, nucleophilic substitution reactions, DNA/BSA interactions, cytotoxic activity, DFT and molecular docking of some tetra-and penta-coordinated gold (iii) complexes. *New Journal of Chemistry*, 44(26), 11172-11187.
- Zhao, Y., & Truhlar, D. G. (2008). Density functionals with broad applicability in chemistry. *Accounts of chemical research*, 41(2), 157-167.
- Zou, T., Lum, C. T., Lok, C. N., Zhang, J. J., & Che, C. M. (2015). Chemical biology of anticancer gold (III) and gold (I) complexes. *Chemical Society Reviews*, 44(24), 8786-8801.

GOLD COMPLEXES AS POTENTIAL SUPPLEMENTS WITH ANTICANCER AND ANTIVIRAL ACTION

Marko Antonijević^{1,2}, Jelena Đorović Jovanović¹, Ana Kesić¹, Dejan Milenković¹, Zoran Marković¹

Abstract

The pharmacologic properties of gold compounds have been known since the end of the 19th century. They have been used for different studies, even though they are usually used for the treatment of arthritis. In the last decade, gold complexes have received increased attention due to the variety of their applications. Primary, they have been investigated as potential anticancer and chemotherapeutic agents. It is well known that gold(III) complexes are very similar to platinum(II) compounds, so they could exhibit prospective anticancer, cytotoxic and antitumor properties.

In this paper, we investigated the interactions of the gold(III) complexes, [Au(DPP)Cl₂]⁺ and [Au(DMP)Cl₃] where DPP=4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline and DMP=2,9-dimethyl-1,10-phenanthroline) with SARS-CoV2 protease. The obtained results indicate that the square-planar [Au(DPP)Cl₂]⁺ complex shows good inhibitory activity, compared to FDA approved drugs, cinanserin and chloroquine.

Ključne reči: complex, gold (III), synthesis, molecular docking

¹University of Kragujevac, Institute for Information Technologies Kragujevac, Jovana Cvijića bb, Kragujevac

²Department of Chemistry, Faculty of Science, University of Kragujevac, Radoja Domanovića 12, 34000 Kragujevac

UTICAJ NAČINA PRESOVANJA NA PROMENE LEŠNIKOVOG ULJA TOKOM ČUVANJA I SENZORNA SVOJSTVA KEKSA

*Mirjana Radovanović¹, Marko Petković¹, Vesna Đurović¹, Nemanja Miletić¹
Katarina Rumenić¹*

Izvod: U radu je ispitan uticaj načina presovanja lešnika na kvalitet ulja pre i nakon 4 meseca skladištenja (4 °C) i kvalitet keksa. Sveža ulja dala su slične UV-vis spektre, nisu sadržala perokside, a ulje iz lešnika sa termičkim predtretmanom je imalo povišene specifične apsorpcije na 270 nm. Isto ulje imalo je izražene oksidativne promene nakon čuvanja: peroksidni broj blizak zakonski dozvoljenom maksimumu, promene spektra oko 290 nm i moguće proizvode sekundarne oksidacije. Senzornom ocenom keksa sa lešnikovim uljem pokazano je da su svi uzorci pripali kategorijama kvaliteta: vrlo dobar ili dobar. Ukupna senzorna ocena bila je najviša kod keksa sa uljem iz lešnika presovanog u električnoj presi.

Ključne reči: lešnikovo ulje, presovanje, čuvanje, keks

Uvod

U Srbiji dugi niz godina u ishrani stanovništva dominiraju jestiva rafinisana ulja. Poslednjih decenija, dostupna u prodavnicama makrobiotičke hrane i megamarketima, specijalna, delikatesna, hladno presovana ulja postaju više tražena, zbog svesti potrošača da presovana ulja nisu pretrpela hemijski tretman i da su time značajno zadržala primarna nutritivna svojstva. Veoma su atraktivna ulja od jezgrastog voća: lešnika, oraha, badema i sl. Ulje lešnika je zlatno žute boje i prijatne arome, visoke nutritivne vrednosti koja potiče od specifičnog sastava masnih kiselina i bioaktivnih materija. Više od 90% masnih kiselina su nezasićene, među kojima je najzastupljenija oleinska kiselina (80%), a visoka vrednost odnosa sadržaja oleinske i linolne kiseline (O/L) pokazatelj je dobre stabilnosti (Belviso et al., 2017). Ulje lešnika bogato je α -tokoferolom (vitamnom E), što mu daje dobra antioksidativna svojstva. Zbog toga je u ishrani poželjna direktna upotreba nerafinisanog lešnikovog ulja. Koristi se i kao dodatak u pripremi namirnica, a zbog navedenih svojstava može doprineti povećanju održivosti prehrambenih proizvoda.

Vrednost peroksidnog broja (Pb) je važan podatak o trenutnom oksidativnom stanju ulja, jer je pokazatelj prisutnih primarnih produkata oksidacije: peroksida i hidroperoksida, koji su izuzetno nestabilni i tokom vremena se razgrađuju. S druge strane, određivanjem anisidinskog broja dobija se podatak o oksidativnoj prošlosti

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (mira.radovanovic@kg.ac.rs)

ulja. UV-vis spektrofotometrijska merenja pružaju dodatni uvid u oksidativne promene ulja, kao što su promene spektara ulja i specifične apsorbancije.

Kvalitet sirovine, pravilno kondicioniranje i optimalni procesni parametri tokom presovanja su osnovni uslov za dobijanje kvalitetnog lešnikovog ulja, čija je svojstva potrebno sačuvati u kontrolisanum uslovima skladištenja. Cilj ovog rada bio je da se ispita uticaj načina presovanja jezgara lešnika na kvalitet ulja, promene tokom čuvanja i senzorna svojstva keksa sa lešnikovim uljem.

Materijal i metode rada

Sirovina za dobijanje ulja bio je lešnik sorte Rimski (Ljubić, 43° 54' 6" N, 20° 21' 12" E), skladišten u ljusti 1 godinu na 15 °C. Jezgra lešnika su pre presovanja grubo usitnjavana na nekoliko delova. Ulje je izdvajano na tri načina: 1. pomoću mini električne prese-aparat za hladno ceđenje ulja, snage 650 W(OP650W, Gorenje, Slovenija), sa temperaturom ulja na izlazu od 35-37°C; 2. presovanjem prethodno kondicioniranih jezgara lešnika (105 °C, 1 h) pomoću ručne prese sa zagrevanjem pri čemu je temperatura ulja na izlazu varirala od 36-50°C i 3. pomoću ručne prese bez zagrevanja i bez prethodnog kondicioniranja jezgara lešnika, sa temperaturom ulja na izlazu od 28 °C. Dobijena ulja ostavljena su preko noći radi bistrenja. Ulja su odvajana od taloga dekantovanjem, a zatim su analizirana. Promene u ulju praćene su nakon 4 meseca čuvanja na 4 °C.

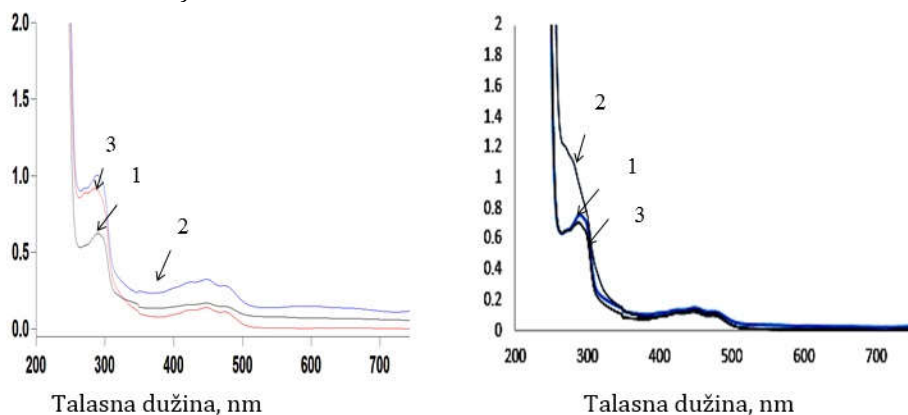
Za spektrofotometrijska merenja korišćen je n-heksan HPLC čistoće, dok su ostale hemikalije bile p.a. čistoće. Spektri ulja rastvorenog u n- heksanu (u zapreminskom odnosu 1:5) mereni su na spektrofotometru (Cary 300 UV-Vis, Agilent, SAD). Specifične apsorbancije ulja, merene na istom uređaju određene su po metodi (Dimić E. i Turkulov J. 2000). Peroksidni broj (Pb) određen je jodometrijskom metodom ((Dimić E. i Turkulov J., 2000), a izražen je kao broj mmol aktivnog kiseonika po kg ulja.

Sveže dobijena ulja lešnika korišćena su za pripremu keksa. Zames, odležavanje i oblikovanje testa, pečenje i ocena keksa (sa sistemom ponderisanih bodova- PB) vršeni su prema postupku koji je opisala Pajin (2009). Od spoljašnjih faktora kvaliteta ocenjivani su: oblik, boja, izgled površine i ispečenost (0,8 PB), a od unutrašnjih faktoria: prelom, struktura, žvkljivost (po 0,8 PB), miris (0,6 PB) i ukus (1 PB). Senzornu ocenu keksa vršila je sedmočlana komisija.

Rezultati istraživanja i diskusija

Spektri ulja lešnika snimljeni dan nakon presovanja i bistrenja imaju slične pikove kod sva tri uzorka koji su karakteristika ulja (grafik 1, levo). U vidljivoj oblasti pikovi oko 450 nm su posledica prisutnih žutih biljnih pigmenata-karotenoida. Nezasićene dvostruke veze oleinske i linolne kiseline uzrokuju apsorpcioni maksimum oko 280 nm (Figueiredo et al, 2016). Nakon četvoromesečnog čuvanja ulja na 4 °C javlja se razlika u izgledu spektra kod 2. uzorka: gubi se izraženi pik, a vrednosti apsorbancije su povećane (grafik 1, desno). Ova promena može da ukaže na određeni stepen oksidativnih promena, jer je uzorak 2 ulje dobijeno iz sirovine

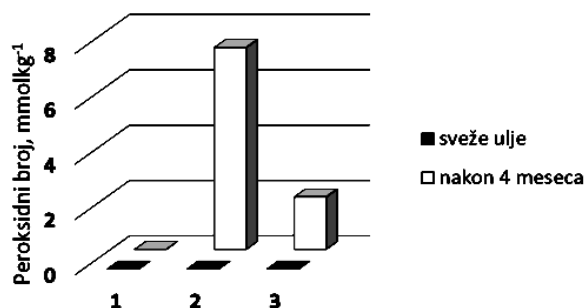
termički tretirane tokom kondicioniranja (105°C, 1h) i presovanja (temperatura ulja na izlazu 36-50°C).



Graf. 1. Spektri različito dobijenih ulja iz lešnika pre (levo) i nakon (desno) četvoromesečnog čuvanja

Graph. 1. Spectrums of differently obtained hazelnut oils before (left) and after (right) storage for 4 months

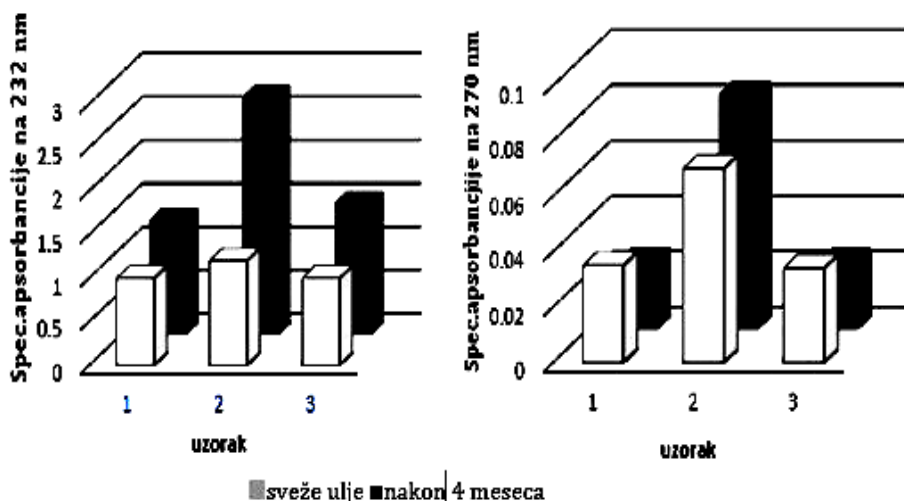
U sveže dobijenim uljima nisu detektovani peroksidi, što je i očekivano za sveže presovana ulja iz kvalitetne sirovine (grafik 2). Jokić et al. su takođe pokazali odsustvo peroksida u presovanom lešnikovom ulju čak i pri višim temperaturama presovanja (70 do 100 °C). Nakon četvoromesečnog čuvanja na 4 °C, u 1. uzorku nije detektovano prisustvo peroksida, dok je u 2. uzorku Pb iznosio $7,3 \pm 0,08 \text{ mmol kg}^{-1}$, veoma blisko zakonski dozvoljenom maksimumu ($7,5 \text{ mmol kg}^{-1}$). Znatno povećan Pb može biti posledica termičkog tretmana sirovine. U uzorku 3 Pb je iznosio $1,9 \text{ mmol kg}^{-1}$, iako je temperatura ulja na izlasku iz prese (28°C) bila manja nego kod 1. uzorka (35-37°C). Veća vrednost Pb u 3.uzorku verovatno je posledica dužeg postupka presovanja.



Graf.2. Promene peroksidnog broj različito dobijenih ulja lešnika usled čuvanja
Fig.2. Peroxid values changes of differently obtained hazelnut oils due to storage

U svežim uljima nije bilo značajne razlike u vrednostima specifičnih apsorbancija na 232 nm (grafik 3, levo) što je u skladu sa nedetektovanim peroksidima ($P_b=0 \text{ mmol kg}^{-1}$) kod sva tri uzorka. Kod 2. uzorka čuvanog 4 meseca utvrđeno je povećanje specifične apsorbancije na 232 nm. Povećanje specifičnih apsorbanci na navedenoj talasnoj dužini mogu ukazati na prisutne hidroperokside i produkte njihove razgradnje-konjugovane diene, što potvrđuje i vrednost P_b .

Uzorak 2 pokazuje veće specifične apsorbancije na 270 nm i u svežem stanju i nakon čuvanja (grafik 3, desno). Ovaj parametar može ukazati na moguću razgradnju eventualno nastalih manjih količina peroksida i tendenciju stvaranja sekundarnih produkata oksidacije već i u svežem ulju (jer peroksidi nisu detektovani), a što može biti posledica termičkog tretmana sirovine.



Graf.3. Promene specifičnih apsorbancija različito dobijenih ulja lešnika usled čuvanja
 Fig. 3: Changes in specific absorbances of differently obtained hazelnut oils due to storage

Senzornom ocenom keksa utvrđena je kateogrija kvaliteta: vrlo dobar za keks sa uljem iz lešnika presovanog pomoću električne prese i uljem iz termički kondicioniranog i presovanog lešnika. Keks sa uljem iz lešnika presovanog pomoću ručne prese bez zagrevanja pripao je kategoriji kvaliteta: dobar. Ukupna senzorna ocena bila je najviša kod keksa sa uljem iz lešnika presovanog pomoću električne prese. U pojedinim kategorijama ocene su bile sledeće: najbolja spoljašnja svojstva, žvakljivost, miris i ukus imao je keks sa uljem iz električne prese, a najbolju strukturu i prelom keks sa uljem dobijenim iz termički obrađenog lešnika.

Zaključak

U radu su praćene promene spektara, peroksidnog broja i specifičnih apsorbanacija (na 232 nm i 270 nm) pre i nakon četvoromesečnog čuvanja na 4 °C ulja dobijenih različitim načinom presovanja lešnika. Sveža ulja dala su međusobno slične UV-vis spektre, nisu sadržala perokside i imala su slične specifične apsorbanacije, izuzev ulja dobijenog termičkim tretmanom, kod koga je i u svežem stanju uočena tendencija stvaranja sekundarnih proizvoda oksidacije. Nakon četvoromesečnog čuvanja došlo je do smanjenja održivosti ulja dobijenog iz sirovine izlagane povišenoj temperaturi tokom kondicioniranja i presovanja. Kod navedenog ulja došlo je do promena spektra oko 290 nm, peroksidnog broja čija se vrednost povećala skoro do zakonski dozvoljenog maksimuma ($7,5 \text{ mmol kg}^{-1}$) i došlo je do povećanja specifičnih apsorbanacija. Senzornom ocenom keksa sa lešinkovim uljem pokazano je da su uzorci pripali kategorijama kvaliteta: vrlo dobar i dobar. Ukupna senzorna ocena bila je najviša kod keksa sa uljem iz lešnika presovanog u električnoj presi.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, Evidencioni broj 451-03-9/2021-14. Autori zahvaljuju dr Ivanu Glišiću na stručnoj pomoći u determinisanju sortne pripadnosti plodova lešnika. Određeni rezultati deo su diplomskog rada studenta Katarine Rumenić (Osnovne akademske studije, smer Prehrambena tehnologija, Agronomski fakultet u Čačku).

Literatura

- Belviso S., Bell B.D., Giacosa S., Bertolino M., Ghirardello D., Giordano M., Rolle L., Gerbi V., Zeppa G. (2017). Chemical, mechanical and sensory monitoring of hot air and infrared roasted hazelnuts (*Corylus avellana* L.) during nine months of storage. *Food Chemistry*. 217: 398–408.
- Dimić E. (2000). Kontrola kvaliteta hladno presovanih ulja. *Acta Periodica Technologica*. 31A (2000) 165-174.
- Figueiredo P.S., Candido, C.J., Jaques J.A.S., Nunes Â.A., Caires A.R.L., Michels F.S., Almeida J.A., Filiú W.F.O., Hiane P.A., Nascimento V.A. et al. (2017). Oxidative stability of sesame and flaxseed oils and their effects on morphometric and biochemical parameters in an animal model. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 97 (10): 3359–3364.
- Jokić S., Moslavac T., Aladić K., Bilić M., Ačkar Đ., Šubarić D. (2016). Hazelnut oil production using pressing and supercritical CO₂ extraction. *Hemijska industrija*. 70 (4): 359–366.
- Pajin B. (2009): Praktikum iz tehnologije konditorskih proizvoda. Tehnološki fakultet, Novi Sad.

EFFECT OF PRESSING METHODS ON CHANGES OF HAZELNUT OIL DURING STORAGE AND SENSORY PROPERTIES OF BISCUITS

*Mirjana Radovanović¹, Marko Petković¹, Vesna Đurović¹, Nemanja Miletić¹,
Katarina Rumenić¹*

Abstract

The changes in the spectrum, peroxide numbers and specific absorbances (at 232 nm and 270 nm) of fresh and stored oils (4 months at 4 °C) obtained by different hazelnuts pressing were monitored. The results showed reduced viability of the oil obtained from the hazelnut exposed to elevated temperature during conditioning and pressing; changes in the spectrum about 290 nm, a peroxide number close to the legally allowed maximum (7.5 mmolkg⁻¹) and possible presence of secondary oxidation products. Sensory evaluation of biscuits with hazelnut oil showed that the samples belonged to the categories of quality: very good and good. The overall sensory score was highest for biscuits with hazelnut oil pressed in an electric press.

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (mira.radovanovic@kg.ac.rs)

THE INFLUENCE OF TWO STARTER CULTURES ON THE MICROBIOLOGICAL STABILITY OF MACEDONIAN TRADITIONAL SAUSAGE

Monika Stojanova¹, Olga Najdenovska¹, Dragutin Đukić²

Abstract: The aim of this paper is to monitor the influence of two starter cultures on the microbiological stability of *Macedonian traditional sausage*. The research covered three variants: Control variant; Variant 2: with addition of starter culture CS-300; Variant 3: with addition of starter cultures CS-300 and BLC-78. The total bacteria count and *Lactobacillus* sp. in all three variants decreases compared to the initial value. There is no presence of *Escherichia coli* and *Enterobacteriaceae*. Starter culture CS-300 is recommended, while better stability of the microflora is achieved during the storage period, as well as a good quality. At the same time, the use of nitrite salt is eliminated, which results in getting a safe product.

Keywords: traditional sausages, starter cultures, microorganisms

Introduction

Sausages are products obtained by filling of natural or artificial wrappers with a mixture of different types and quantities of minced meat, fatty tissues, cuticles, internal organs, connective tissue residues and additional ingredients. Today, sausages belong to the largest group of meat products available in a wide range of types and with different commercial names (Beuchat and Montville, 2001).

The presence of microorganisms in meat, as an inevitable factor for the production of various types of meat products, is a basic impetus for research into the composition and action of native microflora (Ђукић and Мандић, 2012), which is the basis for developing the use of starter cultures in the meat industry. But despite all the positive properties in terms of quality of the final product, sometimes the development of undesirable microflora can occur which causes various forms of spoilage of the product (Ђукић et al., 2015). In the United States, bacteria of the genus *Lactobacillus* sp. and *Pediococcus* sp. are most commonly used as starter cultures, while in Europe, in addition to these bacteria, *Micrococcus* sp. and *Staphylococcus* sp. are also used in the meat industry. The application of starter cultures enables a dominant growth of the desired microflora in relation to the contaminant microflora that may be present in fresh meat or in the raw materials that are added during the production of sausages (Vidal and Talon, 2007). In addition to the dominant desirable microflora, certain undesirable or

¹University of Ss. Cyril and Methodius, Faculty of Agricultural Sciences and Food, Aleksandar Makedonski blvd, Skopje, Republic of North Macedonia (stojanova.monika@yahoo.com)

²University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia

pathogenic species of microorganisms sometimes develop in meat products, as a result of the creation of favourable conditions for them (Honikel, 2008). Meat products are a medium that is very suitable for the growth and development of many types of microorganisms (Fontana et al., 2005). On the other hand, sausages are a product made from minced meat due to which microorganisms have the opportunity to spread faster throughout the product (Aymerich et al., 2003). The use of certain types of microorganisms or their metabolic products is the basis for the development of new technologies, which can contribute to the standardization of the production process and achieve uniform quality (Chartier and Couture, 2004). So, the use of starter cultures in the food industry is of great economic importance, which contributes to reducing or eliminating the problems that occur in the quality and safety of food products, but also can influence to the global food deficit.

The aim of this paper is to monitor the influence of two starter cultures on the microbiological stability of industrially produced *Macedonian traditional sausage*.

Material and methods

As a material for work was used *Macedonian traditional sausage* produced in industrial conditions in the meat industry "Soleta" in Skopje. As a basis the traditional formulation of *Vevcanski* sausage, modified for industrial use. Pork meat (I category) and dorsal bacon were used in the ratio 75:25%. Water was added in an amount of 150g/kg mixture. Then additives, spices and starter cultures were added to the mixture. The following starter cultures were used: CS-300 (*Staphylococcus carnosus* ssp. *utilis*) and BLC-78 (*Pediococcus acidilactici* + *Staphylococcus carnosus*).

The research covered three variants: *Variant 1*: Control variant (with using of nitrite salt); *Variant 2*: The basic formulation was enriched by the addition of starter culture CS-300 in combination with powder Swiss chard and powdered acerola; *Variant 3*: The basic formulation was enriched by the addition of starter cultures CS-300 and BLC-78 in combination with powder Swiss chard and powdered acerola. The aim of adding Swiss chard powder is to provide a natural source of nitrates that the added starter cultures will convert into nitrites with which it is expected to achieve better results compared to the control variant where nitrite salt is added during production, and the only source nitrates is the leek that is part of the basic formulation. In this way, not only nitrite salt is completely excluded from use, thus eliminating its adverse effects on the health of consumers, but also improvements in the quality of sausages have been achieved. The meat, together with the added spices and starter cultures, was mechanically mixed in a stirrer. Then it was accessed to machine filling of the sausages. Sausages were then thermally treated according to a program that was created according to the needs and modification of the basic formulation.

Then, a total bacteria count, *Lactobacillus* sp., as well as the presence of *Escherichia coli* and *Enterobacteriaceae* were determined in the raw material

(fresh meat), in the filling (fresh meat with spices and starter cultures) and in the final product (sausages) on the 10th, 20th and 30th day of the production, in a total of six samples taken at random from each variant separately. The determination of the total number of aerobic mesophilic bacteria was performed according to the method of serial dilution of MPA (mesopeptone) agar, and the bacteria of the genus *Lactobacillus* sp. on MRS (De Man, Rogosa and Sharpe) agar. The incubation period was 72 hours at 30°C. *Enterobacteriaceae* and *Escherichia coli* were determined of VRBG (Violet Red Bile Glucose) agar, i.e. ECC ChromoSelect Selective agar respectively. The incubation period was 24 hours at 37°C. The analysis was performed according to ISO 7218.

Results and discussion

According to the data presented in Table 1, can be seen that the total bacteria count in the fresh meat used for the production of *Macedonian traditional sausages* is 6.1×10^5 cfu/g. The number of *Lactobacillus* sp. in the fresh meat is 7.0×10^3 cfu/g. The total bacteria count as well as the *Lactobacillus* sp. has slightly higher values in the filling compared to the raw material (Table 1). This is due, above all, to the microflora present in the added ingredients, the manual activities for obtaining the necessary mixture for filling the sausages and the added starter cultures (in the variants 2 and 3).

Tabela 1. Mikrobiološka analiza svežeg mesa i punjenja (cfu/g)
Table 1. Microbiological analysis of the fresh meat and filling (cfu/g)

Varijanta Variant	n	Ukupan broj bakterija Total bacteria count	<i>Lactobacillus</i> sp.	<i>Escherichia</i> <i>coli</i>	<i>Enterobacteriaceae</i>
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
Svezemeso Fresh meat	3	6.1×10^5	7.0×10^3	/	/
Varijanta 1 Variant 1	3	$7.2^a \times 10^5$ ± 21.21	$7.7^a \times 10^4$ ± 7.07	/	/
Varijanta 2 Variant 2	3	$9.3^b \times 10^5$ ± 10.61	$9.6^b \times 10^4$ ± 0.71	/	/
Varijanta 3 Variant 3	3	$9.6^c \times 10^5$ ± 14.14	$9.9^c \times 10^4$ ± 10.61	/	/

a,b,c – the values marked with different letters have a statistically significant difference between the examined variants ($p < 0.05$)

The total bacteria count determined in the filling in variants 2 and 3 is statistically significant different ($p < 0.05$) compared to the control variant. This difference is primarily due to the added starter cultures in the filling of variants 2 and 3 (Zdolec et al., 2007; Kimiran et al., 2014). The increase in the number of bacteria occurs in the incubation phase of the added starter cultures (Zara et al., 2007). The dynamics of the number of *Lactobacillus* sp. is followed the dynamics of

the total bacteria count (Janssens et al., 2012). The number of *Lactobacillus* sp. in variants 2 and 3 showed a statistically significant difference ($p < 0.05$) compared to the control variant. Nevertheless, it can be seen that there is no presence, neither of *Escherichia coli* nor of *Enterobacteriaceae*.

Tabela 2. Mikrobiološka analiza kobasica (cfu/g)
Table 2. Microbiological analysis of the sausages (cfu/g)

Parametar Parameter	n	Varijanta 1 Variant 1	Varijanta 2 Variant 2	Varijanta 3 Variant 3
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
10 dan proizvodnja 10 th day of the production				
Ukupan broj bakterija Total bacteria count	3	$5.7^a \times 10^5 \pm 13.43$	$7.1^b \times 10^5 \pm 10.60$	$7.7^c \times 10^5 \pm 10.60$
<i>Lactobacillus</i> sp.	3	$7.1^a \times 10^4 \pm 10.61$	$8.9^b \times 10^4 \pm 14.14$	$9.0^c \times 10^4 \pm 9.19$
<i>Escherichia coli</i>	3	/	/	/
<i>Enterobacteriaceae</i>	3	/	/	/
20 dan proizvodnja 20 th day of the production				
Ukupan broj bakterija Total bacteria count	3	$4.8^a \times 10^4 \pm 7.07$	$4.5^b \times 10^4 \pm 7.77$	$4.9^c \times 10^4 \pm 7.07$
<i>Lactobacillus</i> sp.	3	$9.1^a \times 10^3 \pm 7.07$	$9.8^b \times 10^3 \pm 0.70$	$1.0^c \times 10^4 \pm 3.53$
<i>Escherichia coli</i>	3	/	/	/
<i>Enterobacteriaceae</i>	3	/	/	/
30 dan proizvodnja 30 th day of the production				
Ukupan broj bakterija Total bacteria count	3	$4.3^a \times 10^4 \pm 14.14$	$2.4^b \times 10^4 \pm 7.07$	$3.8^c \times 10^4 \pm 10.61$
<i>Lactobacillus</i> sp.	3	$2.5^a \times 10^2 \pm 3.53$	$9.0^b \times 10^2 \pm 10.60$	$4.0^c \times 10^3 \pm 21.21$
<i>Escherichia coli</i>	3	/	/	/
<i>Enterobacteriaceae</i>	3	/	/	/

^{a,b,c} – the values marked with different letters have a statistically significant difference between the examined variants ($p < 0.05$)

Moreover, the increase in the number of *Lactobacillus* sp. in variants 2 and 3 compared to the raw material is probably due to the initial action of the added starter cultures, and the minimal increase in the control variant is probably due to the development of the native lactobacilli microflora (Nieminen et al., 2011). The culmination of bacterial growth occurs in the initial stage of heat treatment of sausages (2 hours at a temperature of 42 °C). This is actually an incubation phase and is not usually used in routine industrial sausage production, but in the case of this study, the introduction of this phase was inevitable in order for the added starter cultures to become the dominant microflora and to achieve the desired effect in sausages.

According to the obtained results (Table 2), on the 10th day of production the highest total number of aerobic mesophilic bacteria (7.7×10^5 cfu/g) is determined

in the samples of sausages of variant 3, while the lowest in the sausages of the control variant (5.7×10^5 cfu/g). However, these values are lower than those in the filling, which is to be expected due to the heat treatment of the fresh sausages. On the 20th day of production, the total bacteria count is still decreasing. On the 30th day of production, the highest total bacteria count is determined in control variant ($4. \times 10^4$ cfu/g). In the samples from variant 3, the total bacteria count is $3.8 \cdot 10^4$ cfu/g. A statistically significant difference ($p < 0.05$) in the total bacteria count on the 10th, 20th and 30th day of production is determined in the sausages of variants 2 and 3 compared to the control variant. On the other hand, the number of *Lactobacillus* sp. in the sausage samples in all three variants also decreases compared to the initial value. Thus, on the 10th day of production ($9.0 \cdot 10^4$ cfu/g), on the 20th day (1.0×10^4 cfu/g) and on the 30th day of production (4.0×10^3 cfu/g) the highest number of *Lactobacillus* sp. is determined in the samples of variant 3, compared to the samples from other two variants. This is due to the added starter cultures, i.e. the larger initial number of bacteria (Zdolec et al., 2007). Statistically significant difference ($p < 0.05$) in the number of *Lactobacillus* sp. in the sausage samples on the 10th, 20th and 30th day of production was determined in variants 2 and 3 compared to the control variant. Moreover, on none of the examined days, in any of the variants there is no presence of *Escherichia coli* and *Enterobacteriaceae*.

According to Frece et al. (2010), by adding lactic acid bacteria during the production of traditional sausages, inhibition of undesirable microflora is achieved from 20 to 75%. The strongest inhibitory effect, according to the authors, was achieved on *Salmonella* sp. (75%) and *Escherichia coli* (73.80%), and slightly less on *Enterobacteriaceae*. Savić and Savić (2003), pointed out that the difference between industrially produced sausages and traditional sausages to which starter cultures have been added, in terms of microbiological quality is minimal, and they are most noticeable in the first days of production, where in sausages in which starter cultures were added, the number of lactic acid bacteria was higher, which results in greater stability of the product, as is the case in this study.

Conclusion

According to the obtained results, can be concluded that the sausages where starter cultures have been added are characterized with better microbiological stability compared to the sausages from the control variant. Moreover, there is no presence, neither of *Escherichia coli* nor of *Enterobacteriaceae*. From this point of view, starter cultures have a positive influence on the microbiological stability of the industrially produced *Macedonian traditional sausage*. Based on this research, starter culture CS-300 (*Staphylococcus carnosus* ssp. *utilis*) is recommended for future use. At the same time, the use of nitrite salt is eliminated, which results in getting a safe product.

References

- Aymerich T., Martín B., Garriga M., Hugas, M. (2003). Microbial quality and direct PCR identification of lactic acid bacteria and nonpathogenic staphylococci from artisanal low-acid sausages, *Applied and Environmental Microbiology* (69): 4583–4594.
- Beuchat L.R., Montville T.J. (2001). *Food microbiology: fundamentals and frontiers*. 2nd ed. Washington (DC): American Society for Microbiology.
- Chartier F.J.M., Couture M. (2004). Stability of the heme environment of the nitric oxide synthase from *Staphylococcus aureus* in the absence of pterin cofactor. *Biophysical Journal* (87): 1939–1950.
- Fontana C., Cocconcelli S.P., Vignolo G. (2005). Monitoring the bacterial population dynamics during fermentation of artisanal Argentinean sausages. *Int. J. Food Microbiol.* (25): 131–42.
- Frece J., Pleadin J., Markov K., Perši H., Dukić B., Čvek D., Delaš F. (2010). Mikrobnapopulacija, kemijskisastav i mikotoksini u kobasicama s područja Varaždinske županije. *Veterinarna Stanica* 41(3): 189–198.
- Honikel K.O. (2008). The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Science* 78, 1–2: 68–76.
- ISO 7218:2007, *Microbiology of food and animal feeding stuffs - General requirements and guidance for microbiological examinations*.
- Janssens M., Myter N., De Vuyst L., Leroy F. (2012). Species diversity and metabolic impact of the microbiota are low in spontaneously acidified Belgian sausages with an added starter culture of *Staphylococcus carnosus*. *Food Microbiol.* 29: 167–177.
- Kimiran Erdem A., Saglam D., Ozer D., Ozcelik E. (2014). Microbiological Quality of Minced Meat Samples Marketed in Istanbul. *YYU Veteriner Fakultesi Dergisi*, 25 (3): 67–70.
- Nieminen T.T., Vihavainen E., Paloranta A., Lehto J., Paulin L., Auvinen P., Solismaa M., Björkroth K.J. (2011). Characterization of psychrotrophic bacterial communities in modified atmosphere-packed meat with terminal restriction fragment length polymorphism. *Int J Food Microb* 144: 360–366.
- Savić Z., Savić I. (2003). *Functionality of sausage casing*, Victus, Wiena, pp. 41–93.
- Vidal-Carou R., Talon R. (2007). Diversity of microorganisms in environments and dry fermented sausages of French traditional small units. *Meat Science* 76: 112–122.
- Zara M., Ionescu A., Vasile A., Aprudu I., Manoliu I. (2007). How starter cultures affect the sensorial characteristic and the microbiota evolution of dry sausages. *Scientific Study & Research*, ISSN 1582-540X, Vol. VIII (4): 379–390.
- Zdolec N., Hadžiosmanović M., Kozačinski L., Cvrtila Ž., Filipović I., Lesković K., Vragović N., Budimir D. (2007). Fermentirane kobasice proizvedene u domaćinstvu - mikrobiološka kakvoća. *Meso*, Vol. IX studeni - prosinac br. 6: 318–324.
- Букић Д., Мандић Л. (2012). *Технологија микробиолошких производа*. ИП „Просвета“, Београд.
- Букић Д., Мандић Л., Весковић С. (2015). Општа и индустријска микробиологија. Универзитет у Крагујевцу, Агрономски Факултет, Чачак.

PREGLED REZULTATA KISELOSTI SIROVOG MLEKA NA TERITORIJI OPŠTINE SJENICA

*Nedim Čučević¹, Ranko Koprivica², Mejrema Bibić¹, Anida Prelić¹, Esad
Hodžić¹, Jasmina Mašović¹, Benjamin Salaković²*

Izvod: Cilj rada je da se utvrdi kiselost (pH) mleka proizvedenog na porodičnim farmama u opštini Sjenica, u zavisnosti od godišnjeg doba i meseca proizvodnje. Utvrđena je analiza 3.226 uzoraka mleka koje su proizvođači i prerađivači donosili svojevoljno u laboratoriju. Postupak prijema i analize uzoraka urađeni su prema Pravilniku o kvalitetu sirovog mleka i ISO/IEC 17025:2017. Broj uzoraka sirovog mleka u zimskom periodu (529) je manji nego u letnjem (1.094). Prosečna vrednost pH je najveća u mesecu decembru (6,70), a najmanja u martu (6,52). Na teritoriji opštine Sjenica bila je ujednačena kiselost mleka po mesecima u 2019. godini i kretala se u granicama predviđenim Pravilniku o kvalitetu sirovog mleka.

Ključne reči: Sirovo mleko, kiselost (pH), opština Sjenica, sezona

Uvod

Sirovo mleko je visoko vredna, biološki važna namirnica u ishrani ljudi, kako zbog korišćenja u svežem stanju tako i za preradu u mlečne proizvode. Da bi se očuvala hranljiva vrednost sirovog mleka, potrebno je da mleko pri isporuci od farme do potrošača očuva svoj kvalitet, u stanju u kakvom je dobijeno mužom zdravih, dobro negovanih i pravilno hranjenih krava. Ukupan kvalitet sirovog mleka određuje njegov hemijski sastav i higijenska, odnosno bakteriološka ispravnost. Hemijski sastav i higijenska ispravnost sirovog mleka variraju u zavisnosti od različitih faktora: veličine farme, nivoa proizvodnje, režima ishrane, načina držanja životinja, rase krava, vreme laktacije, klimatskih uslova, sezone otkupa, stanja vimena i dr. (Petrović, i sar., 2006., Orlović i Ostojić, 2003., Jež i sar., 2011., Nateghi et al., 2014., Ozcan et al., 2015.).

Stepen kiselosti je vrlo bitan parametar mleka kao sirovine za dobijanje kvalitetnih mlečnih proizvoda. Postoji prirodna (primarna) i stvorena (dopunska-sekundarna) kiselost sirovog mleka. Prema Pravilniku o kvalitetu sirovog mleka, sveže ispravno kravlje mleko ima slabo kiselu reakciju, tj. pH vrednost između 6,5 i 6,7 ("Sl. Glasnik RS", broj 106/2017).

Najkasnije dva sata posle muže mleko se mora ohladiti na temperaturu od 0,5-4 °C (Mandić i sar., 2006.) Mleku koje nije pravilno skladišteno, već je izloženo

¹Regionalni centar za razvoj (RCRPS), Nova bb, 36310 Sjenica, Srbija
(nedim.cucevic.rcrps@gmail.com)

²Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet Čačak, Cara Dušana 34, 32102 Čačak, Serbia

³Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Srbija

višim temperaturama duže vreme, raste kiselost usled razmnožavanja mikroorganizama i delovanja bakterija mlečnokiselinskog vrenja.

Prema rezultatima Ježa i sar. (2011.), vrednosti kiselosti mleka proizvedenog u leto, jesen i zimu su iste (6,04 °SH), dok su u proleće veće (6,19 °SH). Mleko proizvedeno na manjim farmama je boljeg hemijskog sastava i veće tehnološke podesnosti za preradu.

Vrednosti pH mleka variraju od 6,47 do 6,75 u letnjem i 6,48 do 6,68 u zimskom periodu. Nisu ustanovljene značajne razlike u kiselosti mleka između tipa farme, sezone i vremena muže (Ozcan et al., 2015.).

Neposredno nakon muže, kiselost sirovog mleka potiče od kazeina, fosfata, ugljen dioksida. Kasnije, intenzivnijim razmnožavanjem bakterija u mleku kiselost se povećava, što nije poželjno. U zimskom i letnjem periodu, srednje vrednosti kiselosti mleka su bile identične, a kretale su se u granicama 5,75 - 6,74 (Ozrenk et al., 2008.).

Laboratorija regionalnog centra za razvoj poljoprivrede i sela (RCRPS) se bavi analizom mleka, mlečnih proizvoda i proizvoda od mesa. Laboratorijska ispitivanja imaju za cilj da pruže tačne rezultate o kvalitetu mleka i mogućnostima njegove dalje obrade, kao i da ukažu na kvalitet rada na farmi u toku proizvodnje i primarne obrade mleka.

Cilj istraživanja je da se utvrdi kiselost mleka dobijenog na porodičnim farmama na teritoriji opštine Sjenica u zavisnosti od godišnjeg doba i meseca proizvodnje.

Materijal i metode rada

Uzimanje uzoraka sirovog mleka za analiza vršili su lično proizvođači i predstavnici mlekarar, prema Pravilniku o kvalitetu sirovog mleka ("Sl. Glasnik RS", broj 106/2017), a po istom Pravilniku je i određivana kiselost (pH). Transportovanje uzoraka do Laboratorije RCRPS vršili su proizvođači i prerađivači mleka.

Kiselost je određena fiksnim pH-metrom ORION STAR A211, sa kombinovanom, univerzalnom elektrodom sa temperaturnom kompenzacijom, za direktno određivanje pH, akreditovana prema ISO 2917:1999 od 2016. godine.

U Laboratoriji, služba prijema uzima uzorke sirovog mleka, evidentira ih i zbog tajnosti šifrira, kako bi se izbegao rizik pristrasnosti. Uzorci se nakon prijema skladište u frižiderima, na temperaturi od 4 °C. Pre analiziranja, uzorci se zagrevaju u vodenom kupatilu na 20 °C, homogenizuju blagim okretanjem bočica, bez naglih pokreta. Elektroda prethodno kalibrisanog pH-metra se uroni u uzorak i sačeka da aparat verifikuje rezultate. Dobijeni rezultati su statistički obrađeni, gde je prikazana aritmetička srednja vrednost i standardna devijacija, minimum i maksimum.

Rezultati istraživanja i diskusija

U toku 2019. godine u Laboratoriji RCRPS-a analizirano je ukupno 3.226 uzoraka sirovog mleka (Tabela 1). Najmanje interesovanje proizvođača i

otkupljivača za analizu sirovog mleka i utvrđivanje kiselosti bilo je u januaru (63) i decembru mesecu (93). Najveći broj uzoraka ispitivan je u maju (435) i julu mesecu (584). Može se zaključiti da u zimskim mesecima, zbog neprohodnih puteva i niskih temperatura, proizvođači donose manji broj uzoraka. Sirovo mleko se u takvim vremenskim prilikama bolje održava na putu od mesta muže do mlekarske prijemne rampe. Na početku otkupne sezone, u mesecu maju, otkupljivači i proizvođači mleka, imaju pojačanu kontrolu kvaliteta sirovog mleka, pa je analiziran veliki broj uzoraka (435). Početkom leta, u julu mesecu, sa pojavom visokih dnevnih temperatura, u postupku muže, čuvanja, otkupa i transporta postoji velika opasnost da se poveća kiselost sirovog mleka. Najveći broj uzoraka u tom mesecu (584) je dokaz da tada ima i najviše problema sa očuvanjem kvaliteta mleka, kao i da proizvođači i prerađivači ulažu najviše napora da održe prirodnu kiselost mleka. U jesenjem periodu, u septembru mesecu, sa pojavom prvih hladnih dana, smanjena je opasnost da dođe do povećanja kiselosti mleka, pa je i manji broj analiziranih uzoraka (156).

Najveće interesovanje za ispitivanje kvaliteta sirovog mleka na kiselost postoji u prolećnom (1001) i letnjem periodu (1094), što je značajno veći broj uzoraka u odnosu na zimski (529) i jesenji period (602). Broj analiziranih uzoraka po sezoni i mesecima je u saglasnosti sa podacima koje za iste parametre navode Jovanović i Đorđević (1971.).

Tabela 1. Broj uzoraka sirovog mleka po mesecima u toku 2019. godine

Table 1. Number of raw milk samples by months during 2019

Meseci	januar	februar	mart	april	maj	jun
Broj uzoraka	63	373	327	239	435	178
Meseci	jul	avgust	septembar	oktobar	novembar	decembar
Broj uzoraka	584	332	156	184	262	93

Sezonsko ispitivanje kiselosti sirovog mleka obavljeno je u 4 perioda (po godišnjim dobima). Zimskim periodom su obuhvaćeni meseci decembar, januar i februar; prolećnim mart, april i maj; letnjim jun, juli i avgust, a jesenjim septembar, oktobar i novembar mesec (Tabela 2).

Tabela 2. Srednje vrednosti pH i broj uzoraka mleka po sezonama u 2019. godini

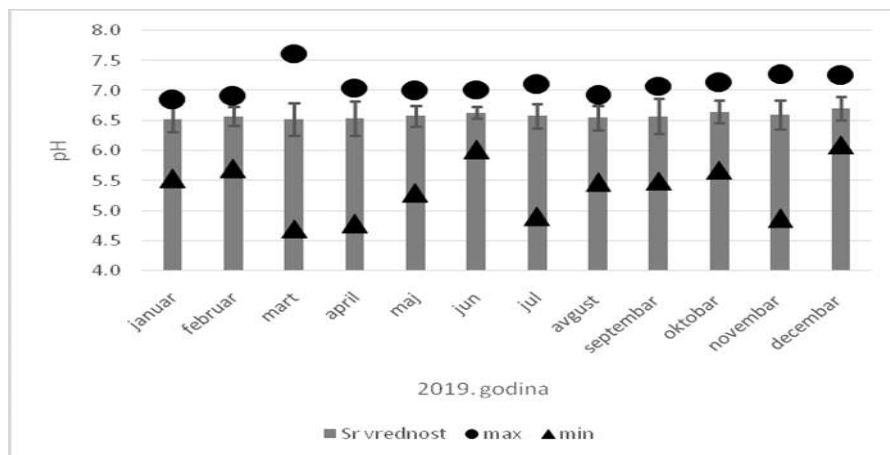
Table 2. Mean pH values and number of milk samples by seasons during 2019

Godišnje doba	Zima	Proleće	Leto	Jesen
Broj uzoraka	529	1001	1094	602
Srednja vrednost ± standardna devijacija	6,59 ± 0,182	6,55 ± 0,237	6,58 ± 0,193	6,61 ± 0,243

Rezultati srednjih vrednosti kiselosti sirovog mleka u sezoni pokazuju da nema razlika među godišnjim dobima na nivou cele 2019. godine. Veća vrednost pH i najmanja kiselosti mleka bila je u jesenjem periodu (6,61), u odnosu na zimski (6,59), prolećni (6,55) i letnji period (6,58). Očekivalo se da će prosečna kiselost mleka u prolećnom, a posebno letnjem periodu da bude znatno veća, u odnosu na jesenji i zimski period.

Da nije bilo razlike u kiselosti sirovog mleka u zimskom i letnjem periodu pokazuju i rezultati ispitivanja do kojih je došao veći broj autora (Ozrenk et al., 2008.; Jež i sar., 2011.; Ozcan et al., 2015.), koji su dobili rezultate za pH vrednosti koji su u saglasnosti sa rezultatima objavljenim u ovom radu. Prosečne vrednosti kiselosti mleka koju je objavio Jež i sar. (2011.) su iste sa našim rezultatima za prolećni, a nešto niže za letnji, jesenji i zimski period.

Najniža srednja vrednost pH sirovog mleka je na početku sezone, u martu mesecu (6,52), što ukazuje na problem čuvanja mleka u tom periodu. Najviša srednja vrednost pH je u decembru (6,70), jer je mleko lakše sačuvati u hladnom, nego u toplom periodu godine. Najveće odstupanje kiselosti mleka od srednjih vrednosti je u aprilu, septembru i martu mesecu. U junu mesecu kiselost mleka je bila ujednačena, i pokazano je malo odstupanje od srednjih vrednosti (Grafikon 1).



Graf. 1. Srednje vrednosti, standardna devijacija, maksimalna i minimalna vrednost pH sirovog mleka po mesecima tokom 2019. godine

Graph. 1. Mean values, standard deviation, maximum and minimum value of pH raw milk by months during 2019.

U otkupu sirovog mleka dolazi do velikog variranja rezultata kiselosti, što pokazuju istraživanja Jovanovića i Đorđevića (1971). Mahmood i Usman (2010.) navode da je kiselost svežeg sirovog mleka odmah nakon muže bila u rasponu od 6,59 do 6,67. Variranje vrednosti kiselosti sirovog mleka u istraživanjima Ozrenk et al. (2008.) kretala se u rasponu od 5,75 do 6,74, a Ozcan et al. (2015.) od 6,47-6,75, što je niže od vrednosti variranja pH u ovom radu.

Kod uzoraka mleka koji se duže transportuju i čekaju na određivanje pH vrednosti, opseg varijacija se kretao od 5,88 do 7,03 (De Marchi et al., 2009.), i sa navedenim rezultatima su saglasni rezultati našeg rada.

Razlog ekstremno niskih vrednosti pH sirovog mleka kod nekih uzoraka je uglavnom posledica njihovog lošeg skladištenja i čuvanja tokom transporta do laboratorije. Uzorci mleka se najčešće nalaze u kabinama vozila i vrlo često su izloženi sunčevim zracima duže vreme.

Zaključak

Razlozi kontrole sirovog mleka su višestruki: ekonomski (plaćanje mleka prema mikrobiološkom kvalitetu i hemijskom sastavu), tehnološki (radi proizvodnje mlečnih proizvoda), sanitarni (zaštita zdravlja potrošača), selekcijski (kontrola mlečnosti i gajenja muznih krava) i naučni. Ispitivanje kvaliteta je vrlo odgovoran posao, bitan za proizvođače mleka, mlekare, trgovce i potrošače, jer se utvrđuje kvalitet vrlo važne i lako kvarljive namirnice. Zbog toga, analizu kvaliteta mogu da rade samo akreditovane laboratorije i dobro obučeno osoblje.

Utvrđene srednje vrednosti pH tokom analiziranja uzoraka sirovog mleka u 2019. godini pokazuju da je mleko ujednačene kiselosti tokom cele godine na teritoriji opštine Sjenica. Vrednosti pH se kreću u granicama predviđenim Pravilnikom o kvalitetu sirovog mleka. U cilju dobijanja što boljeg kvaliteta mleka, potrebno je svakog pojedinca uključenog u rad sa sirovim mlekom edukovati kroz radionice i seminare o procedurama upravljanja, po principima dobre poljoprivredne, proizvođačke i higijenske prakse.

Napomena

Istraživanja u ovom radu su podržali i finansirali Regionalni centar za razvoj poljoprivrede i sela, opština Sjenica, Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, Ugovor br. 451-03-9/2021-14.

Literatura

- De Marchi M., Fagan C.C., O'Donnell C.P., Cecchinato A., Dal Zotto R., Cassandro M., Penasa M., Bittante G., (2009). Prediction of coagulation properties, titratable acidity, and pH of bovine milk using mid-infrared spectroscopy, *Jurnale of dairy science*. Volume 92 (1): 423-432.
- Jež G., Ostojić M., Relić R. (2011). Uticaj sezone i veličine farme na kvalitet i količinu otkupljenog mleka. *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik*. Vol. 17 (3-4): 85-94.
- Jovanović V., Đorđević M. (1971). Postojeći propisi i njihov uticaj na otkup i kvalitet mleka. *Mljekarstvo*. 21 (3): 56-65.

- Mahmood A., Usman Sumaira (2010). A comparative study on the physicochemical parameters of milk samples collected from buffalo, cow, goat and sheep of Gujrat, Pakistan. *Pakistan jurnal of nutrition* 9 (12): 1192-1197.
- Mandić L., Bogosavljević-Bošković Snežana, Kurćubić V., Petrović D.M., Dasković V. (2006). Higijena mleka. *Agronomski fakultet. Čačak*
- Nateghi L., Yousefi M., Zamani E., Gholamian M., Mohammadzadeh M. (2014). The effect of different seasons on the milk quality. *European Journal of Exp. Biology* 4 (1): 550-552.
- Petrović M.D., Petrović M.M., Nenadović G., Kurćubić V., Marinkov G. (2006). Hemijski-mikrobiološki parametri kvaliteta sirovog kravljeg mleka. *Biotechnology in Animal Husbandry*. Vol. 22. (5-6): 109-119.
- Pravilniku o kvalitetu sirovog mleka (2017). *Službeni glasnik Republike Srbije* Br. 106/2017.
- Orlović Jelena, Ostojić, M. (2003). Ispitivanje uticaja sezone na kvalitet mleka. *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik*. Vol 9 (1): 287-291.
- Ozcan T., Yaslioglu E., Kilic I., Simsek E. (2015). The influence of the season and milking time on the properties and the fatty acid composition of the milk in different dairy cattle farms. *Mljekarstvo* 64: 9–17.
- Ozrenk E., Inci S.S. (2008). The effect of seasonal variation on the composition of cow milk in Van Province. *Pak. J. Nut.* 7: 161–164.

OVERVIEW OF ACIDITY RESULTS IN RAW MILK DURING ON THE TERRITORY OF SJENICA MUNICIPALITY

Nedim Čučević¹, Ranko Koprivica², Mejrema Bibić¹, Anida Prelić¹, Esad Hodžić¹, Jasmina Mašović¹, Benjamin Salaković³

Abstract

The aim of the work is to determine the acidity (pH) of milk produced on family farms in the Municipality of Sjenica depending on the season and month of production. It found an analysis of 3,226 milk samples that manufacturers and processors brought voluntarily to the lab. The process of receiving and analyzing the samples was done according to the Rulebook on the Quality of Raw Milk and ISO/IEC 17025:2017. The number of samples of raw milk in winter (529) is lower than in summer (1094). The average pH is the highest in the month of December (6.70), and the lowest in March (6.52). On the territory of the Municipality of Sjenica there was a steady acidity of milk per month in 2019. and moved within the boundaries envisioned in the Regulation on the Quality of Raw Milk.

Key words: raw milk, acidity (pH), Sjenica municipality, seasons

¹Regional center for development of agriculture and villages, Nova bb, 36310 Sjenica, Serbia

²University of Kragujevac, Faculty of Agronomy in Čačak, Cara Dušana 34, 32102 Čačak, Serbia

³University of Novi Sad, Faculty of Technology, Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Serbia

VARIJABILNOST SESKVITERPENA ETARSKIH ULJA VRSTE *TEUCRIUM MONTANUM* L.

Nenad Zlatić^{1*}, Vladimir Mihailović², Gorica Đelić¹, Marija Lješević³, Vladimir Beškoski⁴, Milan Stanković¹

Izvod: Cilj prikazanog istraživanja je utvrđivanje kvalitativne varijabilnosti i relativne zastupljenosti seskviterpenskih ugljovodonika u uzorcima vrste *Teucrium montanum* L. prikupljenih sa dva različita tipa podloge. Četiri uzorka etarskih ulja sa serpentinita i četiri sa krečnjaka dobijeno je metodom hidrodestilacije od nadzemnih biljnih delova. Na osnovu rezultata, pokazano je da populacije sa serpentinititskih staništa sintetišu 2 puta više seskviterpena nego sa krečnjačkih, dok je jedinjenje 6-epi- β -kubeben detektovan samo u populacijama sa krečnjaka. Edafske karakteristike staništa utiču na kvalitativni sastav i relativnu zastupljenost seskviterpena u etarskim uljima što ima značajnu primenu u biotehnologiji.

Ključne reči: *Teucrium montanum*, krečnjak, serpentinit, eterična ulja

Uvod

Etarska ulja pripadaju grupi hidrofobnih hemijskih jedinjenja, koja se uglavnom sastoje od monoterpena i seskviterpena u različitim koncentracijama. Etarska ulja predstavljaju grupu prirodnih produkata biljaka na čiju sintezu uglavnom utiču spoljašnji faktori. Na biosintezu etarskih ulja utiče nekoliko faktora. Koncentracija i sastav određenih isparljivih jedinjenja uglavnom zavisi od genotipa vrste ali i od brojnih abiotičkih i biotičkih faktora (Marčetić i sar., 2017).

Edafski faktori kod biljnih organizama utiču na ekofiziološka svojstva u funkciji prilagođavanja. Biljke poseduju složene mehanizme adaptacije na određeni tip supstrata. Usled razvoja specifičnih adaptivnih mehanizama, određena isparljiva jedinjenja i nastali hemotipovi su uglavnom određeni vrstom supstrata (Marčetić i sar., 2017).

Zemljišta formirana na krečnjačkoj geološkoj podlozi sadrže kalcijum karbonat (CaCO_3) u slobodnoj formi. Ovakav tip zemljišta karakterističan je za sušne i umereno vlažne regione. Na hemijskom nivou, prisustvo CaCO_3 određuje alkalnu reakciju u krečnjačkim zemljištima i utiče na dostupnost određenih metala biljkama kao što su N, P, K, Mg, Zn, Cu i Fe. Osim hemijskog uticaja, CaCO_3 u

¹Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet, Institut za biologiju i ekologiju, Radoja Domanovića 12, 34000, Kragujevac, Republika Srbija (nenad.zlatic@pmf.kg.ac.rs);

²Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet, Institut za hemiju, Radoja Domanovića 12, 34000, Kragujevac, Republika Srbija;

³Univerzitet u Beogradu, Institut za hemiju, Tehnologiju i Metalurgiju, Njegoseva 12, 11000, Beograd, Republika Srbija;

⁴Univerzitet u Beogradu, Hemijski fakultet, Studentski trg 12-16, 11000, Beograd, Republika Srbija.

krečnjačkim zemljištima utiče i na fizičke karakteristike zemljišta (Zlatic i sar., 2017).

Serpentinska zemljišta imaju ekstremne fizičke i hemijske karakteristike. Ova zemljišta su kamenita i plitka, odlikuju se visokom poroznošću i imaju nizak kapacitet zadržavanja vode. Serpentina zemljišta ogledaju se u nedostatku Ca i visokim koncentracijama Fe, Mg, Ni, Co i Cr (Zlatic i sar., 2017).

Vrsta *Teucrium montanum* je zastupljena na krečnjačkim staništima brdsko-planinskih regiona. Navedena vrsta ima primenu kod inflamatornih procesa respiratornog sistema i zamora. Čajevi se koriste za ublažavanje problema digestivnih organa (Zlatic i sar., 2017; Pavlova i sar., 2020).

Osnovni cilj ovog istraživanja je utvrđivanje varijabilnosti seskviterpena u etarskim uljima vrste *Teucrium montanum* uzorkovane na staništima sa krečnjačkom i serpentinitskom geološkom podlogom. Navedeno istraživanje obuhvata uporednu analizu kvalitativnog sastava i određivanje procenta relativne zastupljenosti seskviterpenskog ugljovodonika u uzorcima etarskih ulja vrste *Teucrium montanum* sa osam različitih staništa zastupljenih na dva različita tipa podloge. Istraživanje je sprovedeno radi određivanja uticaja podloge na sastav i zastupljenost seskviterpena u etarskim uljima vrste *Teucrium montanum* i primene u biotehnološkim procesima.

Materijal i metode rada

Biljni material

Ispitivana vrsta je prikupljena sa osam lokaliteta na staništima sa krečnjačkom i serpentinitskom geološkom podlogom tokom 2016. i 2017. godine. Identifikacija uzorkovanih primeraka je izvršena u Institutu za biologiju i ekologiju, Prirodno-matetičkog fakulteta, Univerziteta u Kragujevcu. Nadzemni biljni delovi su osušeni prirodnim putem u tamnoj prostoriji na sobnoj temperaturi, nakon čega su pulverizovani u blenderu i čuvani u obeleženim papirnim kesama do daljih analiza.

Izolovanje etarskih ulja

Osušeni biljni materijal je korišćen u procesu izolovanja etarskih ulja. Sto grama biljnog materijala je ubačeno u aparat po Klevendžeru. Nakon 3 sata hidrodestilacije, ulje je smešteno u tamne sterilne vaje i čuvano na 4 °C do daljih GC-MS analiza. Prinos ulja je izračunat za svaki uzorak na osnovu suve mase.

Sveobuhvatna GCxGC-MS hromatografija

Za određivanje kvalitativnog sastava i relativne zastupljenosti seskviterpenskog ugljovodonika u uzorcima etarskih ulja vrste *Teucrium montanum* sa staništa na krečnjačkoj i serpentinitskoj geološkoj podlozi korišćen je GCxGC-MS uređaj GCMS-

QP2010 Plus (Shimadzu, Kyoto, Japan). MS spektri su upoređeni sa NIST MS bibliotekom, dok su GCxGC-MS podaci analizirani korišćenjem GC Image softvera.

Rezultati istraživanja i diskusija

Rezultati analize uzoraka etarskih ulja vrste *Teucrium montanum* sa staništa na krečnjačkoj i serpentinitskoj geološkoj podlozi prikazani su u Tabeli 1.

Tabela 1. Kvalitativni sastav i procenat relativne zastupljenosti seskviterpenskih ugljovodonika u uzorcima etarskih ulja vrste *Teucrium montanum*
 Table 1. Qualitative composition and percentage of relative presence of sesquiterpene hydrocarbons in essential oil samples of *Teucrium montanum*

Jedinjenja Compounds	C1*	C2	C3	C4	S1	S2	S3	S4	**C (%)	S (%)
β -guajen	0,00	0,71	0,00	0,13	1,34	1,11	1,36	0,33	0,21	1,04
kedren	0,12	0,06	0,06	0,36	1,73	0,45	0,81	0,10	0,15	0,77
α -gurgujen	0,00	0,06	0,00	0,71	0,00	0,10	0,00	0,52	0,19	0,16
α -kopaen	0,09	0,17	0,05	0,09	0,47	0,22	0,24	0,09	0,10	0,26
γ -elemen	0,11	0,04	0,04	0,04	0,30	0,30	0,09	0,08	0,06	0,19
δ -kadinen	0,07	0,16	0,00	0,08	0,81	0,33	0,16	0,00	0,08	0,33
β -kopaen	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,30	0,12	0,03	0,14
β -vatioren	0,14	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,00	0,08	0,07
cis- β -farnesen	0,06	0,06	0,06	0,06	0,37	0,12	0,13	0,11	0,06	0,18
α -kubeben	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,09	0,09	0,08	0,00	0,09
kariofilen	0,10	0,06	0,06	0,00	0,00	0,10	0,00	0,20	0,06	0,08
α -bergamoten	0,05	0,06	0,06	0,05	0,27	0,11	0,23	0,00	0,06	0,15
kopaen	0,00	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
α -jlangen	0,08	0,00	0,00	0,05	0,25	0,00	0,10	0,00	0,03	0,09
β -kurkumen	0,00	0,00	0,07	0,12	0,26	0,00	0,10	0,00	0,05	0,09
β -jlangen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,14	0,00	0,00	0,07
α -kalakoren	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,17	0,00	0,13	0,02	0,08
(+)-ciklosativen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,19	0,09	0,00	0,09
kadalen	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,03	0,02
(-)- β -bourbonen	0,05	0,00	0,05	0,05	0,00	0,09	0,00	0,00	0,04	0,02
6-epi- β -kubeben	0,12	0,07	0,07	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00
Zbir Sum	1,34	1,93	0,96	2,20	6,66	4,13	5,59	2,26	1,61	4,66
Prinos (%) Yields (%)	0,04	0,06	0,04	0,06	0,35	0,08	0,36	0,20	0,05	0,25

*C1 – populacija sa krečnjačkih staništa; S1 – populacija sa serpentinitskih staništa.

**C(%) – prosečne vrednosti krečnjak; S(%) – prosečne vrednosti serpentinit.

*C1 – population from calcareous habitat; S1 – populacija from serpentinite habitat.

**C(%) – average values calcareous; S(%) – average values serpentinite.

Prinos etarskih ulja u uzorcima vrste *Teucrium montanum* uzorkovanih sa krečnjačkih i serpentinitnih staništa prikazan je u Tabeli 1. Prinosi etarskog ulja u populacijama sa krečnjaka se kreću od 0,04% do 0,06%, dok se u populacijama sa serpentinita kreću od 0,08% do 0,36%. Najveći prinosi za uzorke etarskog ulja primećeni su kod populacije uzorkovanih sa serpentinita, dok su najmanji prinosi zabeleženi kod populacija sa krečnjaka. Prosečan prinos uzoraka etarskog ulja za populacije sa krečnjaka bio je 0,05%, dok je za populacije sa serpentinita iznosio 0,25%, što je pet puta više nego za populacije sa krečnjaka. Vuković i sar. (2007) pokazali su da je prinos etarskog ulja za populacije *Teucrium montanum* sa teritorije Srbije iznosio 0,47% na osnovu suve mase.

Kvalitativni sastav etarskih ulja u populacijama *Teucrium montanum* uzorkovanim sa krečnjačkih i serpentinitnih staništa odlikovalo se prisustvom preko hiljadu pikova u uzorcima, pri čemu je za prikaz rezultata odabrano 21 jedinjenje najzastupljenijih seskviterpenskih ugljovodonika (Tabela 1). Zbir ukupne relativne zastupljenosti identifikovanih jedinjenja koja pripadaju grupi seskviterpenskih ugljovodonika u populacijama sa krečnjaka se kretao od 0,96% do 2,20%, dok se u populacijama sa serpentinita kretao od 2,26% do 6,66%. Prosečne vrednosti relativne zastupljenosti seskviterpenskih ugljovodonika u populacijama sa krečnjaka su iznosile 1,61%, dok su za populacije sa serpentinitima iznosile 4,66%.

Prethodno objavljeni rezultati o sastavu etarskih ulja vrste *Teucrium montanum* iz Srbije ukazali su da su glavne komponente etarskih ulja seskviterpeni (Vuković i sar., 2007), što je u skladu sa našim rezultatima. Poredeći populacije uzorkovane sa krečnjaka a serpentinita, primećeno je da populacije prikupljene sa serpentinitnih staništa sintetišu dvostruko više seskviterpenskih ugljovodonika u odnosu na populacije sa krečnjačkih staništa.

Među seskviterpenskim ugljovodonicima, najzastupljenije jedinjenje je β -guajen (1,25%). Na osnovu naših rezultata i rezultata drugih autora može se uočiti nepravilnost u procentu određenih jedinjenja, koja u velikoj meri zavise od faktora životne sredine koji su prisutni na određenim staništima. Mnogi istraživači su u svojim studijama došli do sličnih zaključaka (Rajčević i sar., 2020).

Među jedinjenjima sa najvećim procentom relativne zastupljenosti u populacijama sa krečnjaka je β -guajen (0,21%), α -gurgujen (0,19%) i kedren (0,15%). Među jedinjenjima sa najvećim procentom relativne zastupljenosti u populacijama sa serpentinitima je β -guajen (1,04%), kedren (0,77%) i δ -kadinen (0,33%).

Seskviterpenski ugljovodonici koji su jedino identifikovani u serpentinitnim populacijama su α -kubeben (0,09) i (+)-ciklosativen (0,09), dok je 6-epi- β -kubeben (0,08) jedino identifikovan u uzorcima sa krečnjaka.

Uticao supstrata na biosintezu etarskih ulja specifičan je i zavisi od biljnih vrsta. Istraživanja su pokazala da postoje brojne razlike u kvantitativnom i kvalitativnom sastavu etarskih ulja kod vrsta uzorkovanih na različitim supstratima (Marčetić i sar., 2017). Krečnjačka i serpentinitna staništa slična su u pogledu fizičke suše zbog uticaja visokih temperatura na staništima. Međutim, glavna razlika između

ovih tipova staništa je prisustvo makro- i mikroelemenata u zemljištu. Zemljišta formirana na krečnjačkoj geološkoj podlozi sadrže veće koncentracije makroelemenata (Ca, N, K i P) koje su potrebne biljkama za normalan ontogenetski razvoj, dok ne sadrže visoke koncentracije teških metala. Zemljišta formirana na serpentinitskoj geološkoj podlozi odlikuju se nedostatkom osnovnih makroelemenata i sadrže veće koncentracije teških metala kao što su Cr, Ni i Mn (Zlatić i sar., 2017).

Nedostatak određenih makroelemenata pozitivno utiče na sintezu jedinjenja terpena. Usled nedostatka makroelemenata, biljke preusmeravaju biosintetske procese ka stvaranju većih količina isparljivih jedinjenja na bazi terpena ili potpuno novih jedinjenja različite hemijske strukture (Marčetić i sar., 2017).

Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata pokazano je da se populacije vrsta *Teucrium montanum* uzorkovane sa zemljišta formiranim na krečnjačkoj i serpentinitskoj geološkoj podlozi razlikuju prema količini i sastavu etarskih ulja. Populacije biljaka sa serpentinita imaju pet puta veći prinos etarskih ulja od populacije sa krečnjaka. Takođe, populacije biljaka sa serpentinitskih staništa sintetišu dvostruko više seskviterpenskih ugljovodonika za razliku od populacija sa krečnjačkih staništa. Među seskviterpenskim ugljovodonicima, najzastupljenije jedinjenje je β -guajen za oba tipa staništa. Seskviterpenski ugljovodonici koji su jedino identifikovani u serpentinitskim populacijama su α -kubeben i (+)-ciklosativen, dok je 6-epi- β -kubeben jedino identifikovan u uzorcima sa krečnjaka. Rezultati predstavljeni u ovoj studiji ukazuju na dominantan uticaj supstrata na prinos i kvalitativni sastav etarskih ulja vrste *Teucrium montanum* što može imati značajnu primenu u biotehnologiji i produkciji etarskih ulja.

Napomena

Ovo istraživanje finansiralo je Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (Broj ovlašćenja: 451-03-68/2020-14/200122).

Literatura

- Marčetić M., Kovačević N., Lakušić B., Lakušić B. (2017). Habitat-related variation in composition of the essential oil of *Seseli rigidum* Waldst. & Kit. (Apiaceae). *Phytochemistry*. 135: 80-92.
- Rajčević N., Dodoš T., Novaković J., Janačković P., Marin P.D. (2020). Epicuticular wax variability of *Juniperus deltoides* R.P. Adams from the central Balkan – Ecology and chemophenetics. *Biochemical Systematics and Ecology*. 89:104008.
- Vuković N., Milošević T., Sukdolak S., Solujić S. (2008). The chemical composition of the essential oil and the antibacterial activities of the essential oil and

- methanol extract of *Teucrium montanum*. Journal of the Serbian Chemical Society. 73(3): 299-305.
- Zlatić N.M., Stanković M.S., Simić Z.S. (2017). Secondary metabolites and metal content dynamics in *Teucrium montanum* L. and *Teucrium chamaedrys* L. from habitats with serpentine and calcareous substrate. Environmental Monitoring and Assessment. 189(3): 110.
- Pavlova D., Karadjova I., Stanković M., Zlatić N. (2020). Ecology of *Teucrium* species: Habitat related metal content dynamics. In: Stanković M. (eds) *Teucrium* species: Biology and Applications. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52159-2_4

VARIABILITY OF SESQUITERPENES IN ESSENTIAL OILS OF THE SPECIES *TEUCRIUM MONTANUM* L.

Nenad Zlatić^{1*}, Vladimir Mihailović², Gorica Đelić¹, Marija Lješević³, Vladimir Bešković⁴, Milan Stanković¹

Abstract

The aim of this study is to determine the qualitative variability and relative presence of sesquiterpene hydrocarbons in essential oils samples of *Teucrium montanum* L. collected from two different substrate types. Four samples of essential oils from serpentinite and four from calcareous were obtained by the method of hydrodistillation from aboveground plant parts. Based on the results, it was shown that populations from serpentinite habitats synthesize 2 times more sesquiterpenes than from calcareous ones, while the compound 6-epi- β -cuben was detected only in populations from calcareous. Edaphic characteristics of habitats affect the qualitative composition and relative presence of sesquiterpenes in essential oils, which has a significant application in biotechnology.

Key words: *Teucrium montanum*, calcareous, serpentinite, essential oils

¹University of Kragujevac, Faculty of Science, Institute of Biology and Ecology, Radoja Domanovića 12, 34000, Kragujevac, Republic of Serbia (nenad.zlatic@pmf.kg.ac.rs);

²University of Kragujevac, Faculty of Science, Institute of Chemistry, Radoja Domanovića 12, 34000, Kragujevac, Republic of Serbia;

³University of Belgrade, Institute of Chemistry, Technology and Metallurgy, Njegoševa 12, 11000, Belgrade, Republic of Serbia;

⁴University of Belgrade, Faculty of Chemistry, Studentski trg 12-16, 11000, Belgrade, Republic of Serbia.

ZAKONSKI PROPISI U ORGANSKOJ PROIZVODNJI-NACIONALNA I EU REGULATIVA

*Radoslava Savić Radovanović¹, Aleksandra Aleksić-Agelidis²,
Jelena Aleksić Radojković³*

Izvod: Organska proizvodnja u Republici Srbiji je kontrolisana i zakonski uređena proizvodnja definisana Zakonom o organskoj proizvodnji („Službeni glasnik Republike Srbije“, br. 30/10, 17/2019) i pravilnicima donetim na osnovu Zakona - Pravilnik o kontroli i sertifikaciji u organskoj proizvodnji i metodama organske proizvodnje („Sl. glasnik RS“, br. 095/2020) i Pravilnik o dokumentaciji koja se dostavlja ovlašćenoj kontrolnoj organizaciji radi izdavanja potvrde, kao i o uslovima i načinu prodaje organskih proizvoda („Sl. glasnik RS“, br. 88/16).

Zakonom o organskoj proizvodnji uređuje se proizvodnja poljoprivrednih i drugih proizvoda metodama organske proizvodnje, ciljevi, načela i metode organske proizvodnje, kontrola i sertifikacija, prerada, obeležavanje, skladištenje, prevoz, promet, uvoz i izvoz organskih proizvoda i druga pitanja od značaja za organsku proizvodnju. Odredbe Zakona odnose se na proizvode koji potiču iz svih faza organske proizvodnje - biljne i stočarske, uključujući i akvakulturu kada se proizvodi stavljaju u promet. Proizvodima organske proizvodnje ne smatraju se proizvodi dobijeni lovom divljih životinja i ribolovom. Sistem kontrole organskih proizvoda u Republici Srbiji uspostavljen je po ugledu na sistem kontrole propisan regulativama Evropske Unije, Uredbom Saveta EU 834/2007 i Uredbom Komisije EU 886/2008 (Council Regulation (EC) No 834/2007, Commission Regulation (EC) No 886/2008). U januaru 2021. godine navedene uredbe prestaju da važe i na snagu stupa nova Uredba Evropskog Parlamenta i Saveta o organskoj proizvodnji i obeležavanju organskih proizvoda (Regulation (EU) 2018/848) sa ciljem da se odgovori na rastuće zahteve i očekivanja potrošača.

Ključne reči: Organska proizvodnja, zakonski propisi Republike Srbije, regulativa EU

Uvod

Organska proizvodnja je integrisani sistem proizvodnje hrane visokog kvaliteta koji se zasniva na društveno prihvatljivim i ekonomski isplativim ekološkim principima. Principi organske proizvodnje su: 1. zdravlje, 2. ekologija, 3. pravičnost i 4. nega i briga. Organska proizvodnja podrazumeva holistički sistem

¹Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Katedra za higijenu i tehnologiju namirnica animalnog porekla, Bulevar oslobođenja 18, Beograd, Srbija (mimica@vet.bg.ac.rs);

²Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Centar za razvoj i međunarodnu saradnju, Bulevar oslobođenja 18, Beograd, Srbija;

³Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Katedra za sudsku veterinarsku medicinu i zakonske propise, Bulevar oslobođenja 18, Beograd, Srbija.

upravljanja proizvodnjom hrane kojim se izbegava upotreba veštačkih đubriva, pesticida i genetski modifikovanih organizama, smanjuje zagađenje vode, vazduha i zemljišta i optimizuje zdravlje i produktivnost zajednica biljaka, životinja i ljudi (Komisija Codex Alimentarius). U poređenju sa konvencionalnom proizvodnjom, u organskoj proizvodnji poštovanje standarda i zakonske regulative pri kontroli svake faze proizvodnog ciklusa u stočarstvu doprinosi proizvodnji zdravstveno bezbednih proizvoda animalnog porekla, zaštiti životne sredine i razvoju socio-ekonomskih entiteta (Petrović i Rakonjac, 2017.). Prema podacima Republičkog Zavoda za statistiku 2019. godine u Srbiji je registrovano 6119 proizvođača organskih proizvoda na površini od 13 726 ha. Iste godine, organskom stočarskom proizvodnjom obuhvaćeno je 3556 grla goveda, 315 svinja, 6099 ovaca, 536 koza i 17 800 živine (Statistički godišnjak, 2020.).

Osnovni problem održivosti organske proizvodnje u našoj zemlji ogleda se u lošem ekonomskom položaju ruralne zajednice i depopulaciji sela. Veći deo organske proizvodnje namenjen je izvozu, uglavnom na tržište EU. Najviše se izvoze proizvodi niskog stepena prerade, zamrznuto i pasirano voće i sveže povrće.

Zbog niza administrativnih prepreka sa kojima se susreću proizvođači, organska proizvodnja u Republici Srbiji predstavlja neiskorišćeni potencijal. Oblast organske proizvodnje zahteva ulaganje većih sredstava i obezbeđivanje subvencija u cilju podsticaja ekološki održivog stočarstva i poljoprivredne proizvodnje, a na taj način ruralnog razvoja i napredka privrede.

Cilj ovog rada je prikaz zakonske regulative iz oblasti organske proizvodnje u Republici Srbiji i Evropskoj Uniji.

Zakonski propisi u oblasti organske proizvodnje u Republici Srbiji

Organska proizvodnja u Republici Srbiji je zakonski uređena i kontrolisana proizvodnja definisana Zakonom o organskoj proizvodnji („Sl. glasnik RS”, br. 30/10, 17/2019) i pravilnicima donetim na osnovu njega (Pravilnik o kontroli i sertifikaciji u organskoj proizvodnji i metodama organske proizvodnje „Sl. glasnik RS” br. 095/2020, Pravilnik o dokumentaciji koja se dostavlja ovlašćenoj kontrolnoj organizaciji radi izdavanja potvrde, kao i o uslovima i načinu prodaje organskih proizvoda „Sl. glasnik RS”, br. 88/16).

Na osnovu Zakona, organska proizvodnja je definisana kao proizvodnja poljoprivrednih i drugih proizvoda koja se zasniva na primeni metoda organske proizvodnje u svim fazama proizvodnje, a koja isključuje upotrebu genetički modifikovanih organizama, proizvoda koji se sastoje ili su dobijeni od genetički modifikovanih organizama i upotrebu jonizujućeg zračenja. Organski proizvod je definisan zakonom kao proizvod sa znakom ili obeležjem kojim se označava da je proizveden u skladu sa Zakonom o organskoj proizvodnji i propisima donetim na osnovu njega.

Zakonom se uređuje proizvodnja poljoprivrednih i drugih proizvoda metodama organske proizvodnje, ciljevi, načela i metode organske proizvodnje, kontrola i sertifikacija u ovoj vrsti proizvodnje, prerada, obeležavanje, skladištenje,

prevoz, promet, uvoz i izvoz organskih proizvoda i druga pitanja od značaja za organsku proizvodnju. Odredbe zakona odnose se na proizvode koji potiču iz svih faza organske proizvodnje-biljne i stočarske, uključujući i životinjsku akvakulturu, kada su ti proizvodi namenjeni prometu. Zakonom su obuhvaćeni primarni poljoprivredni proizvodi, prerađeni proizvodi koji se koriste kao hrana, hrana za životinje, seme, rasad, sadni materijal i kvasci koji se koriste kao hrana i hrana za životinje. Proizvodima organske proizvodnje ne smatraju se proizvodi dobijeni lovom divljih životinja i ribolovom.

Sistem kontrole organskih proizvoda u Republici Srbiji uspostavljen je po ugledu na sistem kontrole propisan normativnim aktima Evropske Unije - Uredba Saveta EU 834/2007 i Uredba Komisije EU 886/2008 (Council Regulation (EC) No. 834/07, Commission Regulation (EC) No. 889/08).

Pravilnikom o kontroli i sertifikaciji u organskoj proizvodnji i metodama organske proizvodnje („Sl. glasnik RS”, br. 095/2020) bliže su propisani uslovi koje treba da ispuni kontrolna organizacija za obavljanje poslova kontrole i sertifikacije u organskoj proizvodnji, metode organske biljne i stočarske proizvodnje, dužina trajanja perioda konverzije u biljnoj i stočarskoj proizvodnji, način vršenja kontrole u organskoj proizvodnji i mere koje ovlašćena kontrolna organizacija određuje u slučaju utvrđenih nepravilnosti u načinu obavljanja proizvodnje organskih proizvoda, sadržina i obrazac evidencije koju vodi ovlašćena kontrolna organizacija, kao i način vođenja te evidencije, sadržina i obrazac zbirne evidencije, tehnološki postupci prerade u organskoj proizvodnji, sastojci, aditivi i pomoćne supstance koje se koriste u preradi organskih proizvoda, način čišćenja i sredstva za čišćenje tehnoloških linija, izgled oznake i nacionalnog znaka organskih proizvoda, kao i način skladištenja i prevoza organskih proizvoda. Procesom sertifikacije, kontrole i monitoringa obezbeđuje se zdravstveno bezbedan i nutritivno vredan proizvod ujednačenog kvaliteta, proizveden metodama organske proizvodnje (Bošković, 2016.).

U skladu sa propisima, ovlašćene kontrolne organizacije od strane nadležnog Ministarstva su u obavezi da budu upisane u Registar privrednih subjekata, da poseduju akt o akreditaciji izdat od strane nadležnog akreditacionog tela RS u skladu sa odgovarajućim standardima (SRPS EN ISO/IEC 17065) i da ispunjavaju uslove u pogledu tehničke opremljenosti i kadrovske osposobljenosti. Spisak ovlašćenih kontrolnih organizacija utvrđuje Ministarstvo jednom godišnje i objavljuje u Službenom glasniku Republike Srbije.

Kontrola u organskoj proizvodnji podrazumeva punu fizičku kontrolu i kontrolu dokumentacije proizvođača. Kontrola se vrši najmanje jednom godišnje putem kontrolnih poseta, prevashodno najavljenih i po potrebi nenavljenih, u skladu sa planom kontrole za organsku proizvodnju. Može da se vrši i više puta godišnje, putem dodatnih kontrolnih poseta, na osnovu opšte procene rizika neusklađenosti sa pravilima organske proizvodnje za svakog proizvođača posebno i uzimajući u obzir rezultate prethodnih kontrola odnosno broj i težinu utvrđenih nepravilnosti i uočene poteškoće prilikom otklanjanja nepravilnosti, kvantitet i raznovrsnost proizvoda, kao i rizik od mešanja organskih proizvoda sa

proizvodima iz konvencionalne proizvodnje (Pravilnik o kontroli i sertifikaciji u organskoj proizvodnji i metodama organske proizvodnje „Sl. glasnik RS”, br. 095/2020). O izvršenoj kontroli, kontrolna organizacija sastavlja pisani izveštaj koji potpisuje i proizvođač.

Inspekcijski nadzor nad primenom odredaba Zakona o organskoj proizvodnji i propisa donetih na osnovu njega vrši Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, preko inspektora za organsku proizvodnju („Sl. glasnik RS”, br. 30/10, 17/2019).

Pravilnikom o dokumentaciji koja se dostavlja ovlašćenoj kontrolnoj organizaciji radi izdavanja potvrde, kao i o uslovima i načinu prodaje organskih proizvoda („Sl. glasnik RS”, br. 88/16) bliže se propisuje dokumentacija u cilju izdavanja potvrde da je sertifikovani organski proizvod koji se uvozi proizveden u skladu sa Zakonom i propisima donetim na osnovu zakona, kao i uslovi i način prodaje upakovanih organskih proizvoda koji mogu da idu u promet zajedno sa proizvodima iz konvencionalne proizvodnje.

Najčešći nedostaci organske proizvodnje ogledaju se u većem angažovanju proizvođača, nedostatku sredstava za organsku proizvodnju (sredstva za zaštitu, đubriva, supstrata, semenskog/sadnog materijala na domaćem tržištu), lošoj infrastrukturi, udaljenosti od gradskog tržišta, većoj ceni proizvoda i slabijoj kupovnoj moći potrošača (Mirecki i sar., 2011.).

Regulativa EU u oblasti organske proizvodnje

Istorijski gledano prvi pravni akt (standard) za organsku proizvodnju je 1980. godine definisala Međunarodna federacija pokreta organske poljoprivrede (IFOAM). U Evropskoj Uniji organska poljoprivreda je prvi put uređena 1991. godine Uredbom Saveta (EC) br. 834/2007 o ekološkoj proizvodnji i označavanju organskih proizvoda i stavljanju van snage Uredbe (EEC) br. 2092/91 (Council Regulation (EC) No 834/2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) No 2092/91).

Pravila Evropske unije (EU) o organskoj proizvodnji odnose se na poljoprivredne proizvode, uključujući akvakulturu i kvasac, kao i faze proizvodnog procesa od semena do finalno prerađene hrane. Postoje posebne odredbe koje pokrivaju širok spektar proizvoda kao što su seme i reproduktivni materijal poput reznica, rizoma itd. iz kojih se uzgajaju biljke ili usevi, živi proizvodi ili proizvodi koji ne zahtevaju dalju preradu, hrana za životinje, proizvodi sa više sastojaka ili prerađeni poljoprivredni proizvodi za upotrebu kao hrana. Prema propisima EU, proizvodima organske proizvodnje se ne smatraju proizvodi dobijeni lovom divljih životinja i ribolovom, ali obuhvataju žetvu divljih biljaka kada se poštuju određeni prirodni uslovi staništa. Posebna pravila postoje za vino i akvakulturu.

Uredba Saveta EU 834/2007 i Uredba Komisije EU 886/2008 (Council Regulation (EC) No 834/2007, Commission Regulation (EC) No 886/2008) prestaju da važe 1. januara 2021. godine stupanjem na snagu Uredbe EU 2018/848 Evropskog Parlamenta i Saveta o organskoj proizvodnji i označavanju organskih

proizvoda (Regulation (EU) 2018/848). Novom Uredbom se uspostavljaju načela i utvrđuju pravila organske proizvodnje, sertifikacija i upotreba oznaka, kao i pravila o kontrolama dodata pravilima utvrđenim Uredbom Evropskog Parlamenta i Saveta (EU) 2017/625 (Regulation (EU) 2017/625).

Cilj Uredbe je obezbeđenje visokog kvaliteta organskih proizvoda kroz kontrolu zasnovanu na proceni rizika i strogu kontrolu kontaminacije u lancu snabdevanja, usklađivanje pravila i postepeno ukidanje izuzetaka i odstupanja u odnosu na prethodnu Uredbu 834/2007 (Council Regulation (EC) No 834/2007).

Uredba 2018/848 će se primenjivati na proizvode kao što su so, pluta, pčelinji vosak, lišće vinove loze i palmina pulpa, a ista pravila primenjivaće se za sve proizvođače i proizvode. Prema istoj Uredbi poljoprivrednici ili proizvođači koji obavljaju delatnosti u određenom geografskom području moći će da se udruže i ostvare pravo na grupnu sertifikaciju proizvoda.

Prema Organizaciji za ekonomsku saradnju i razvoj (The Organisation for Economic Co-operation and Development - OECD) grupna sertifikacija je trenutno dozvoljena samo malim proizvođačima u zemljama u razvoju izvan EU.

Našom zakonskom regulativom grupna sertifikacija je regulisana i primenjena (Pravilnik o kontroli i sertifikaciji u organskoj proizvodnji i metodama organske proizvodnje „Sl. glasnik RS” br. 095/2020), a novom Uredbom EU 2018/848 (Regulation (EU) 2018/848) biće dozvoljena i u zemljama članicama EU, čime će se subjektima u organskoj proizvodnji smanjiti troškovi sertifikacije i inspekcije i olakšati pristup međunarodnom tržištu.

EU je sa „ekvivalentnim“ zemljama (Sjedinjene Američke Države, Australija, Kanada, Novi Zeland, Indija, Japan, Švajcarska, Argentina i dr.) uspostavila procedure za uvoz organskih proizvoda u saglasnosti sa standardima i propisima EU. Sertifikaciju organskih proizvoda ekvivalentnih država vrše kontrolna tela ovlašćena od strane državnih vlasti. U trećim zemljama postupak sertifikacije obavljaju kontrolna tela određena od strane Evropske Unije, odnosno nezavisna tela koja imenuje Evropska komisija sa ciljem da se osigura sledljivost proizvoda i kontrolne mere u skladu sa standardima i merama EU. Proizvođači trećih zemalja poštovaće pravila EU, čime će biti postignut ujednačen kvalitet organskih proizvoda.

Zaključak

Organska proizvodnja u svetu se brzo razvija usled povećanog interesovanja potrošača za organske proizvode i predstavlja jedan od aktuelnih oblika poljoprivredne proizvodnje, prisutne poslednjih nekoliko decenija.

Kao odgovor na izazove u razvoju organske proizvodnje i sa ciljem obezbeđivanja efikasnog pravnog okvira, EU je donela Uredbu Evropskog Parlamenta i Saveta o organskoj proizvodnji i obeležavanju organskih proizvoda (Regulation EU 2018/848). Nova Uredba (Regulation EU 2018/848) za cilj ima usaglašavanje pravila koja se odnose na plasiranje organskih proizvoda unutar zemalja EU i trećih zemalja. Pored primene istih pravila za sve proizvođače i

proizvode, Uredbom se obezbeđuje zdrava konkurencija, sprečavaju prevare i održava poverenje potrošača kroz pojednostavljena pravila proizvodnje i ojačan sistem kontrole (stroge mere u svim fazama proizvodnje, prerade, skladištenja i distribucije organskih proizvoda). Grupna sertifikacija će biti podsticaj za organsku proizvodnju i lakši plasman proizvoda malih proizvođača na međunarodno tržište.

Zbog novonastale situacije izazvane pandemijom COVID-19 na inicijativu zemalja Evropske Unije, Evropskog parlamenta i drugih zainteresovanih strana, Evropska komisija je predložila odlaganje primene ove Uredbe (EU 2018/848), do 1. januara 2022. godine.

Napomena

Istraživanja u ovom radu su deo projekta II 46009 i TP 31034 koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

Bošković Dragana (2016). Kontrola i sertifikacija organske poljoprivredne proizvodnje, Ekonomija, teorija i praksa, IX, 2, 87-117.

Commission Regulation (EC) No. 889/08 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control.

Mirecki Nataša, Thomas Wehinger, Mark Jaklič et al. (2011). Priručnik za organsku proizvodnju za poljoprivredne proizvođače, Podgorica, Crna Gora, Izdavač: Biotehnički fakultet Podgorica. Dostupno: <http://www.fao.org/3/an443sr/an443sr00.pdf>.

Petrović Milun, Rakonjac Simeon (2017). Organska proizvodnja u stočarstvu, Agronomski fakultet u Čačku, Univerzitet u Kragujevcu.

Pravilnik o dokumentaciji koja se dostavlja ovlašćenoj kontrolnoj organizaciji radi izdavanja potvrde, kao i o uslovima i načinu prodaje organskih proizvoda („Sl. glasnik RS”, br. 88/16).

Pravilnik o izgledu oznake i nacionalnog znaka organskih proizvoda („Službeni glasnik RS”, br. 107/07, 26/09).

Pravilnik o kontroli i sertifikaciji u organskoj proizvodnji i metodama organske proizvodnje („Sl. glasnik RS” br. 095/2020).

Statistički godišnjak (2020). Republički zavod za statistiku Dostupno: <https://www.stat.gov.rs/srcyrl/publikacije/publication/?p=12694>

Zakon o organskoj proizvodnji („Sl. glasnik RS”, br. 30/10, 17/2019).

REGULATIONS IN ORGANIC PRODUCTION-NATIONAL AND EU LEGISLATIVE

*Radoslava Savić Radovanović¹, Aleksandra Aleksić-Agelidis²
Jelena Aleksić Radojković³*

Abstract

Organic production in the Republic of Serbia is controlled production, officially regulated by the Law on Organic Production ("Official Gazette of the Republic of Serbia", No. 30/10, 17/2019) that provided the legal basis for the adoption of regulations - Rulebook on control and certification in organic production and methods of organic production ("Official Gazette of RS", No. 095/2020) and the Rulebook on documentation submitting for certificate issuance by the authorized organization and organic products trading requirements ("Official Gazette of RS", No. 88/16). The Law on Organic Production regulates the production of agricultural and other products, goals, principles and methods of organic production and control, certification, processing, labeling, storage, transport, trade, import and export of organic products as well as other issues of importance for organic production. The provisions of the Act are applied to products originating from all stages of organic production - plant and livestock, including aquaculture products for market. Organic products are not considered to be products obtained by hunting and fishery. The system of organic products control in the Republic of Serbia was established in accordance to the European Union regulations- Council Regulation (EC) No 834/2007, Commission Regulation (EC) No 886/2008). On January 2021, these regulations will expire. The new Regulation of the European Parliament and the Council on organic production and labeling of organic products (Regulation (EU) 2018/848) will enter into force in order to respond to growing consumers demands and expectations.

Key words: Organic production, Republic of Serbia regulations, EU regulations

¹University of Belgrade, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Food Hygiene and Technology, Bulevar oslobođenja 18, Belgrade, Serbia (mimica@vet.bg.ac.rs)

²University of Belgrade, Faculty of Veterinary Medicine, Development and International Relations Office, Bulevar oslobođenja 18, Belgrade, Serbia

³University of Belgrade, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Forensic Veterinary Medicine and Legislation, Bulevar oslobođenja 18, Belgrade, Serbia.

HEMIJSKI SASTAV I SENZORNA SVOJSTVA FRANKFURTERA SA BILJNIM ULJIMA

Slaviša Stajić¹, Dušan Živković¹

Izvod: Barene kobasice (frankfurter, mortadela...) su dobro poznati i rado konzumirani proizvodi od mesa. Cilj ovog oglada je bio da se ispita uticaj zamene različitih delova masnog tkiva (20%, 60% i 100%) emulzijama (sa izolatima proteina soje) ulja od koštica grožđa i tikvinog ulja, na hemijski sastav i senzorna svojstva frankfurtera. Sa povećanjem udela biljnih ulja u nadevu utvrđeno je progresivno povećanje sadržaja vlage i proteina dok je sadržaj masti bio manji. Vrsta ulja i količina ulja u nadevu značajno su uticali na rezultate senzorne ocene, uz izraženiji uticaj tikvinog ulja – frankfurteri kod kojih je 100% masnog tkiva zamenjeno emulzijom tikvinog ulja neprihvatljivi su za potrošače.

Ključne reči: frankfurter, ulje od koštica grožđa, tikvino ulje, senzorna svojstva

Uvod

Barene kobasice su dobro poznati i rado konzumirani proizvodi od mesa. U svetu najpoznatiji proizvodi iz ove grupe su frankfurter, hotdog, mortadela i dr. Prema nacionalnom pravilniku Republike Srbije (Službeni glasnik RS, 50/19) grupa barene kobasice je podeljena na četiri podgrupe: fino usitnjene barene kobasice, grubo usitnjene barene kobasice, barene kobasice sa komadima mesa i mesni hlebovi. Nadev fino usitnjenih barenih kobasica (viršla, frankfurter, parizer, safalada) sastoji se od tzv. mesne emulzije koja se priprema usitnjavanjem i mešanjem mesa, masnog tkiva vode i različitih dodataka, od kojih se najčešće koriste kuhinjska so, nitrati i fosfatni preparati. Tokom usitnjavanja narušava se struktura mišićnog i masnog tkiva, proteini miofibrila se rastvaraju u prisustvu kuhinjske soli i fosfata, emulguju oslobođene masne globule i tokom toplotne obrade želiraju – formiraju elastičnu trodimenzionalnu mrežastu strukturu u koju su uklopljeni ostali sastojci nadeva (Xiong, 2007.). Na formiranje i stabilnost mesne emulzije (a samim tim i na kvalitet proizvoda) utiče sadržaj proteina, masti i vode, kao i sadržaj pomenutih dodataka. Masno tkivo ima veliki uticaj na tehnološka i senzorna svojstva proizvoda – prinos, stabilnost tokom skladištenja, boja, miris, ukus, sočnost, mekoća (Choi i sar., 2009.). S druge strane, masno tkivo je bogato zasićenim masnim kiselinama a siromašno polinezasićenim masnim kiselinama, što je povezano sa povećanim rizikom pojave nekih hroničnih poremećaja, kao što su kardiovaskularne bolesti. Pобољшanje profila masnih kiselina u proizvodima od mesa moguće je izvesti zamenom masnog tkiva (ili njegovog dela) uljima sa

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, Beograd, Srbija (stajic@agrif.bg.ac.rs);

povoljnijim profilom masnih kiselina kao što su laneno ulje, ulje od koštica grožđa, ulje semena tikve, riblje ulje (Stajić i sar., 2014.). U početnim istraživanjima zamene masnog tkiva uljima, ulja su dodavana u obliku emulzije sa izolatima proteina soje (IPS), dok se u novijim istraživanjima ulja stabilizuju u različitim gelovima (Stajić i sar., 2020.). Literaturni podaci ukazuju na to da uticaj zamene masnog tkiva biljnim uljima na tehnološka i senzorna svojstva proizvoda od mesa može da zavisi od vrste ulja (tj. njegovih svojstava), načina stabilizovanja pre dodavanja, kao i sadržaja u nadevu proizvoda (Stajić i sar., 2014.; Stajić i sar., 2016.; Stajić i sar., 2018.; Stajić i sar., 2020.).

Cilj ovog oglada jeste da se ispita uticaj zamene različitih delova masnog tkiva emulzijama (sa IPS) ulja od koštica grožđa i tikvinog ulja, na hemijski sastav i senzorna svojstva fino usitnjenih barenih kobasica u tipu frankfurtera.

Materijal i metode rada

Sedam različitih frankfurtera, svaki mase po 4 kg, napravljeno je od junećeg mesa prednje četvrti (oko 48h *postmortem*), čvrstog masnog tkiva (ČMT) i vode/leda. Kontrolni tretman (KON) je napravljen od junećeg mesa, ČMT i vode/leda u odnosu 50:25:25 dok je u modifikovanim tretmanima 20%, 60% i 100% ČMT-a zamenjeno emulzijama ulja od koštice grožđa (KG tretmani) i tikvinim uljem (TK tretmani) – Tabela 1.

Tabela 1. Sastav nadeva frankfurtera
Table 1. Formulation of experimental batches

Tretmani <i>Batches</i>	Meso (%) <i>Meat (%)</i>	ČMT (%) <i>Backfat (%)</i>	Led (%) <i>Ice (%)</i>	Emulzija ulja (%) <i>Oil emulsion (%)</i>	Sadržaj ulja (%) [*] <i>Oil content (%)</i>
KON	50	25	25	0	0
KG5	50	20	25	5	2,27
KG15	50	10	25	15	6,82
KG25	50	0	25	25	11,36
TK5	50	20	25	5	2,27
TK15	50	10	25	15	6,82
TK25	50	0	25	25	11,36

KG – frankfurteri sa uljem od koštica grožđa; TK – frankfurteri sa tikvinim uljem

^{*} sadržaj ulja u nadevu – izračunata vrednost na osnovu formulacije emulzije ulja i nivoa zamena ČMT-a

Meso i ČMT su kupljeni u lokalnoj mesari (meso je očišćeno od masnog tkiva i grubog vezivnog tkiva), isečeni na manje komade, zamrznuti i čuvani na temperaturi od -18 °C do upotrebe (10 dana). Pre izrade frankfurtera, juneće meso i ČMT su temperirani u hladnjači na temperaturi od 4–6 °C tokom 24h, potom su usitnjeni na volfu na rešetki sa otvorima prečnika 10 mm. Emulzije biljnih ulja su pripremljene neposredno pre izrade frankfurtera na način koji su opisali Stajić i sar. (2014): 5 delova vode je mešano s jednim delom izolata proteina soje (SUPRO EX 33 IP, Solae, LLC) u kuteru (Müller EMS, Nemačka) dva minuta pri prvoj brzini noževa i zdela (1410 o/min i 12 o/min); potom je dodato pet delova ohlađenog

ulja i mešanje je nastavljeno 3 do 5 minuta (dok emulzija nije postala kompaktna i stabilna) pri drugoj brzini noževa i zdele (2780 o/min i 24 o/min). Svi tretmani su napravljeni na identičan način: temperirano juneće meso uz dodatak aditiva i leda je usitnjavano 2 min u kuteru na prvoj brzini noževa i zdele, zatim su dodati ČMT i emulzija biljnih ulja (kod modifikovanih tretmana), ostali dodaci i začini. Usitnjavanje je nastavljeno na drugoj brzini noževa i zdele, do postizanja temperature nadeva od 14 °C. Nadev je zatim punjen u kolagene omotače, prečnika 22 mm. U nadev svakog tretmana dodata je ista smeša dodataka: nitritna so 2%, polifosfatni preparat 0,3%, askorbat 0,05%, saharoza 0,2%, beli luk u prahu 0,12%, beli biber u prahu 0,15%, mlevena slatka paprika 0,10%. Frankfurteri su podvrgnuti toplotnoj obradi na sledećem režimu: zasušivanje na 50 °C (10 min), dimljenje na 60 °C (30 min), i obrada na suvoj toploti (85 °C) do postizanja temperature u centru proizvoda 70 °C. Potom su frankfurteri tuširani toplom vodom (oko 50 °C) 15 min i hlađeni u komori za hlađenje na 3±1 °C, tokom noći. Prosečna masa pojedinačnog frankfurtera bila je 54,8 g (n=28).

Po četiri frankfurtera od svakog tretmana je nasumično uzeto da bi se odredio sadržaj vlage (SRPS ISO 1442 (1998)), sadržaj proteina (SRPS ISO 937 (1992)) i sadržaj ukupne masti (SRPS ISO 1443 (1992)).

U senzornoj analizi učestvovalo je 40 studenata Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Pre ocenjivanja, održan je sastanak u trajanju od 15 min, da bi se objasnila procedura ocenjivanja. Ocenjivana su sledeća svojstva frankfurtera: boja na preseku, miris i ukus primenom hedonske skale: 1 - izuzetno neprihvatljivo, 5 - ni prihvatljivo ni neprihvatljivo, 9 - izuzetno prihvatljivo. Pre ocenjivanja frankfurteri su isečeni na komade dužine oko 2,5 cm, zagrejani u mikrotalasnoj pećnici (20 s na 650 W) i služeni ocenjivačima nasumičnim redosledom, označeni trocifrenom šifrom na belom tanjiru. Ocenjivači su koristili vodu sobne temperature da bi očistili čula. Jednofaktorijalna analiza je korišćena za obradu rezultata, koji su prikazani kao srednja vrednost ± standardna devijacija. Statistička značajnost je određena na nivou $P < 0,05$.

Rezultati istraživanja i diskusija

Sadržaj vlage, ukupnih proteina i masti (Tabela 2) značajno su se menjali sa povećanjem udela emulzije ulja u formulaciji frankfurtera. Sadržaj vlage se progresivno povećavao sa povećanjem udela emulzije ulja u nadevu. Međutim, nije utvrđena značajna razlika između KON i tretmana sa 20% zamenjenog ČMT-a (KG5 i TK5). Frankfurteri kod kojih je 60% i 100% ČMT-a (KG15, K25, TK15 i TK25) zamenjeno emulzijama ulja imali su značajno veći sadržaj vlage u odnosu na KON i u odnosu na frankfurtere kod kojih je 20% ČMT-a (KG5 i TK5) zamenjeno emulzijom biljnog ulja. Ovi rezultati posledica su različitih sadržaja vlage emulzija ulja i ČMT-a – 45,45% u emulziji ulje (izračunata vrednost na osnovu formulacije), dok je sadržaj vlage u ČMT-u uglavnom manji od 15% (Wood i sar., 2008.). Sadržaj masti takođe je progresivno i značajno bio manji sa povećanjem udela emulzije biljnih ulja u nadevu kao posledica manjeg sadržaja masti u emulziji biljnih ulja

(45,45% – izračunata vrednost) u odnosu na ČMT –više od 80% (Wood i sar., 2008.).

Tabela 2. Hemijski sastav frankfurtera
Table 2. Proximate composition of Frankfurters

Tretmani Treatments	Vlaga (%) Moisture (%)	Mast (%) Fat (%)	Proteini (%) Protein (%)
KON	57,41±0,19d	23,76±0,34a	13,70±0,19c
KG5	57,70±0,51d	22,84±0,11b	14,60±0,25b
KG15	59,19±0,52c	20,92±0,30c	15,11±0,70ab
KG25	62,60±0,34a	18,09±0,28e	15,58±0,27a
TK5	57,70±0,82d	22,39±0,40b	15,43±0,27ab
TK15	61,41±0,48b	20,03±0,21d	14,87±0,15ab
TK25	62,98±0,28a	17,86±0,22e	15,19±0,42ab

KG – frankfurteri sa uljem od koštica grožđa; TK – frankfurteri sa tikvinim uljem
a–e vrednosti u istoj koloni s različitim slovima značajno se razlikuju ($p<0,05$)

Takođe, sadržaj ukupnih proteina kod frankfurtera sa biljnim uljima je bio značajno veći u odnosu na KON, bez značajnog povećanja sa porastom udela emulzije biljnih ulja u nadevu. Slično rezultatima ovog oglada, Domínguez i sar., (2017.) su utvrdili značajno veći sadržaj vlage i značajno manji sadržaj masti zamenom ČMT-a dvostrukom emulzijom ulja perile. S druge strane, Stajić i sar. (2018.) zamenom različitih delova emulzije pilećih kožica emulzijom i alginatnim gelom lanenog ulja nisu utvrdili značajne promene osnovnog hemijskog sastava pilećih frankfurtera, zbog njihovog sličnog osnovnog hemijskog sastava.

Rezultati senzorne ocene ukazuju na to da, pored udela emulzije biljnih ulja, na ocene ocenjivača značajno utiče i vrsta ulja (Tabela 3).

Tabela 3. Rezultati senzorne ocene
Table 3. Results of sensory evaluation

	Boja Colour	Miris Odour	Ukus Taste
KON	7,47±1,22a	7,18±1,43a	7,79±1,30a
KG5	7,18±1,45a	6,82±1,39a	7,63±0,97a
KG15	6,68±1,12a	6,68±1,73ab	6,58±1,54bc
KG25	7,29±1,11a	6,66±1,81ab	6,53±1,83bc
TK5	6,74±1,16a	5,68±1,71bc	5,74±1,84cd
TK15	5,71±1,89b	5,29±1,96cd	4,79±2,13d
TK25	4,45±1,78c	4,18±1,56d	3,53±1,78e

a–e Vrednosti u istoj koloni s različitim slovima značajno se razlikuju ($p<0,05$)

U pogledu boje na preseku, svi frankfurteri sa uljem od koštica grožđa (KG tretmani) nisu dobili značajno manje ocene u odnosu na KON. S druge strane, od frankfurtera sa tikvinim uljem (TK tretmani) samo je TK5 ocenjen sličnim ocenama kao KON i svi KG frankfurteri, dok su TK15 i TK25 ocenjeni značajno nižim ocenama u odnosu na ostale frankfurtere. Slični rezultati utvrđeni su i u pogledu

mirisa - KG frankfurteri nisu ocenjeni značajno nižom ocenom u odnosu na KON, dok su svi TK frankfurteri ocenjeni značajno nižim ocenama u odnosu na KON, ali i u odnosu na KG frankfurtere sa istim sadržajem ulja u nadevu. Najveće razlike uočene su u pogledu ocena ukusa - samo KG5 frankfurter je ocenjen sličnom ocenom kao KON dok su rezultati senzorne ocene kod TK frankfurtera, slično kao i u pogledu boje i mirisa, progresivno bile manje sa povećanjem udela emulzije tikvinog ulja u nadevu, tako da je TK25 (100% ČMT-a zamenjeno emulzijom tikvinog ulja) slično kao i u pogledu boje i mirisa, ocenjen ocenom koja ukazuje na neprihvatljivost ovog proizvoda. Ovakve razlike posledica su različitih senzornih svojstava ulja upotrebljenih u ovom ogledu. Dok je rafinisano ulje od koštica grožđa neutralnog mirisa i ukusa (Stajić i sar., 2014), tikvino ulje je specifičnog mirisa i ukusa. Takođe, tikvino ulje je tamnije od ulja od koštica grožđa - na osnovu literaturnih podataka L* vrednosti (svetloća) tikvinog ulja je 44,8 (Rezig i sar., 2012.) naspram 88,47 kod ulja od koštica grožđa (Giacomelli i sar., 2006.).

Zaključak

Zamenom čvrstog masnog tkiva u formulaciji frankfurtera emulzijama ulja od koštica grožđa i tikvinog ulja mogu se dobiti proizvodi boljih nutritivnih svojstava. S druge strane, na senzorni kvalitet dobijenih proizvoda značajno je uticalo nivo zamene čvrstog masnog tkiva u vrsta ulja. Upotrebom tikvinog ulja, kao zamene za čvrsto masno tkivo, tako da je njegov sadržaj u nadevu frankfurtera veći od 6%, mogu se dobiti proizvodi koji su neprihvatljivi za potrošače.

Napomena

Istraživanja su deo projekta III-46009, koji finansira MPNTR Republike Srbije.

Literatura

- Choi Y.-S., Choi J.-H., Han D.-J., Kim H.-Y., Lee M.-A., Kim H.-W., Jeong J.-Y., Kim C.-J. (2009). Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. *Meat Science*. 82(2): 266–271.
- Domínguez R., Pateiro M., Agregán R., Lorenzo, J. M. (2017). Effect of the partial replacement of pork backfat by microencapsulated fish oil or mixed fish and olive oil on the quality of frankfurter type sausage. *Journal of Food Science and Technology*. 54(1): 26–37.
- Giacomelli L., Mattea M., Ceballos C. (2006). Analysis and characterization of edible oils by chemometric methods. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 83(4): 303–308.
- Rezig L., Chouaibi M., Msaada K., Hamdi S. (2012). Chemical composition and profile characterisation of pumpkin (*Cucurbita maxima*) seed oil. *Industrial Crops and Products*. 37 (1): 82–87.

- Službeni glasnik RS, 50/19. Pravilnik o kvalitetu usitnjenog mesa, poluproizvoda od mesa i proizvoda od mesa. Službeni glasnik Republike Srbije 50/19.
- Stajić S., Stanišić N., Novaković S., Kovjanić N., Tomović V., Jokanović M., Živković D. (2016). Uticaj biljnih ulja na fizičko-hemijska i senzorna svojstva suvih fermentisanih kobasica. Objavljeno u XXI Savetovanje obitehnologiji, 755–760. Čačak, Srbija: Agronomski fakultet, Čačak.
- Stajić S., Stanišić N., Tomasevic I., Djekic I., Ivanović N., Živković D. (2018). Use of linseed oil in improving the quality of chicken frankfurters. *Journal of Food Processing and Preservation*. 42(2): e13529.
- Stajić S., Tomasevic I., Stanišić N., Tomović V., Lilić S., Vranić D., Barba F., Lorenzo J., Živković D. (2020). Quality of dry-fermented sausages with backfat replacement – Fermented sausages with high content of flaxseed oil and pre-treated with soy protein isolate and alginate. *Fleischwirtschaft*. 100(7): 74–81.
- Stajić S., Živković D., Tomović V., Nedović V., Perunović M., Kovjanić N., Lević S., Stanišić, N. (2014). The utilisation of grapeseed oil in improving the quality of dry fermented sausages. *International Journal of Food Science and Technology*, 49 (11): 2356–2363.
- Wood J. D., Enser M., Fisher A. V., Nute G. R., Sheard P. R., Richardson R. I., Hughes S. I., Whittington F. M. (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*. 78(4): 343–358.

CHEMICAL COMPOSITION AND SENSORY CHARACTERISTICS OF FRANKFURTERS WITH PLANT OILS

Slaviša Stajić¹, Dušan Živković

Abstract

Emulsified sausages (e.g. frankfurters, mortadella) are well-known and widely consumed meat products. The aim of this experiment was to examine the impact of the substitution of various proportions of fatty tissue (20%, 60% and 100%) with emulsions (with soy protein isolate) of grapeseed and pumpkin seed oil on the chemical composition and sensory characteristics of frankfurters. We determined that the higher share of plant oils in the mixture led to a progressive increase in the moisture and protein contents, whereas the fat content decreased. The type and amount of oil in the batches had a significant impact on sensory evaluation results, with pumpkin seed oil having a more pronounced impact – frankfurters where 100% of the fatty tissue was substituted with pumpkin seed oil emulsion were unacceptable for consumers.

Key words: frankfurters, grapeseed oil, pumpkin seed oil, sensory characteristics

¹University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Belgrade (stajic@agrif.bg.ac.rs)

„UTICAJ ODREĐENIH STRESOGENIH FAKTORA NA KVALITET GOVEĐEG MESA“

Vladimir Kurćubić¹, Slaviša Stajić², Nemanja Miletić¹

Izvod: Stres se neizbežno javlja u modernom govedarstvu, u lancu proizvodnje goveđeg mesa, od farme do klanice. Efekti stresa na ponašanje, fiziološki status i kvalitet mesa su ispitivani od strane većeg broja autora. Mehanizam efekata stresa na fiziološke i biohemijske promene i posledični efekti na atribut kvaliteta mesa su nedovoljno poznati. Ovaj pregled prikazuje primarne faktore stresa koji utiču na dobrobit životinja i uzrokuju biohemijske promene tokom ranog postmortalnog perioda, što umanjuje kvalitet trupova i njihov nutritivni kvalitet. Da bi se dobilo meso visokog kvaliteta, potrebne su dalje studije na razotkrivanju kompleksnih, gore pomenutih, mehanizama.

Ključne reči: stres, kvalitet goveđeg mesa, unutrašnji i spoljašnji stresori

Uvod

Stres se javlja pri izlaganju životinja unutrašnjim ili spoljnim stresorima, koji remete normalnu fiziološku ravnotežu, i narušavaju homeostazu organizma (Wiepkema and Koolhaas, 1993.). Biologija stresa aktivira autonomni nervni sistem i osu hipotalamus-hipofiza-nadbubrežna žlezda (hypothalamic-pituitary-adrenal - HPA) (Moberg, 2000.). Autonomni odgovor, posredovan kateholaminima (adrenalin i noradrenalin), pokreće se kao reakcija na stresore koji zahtevaju brzi odgovor i uključuju više metaboličkih efekata.

Oslobađanje glukokortikoida (kortizola) nastaje aktivacijom HPA ose, i pojačava metaboličke efekte kateholamina, iako je odgovor obično sporiji (Moberg, 2000.). Povećan nivo hormona stresa u mišićima dovodi do *post mortem* metaboličkih/strukturnih modifikacija, koje se odražavaju se na kvalitet mesa. Istraživanja metaboličkog efekta ubrizgavanja jagnjadima adrenalina ili kortizola, kako bi se simulirao animalni model akutnog stresa. Rezultati ukazuju da injekcije adrenalina ili kortizola dovode do ubrzanog metabolizma glukoze i rasta temperature mišića. Tretman adrenalinom je uticao na pH mišića, neposredno *post mortem*. Sposobnost vezivanja vode (Water Holding Capacity - WHC) svežeg mišića, krajnji pH mišića i temperatura registrovani 24 sata *post mortem* nisu bili pod uticajem aplikovanih hormona. Tvrdoca i adhezivnost LD mišića procenjeni 3 dana *post mortem* imaju tendenciju povećanja, usled delovanja adrenalina ili kortizola.

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Republika Srbija (vkurcubic@kg.ac.rs);

²Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080, Beograd - Zemun, Republika Srbija;

Rezultati pokazuju da su ubrizgani hormoni uticali *post mortem* na biohemiju mišića i krivu pH/t°, nezavisno od krajnjeg pH mišića (Pighin et al., 2013.).

Najčešći problemi koje izaziva stres kod goveda su gubitak težine, povrede trupa i promena kvaliteta mesa, posebno zbog povećanja pH (>5,8), koji utiče na mekoću i boju mesa - tamno meso (Lomiwes et al., 2014.; Carvalho dos Santos, 2019.).

Stresogeni faktori koji utiču na kvalitet goveđeg mesa

Transport životinja izaziva stresne reakcije. Glavni faktori su gustina utovarene stoke, ambijentalni uslovi, trajanje transporta i ljudski faktor (Knovles & Varriss, 2007.; Adzitei & Nurul, 2011.; Schwartzkopf-Genswein et al., 2012.). Oni utiču na dobrobit životinja i osobine kvaliteta mesa (težinu trupa, pH mišića, sposobnost vezivanja vode i boju mesa). Posle klanja i obrade nakon klanja, trupovi se najčešće ocenjuju u skladu sa pravilima EUOP sistema (Węglarz, 2010.).

Merenje rektalne temperature ispitivanih goveda ukazuje da produženje transporta povećava rektalnu temperaturu, pa služi kao indikator sindroma stresa kod bikova. Pored merenja rektalne temperature kao pokazatelja sindroma stresa, kod goveda se danas koriste druge metode (Delić et al., 2014.):

- Merenje temperature pomoću infracrvene tomografije;
- Merenje kortizola u pljuvački i krvi - Opšti adaptacioni sindrom ukazuje na povećanu koncentraciju kortizola tokom stresa.
- Merenje kortizola u dlaci - najnovija metoda 21. veka, koja može odrediti čak i vreme pojave stresa, pa će u budućnosti biti moguće da se odredi da li je stres nastao pre nekoliko dana, nedelja ili čak meseci.

Lučenje hormona adrenalne žlezde je reakcija životinja na stresore. Organizam na stresore reaguje lučenjem hormona, što se naziva opšti adaptacioni sindrom, koji ima za posledicu pojavu *DFD mesa* (Dark-tamno, Firm-čvrsto i Dry-suvo). DFD meso ima posebne fizičko-hemijske i tehnološke osobine, prouzrokovane modernim načinom uzgoja i tova mladih goveda za klanje i metodama njihove komercijalizacije, transporta i postupaka pre klanja. EU je donela brojne regulative koje propisuju uslove transporta životinja, radi obezbeđivanja minimalnih zahteva za dobrobit određene vrste životinja i minimiziranju stresora naročito štetnih u proizvodnji junećeg mesa. Direktiva Council 91/698/EC detaljno definiše uslove transporta životinja. Dopunjena je direktivom Council Directive 95/29/EC, Reg. 97/174, Reg. 98/05, u segmentu uslova transporta, definicije ruta transporta, broja životinja po kvadratnom metru i maksimalnog vremena provedenog u transportu. Rezultati ispitivanja pH₂₄ *M. longissimus dorsi* mladih bikova transportovanih na klanje sa distance od 150 km pokazali su da je 28% ispitivanih mišića imalo pH₂₄ 6,0 ili >6,0. Vrednosti pH₂₄ *M. longissimus dorsi* mladih bikova koji su transportovani na klanje sa razdaljine od 15 km bile su u dozvoljenim granicama, a meso nije imalo karakteristike DFD mesa (Aleksić et al., 2006.).

Dobrobit životinja zaokuplja pažnju istraživača i stručnjaka, i razmatra se kao kritična tačka za kvalitet mesa i bezbednost hrane (Keeling, 2005.; Schwartzkopf-Genswein et al., 2012.). Vrsta, trajanje, i intenzitet stresora i osetljivost goveda na

njih su od velike važnosti za dobrobit životinja i kvalitet mesa. Efekti stresora na kvalitet mesa, koji deluju pred klanje grla, ogledaju se u snažno izraženim nedostacima kvaliteta mesa, modricama, krvarenjima i obimnijim širenjem patogenih. Degradacija mesa i mesnih prerađevina izaziva ogromne ekonomske gubitke u mesnoj industriji. U zavisnosti od vrste stresora, njihov uticaj se reperkutuje na vrednije delove trupa. U zavisnosti od izvora stresa, životinje pokazuju strah, dehidraciju i glad, povećan umor i fizičke povrede, doprinoseći potencijalu promena njihove energetske homeostaze, unutarćelijske dinamike jona, proteaznog sistema i proteina u skeletnim mišićima (Ouali et al., 2006.; Scheffler & Gerrard, 2007.).

Odgovor na stres je složen i multivarijantan, a interakcije među stresorima dovode do nepredvidivih odgovora životinja (Bianchi et al., 2006.). Varijabilnost u učestalosti tamnog goveđeg i ovčijeg isečenog mesa između životinja iste rase, hranjenih na isti način i transportovanih u istu klanicu, pripisana je različitim upravljačkim praksama i individualnoj osetljivosti na stres (Ponnampalam et al., 2017.).

Za sve životinjske vrste su presudne njihove reakcije na *promene ambijenta*, povezane sa temperaturom, posebno sa *toplotnim stresom*. Mortaliteta usled toplotnog stresa uključuje uginuća kod ovaca izloženih suncu i veliku smrtnost goveda i živine izložene transportu pri visokoj temperaturi okoline, po dolasku u klanicu (Gregory, 2010.). Kod *Bos indicus* goveda izloženih visokoj temperaturi ambijenta, javlja se DFD meso (Wheeler et al., 2001.). Rizik od kontaminacije trupova živine i svinja sa *E. coli* i *Salmonelom* se povećavao tokom sezonskog toplotnog stresa (Gregory, 2010.).

Manipulisanje životinjama pre klanja uključuje uskraćivanje hrane/vode, transport, smeštaj, omamljivanje, transportno pakovanje, vezivanje i druge procedure, koje izazivajući stres utiču na kvalitet mesa životinja. Za većinu preživara, period uskraćivanja hrane je obično kraći od 24 sata. U nekim situacijama taj period se može produžiti na 36 do 48 sati. Na klanicama se preporučuje da pristup vodi bude nesmetan, da bi se životinje rehidrirale tokom odmora, posebno kada je visoka temperatura okoline (Ferguson & Warner, 2008.).

Produženo vreme boravka u stočnom depou klanice dovodi do učestale pojave DFD i oštećenja kože. Dokazana je visoka pozitivna korelacija između produženog boravka goveda u stočnom depou sa povećanim sadržajem laktata u krvi, modricama, i tamnijom bojom mesa (Dokmanovic et al., 2015.; Carrasco-García, 2020.).

Ambijentalni uslovi tokom odmora u depou (temperatura, nivo buke, prenaseljenost objekta, međusobna borba goveda) i pravilan odabir i primena metoda za omamljivanje goveda u velikoj meri utiču na nivo stresa i kvalitet njihovog mesa. Nivo stresa indirektno zavisi od unutrašnjih faktora, npr. pola, starosti i zdravstvenog stanja.

Oksidativni stres nastaje usled viška slobodnih radikala, koji štetno deluju na ćelijske biomakromolekule (DNK, proteine i lipide). Oksidacija je glavni uzrok koji utiče na funkcionalnost proteina mišića, senzorni i nutritivni kvalitet animalnih

proizvoda i njihov rok trajanja (Zhang et al., 2013.). Visoke temperature ambijenta i oksidisani obroci najviše utiču na oksidativni stres životinja. Nakon hlađenja, trupovi jagnjadi hranjenih visokoenergetskom koncentrovanom hranom imali su viši nivo proteinskih karbonila od jagnjadi hranjenih na paši (Santé-Lhoutellier et al., 2008.). Regulacija pre klanja NO sintaze (NOS) indukovane izmenjenom nitrozilacijom utiče na nežnost jagnječeg mesa *postmortem* (Cottrell et al., 2008.; Cottrell, et al., 2015.). Na kvalitet mesa utiču i poremećaji dobrobiti životinja, a genetska osnova izaziva varijacije u reaktivnosti životinja na stres.

Savremeni koncepti regulisanja formiranja kvaliteta mesa

Mutacije u sistemu miostatina i kalpaina preživara imaju direktnu vezu sa nežnošću mesa (Warner et al., 2010.). Dodavanje obrocima vitamina E ili polifenolnih jedinjenja poboljšava dobrobit životinja i antioksidativni status u uslovima stresa (Falovo et al., 2014.; Zhang et al., 2017.) i poboljšava oksidativnu stabilnost i senzorne atribute proizvoda animalnog porekla tokom prerade (Rossi et al., 2013.).

Prva faza pretvaranja mišića u meso su promene tokom klanja. Stresori su aktivni tokom postmortalnog postizanja kvaliteta mesa. Ni danas nisu potpuno definisani precizni mehanizmi koji objašnjavaju uticaj stresa na kvalitet mesa.

Proteolitički sistem: sistem kalpaina, katepsina (lizozomalnih proteina) i multikatalitički proteazomski kompleks su glavni proteolitički sistemi prisutni u mišiću. Dokazana je njihova uloga u proteolizi citoskeletnih proteina i razmekšanju mesa tokom postmortalnog zrenja (Koohmaraie & Geesink, 2006.)

Pretpostavlja se da na kvalitet mesa utiče postmortalna proteoliza miofibrilarnih proteina (titin, integrin i desmin). Ograničena proteoliza dezmina i troponina-T zbog povećane negativne denaturacije proteina, utiče na postmortalno razmekšanje govedine (Kim et al., 2010.). Dokazano je da je visoka aktivnost kalpastatina u korelaciji sa ograničenom postmortalnom proteolizom i velikom silom smicanja kod goveđeg i jagnječeg mesa (Lonergan et al., 2001.).

β -agonisti iz obroka indukuju visoke vrednosti smicanja kod teladi, koje su paralelne sa visokom aktivnošću kalpastatina i smanjenju odnosa μ -kalpain/kalpastatin (Garssen et al., 1995.). Dodatak vitamina E umanjuje oksidativni status goveda tokom rane postmortalne faze i ograničava aktivnost kalpastatina, a nije imao efekta na autolizu μ -kalpaina; dakle, proteoliza je ubrzana i proces razmekšanja je unapređen tokom zrenja (Rove et al., 2004.). U drugom slučaju, bikovi hranjeni hranom sa visokim sadržajem sumpornih jedinjenja pokazali su manju aktivaciju μ -kalpaina, što je rezultiralo smanjenom razgradnjom proteina (Pogge et al., 2015.). Aktivnosti katepsina B su u pozitivnoj korelaciji sa mekoćom govedine (O'Halloran et al., 1997.).

Post-translacione modifikacije proteina (fosforilacija, glikozilacija/glikacija, oksidacija i acetilacija) rapidno menjaju enzimsku aktivnost. Fosforilacija inhibira aktivnost μ -kalpaina, koja je zavisna od temperature i koncentracije kalcijuma (Du et al., 2017.; Li et al., 2017.), ukazujući na suštinsku ulogu fosforilacije proteina u razmekšanju mesa tokom postmortalnog zrenja. Oksidacija goveđih miofibrilarnih

proteina *in vitro* pokazala je različite obrasce proteolize μ -kalpaina, od kojih je proteoliza teškog lanca miozina i α -aktinina pojačana, a proteoliza troponina-T smanjena (Xue et al., 2012.). Stres indukuje prekomernu produkciju slobodnih radikala, koji posreduju u oksidaciji i nitrozilaciji proteina i utiču na kvalitet mesa.

Zaključak

Sve karike u lancu proizvodnje mesa moraju biti uključene, da bi se omogućilo da se dobije kvalitetan, trajan i prihvatljiv proizvod od mesa preživara. Informacije o proizvođačima i potrošačima treba da budu dostupne, kako bi razumeli karakteristike proizvoda i omogućili unapređenje njihovog kvaliteta. Neophodna su buduća istraživanja za razotkrivanje zamršenih mehanizama ključnih signala ili medijatora, koji su osnova efekata stresora na biohemijske promene koje nastaju nakon klanja.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta Ugovor br. 451-03-9/2021-14 koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja.

Literatura

- Adzitey, F., Nurul, H. (2011). Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: Causes and measures to reduce these incidences - A mini review. *International Food Research Journal*, 18(1), 11-20.
- Aleksić, S., Petrović, M.M., Mišćević, B., Sretenović, Lj., Pantelić, V., Josipović, S., Tomašević, D., Trenkovski, S. (2006). Technological improvement of the quality of beef from the aspect of transport of young cattle to slaughtering. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 22(1-2), 47-53.
- Bianchi, M., Petracci, M., Cavani, C. (2006). The influence of genotype, market live weight, transportation, and holding conditions prior to slaughter on broiler breast meat color. *Poultry Science*, 85(1), 123-128.
- Carrasco-García, A.A., Pardo-Sedas, V.T., León-Banda, G.G., Concepción Ahuja-Aguirre, C., Paredes-Ramos, P., Hernández-Cruz, B.C., Murillo, V.V. (2020). Effect of stress during slaughter on carcass characteristics and meat quality in tropical beef cattle. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 33(10), 1656-1665.
- Carvalho dos Santos, T., Gates, R.S., Souza, Cd.F., Tinôco, Id.F.F., Cândido, M.G.L., Freitas, L.C.dS.R. (2019). Meat Quality Parameters and the Effects of Stress: A Review. *Journal of Agricultural Science and Technology B*, 9, 305-315.
- Cottrell, J., Ponnampalam, E., Dunshea, F., Warner, R. (2015). Effects of infusing nitric oxide donors and inhibitors on plasma metabolites, muscle lactate production and meat quality in lambs fed a high quality roughage-based diet. *Meat Science*, 105(2), 8-15.

- Cottrell, J.J., McDonagh, M., Dunshea, F., Warner, R. (2008). Inhibition of nitric oxide release pre-slaughter increases post-mortem glycolysis and improves tenderness in ovine muscles. *Meat Science*, 80(2), 511-521.
- Delić, N., Aleksić, S., Petrović, M.M., Pantelić, V., Ostojić, D., Petričević, M., Nikšić, D. (2014). Methods for determining stress syndrome in beef cattle and its relevance to quality of meat. *Biotechnology in Animal Husbandry* 30(1), 37-44.
- Dokmanovic, M., Baltic, M. Z., Duric, J., Ivanovic, J., Popovic, L., Todorovic, M., ... Pantic, S. (2015). Correlations among stress parameters, meat and carcass quality parameters in pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28(3), 435.
- Du, M., Li, X., Li, Z., Li, M., Gao, L., Zhang, D. (2017). Phosphorylation inhibits the activity of μ -calpain at different incubation temperatures and Ca^{2+} concentrations in vitro. *Food Chemistry*, 228, 649-655.
- Falowo, A.B., Fayemi, P.O., Muchenje, V. (2014). Natural antioxidants against lipid-protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. *Food Research International*, 64, 171-181.
- Ferguson, D., Warner, R. (2008). Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Science*, 80(1), 12-19.
- Garssen, G.J., Geesink, G.H., Hoving-Bolink, A.H., Verplanke, J.C. (1995). Effects of dietary clenbuterol and salbutamol on meat quality in veal calves. *Meat Science*, 40(3), 337-350.
- Gregory, N. (2010). How climatic changes could affect meat quality. *Food Research International*, 43(7), 1866-1873.
- Guerrero, A., Valero, M.V., Campo, M.M., Sañudo, C. (2013). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 35(4), 335-347.
- Xue, M., Huang, F., Huang, M., Zhou, G. (2012). Influence of oxidation on myofibrillar proteins degradation from bovine via μ -calpain. *Food Chemistry*, 134(1), 106-112.
- Keeling, L.J. (2005). Healthy and happy: Animal welfare as an integral part of sustainable agriculture. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 34(4), 316-319.
- Kim, Y.H., Lonergan, S.M., Hufflonergan, E. (2010). Protein denaturing conditions in beef deep semimembranosus muscle results in limited μ -calpain activation and protein degradation. *Meat Science*, 86(3), 883-887.
- Knowles, T.G., Warriss, P.D. (2007). Stress physiology of animals during transport. In T. Grandin (Ed.), *Livestock, handling and transport* (3rd ed., pp. 312-328). Wallingford, UK: CABI Publishing.
- Koohmaraie, M., Geesink, G.H. (2006). Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. *Meat Science*, 74(1), 34-43.
- Li, Q., Li, Z., Lou, A., Wang, Z., Zhang, D., Shen, Q.W. (2017b). Histone acetyltransferase inhibitors antagonize AMP-activated protein kinase in postmortem glycolysis. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 30(6), 857-864.

- Lomiwes, D., Farouk, M.M., Wu, G., Young, O.A. (2014). The development of meat tenderness is likely to be compartmentalised by ultimate pH. *Meat Science*, 96, 646-651.
- Lonergan, S.M., Huff-Lonergan, E., Wiegand, B.R., Kriese-Anderson, L.A. (2001). Postmortem proteolysis and tenderization of top loin steaks from Brangus cattle. *Journal of Muscle Foods*, 12(2), 121-136.
- Moberg, G.P. (2000). Biological response to stress implications to animal welfare. In: Moberg G P, Mench J A, eds., *The Biology of Animal Stress - Basic Principles and Implications for Animal Welfare*. CABI Publishing, Oxon, UK., 1-22.
- O'Halloran, G.R., Troy, D.J., Buckley, D.J., Reville, W.J. (1997). The role of endogenous proteases in the tenderisation of fast glycolysing muscle. *Meat Science*, 47(3-4), 187-210.
- Ouali, A., Herrera-Mendez, C.H., Coulis, G., Becila, S., Boudjellal, A., Aubry, L., Sentandreu, M.A. (2006). Revisiting the conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms. *Meat Science*, 74(1), 44-58.
- Pighin, D.G., Cunzolo, S.A., Zimerman, M., Pazos, A.A., Domingo, E., Pordomingo, A.J., Grigioni, G. (2013). Impact of Adrenaline or Cortisol Injection on Meat Quality Development of Merino Hoggets. *Journal of Integrative Agriculture*, 12(11), 1931-1936.
- Pogge, D.J., Lonergan, S.M., Hansen, S.L. (2015). Effects of duration of vitamin C supplementation during the finishing period on postmortem protein degradation, tenderness, and meat color of the longissimus muscle of calf-fed steers consuming a 0.31 or 0.59% sulfur diet. *Journal of Animal Science*, 93(5), 2567-2575.
- Ponnampalam, E.N., Hopkins, D.L., Bruce, H., Li, D., Baldi, G., Bekhit, A.E.D. (2017). Causes and contributing factors to "dark cutting" meat: Current trends and future directions: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(3), 400-430.
- Rossi, R., Pastorelli, G., Cannata, S., Tavaniello, S., Maiorano, G., Corino, C. (2013). Effect of long term dietary supplementation with plant extract on carcass characteristics meat quality and oxidative stability in pork. *Meat Science*, 95(3), 542-548.
- Rowe, L., Maddock, K., Lonergan, S.M., Huff-Lonergan, E. (2004). Influence of early postmortem protein oxidation on beef quality. *Journal of Animal Science*, 82(3), 785-793.
- Santé-Lhoutellier, V., Engel, E., Aubry, L., & Gatellier, P. (2008). Effect of animal (lamb) diet and meat storage on myofibrillar protein oxidation and in vitro digestibility. *Meat Science*, 79(4), 777-783.
- Scheffler, T., Gerrard, D. (2007). Mechanisms controlling pork quality development: The biochemistry controlling postmortem energy metabolism. *Meat Science*, 77(1), 7-16.
- Schwartzkopf-Genswein, K., Faucitano, L., Dadgar, S., Shand, P., González, L., Crowe, T. (2012). Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on animal welfare, carcass and meat quality: A review. *Meat Science*, 92(3), 227-243.

- Warner, R., Greenwood, P., Pethick, D., Ferguson, D. (2010). Genetic and environmental effects on meat quality. *Meat Science*, 86(1), 171-183.
- Węglarz, A. (2010). Meat quality defined based on pH and colour depending on cattle category and slaughter season *Czech Journal of Animal Science*, 55(12), 548-556.
- Wiepkema, P.R., Koolhaas, J.M. (1993.). Stress and animal welfare. *Animal Welfare*, 2(3), 195-218.
- Xing, T., Gao, F., Tume, R.K., Zhou, G., Xu, X. (2019). Stress Effects on Meat Quality: A Mechanistic Perspective. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 18, 380-401.
- Zhang, C., Zhao, X., Wang, L., Yang, L., Chen, X., Geng, Z. (2017). Resveratrol beneficially affects meat quality of heat-stressed broilers which is associated with changes in muscle antioxidant status. *Animal Science Journal*, 88(10), 1569-1574.
- Zhang, W., Xiao, S., Ahn, D.U. (2013). Protein oxidation: Basic principles and implications for meat quality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(11), 1191-1201.

"INFLUENCE OF CERTAIN STRESSOGENIC FACTORS ON THE QUALITY OF BEEF"

Vladimir Kurćubić¹, Slaviša Stajić², Nemanja Miletić¹

Abstract

Stress inevitably occurs from farm to slaughter in modern cattle breeding. The effects of stress on behavior, physiological status, and meat quality have been examined by a number of authors. The mechanism of the effects of stress on physiological and biochemical changes and the consequent effects on meat quality attributes are significantly more limited. This review summarizes the primary stress factors that affect animal welfare and cause biochemical changes during the early postmortem period, which reduces the quality of carcasses and their nutritional quality. In order to obtain high quality meat, further studies are needed to uncover the complex mechanisms mentioned above.

Key words: stress, meat quality, internal and external stressors

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Republic of Serbia (vkurcubic@kg.ac.rs)

²University of Belgrade - Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080, Belgrade – Zemun, Republic of Serbia

UTICAJ pH VREDNOSTI NA ANTIRADIKALSKI KAPACITET 4,7-DIHIDROKSIKUMARINA

Žiko Milanović^{1,2}, Ana Kesić¹, Edina Avdović¹, Jelena Đorović Jovanović¹, Dejan Milenković¹

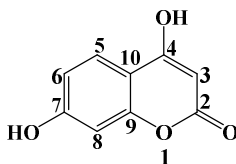
Izvod: Primenom sofisticiranih računarskih metoda vršeno je ispitivanje mehanizama antiradikalskog delovanja 4,7-dihidroksikumarina sa peroksi ($\text{HOO}\cdot$) radikalom u vodi pri različitim pH vrednostima (0-14). Acido-bazne vrste, koje su procentualno različito zastupljene pri različitim pH vrednostima, doprinose sveobuhvatnom ispitivanju antiradikalskog kapaciteta. Ukupna konstanta brzine reakcije (k_{ukupno}) operativnih reakcionih puteva (HAT i RAF) od $2.07 \times 10^2 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$, pri fiziološkom pH, ukazuje na umerenu sposobnost uklanjanja $\text{HOO}\cdot$ radikala. Vrednost k_{ukupno} od $1.05 \times 10^3 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$ koja se javlja pri $\text{pH} > 10$ ukazuje na maksimum antiradikalskog kapaciteta 4,7-dihidroksikumarina prema $\text{HOO}\cdot$ radikal.

Ključne reči: antioksidansi, 4,7-dihidroksikumarin, DFT

Uvod

Derivati kumarina predstavljaju široko rasprostranjena jedinjenja u biljnom svetu koja pokazuju širok spektar bioloških aktivnosti kao što su antitumorska, antibakterijska, antifungalna, antiinflamatorna, antioksidativna itd. (Talapatra i Talapatra, 2015). Brojna istraživanja poslednjih decenija pokazala su da derivati kumarina s fenolnim hidroksilnim grupama pokazuju sposobnost inaktivacije reaktivnih radikalskih vrsta (Kalkhambkar, 2011).

Jedinjenje 4,7-dihidroksikumarin (**4,7-DHK**, Slika 1) predstavlja dihidroksilni derivat kumarina čiji antioksidativni kapacitet nije ispitan. Strukturna analogija sa efikasnim antioksidantima kao što su 7-hidroksikumarin i 6,7-dihidroksikumarin ukazuje na potencijalno efikasnu antiradikalску aktivnost (Fylaktakidou, 2004).



Slika 1. Struktura 4,7-dihidroksikumarina (4,7-DHK) sa numeracijom atoma
Figure 1. Structure of the 4,7-dihydroxycoumarin (4,7-DHK) with atomic numbering

¹Univerzitet u Kragujevcu, Institut za informacione tehnologije, Jovana Cvijića bb, Kragujevac, Srbija (ziko.milanovic@pmf.kg.ac.rs);

²Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Srbija.

Iz tog razloga, izvršeno je ispitivanje mehanizama antiradikalnog delovanja (transfer vodonikovog atoma (HAT), formiranje radikalnog adukta (RAF) i transfer elektrona (ET)) **4,7-DHK** sa $\text{HOO}^\bullet$ radikalom koji nastaje kao produkt brojnih oksidativnih procesa u organizmu kao i prehrambenih tehnoloških procesa (Hanasaki i sar., 1994). Procena antiradikalnog kapaciteta vršena je na različitim pH vrednostima (različitim acido-baznim vrstama) čime se doprinosi sveobuhvatnom i potpunijem ispitivanju.

Materijal i metode rada

Kako bi se procenila zastupljenost acido-baznih vrsta pri različitim pH vrednostima, neophodno je procenti odgovarajuće molske udele (f):

$$f[H_i X^{(n-1)-}] = \beta_i [H^+]^i f(X^{n-}) \quad (1)$$

gde vrednost β_i predstavlja globalnu konstantu ravnoteže (Milanović i sar., 2020):

$$\beta_i = 10^{\sum_{j=1}^i pK_{a(n+1-j)}} \quad (2)$$

Ispitivanje antiradikalnog kapaciteta različito zastupljenih acido-baznih vrsta **4,7-DHK** prema $\text{HOO}^\bullet$ radikalu u vodi vršena je primenom programskog paketa Gaussian09 (Frisch i sar., 2010) i M06-2X/6-311++G(d,p) teorijskog modela u kombinaciji sa CPCM solvatacionim modelom. Prvi korak ovog ispitivanja obuhvata procenu termodinamičkih parametara-slobodnih energija reakcije ($\Delta_r G$). Položaji koji imaju vrednosti $\Delta_r G < 40 \text{ kJ mol}^{-1}$ podvrgnuti su kinetičkom ispitivanju. Konstante brzine reakcije procenjene su primenom konvencionalne teorije prelaznog stanja (*Transition State Theory* (TST)):

$$k_{TST} = \frac{k_B T}{h} \exp\left(\frac{-\Delta G^\ddagger}{RT}\right) \quad (3)$$

U jednačini (3) k_B i h predstavljaju Bolcmanovu (*Boltzman*) i Plankovu (*Planck*) konstantu, dok $\Delta G^\ddagger$ označava energiju aktivacije. U slučaju HAT i RAF mehanizma u jednačinu 3 se uključuju dva parametra: degenerisanost reakcionog puta (σ) i transmisioni koeficijent $\gamma(T)$, tako da jednačina poprima sledeći oblik (Ekartova metoda, ZCT_0))(Milanović i sar., 2020):

$$k_{ZCT_0} = \sigma \gamma(T) \frac{k_B T}{h} \exp\left(\frac{-\Delta G^\ddagger}{RT}\right) \quad (4)$$

Rezultati istraživanja i diskusija

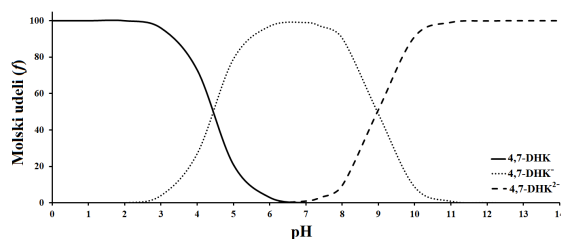
Eksperimentalno određen proces deprotonacije (Nowak i sar., 2020), kao i optimizovane strukture ispitivanih acido-baznih vrsta, predstavljen je na slici 2.



Slika 2: Proces deprotonacije i optimizovane strukture acido-baznih vrsta 4,7-DHK na M062X/6-311++G(d,p) nivou teorije

Figure 2. Process of deprotonation and optimized structure of acid-base species of 4,7-DHK at M062X/6-311++G (d, p) level of theory

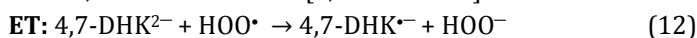
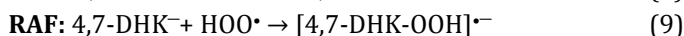
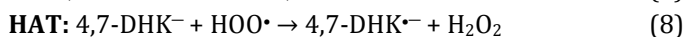
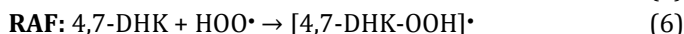
Molski udeli (f) zastupljenih acido-baznih vrsta nalaze se na Slici 3. Najzastupljenije acido-bazne vrste na fiziološkom pH su: **4,7-DHK⁻** sa 97 % i **4,7-DHK²⁻** sa 3 %.



Slika 3. Grafik zavisnosti molskih udela (f) različitih acido-baznih vrsta 4,7-DHK od pH vrednosti

Figure 3. Graph of dependence of molar fractions (f) of different acid-base species 4,7-DHC on pH value

Inaktivacija HOO• radikala acido-baznim vrstama: **4,7-DHK** (5-7), **4,7-DHK⁻** (8-10), **4,7-DHK²⁻** (11,12) odigrava se preko već pomenutih mehanizama (HAT, RAF, ET):



Na osnovu rezultata u Tabeli 1 može se zaključiti da je HAT operativan mehanizam u reakciji oba položaja (4-OH i 7-OH) neutralne vrste **4,7-DHK** i HOO• kao i 7-OH položaja acido-bazne vrste **4,7-DHK⁻** i HOO•. Vrednosti $\Delta_r G > 40 \text{ kJ mol}^{-1}$ ukazuju da RAF mehanizam nije termodinamički favorizovan ni u jednom

položaju osim u C-6 (32 kJ mol⁻¹) i C-8 (31 kJ mol⁻¹) u reakciji **4,7-DHK**²⁻ i HOO• radikala. Izrazito endergone vrednosti isključuju ET mehanizam iz dalje procene antiradikalnog kapaciteta.

Tabela 1. Procenjene vrednosti slobodne energije reakcija ($\Delta_r G$) u kJ mol⁻¹

Table 1. Estimated values of the free reaction energy ($\Delta_r G$) in kJ mol⁻¹

HAT	4,7-DHK (5)	4,7-DHK ⁻ (8)	4,7-DHK ²⁻
4-OH	18	/	/
7-OH	16	3	/
ET (7,10,12)	235	124	51
RAF	4,7-DHK (6)	4,7-DHK ⁻ (9)	4,7-DHK ²⁻ (11)
C-3	53	61	80
C-4	60	100	101
C-5	77	55	56
C-6	83	78	32
C-7	74	72	77
C-8	75	71	31
C-9	85	86	90
C-10	119	104	83

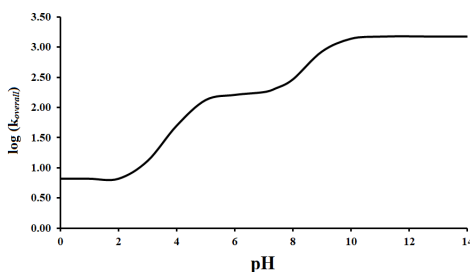
Termodinamički povoljni reakcioni putevi podvrgnuti su kinetičkom ispitivanju. Za sve termodinamički povoljne položaje locirane su geometrije prelaznih stanja. Kinetički parametri (energije aktivacije ($\Delta G^\ddagger$) kao i konstante brzine reakcije procenjene konvencionalnom (k_{TST}) i Ekartovom metodom ($k_{ZCT,0}$)) nalaze se u Tabeli 2. Poređenjem k_{TST} i $k_{ZCT,0}$ vrednosti na sobnoj temperaturi, uočava se da kod HAT mehanizma, u svim položajima, dolazi do značajnog odstupanja. Činjenica da HAT mehanizam uključuje lake čestice vodonikovih atoma koje su sposobne da prodru kroz aktivacionu barijeru, razlike između konstanti i podbačaja TST metode, mogu se pripisati efektu tunelovanja. Kod RAF mehanizma obe konstante imaju približno iste vrednosti.

Tabela 2. Procenjene vrednosti kinetičkih parametara: energije aktivacije ($\Delta G^\ddagger$ u kJ mol⁻¹), konstante brzine reakcije (M⁻¹ s⁻¹) procenjene konvencionalnom (k_{TST}) i Ekartovom ($k_{ZCT,0}$) metodom

Table 2. Estimated values of kinetic parameters: Gibbs activation energies ($\Delta G^\ddagger$ u kJ mol⁻¹), reaction rate constants (M⁻¹ s⁻¹) estimated by conventional (k_{TST}) and Eckart ($k_{ZCT,0}$) method

Mehanizam	Acido-bazna vrsta	Položaj	Kinetički parametri		
			$\Delta G^\ddagger$	k_{TST}	$k_{ZCT,0}$
HAT	4,7-DHK	4-OH	100	5.06×10^{-4}	9.82×10^{-1}
		7-OH	92	9.68×10^{-3}	5.61×10^1
	4,7-DHK ⁻	7-OH	83	4.74×10^{-1}	1.67×10^2
RAF	4,7-DHK ²⁻	C-6	68	1.66×10^2	2.10×10^2
		C-8	64	1.04×10^3	1.29×10^3

Nakon kinetičkih parametara, vršena je procena ukupne konstante brzine hemijske reakcije (k_{ukupno}). Ova vrednost predstavlja sumu konstanti brzina reakcije povoljnih reakcionih puteva. Praćenjem zavisnosti $\log(k_{ukupno})$ od pH vrednosti (Slika 4) dobija se sveobuhvatna slika o antiradikalnom kapacitetu ispitivanog jedinjenja. Sa porastom pH vrednosti dolazi do povećanja vrednosti $\log(k_{ukupno})$. Efikasnost **4,7-DHK** prema $\text{HOO}^\bullet$ radikalima ima najmanju i konstantnu vrednost pri pH=0-2. Antiradikalni kapacitet ima konstantnu vrednost u pH intervalu 5-8, gde posle blažeg skoka, u pH intervalu 10-14, dolazi do maksimuma efikasnosti **4,7-DHK** u uklanjanju $\text{HOO}^\bullet$ radikala.



Slika 4. Grafik zavisnosti $\log(k_{ukupno})$ od pH vrednosti

Figure 4. Graph of dependence of $\log(k_{overall})$ on pH values

Zaključak

U okviru ove studije vršeno je ispitivanje antiradikalne aktivnosti **4,7-DHK** u zavisnosti od pH vrednosti medijuma. Vrednosti $\Delta_r G$ za HAT, RAF, ET mehanizme izračunate su kako bi se odredili najpovoljniji reakcioni putevi antiradikalnog delovanja. Procenjene vrednosti ukazuju da je HAT termodinamički favorizovan u svim položajima, dok je RAF povoljan samo u C-6 i C-8 položajima u reakciji **4,7-DHK**²⁻ i $\text{HOO}^\bullet$. Razlika između k_{TST} i k_{ZCT_0} vrednosti na sobnoj temperaturi, kod HAT mehanizma, posledica je efekta tunelovanja. Zavisnost $\log(k_{ukupno})$ od pH vrednosti ukazuju da u intervalu od 10-14 jedinjenje **4,7-DHK** pokazuje najbolju efikasnost uklanjanja $\text{HOO}^\bullet$ radikala.

Napomena

Istraživanje u ovom radu podržano je od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja (Sporazumi broj: 451-03-68/2020-14/200122 i 451-03-68/2020-14/200378).

Literatura

Frisch M. J., Trucks G. W., Schlegel H. B., et al. (2010). Gaussian 09, Revision C.01, Gaussian, Inc., Wallingford, CT, USA.

- Fylaktakidou, K. C., Hadjipavlou-Litina, D. J., Litinas, K. E., Nicolaidis, D. N. (2004). Natural and synthetic coumarin derivatives with anti-inflammatory/antioxidant activities. *Current pharmaceutical design*. 10(30): 3813-3833.
- Hanasaki, Y., Ogawa, S., Fukui, S. (1994). The correlation between active oxygens scavenging and antioxidative effects of flavonoids. *Free Radical Biology and Medicine*. 16(6): 845-850.
- Kalkhambkar, R. G. (2011). Synthesis and biological activities of novel ethers of quinolinone linked with coumarins. *Monatshefte für Chemie-Chemical Monthly*. 142(3): 305-315.
- Milanović, Ž., Tošović, J., Marković, S., Marković, Z. (2020). Comparison of the scavenging capacities of phloroglucinol and 2, 4, 6-trihydroxypyridine towards HO[•] radical: a computational study. *RSC Advances*. 10(71): 43262-43272.
- Nowak, P. M., Sagan, F., Mitoraj, M. P. (2017). Origin of Remarkably Different Acidity of Hydroxycoumarins-Joint Experimental and Theoretical Studies. *The Journal of Physical Chemistry B*. 121(17): 4554-4561.
- Talapatra S. K., Talapatra B. (2015). *Chemistry of Plant Natural Products*, Berlin Heidelberg, Germany, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

INFLUENCE OF pH VALUE ON ANTIRADICAL CAPACITY OF 4,7-DIHYDROXICUMARIN

Žiko Milanović^{1,2}, Ana Kesić¹, Edina Avdović¹, Jelena Đorović Jovanović¹, Dejan Milenković¹

Abstract

The mechanisms of antiradical activity of 4,7-dihydroxycoumarin against peroxy (HOO[•]) radical were investigated. For this purpose were used sophisticated computational methods. Investigation was performed in the water, at different pH values (0-14). Acid-base species, which are represented in diverse molar fraction (*f*) at different pH values, contribute to a comprehensive examination of antiradical capacity. An overall rate constant (*k*_{overall}) of the favorable reaction pathways (HAT and RAF) of 2.07×10² M⁻¹s⁻¹ at physiological pH indicates a moderate ability to neutralization HOO[•] radicals. A value of 1.05×10³ M⁻¹ s⁻¹ occurring at pH > 10 indicates a maximum antiradical capacity of 4,7-dihydroxycoumarin against the HOO[•] radical.

Key words: antioxidants, 4,7-dihydroxycoumarin, DFT

¹University of Kragujevac, Institute for Information Technologies, Department of Science, Jovana Cvijića bb, 34000 Kragujevac, Serbia (ziko.milanovic@pmf.kg.ac.rs);

²University of Kragujevac, Faculty of Science, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Serbia.

ANTIOKSIDATIVNI KAPACITET ANTRAHINONA IZ BILJKE *RUBIA CORDIFOLIA LINN*

Žiko Milanović^{1,2}, Marko Antonijević^{1,2}, Ana Kesić¹, Dušan Dimić³, Jelena Đorović Jovanović¹

Izvod: U ovoj studiji je korišćenjem DFT metode procenjen antioksidativni i antiradikalni kapacitet antrahinona iz biljke *Rubia cordifolia* Linn. Određeni su termodinamički najpovoljniji reakcioni putevi antioksidativnih mehanizama, kao i najpovoljniji antiradikalni reakcioni mehanizmi za deaktivaciju metilperoksilnog i metoksi radikala. Izračunavanja su urađena u gasnoj fazi. Pokazano je da je HAT termodinamički najpovoljniji mehanizam antioksidativnog delovanja ispitivanih antrahinona, dok je najverovatniji mehanizam deaktivacije metilperoksilnog i metoksi radikala u gasnoj fazi SPLET mehanizam.

Ključne reči: antrahinoni, DFT, antioksidativna aktivnost, antiradikalna aktivnost

Uvod

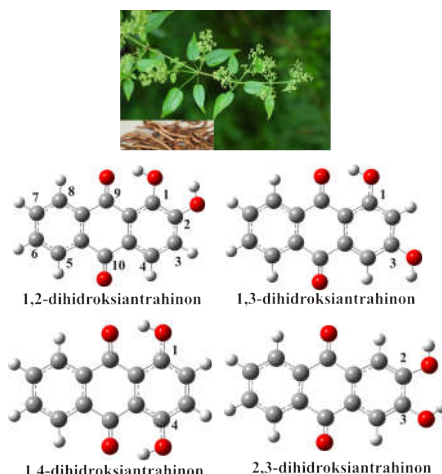
Antioksidanati su jedinjenja koja su našla primenu u mnogim oblastima, pa i u prehrambenoj tehnologiji. Glavni zadatak antioksidanata u prehrambenoj tehnologiji je zaustavljanje lančanog procesa kvarenja hrane izazvanog prisustvom slobodno-radikalnih vrsta. Iako sintetički antioksidanti okupiraju tržište, dosta pažnje se posvećuje testiranju i upotrebi prirodnih antioksidanata. U grupi jedinjenja koja pokazuju antioksidativnu i antiradikalnu aktivnost mnogo je onih sa antrahinonskim jezgrom u svojoj strukturi. Veliki broj prirodnih antrahinona izolovan je upravo iz biljnih ekstrakata. Primena ovih biljnih ekstrakata zastupljena je u tradicionalnoj medicini nekih naroda (Cai i sar., 2004). *Rubia cordifolia* Linn, biljka u narodu poznata kao indijski broć, je višegodišnja zeljasta biljka iz porodice kafa, vrlo dugačkih korena, tanke kora crvene boje (Singh, 2005). Poznato je da biljke iz ove porodice sadrže značajne količine antrahinona, posebno u korenu biljke (Thomson, 1971; Williams 2002). Antrahinoni iz porodice *Rubiaceae* pokazuju neke zanimljive biološke aktivnosti poput antimikrobnih, antimikotičkih, hipotenzivnih, analgetskih, antimalarijskih, antioksidativnih, itd (Singh, 2005). Pored svoje lekovite vrednosti, ova biljka je našla primenu kao prirodna boja za hranu i kao prirodna boja za kosu (Samatha i Vasudevan, 1996). U ovom radu opisano je teorijsko ispitivanje antioksidativne i antiradikalne aktivnosti četiri antrahinona identifikovana u biljci *Rubia cordifolia* Linn: 1,2-dihidroksiantrahinon (alizarin, 1,2-DHA), 1,3-dihidroksiantrahinon

¹Univerzitet u Kragujevcu, Institut za informacione tehnologije, Jovana Cvijića bb, Kragujevac, Srbija (ziko.milanovic@pmf.kg.ac.rs);

²Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Srbija.

³Univerzitet u Beogradu, Fakultet za fizičku hemiju, Studentski trg 12, Beograd, Srbija.

(ksantopurpurin, 1,3-DHA), 1,4-dihidroksiantrahinon (kvinizarin, 1,4-DHA) i 2,3-dihidroksiantrahinon (2,3-DHA)(Slika 1).



Slika 1. Biljka *Rubia cordifolia* Linn ; Optimizovana strukture ispitivanih jedinjenja i njihova numeracija

Figure 1. The plant *Rubia cordifolia* Linn; Optimized structure of examined compounds and their labelling

Postoji veliki broj antioksidativnih mehanizama putem kojih jedinjenja mogu iskazati svoj antioksidativni kapacitet (Galano i sar., 2016). U ovoj studiji ispitana su tri mehanizma antioksidativnog delovanja, kao i mogućnost inaktivacije slobodno-radikalskih vrsta. Kao model sistemi slobodno-radikalskih vrsta upotrebljeni su metilperoksilni (**1**) i metoksi (**2**) radikal. Prvi od ispitivanih antioksidativnih mehanizama je kao HAT mehanizam (Hydrogen Atom Transfer), i on je okarakterisan homolitičkim raskidanje O-H veze.



Sledeći mehanizam antioksidativnog delovanja koji je ispitivan je SET-PT (Single-Electron Transfer followed by Proton Transfer). U prvom koraku dolazi do prenosa elektrona, čime nastaje nestabilna vrsta radikal-katjon. Drugi korak ovog mehanizma podrazumeva stabilizaciju radikal-katjona odlaskom protona.



Treći antioksidativni mehanizam koji je ispitivan je SPLET (Sequential Proton Loss Electron Transfer). On se kao i SET-PT sastoji od reakcije koja se dešava u dva

koraka. U prvom koraku ovog mehanizma dolazi do gubitka protona i nastanka anjona, dok se u drugom koraku iz anjona formira radikal prenosom elektrona.



Materijal i metode rada

Za procenu antioksidativne i antiradikalske aktivnosti neophodno je bilo uraditi optimizaciju potrebnih vrsta, a to su: neutralni molekul, odgovarajući radikal katjon, radikali i anjoni. Svi proračuni su urađeni korišćenjem Gaussian 09 (Frisch i sar., 2010) primenom B3LYP-D3BJ/6-311++G(d,p) teorijskog modela. Sve entalpije reakcija korišćene u jednačinama izračunate su u gasnoj fazi na 298 K. Vrednosti entalpija protona i elektrona uzete su iz literature (Bartmess, 1994). Antioksidativni mehanizmi okarakterisani su sledećim termodinamičkim parametrima: entalpija disocijacije veze (BDE) koja se odnosi na reakciju (1), jonizacioni potencijal (IP) koja se odnosi na reakciju (2), entalpija protonske disocijacije (PDE) koja se odnosi na reakciju (3), afinitet prema protonu (PA) koja se odnosi na reakciju (4), i entalpija prenosa elektrona (ETE) koja se odnosi na reakciju (5). Opisani parametri izračunavaju se osnovu jednačina (6-10):

$$BDE = H(A-O^\bullet) + H(H^\bullet) - H(A-OH) \quad (6)$$

$$IP = H(A-OH^{+\bullet}) + H(e^-) - H(A-OH) \quad (7)$$

$$PDE = H(A-O^\bullet) + H(H^+) - H(A-OH^{+\bullet}) \quad (8)$$

$$PA = H(A-O^-) + H(H^+) - H(A-OH) \quad (9)$$

$$ETE = H(A-O^\bullet) + H(e^-) - H(A-O^-) \quad (10)$$

U jednačinama (6-10) $H(A-OH)$, $H(A-O^\bullet)$, $H(A-OH^{+\bullet})$ i $H(A-O^-)$, predstavljaju entalpije molekula, radikala, radikal-katjona i anjona, dok $H(H^\bullet)$, $H(e^-)$ i $H(H^+)$ predstavljaju entalpije atoma vodonika, zatim entalpiju elektrona, i protona. Entalpije reakcija antioksidativnih mehanizama u prisustvu slobodnih radikala izračunate su na sledeći način:

$$\Delta_r H_{BDE} = H(AO^\bullet) + H(ROH) - H(A-OH) - H(RO^\bullet) \quad (11)$$

$$\Delta_r H_{IP} = H(A-OH^{+\bullet}) + H(RO^-) - H(A-OH) - H(RO^\bullet) \quad (12)$$

$$\Delta_r H_{PDE} = H(A-O^\bullet) + H(ROH) - H(A-OH^{+\bullet}) - H(RO^-) \quad (13)$$

$$\Delta_r H_{PA} = H(A-O^-) + H(ROH) - H(A-OH) - H(RO^-) \quad (14)$$

$$\Delta_r H_{ETE} = H(A-O^\bullet) + H(RO^-) - H(A-O^-) - H(RO^\bullet) \quad (15)$$

U jednačinama (11-15) $H(ROH)$, $H(RO^\bullet)$, i $H(RO^-)$, predstavljaju entalpije molekula, radikala, anjona, korišćenih slobodnih-radikaliskih vrsta.

Rezultati istraživanja i diskusija

Operativan mehanizam antioksidativnog delovanja ispitivanih antrahinona može biti procenjen na osnovu vrednosti termodinamičkih parametara BDE, IP i PA (Tabela 1). Najniže vrednosti ukazuju na najpovoljniji mehanizam antioksidativnog delovanja.

Tabela 1. Termodinamički parametri antioksidativnih mehanizama ispitivanih antrahinona (u kJ mol⁻¹)

Table 1. The calculated parameters of antioxidant mechanisms of examined anthraquinones (in kJ mol⁻¹)

gas	HAT	SET-PT		SPLET	
	BDE	IP	PDE	PA	ETE
1,2-DHA		782			
1-OH	382		921	1386	317
2-OH	359		898	1371	309
1,3-DHA		805			
1-OH	425		942	1431	316
3-OH	282		799	1352	252
1,4-DHA		762			
1(4)-OH	397		956	1424	295
2,3-DHA		799			
2(3)-OH	331		855	1329	324

Analiza rezultata prikazanih u Tabeli 1 pokazuje da su najniže vrednosti dobijene za BDE, što ističe HAT kao najpovoljniji antioksidativni mehanizam u gasnoj fazi. Treba istaći da najnižu vrednost ostvaruje radikal nastao na hidroksilnoj grupi 3-OH jedinjenja 1,3-DHA. Što se tiče ostalih ispitivanih jedinjenja, BDE vrednosti su slične. Na Slici 1 prikazane su optimizovane strukture svih ispitivanih antrahinona, i uočava se da su jedinjenja 1,4-DHA i 2,3-DHA simetrična, pa su isti rezultati u različitim položajima ovih jedinjenja bili i očekivani. Sa druge strane, izračunate IP i PA vrednosti su dosta veće u odnosu na prikazane BDE vrednosti, što isključuje SET-PT i SPLET kao moguće antioksidativne mehanizame u gasnoj fazi.

Procena antiradikalnog kapaciteta ispitivanih antrahinona urađena je upoređivanjem vrednosti $\Delta_r H_{BDE}$, $\Delta_r H_{IP}$ i $\Delta_r H_{PA}$ reakcionih entalpija. Ove vrednosti su izračunate primenom jednačina 11-15, i prikazane su u Tabeli 2. Negativne vrednosti $\Delta_r H_{PA}$ ukazuju na egzotermne reakcije po SPLET mehanizmu u slučaju svih ispitivanih jedinjenja i sa oba ispitivana radikala. Na osnovu tih rezultata, može se reći da je SPLET dominantan mehanizam antiradikalnog delovanja u gasnoj fazi. Takođe, niske pozitivne i negativne vrednosti $\Delta_r H_{BDE}$ endotermnih i egzotermnih reakcija HAT mehanizma, ukazuju da je moguća deaktivacija metilperoksilnog i metoksi radikala i u reakciji HAT mehanizma. Visoke pozitivne $\Delta_r H_{IP}$ vrednosti, koje karakterišu prvi korak SET-PT mehanizma, čine ovaj

mehanizam nepovoljnim za deaktivaciju metilperoksilnog i metoksi radikala sa ispitivanim antrahinonima.

Tabela 2. Termodinamički parametri koji opisuju antiradikalsku aktivnost ispitivanih antrahinona (u kJ mol⁻¹)

Table 2. Thermodynamical parameters of antiradical activity of examined anthraquinones (in kJ mol⁻¹)

	HAT	SET-PT		SPLET	
	$\Delta_f H_{BDE}$	$\Delta_f H_{IP}$	$\Delta_f H_{PDE}$	$\Delta_f H_{PA}$	$\Delta_f H_{ETE}$
1,2-DHA		670			
1-OH+1	42		-627	-162	204
2-OH+1	20		-650	-177	196
		634			
1-OH+2	-31		-665	-200	169
2-OH+2	-54		-688	-215	161
1,3-DHA		692			
1-OH+1	86		-606	-117	203
3-OH+1	-57		-749	-196	139
		657			
1-OH+2	12		-645	-155	168
3-OH+2	-131		-788	-234	104
1,4-DHA		649			
1(4)-OH+1	58		-592	-124	182
		614			
1(4)-OH+2	-16		-630	-162	147
2,3-DHA		686			
2(3)-OH+1	-8		-694	-219	212
		651			
2(3)-OH+2	-81		-732	-257	176

Zaključak

U ovoj studiji urađeno je ispitivanje antioksidativne i antiradikalske aktivnosti antrahinona identifikovanih u biljci *Rubia cordifolia* Linn. Vrednosti termodinamičkih parametara i reakcione entalpije HAT, SET-PT i SPLET mehanizma izračunate su kako bi se utvrdili najpovoljniji reakcioni putevi antioksidativnog i antiradikalskog delovanja. Procenjene vrednosti ukazuju da je HAT termodinamički najpovoljniji mehanizam antioksidativnog delovanja ispitivanih antrahinona, dok je SPLET najverovatniji mehanizam deaktivacije metilperoksilnog i metoksi radikala u gasnoj fazi.

Napomena

Istraživanje u ovom radu podržano je od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja (Sporazumi broj: 451-03-68/2020-14/200146 i 451-03-68/2020-14/200378).

Literatura

- Bartmess JE (1994). Thermodynamics of the electron and the proton, The Journal of Physical Chemistry. 98 (25) 6420-6424.
- Cai Y., Luo Q., Sun M., Corke H. (2004). Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer, Life Science. 74 (17) 2157-2184.
- Frisch M. J., Trucks G. W., Schlegel H. B., et al. (2010). Gaussian 09, Revision C.01, Gaussian, Inc., Wallingford, CT, USA.
- Galano, A., Mazzone, G., Alvarez-Diduk, R., Marino, T., Alvarez-Idaboy, J. R., & Russo, N. (2016). Food antioxidants: chemical insights at the molecular level. Annual review of food science and technology, 7, 335-352.
- Samatha S., Vasudevan T. N. (1996) Natural hair dyes, Journal of Scientific & Industrial Reseach. 55(11), 885-887.
- Singh R. (2005). Isolation and synthesis of anthraquinones and related compounds of *Rubia cordifolia*, Journal of the Serbian Chemical Society. 70(7) 937-42.
- Thomson R. H., (1971). Naturally Occurring Quinones, 2nd Ed., Academic Press, London.
- Williams E. M., (2002). Major Herbs of Ayurveda, Churchill Livingstone, Elsevier Science Ltd.

ANTIOXIDANT CAPACITY OF ANTRAQUINONES FROM PLANT *RUBIA CORDIFOLIA* LINN

Žiko Milanović^{1,2}, Marko Antonijević^{1,2}, Ana Kesić¹, Dušan Dimić³, Jelena Đorović Jovanović¹

Abstract

In this study, the antioxidant and antiradical capacities of anthraquinones from *Rubia cordifolia* Linn were determined using the DFT method. The thermodynamically most favorable reaction pathways of antioxidant mechanisms were defined, as well as the most favorable antiradical reaction mechanisms for the deactivation of methylperoxyl and methoxy radicals. The calculations were done in the gas phase. HAT is thermodynamically the most favorable mechanism of antioxidant action of the studied anthraquinones, while the most probable mechanism of deactivation of methylperoxyl and methoxy radicals is the SPLET mechanism.

Key words: anthraquinones, DFT, antioxidant activity, antiradical activity

¹University of Kragujevac, Institute for Information Technologies, Department of Science, Jovana Cvijića bb, 34000 Kragujevac, Serbia (ziko.milanovic@pmf.kg.ac.rs);

²University of Kragujevac, Faculty of Science, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Serbia.

³Univerzitet u Beogradu, Faculty of Physical Chemistry, Studentski trg 12, Beograd, Serbia.

QUALITY PARAMETERS AND POTENTIALS OF UTILIZATION OF DIFFERENT MAIZE HYBRIDS FOR FOOD AND FEED

*Valentina Nikolić, Slađana Žilić, Marijana Simić, Milica Radosavljević,
Milomir Filipović, Jelena Srdić*

Abstract: Quality parameters of six maize hybrids created at the Maize Research Institute Zemun Polje were investigated in this study. Physical properties, kernel structure, and chemical composition of one yellow dent standard and five specialty maize hybrids of different grain color were analyzed. Whole-grain maize flour is naturally gluten-free which makes it suitable for persons suffering from celiac disease. Fiber, protein, and oil make maize grain an essential component for animal feed production. All maize hybrids showed favorable processing and nutritive characteristics which make them highly suitable for different uses.

Key words: maize hybrids, physical properties, chemical composition, food and feed

Introduction

Maize (*Zea mays* L.) is one of the most important crops and its production ranks as the third in the world after wheat (*Triticum aestivum*) and rice (*Oryza sativa*) (Liu, 2020). It is one of the most diverse grain crops found in nature. Maize varieties can be classified, by characteristics of their kernel endosperm, into several main groups: flint, dent, floury, popping maize, sweet and waxy.

Maize grain, in average, consists of 71.3 % starch, 9.91 % protein, 4.45 % fat, 1.42 % ash, and 2.66 % crude fiber (Eckhoff, 2009). Depending on the genetic background that affects the color of the pericarp, aleurone, germ and endosperm, the color of maize grains can vary from white and yellow, through orange, red, burgundy, blue and purple to brown (Žilić, 2012).

Specialty maize hybrids, in comparison with standard genotypes, have properties that tend to improve the quality of finished products which makes them suitable for specific end uses. However, even though breeding of specialty hybrids improves some quality traits, these maize varieties often have lower yield than the standard maize hybrids. Therefore, the added value of specialty maize must surpass the yield reduction in order to be profitable (Scott, 2019).

The aim of this study was to determine quality parameters of one standard yellow dent hybrid and five specialty maize hybrids of different genetic

background in order to evaluate their end use value, primarily as ingredients of food and feed.

Material and methods

Six maize hybrids of different genetic background developed at the Maize Research Institute, Zemun Polje, were investigated in this study. The two-replicate trial was set up according to the randomized complete-block design at the experimental field located at the Maize Research Institute, Zemun Polje. The plot size was 21 m², while the sowing density was 60,000 plants ha⁻¹. Maize ears of each replicate were harvested in the full physiological maturity stage from the area of 7 m² (two inner rows). Whole grain maize flour was obtained by grinding on a laboratory mill for fine samples preparation (mesh 0.5 mm).

Standard laboratory methods applied for determining physical properties of maize ear and grain were described in detail in an article previously published by Radosavljević (2001). Dry matter content in the maize flour was determined by the standard drying method in an oven at 105 °C to constant mass. The protein content was determined by the Kjeldahl method as the total nitrogen multiplied by 6.25 (AOAC, 1990). Crude fiber content was determined by Weende method adjusted for Fibretec™ Systems, Foss, Denmark (Agricultural food products, 1993). The results are expressed in the percentages per dry matter (d.m.). All analyses were performed in two replicates, and the results are presented as means.

Statistical analysis was performed in Minitab19 Statistical Software using one-way ANOVA analysis of variance with Fisher's LSD (Least Significance Difference) test. Differences between the means with probability $p < 0.05$ were accepted as statistically significant. Means that do not share a letter are significantly different.

Results and discussion

Results obtained by manual dissection of maize kernels showed that standard yellow dent hybrid had the largest endosperm content, the popcorn genotype had the highest pericarp share, followed by red dent, while white dent hybrid had the largest percent of germ (Table 1). The highest 1000-kernel mass was determined in red grain hybrid (364.08±5.52 g), and the lowest in popcorn hybrid (132.67±21.55 g) (Table 2). Higher 1000-kernel mass is a preferred wet-milling characteristic because it is associated with greater starch and protein yield and lesser yields of fiber (Milašinović, 2005). Yellow popcorn had the highest absolute density and milling response, due to the largest share of hard endosperm in the kernel, while high-oil hybrid had the lowest milling response (Table 2). All the analyzed hybrids had test weights higher than 650.0 kg m⁻³, required for animal feed according to Serbian regulations (Pravilnik o kvalitetu hrane za životinje, 2016), and 69.50 kg hl⁻¹ (695.0 kg m⁻³) required for US Grade No. 2 corn (Somavat, 2016), while in Serbia, there is no minimal request for this parameter for maize grain quality for human food consumption. Milling response and the share of hard

and soft fractions of the endosperm are parameters of grain hardness which, observed from the aspect of the industrial application of maize, starch processing in particular, represent its most important physical properties. Water absorption index ranged from 0.216 ± 0.01 (high-oil hybrid) to 0.270 ± 0.05 (waxy hybrid). Water absorption index is a very important parameter for the wet milling of the maize grain because it influences the separation of the maize kernels into their basic components (starch, protein, oil, and fibers). During the steeping phase of the process, the morphological and biochemical changes that occur are responsible for all subsequent stages of the process and, therefore, for the final quality of the product (Botelho, 2013).

Tabela 1. Struktura zrna ZP hibrida kukuruza
Table 1. Structure of the ZP maize hybrids kernel

Hibrid <i>Hybrid</i>	Omotač (%) <i>Pericarp (%)</i>	Klica (%) <i>Germ (%)</i>	Endosperm (%) <i>Endosperm (%)</i>
Žuti zuban <i>Yellow dent</i>	5.30 ± 0.20^c	11.39 ± 1.04^a	83.31 ± 1.05^a
Beli zuban <i>White dent</i>	6.09 ± 0.32^b	12.88 ± 0.42^a	81.03 ± 0.72^b
Crveni zuban <i>Red dent</i>	6.64 ± 0.40^b	11.57 ± 0.68^a	$81.79 \pm 0.60^{a,b}$
Žuti kokičar <i>Yellow popcorn</i>	9.33 ± 0.34^a	9.20 ± 0.47^b	81.46 ± 0.40^b
Uljani <i>High-oil</i>	6.10 ± 0.52^b	12.20 ± 2.42^a	$81.70 \pm 1.91^{a,b}$
Voskovac <i>Waxy</i>	6.24 ± 0.16	12.32 ± 0.63^a	81.48 ± 0.50^b

Starch, the most abundant storage polysaccharide in plants, is the predominant component of maize grain. Standard yellow dent hybrid had the largest starch content (71.17 ± 1.54 %), the highest protein content was determined in popcorn hybrid (11.52 ± 1.46 %), high-oil genotype had the highest oil content (7.21 ± 0.10 %), while crude fibre and ash content did not vary significantly (Table 3). Popcorn hybrids generally have higher content of hard endosperm that surrounds a small amount of moist starch in the center. High-oil maize hybrids are excellent source of energy and essential fatty acids for human as well as animal nutrition due to the highly polyunsaturated, high linoleic content of oil. Waxy endosperm hybrids contain 100% amylopectin starch (branched molecular form), opposed to standard dent maize that has average ratio of 72 % amylopectin and 28 % amylose. This hybrid is very suitable for feed because studies have shown that steers gain more weight when fed waxy maize. This hybrid is also very sought for in the food industry as a thickener because of the stability of amylopectin starch (Scott, 2019).

Tabela 2. Fizička svojstva zrna ZP hibrida kukuruza
Table 2. Physical properties of ZP maize hybrids grain

Hibrid <i>Hybrid</i>	AM <i>1000-KM</i>	HM <i>TM</i>	G <i>AD</i>	IF <i>FI</i>	OM <i>MR</i>	TF <i>HE</i>	MF <i>SE</i>	IAV <i>WAI</i>
Žuti zuban <i>Yellow dent</i>	271.33± 51.12 ^{b,c}	780.12± 20.24 ^b	1.27± 0.04 ^b	45.81± 36.91 ^a	10.02± 1.60 ^b	62.62± 1.79 ^b	37.38± 1.79 ^b	0.241± 0.01 ^{a,b}
Beli zuban <i>White dent</i>	292.91± 53.56 ^{b,c}	789.97± 20.34 ^b	1.26± 0.02 ^b	38.81± 24.64 ^a	10.78± 0.77 ^b	59.14± 0.53 ^{b,c}	40.86± 0.53 ^{a,b}	0.255± 0.02 ^{a,b}
Crveni zuban <i>Red dent</i>	364.08± 5.52 ^a	780.32± 6.07 ^b	1.29± 0.01 ^b	23.00± 1.23 ^a	12.49± 1.71 ^b	54.61± 4.09 ^c	45.39± 4.09 ^a	0.230± 0.03 ^{a,b}
Žuti kokičar <i>Yellow popcorn</i>	132.67± 21.55 ^d	891.16± 9.53 ^a	1.37± 0.01 ^a	34.03± 57.14 ^a	26.91± 9.05 ^a	76.82± 4.85 ^a	23.18± 4.85 ^c	0.236± 0.02 ^{a,b}
Uljani <i>High-oil</i>	244.40± 31.70 ^c	761.43± 17.09 ^b	1.27± 0.02 ^b	16.43± 10.45 ^a	9.80± 0.35 ^b	61.17± 1.79 ^b	38.83± 1.79 ^b	0.216± 0.01 ^b
Voskovac <i>Waxy</i>	317.25± 7.48 ^{a,b}	754.4± 41.2 ^b	1.26± 0.01 ^b	25.33± 12.30 ^a	10.57± 0.93 ^b	58.37± 3.18 ^{b,c}	41.63± 3.18 ^{a,b}	0.270± 0.05 ^a
*AM–apsolutna masa, (g); HM–hektolitarska masa, (kg·m⁻³); G–gustina, (g·cm⁻³); IF–indeks flotacije (%); OM–otpornost na mlevenje, (s); TF–tvrda frakcija endosperma, (%); MF–meko frakcija endosperma, (%); IAV– indeks apsorpcije vode. *1000- KM-1000-kernel mass (g); TM-test mass (kg·m³); AD- Absolute density (g cm⁻³); FI-flotation index (%); MR-milling response (s); HE-hard endosperm fraction (%); SE-soft endosperm fraction (%); WAI-water absorption index.								

Tabela 3. Hemijski sastav zrna ZP hibrida kukuruza
Table 3. Chemical composition of ZP maize hybrids grain

Hibrid <i>Hybrid</i>	Skrob (%) <i>Starch (%)</i>	Proteini (%) <i>Protein (%)</i>	Ulje (%) <i>Oil (%)</i>	Sirova celuloza (%) <i>Crude fiber (%)</i>	Pepeo (%) <i>Ash (%)</i>
Žuti zuban <i>Yellow dent</i>	71.17±1.54 ^a	9.17±0.96 ^b	5.85±0.38 ^{b,c}	2.15±0.14 ^a	1.25±0.19 ^a
Beli zuban <i>White dent</i>	67.00±0.57 ^c	9.03±0.62 ^b	6.34±0.33 ^b	2.36±0.16 ^a	1.27±0.25 ^a
Crveni zuban <i>Red dent</i>	70.12±0.55 ^{a,b}	9.68±0.72 ^b	5.32±0.11 ^c	2.19±0.12 ^a	1.36±0.13 ^a
Žuti kokičar <i>Yellow popcorn</i>	64.63±0.55 ^d	11.52±1.46 ^a	5.29±0.54 ^c	2.58±0.08 ^a	1.33±0.23 ^a
Uljani <i>High-oil</i>	68.77±1.53 ^{b,c}	10.13±0.83 ^{a,b}	7.21±0.10 ^a	2.30±0.62 ^a	1.27±0.06 ^a
Voskovac <i>Waxy</i>	69.63±1.84 ^{a,b}	10.10±0.67 ^{a,b}	5.72±0.91 ^{b,c}	2.23±0.10 ^a	1.39±0.08 ^a

The results obtained in this research are in accordance with findings of the studies previously conducted on ZP maize hybrids (Nikolić, 2020; Radosavljević, 2020; Milašinović-Šeremešić, 2019)

Conclusion

Maize hybrids investigated in this study had a wide range of quality traits regarding grain physical properties, structure and chemical composition. Significant differences between grain hardness, millability and contents of basic chemical components represent a starting point for various possibilities of their utilization in food and feed production particularly, as well as a large number of industrial applications. They can be used primarily for obtaining the gluten-free whole-grain maize flour for the production of functional food, as well as a valuable component of animal feed. These findings are implying that genetic variability of maize hybrids plays a key role in their further processing.

Acknowledgements

This study was supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia.

References

Agricultural food products (1993). Determination of crude fibre. General method NF-V03-040 (status: certified standard ref. ISO 5498), Assn. Fr. De Normalisation, Paris.

- AOAC (1990). Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis, ed. by Herlich K. AOAC, Arlington, VA. pp. 70–84.
- Botelho F.M., Corrêa P.C., Martins M.A., Botelho S. de C.C., Horta de Oliveira G.H. (2013). Effects of the mechanical damage on the water absorption process by corn kernel. *Food Science and Technology*, Campinas, 33(2), 282-288.
- Eckhoff S.R., Watson S.A. (2009). Chapter 9: Corn and sorghum starches: Production, Starch: Chemistry and Technology, third edition BeMiller J.N., Whistler R. L. (eds.), 373-439. Elsevier Inc.
- Liu J., Fernie A.R., Yan J. (2020). The past, present, and future of maize improvement: Domestication, genomics, and functional genomic routes toward crop enhancement. *Plant Communications*, 1(1), Article 10010, pp. 1-19.
- Milašinović M (2005). Fizičke, hemijske i tehnološke karakteristike novih ZP hibrida kukuruza. Magistarski rad. Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Milašinović Šeremešić M, Radosavljević M, Srdić J, Tomičić Z, Đuragić O (2019): Physical traits and nutritional quality of selected Serbian maize genotypes differing in kernel hardness and colour. *Food and Feed Research*, 46(1): 51-59.
- Nikolić V., Božinović S., Vančetović J., Radosavljević M., Žilić S. (2020). Grain properties of yellow and red kernel hybrids from Serbia. *Selekcija I semenarstvo*, 26 (2), 7-14.
- Pravilnik o kvalitetu hrane za životinje (2016). II Kvalitet hrane za životinje. Službeni glasnik RS, 4/2010 i 113/2012, 27/2014, 25/2015 i 39/2016.
- Radosavljević M., Božović I., Bekrić V., Jovanović, R., Žilić S., Terzić D. (2001). Savremene metode određivanja kvaliteta i tehnološke vrednosti kukuruza. *PTEP- Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi*, 5 (3), 85-88.
- Radosavljević M., Milašinović-Šeremešić M., Terzić D., Jovanović Ž. Srdić, J. Nikolić V. (2020). Grain chemical composition of dents, popping maize and sweet maize genotypes. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 24 (2), 77-80.
- Scott P., Pratt R.C., Hoffman N., Montgomery R. (2019). Chapter 10 - Specialty Corns, Corn (Third Edition), Serna-Saldivar S.O. (ed.), 289-303, AACC International Press.
- Somavat P., Li Q., Gonzalez de Mejia E., Liua W., Singh V. (2016). Coproduct yield comparisons of purple, blue and yellow dent corn for various milling processes. *Industrial Crops and Products*, 87, 266-272.
- Žilić S., Serpen A., Akillioğlu G., Gökmen V., Vančetović J. (2012). Phenolic compounds, carotenoids, anthocyanins, and antioxidant capacity of colored maize (*Zea mays* L.) kernels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60, 1224-1231.

SADRŽAJ METALA U ZEMLJIŠTU I ODABRANIM BILJKAMA NA JALOVIŠTU FLOTACIJE RUDNIK DOO „RUDNIK“

Snežana Branković¹, Radmila Glišić², Duško Brković³, Gorica Đelić⁴, Zoran Simić⁵, Vera Rajčić⁶, Ranko Sarić⁷, Milun Jovanović⁸

Izvod: Cilj ovog rada bio je određivanje koncentracije nekih metala (Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Ni, Cr, Cd) u zemljištu u vrstama *Tussilago farfara* L. i *Clematis vitalba* L. na jalovištu i flotaciji rudnika DOO "Rudnik". U zemljištu su bile koncentracije: Pb i Cu - veće od maksimalno dozvoljenih, graničnih i remedijacionih vrednosti; Cd, Cr i Ni - veće od maksimalno dozvoljenih i graničnih vrednosti, a Zn veće od graničnih vrednosti (po uredbi i pravilniku Republike Srbije). Bolju bioakumulaciju svih ispitivanih metala pokazala je vrsta *T. farfara*, posebno listovi za Zn. Rezultati ukazuju na moguću upotrebu nadzemnih delova obe biljne vrste u revitalizaciji jalovišta bioakumulacijom ispitivanih metala.

Ključne reči: metali, zemljište, biljke, bioakumulacija.

Uvod

Rudnik se prvi put pominje u jednom od fermana iz 1559. godine kao rudnik gvožđa, dok je Srbija bila pod Turskom vlašću. Nakon propasti Prvog srpskog ustanka, uspeha Drugog srpskog ustanka i diplomatske aktivnosti Kneza Miloša u 19. veku, rudarstvo na Rudničkim rudištima je ponovo oživelilo i nastavilo se sa iskopavanjem rude. Šezdesetih godina prošlog veka „osniva se društveno preduzeće od opšte društvenog značaja“ pod firmom Rudarski Basen „Rudnik“, sa sedištem na Rudniku radi eksploatacije olovne i bakarne rude. Danas je flotacija Rudnik DOO "Rudnik" poznata po rudniku koji prerađuje polimetaličnu rudu olova, cinka i bakra, čiji su proizvodi koncentracije i jalovina koja se skladišti na jalovištu rudnika. Društveno odgovorno poslovanje je strategija preduzeća "Rudnik" i zato se na području rudnika kontinuirano vrše istraživanja kako bi se rešili ekološki problemi koji su nastali eksploatacijom i preradom rude.

Od samonikle flore u zoni samog jalovišta može se sresti 10 biljnih taksona i to 4 drvenastih i 6 zeljastih biljaka (među njima i vrste *Tussilago farfara* L. i *Clematis vitalba* L.). Vrsta *T. farfara* L. (podbel) je evoazijski florni element koji pripada porodici Asteraceae. To je višegodišnja zeljasta biljka sa dugačkim, okruglastim,

^{1,2,4,5}Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet Kragujevac, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Srbija (snezana.brankovic@pmf.kg.ac.rs);

³Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija

⁶Univerzitet u Nišu, Poljoprivredni fakultet Kruševac, Kosančićeva 4, 37 000 Kruševac, Srbija

⁷JP "Vojvodinašume", Preradovićevo 2, 21131, Petovarađin, Srbija;

⁸Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, 11000 Beograd, Srbija.

tanjim rizomom i većim brojem žiličastih korenova. Listovi podbela su prizemni, okruglasti ili jajasti, krupni i razvijaju se posle cvetanja. Podbel se najčešće sreće pored puteva, na oranicama, pored potoka na šljunku (Josifović, 1975). Korovska vrsta *C. vitalba* L. (pavit, bela loza) je eu-srednjoevropski florni element koji pripada porodici Ranunculaceae. To je višegodišnja lijana sa jakim, čvornovitim rizomom, jakim korenom koji ima sposobnost da zaustavlja odron i naspramnim, neparno perastim listovima, Sreće se pored puteva u živoj ogradi, po šikarama i šumama (Josifović, 1970).

Cilj ovog rada bio je da se odredi sadržaj 10 metala (Mn, Ni, Fe, Cu, Zn, Cr, Ca, Mg, Pb i Cd) u zemljištu, kao i u stablu i listovima vrsta *T. farfara* L. i *C. vitalba* L. uzorkovanih na jalovištu flotacije "Rudnik". Na osnovu sposobnosti proučavanih vrsta, koje kao pionirske vrste prirodno naseljavaju proučavano područje, trebalo bi ukazati na mogućnost njihove praktične primene u revitalizaciji jalovišta.

Materijal i metode rada

Polimetalično ležište „Rudnik“ je izgrađeno od velikog broja rudnih tela (preko 90) koja zauzimaju prostor od 3 km po dužini i preko 1,5 km po širini. Istraživano područje, jalovište i flotacija rudnika, nalazi se 7 km severno od Gornjeg Milanovca u selu Majdan, na padinama planine Rudnik, na 44° 6' 33" severne geografske širine i 20° 29' 28" istočne geografske dužine.

Biljni material je prikupljan po povoljnim vremenskim uslovima na lokalitetu Majdan na jalovištu, pri čemu su uzorkovani stablo i list vrsta *T. farfara* L. i *C. vitalba* L. Identifikacija biljnog materijala je rađena u laboratoriji Instituta za biologiju i ekologiju Prirodno-matematičkog fakulteta u Kragujevcu, uz pomoć standardnih ključeva za determinaciju biljaka: Jávorka i Csapody (Javorka i Csapody, 1979.), Flora Republike Srbije (Josifović, 1970, 1975.) i Flora Evrope (Tutin, 1964.).

Zemljište je uzorkovano na mestima sa kojih su prikupljane proučavane vrste. Uzorci zemljišta od 2 kg su prvo sušeni na vazduhu do vazdušno-suvog stanja, pri čemu su iz zemljišta odstranjeni delovi stena i krupne frakcije. Srednja proba zemljišta je zatim prosejavana na sitima promera 2 mm, a nakon toga ponovo manji uzorci težine od 10 g. Posle sušenja biljnih uzoraka i uzoraka zemljišta (u sušnici Binder/Ed15053, 24h na temperaturi od 105°C), određena masa pripremljenog materijala (3 g zemljišta i 2 g biljnog materijala) je merena na analitičkoj vagi, a onda sprovedena standardna procedura za pripremanje uzoraka za hemijsku analizu (Wei i sar., 2005.).

U zemljištu i biljnim uzorcima (stablo, list), određivane su koncentracije Mn, Ni, Fe, Cu, Zn, Cr, Ca, Mg, Pb i Cd, a njihovo očitavanje rađeno je u Institutu za hemiju na Prirodno-matematičkom fakultetu u Kragujevcu, korišćenjem atomskog apsorpcionog spektrofotometra (Perkin Elmer 3300). Svaki uzorak je očitao u pet ponavljanja. Određivane su srednja vrednost, standardna devijacija i bioakumulacioni faktor (BF). Bioakumulacioni faktor je indeks sposobnosti biljke da akumulira određeni metal u odnosu na njegovu koncentraciju u supstratu, i računa se kao odnos koncentracije

metala u nadzemnim organima biljke i njegove koncentracije u zemljištu (Kabata-Pendias, 2011.). Koncentracije metala u uzorcima izražene su u mg kg⁻¹ suve materije.

Rezultati istraživanja i diskusija

Uzorci zemljišta sa jalovišta su prikupljeni na mestima pojavljivanja populacija vrsta *T. farfara* i *C. vitalba*. Nađeno je da je zemljište uzokovano na mestima prikupljanja vrste *C. vitalba* sadržalo više gotovo svih metala (osim Cu, Pb, Cd) od zemljišta uzorkovanog neposredno kod vrste *T. farfara*. Srednje vrednosti koncentracija ispitivanih metala u zemljištu gradirane su u sledećem poretku: Fe>Ca>Mg>Pb>Mn>Cu>Zn>Cr>Ni>Cd. Koncentracije ispitivanih metala u zemljištu jalovišta kretale su se u rasponu od 10,46 mg Cd kg⁻¹ do 57650,70 mg Fe kg⁻¹ u uzorcima uzetim neposredno kod vrste *C. vitalba* (Tabela 1). Rezultati pokazuju da su koncentracije Pb i Cu u oba uzorka zemljišta prelazile propisane maksimalno dozvoljene koncentracije, granične i remedijacione vrednosti. Koncentracije Cd, Cr i Ni bile su veće od maksimalno dozvoljenih koncentracija i graničnih vrednosti, a za Zn su bile veće od graničnih vrednosti ovog metala u zemljištu saglasno Uredbi i Pravilniku Republike Srbije (Službeni glasnik RS, br. 23/94; Službeni glasnik RS, br. 88/2010, prilog 3). Koncentracije Cd, Pb, Ni i Cu proučavanog zemljišta bile veće od granične vrednosti za date metale u zemljištu prema Direktivi Evropske unije (Directive 86/278/EEC). Na osnovu nekih izvora (Sorano i sar., 2012), zemljište na jalovištu rudnika može se klasifikovati kao visoko zagađeno u odnosu na sadržaj Cd, srednje zagađeno prema sadržaju Cu i Ni i nisko zagađeno u odnosu na sadržaj Mn, Pb i Cr, kao i nezagađeno u odnosu na sadržaj Zn Ovo istraživanje je pokazalo da se na jalovištu (koje bi trebalo da sadrži samo tragove metala) mogu naći Pb, Cd, Cr, Cu i Ni u visokim koncentracijama koje prevazilaze one propisane zakonskom regulativom.

Tabela 1. Sadržaj ispitivanih metala [mg kg⁻¹]¹ u zemljištu
Table 1. The content of investigated metals [mg kg⁻¹]¹ in the soil

	<i>T. farfara</i>	<i>C. vitalba</i>
	zemljište	zemljište
	soil	soil
Mn	643,58±1,84	778,52±1,9
Ni	89,38±0,84	103,54±0,60
Fe	52356,62±248,44	57650,70±231,20
Cu	403,28±0,76	242,54±1,59
Zn	193,36±0,73	232,02±1,28
Cr	121,73±1,12	134,34±0,54
Ca	33531,24±109,76	49864,08±93,33
Mg	8222,18±16,45	11780,60±77,47
Pb	835,60±3,68	774,02±2,20
Cd	11,92±0,16	10,46±0,30

¹srednja vrednost (n=5) ± standardna devijacija

Sadržaj ispitivanih metala u proučavanim vrstama bio je različit i zavisio je od biljne vrste, metala i biljnog organa (Tabela 2). Generalni poredak sadržaja ispitivanih metala bio je: $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Fe} > \text{Zn} > \text{Mn} > \text{Pb} > \text{Cr} > \text{Cu} > \text{Ni} > \text{Cd}$. Vrsta *T. farfara* je pokazala bolju bioakumulaciju svih ispitivanih metala od vrste *C. vitalba*. Koncentracije gotovo svih ispitivanih metala bile su najviše u listovima vrste *T. farfara*. Stablo vrste *T. farfara* sadržalo je najviše Cu ($33,34 \text{ mg Cu kg}^{-1}$), a list vrste *C. vitalba* najviše Ca ($25097,98 \text{ mg Ca kg}^{-1}$). Stabla obe proučavane vrste su sadržala manje ispitivanih metala u odnosu na listove.

Tabela 2. Sadržaj ispitivanih metala [mg kg^{-1}]¹ u vrstama *T. farfara* i *C. vitalba*
Table 2. The content of investigated metals [mg kg^{-1}]¹ in species *T. farfara* and *C. vitalba*

	<i>T. farfara</i>		<i>C. vitalba</i>	
	stablo <i>stem</i>	list <i>leaf</i>	stablo <i>stem</i>	list <i>leaf</i>
Mn	64,10±0,65	204,48±4,54	21,44±0,85	110,86±1,14
Ni	13,48±0,37	20,52±0,33	1,55±0,04	13,56±0,39
Fe	1334,66±34,41	3680,54±460,68	78,68±1,04	1512,96±45,84
Cu	33,34±0,32	29,18±0,56	6,55±0,35	15,46±0,40
Zn	147,60±1,94	495,60±717,11	67,10±0,51	143,78±3,88
Cr	13,36±0,36	66,36±0,59	1,06±0,03	20,44±0,30
Ca	12597,74±61,79	17351,70±199,88	4486,78±15,49	25097,98±571,78
Mg	1573,60±28,97	3589,26±28,71	642,70±25,79	2085,62±32,39
Pb	55,22±0,68	76,40±0,62	5,33±0,03	47,14±0,66
Cd	2,27±0,03	5,30±0,02	1,15±0,03	1,44±0,03

¹srednja vrednost (n=5) ± standardna devijacija

Dobijeni rezultati (Tabela 3) pokazuju da su se vrednosti bioakumulacionog faktora kretale od 0 (BF stabla vrste *C. vitalba* za Fe) do 2,56 (BF lista vrste *T. farfara* za Zn). Na osnovu njegove vrednosti može se reći da su proučavani organi obe vrste najmanje akumulirali Fe, a najviše Zn, kao i da vrsta *T. farfara* bolje akumulira ispitivane metale od vrste *C. vitalba*. Neka istraživanja su ukazala na značajne razlike u vrednosti BCF između rodova i vrsta biljaka (Zhuang i sar., 2009). Ove vrednosti zavise od biljnog organa, vrste metalnog jona i njegove koncentracije u zemljištu, kao i dubine sa koje se unosi ispitivani metal. Prema Kabata-Pendias (2004), u zavisnosti od vrednosti BCF, efikasnost akumulacije može biti: intenzivna, $\text{BCF} > 1$; srednja, $\text{BCF} = 1-0,1$; slaba, $\text{BCF} = 0,1-0,01$; i nema akumulacije, $\text{BCF} = 0,01-0,001$.

Tabela 3. Bioakumulacioni faktor (BF) vrsta *T. farfara* i *C. vitalba*
 Table 3. Bioaccumulation factor (BF) of species *T. farfara* and *C. vitalba*

metal <i>metal</i>	<i>T. farfara</i>		<i>C. vitalba</i>	
	BFstablo <i>BFstem</i>	BFlist <i>BFleaf</i>	BFstablo <i>BFstem</i>	BFlist <i>BFleaf</i>
Mn	0,10	0,32	0,03	0,14
Ni	0,15	0,23	0,01	0,13
Fe	0,03	0,07	0	0,03
Cu	0,08	0,07	0,03	0,06
Zn	0,76	2,56	0,29	0,62
Cr	0,11	0,55	0,01	0,15
Ca	0,38	0,52	0,09	0,50
Mg	0,19	0,44	0,05	0,18
Pb	0,07	0,09	0,01	0,06
Cd	0,19	0,44	0,11	0,14

Vrednosti bioakumulacionog pokazuju akumulacionu sposobnost biljke i ukazuju na njenu praktičnu primenu u fitoekstrakciji. Rezultati ove studije ukazuju da su listovi vrste *T. farfara* pokazali $BF \geq 1$ za Zn, što ukazuje na intenzivnu akumulaciju ovog metala u nadzemnim organima kao i njenu potencijalnu primenu u fitoekstrakciji (Kabata-Pendias, 2011). Pokazana je i srednja akumulacija stabla i lista obe vrste za Ni, Zn, Cr, Ca, Mg i Cd (stablo vrste *C. vitalba* pokazalo je slabu akumulaciju Cr, Ca i Mg). Slabu akumulaciju Fe, Cu i Pb pokazala su oba organa vrsta *T. farfara* i *C. vitalba*. Dati rezultati sugerišu mogućnost upotrebe nadzemnih delova obe biljne vrste koje se spontano javljaju na jalovištu rudnika u bioakumulaciji teških metala Ni, Cr, Cd, kao i Zn, Ca i Mg iz njima kontaminiranih zemljišta.

Zaključak

Koncentracije Pb i Cu u zemljištu bile su veće od maksimalno dozvoljenih koncentracija, graničnih i remedijacionih vrednosti, koncentracije Cd, Cr i Ni veće od maksimalno dozvoljenih koncentracija i graničnih vrednosti, a koncentracija Zn veća od graničnih vrednosti ovih metala saglasno Uredbi i Pravilniku Republike Srbije. Vrsta *T. farfara* je pokazala bolju bioakumulaciju svih ispitivanih metala od vrste *C. vitalba*. Listovi vrste *T. farfara* najviše su akumulirali ispitivane metale i pokazali intenzivnu akumulaciju Zn. Na osnovu dobijenih rezultata možemo preporučiti upotrebu nadzemnih delova vrsta *T. farfara* i *C. vitalba* u bioakumulaciji teških metala Ni, Cr, Cd, kao i Zn, Ca i Mg iz zemljišta jalovišta i njihovu potencijalnu primenu u njenoj revitalizaciji.

Literatura

- EU Directive 86/278/EEC (1986). Directive 86/278/EEC on the protection of the environment and in particular of the soil, when sewage sludge is used in agriculture. Off. J. Eur. Comm. L181/6. Dostupno: https://www.legislation.gov.uk/eudr/1986/278/pdfs/eudr_19860278_adop ted_en.pdf
- Javorka S., Csapody V. (1979). *Iconographia Florae parties Austro-Orientalis Europae Centralis*. Academiai kido, Budapest.
- Josifović M. (1970). *Flora of Serbia I*. SAAS, Beograd, 246-250.
- Josifović M. (1975). *Flora of Serbia VII*. SAAS, Beograd, 130.
- Kabata-Pendias, A. (2004). Soil – Plant transfer of trace elements – an environmental issue. *Geoderma* 122, 143-149.
- Kabata-Pendias A. (2011). *Trace Elements in Soil and Plants* (4th Ed.). Boca Raton, CRC press, Washington, D.C.
- Pravilnik o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama njihovog ispitivanja. Službeni glasnik RS, br. 23/94.
- Soriano A., Pallarés S., Pardo F., Vicente A.B., Bech J. (2012). Deposition of heavy metals from particulate settleable matter in soils of an industrialised area. *Jour. of Geoch. Explor.* 113, 36-44.
- Tutin T.G. (1964-1980). *Flora Europaea*. In: Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Valentine D.H., Walters S.M., Webb D.A. (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Uredba o programu sistemskog praćenja kvaliteta zemljišta, indikatorima za ocenu rizika od degradacije zemljišta i metodologiji za izradu remedijacionih programa. Službeni glasnik RS, br. 88/2010, prilog 3.
- Zhuang P, Zou H.L., Shu W.S. (2009). Biotransfer of heavy metals along a soil-plant-insect-chicken food chain: Field study. *Journal of Environmental Sciences*. *Journal of environmental sciences (China)*, 21 (6), 849-53.
- Wei Sh., Zhou Q., Wang X. (2005). Identification of weed plants excluding the uptake of heavy metals. *Environ. Inter.*, 31, 829-834.

METAL CONTENT IN SOIL AND SELECTED PLANTS ON MINE FLOTACION TAILINGS RUDNIK DOO "RUDNIK"

Snežana Branković¹, Radmila Glišić², Duško Brković³, Gorica Đelić⁴, Zoran Simić⁵, Vera Rajčić⁶, Ranko Sarić⁷, Milun Jovanović⁸

Abstract: The aim of this study was to determine the concentration of some metals (Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Ni, Cr, Cd) in the soil and species of *Tussilago farfara* L. and *Clematis vitalba* L. on the tailings and flotation of the mine DOO "Rudnik". Concentrations in the soil were: Pb and Cu - higher than the maximum allowed, limit and remediation values; Cd, Cr and Ni - higher than the maximum allowed and limit values, and Zn higher than the limit values (according to the regulations of the Republic of Serbia). Better bioaccumulation of all tested metals was shown by *T. farfara* species, especially leaves for Zn. The results indicate the possible use of aboveground parts of both plant species in the revitalization of tailings by bioaccumulation of tested metals.

Key words: metal content, soil, plants.

^{1,2,4,5}University of Kragujevac, Faculty of Science Kragujevac, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Serbia (snezana.brankovic@pmf.kg.ac.rs)

³University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia

⁶University of Niš, Faculty of Agriculture Kruševac, Kosančićeva 4, 37 000 Kruševac, Serbia

⁷P.E. "Vojvodinašume", Preradovićeve 2, 21131, Petovaradin, Serbia

⁸University of Belgrade, Faculty of mining and geology, Đušina 7, 11000 Belgrade, Serbia.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

63(082)
606:63(082)

САВЕТОВАЊЕ о биотехнологији са међународним учешћем (26 ; 2021 ; Чачак)

Zbornik radova / XXVI savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 12-13. mart 2021. godine ; [organizator] Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku. - Čačak : Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet, 2021 (Beograd : Birograf Comp). - 508 str. : ilustr. ; 25 cm

Radovi na srp. i engl. jeziku. - Na vrhu nasl. str.: University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Cacak. - Tiraž 100. - Bibliografija uz svaki rad.

ISBN 978-86-87611-80-1

- а) Пољопривреда – Зборници
- б) Биотехнологија – Зборници

COBISS.SR-ID 33682953

[DOI:10.46793/SBT26](https://doi.org/10.46793/SBT26)