МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН
АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
УФИМСКИЙ ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ УФИЦ РАН
БАШКИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ОБЩЕСТВА ПОЧВОВЕДОВ ИМЕНИ В. В. ДОКУЧАЕВА
ГАНУ ИНСТИТУТ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

ПОЧВЫ УРАЛА И ПОВОЛЖЬЯ: ЭКОЛОГИЯ И ПЛОДОРОДИЕ

**МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
ПОЧВОВЕДОВ, АГРОХИМИКОВ И ЗЕМЛЕДЕЛОВ,
ПОСВЯЩЕННОЙ 90-ЛЕТИЮ ПОЧВОВЕДЕНИЯ
НА УРАЛЕ**

3–6 июня 2021 года



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН
АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН
ФГБОУ ВО БАШКИРСКИЙ ГАУ
УФИМСКИЙ ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ УФИЦ РАН
БАШКИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ОБЩЕСТВА ПОЧВОВЕДОВ ИМ. В. В.ДОКУЧАЕВА
ГАНУ ИНСТИТУТ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

ПОЧВЫ УРАЛА И ПОВОЛЖЬЯ: ЭКОЛОГИЯ И ПЛОДОРОДИЕ

МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
ПОЧВОВЕДОВ, АГРОХИМИКОВ И ЗЕМЛЕДЕЛОВ, ПОСВЯЩЕННОЙ
90-ЛЕТИЮ ПОЧВОВЕДЕНИЯ НА УРАЛЕ

3–6 июня 2021 года

Уфа
Башкирский ГАУ
2021

УДК 631.4(470)
ББК 40.3(235)
П652
DOI: 10.31563/3-6-6

Ответственный за выпуск:

Ильгиз Галлямович Асылбаев – доктор биологических наук, профессор, декан факультета агротехнологий и лесного хозяйства ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

П652 **Почвы Урала и Поволжья: экология и плодородие** : материалы международной научно-практической конференции почвоведов, агрохимиков и земледелов, посвященной 90-летию почвоведения на Урале. 3–6 июня 2021 года. – Уфа : Башкирский ГАУ, 2021. – 192 с.

ISBN 978-5-7456-0758-5

В сборнике опубликованы материалы докладов участников международной научно-практической конференции почвоведов, агрохимиков и земледелов, посвященной 90-летию почвоведения на Урале.

Авторы опубликованных статей несут ответственность за патентную чистоту, достоверность и точность приведенных фактов, цитат, экономико-статистических данных, собственных имен и прочих сведений, а также за разглашение данных, не подлежащих открытой публикации.

Статьи приводятся в авторской редакции.

УДК 631.4(470)
ББК 40.3(235)

ISBN 978-5-7456-0758-5 © ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, 2021

ОЦЕНКА И ВОСПРОИЗВОДСТВО ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

УДК 631.417.2
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-3-7

Т.Т. Гарипов
T.T. Garipov

Уфимский Институт биологии УФИЦ РАН, г. Уфа, Россия
Ufa Institute of Biology, Ufa Federal Research Center of RAS

ВЛИЯНИЕ СПЛАВИНЫ НА ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ ЭРОДИРОВАННОГО АГРОЧЕРНОЗЕМА
INFLUENCE OF MARSH PLANTS ON HUMUS STATE OF ERODIZED AGROCHERNOZEM

Аннотация. Изучалось влияние сплавины как органического удобрения, а также навоза, соломы и опилок на гумусное состояние эродированного агрочернозёма. Сплавина, особенно при добавлении к ней триходермы, оказывает положительное влияние на гумусное состояние почвы, но по урожайности культур уступает навозу.

Abstract. The effect of marsh plants as an organic fertilizer, as well as manure, straw and sawdust on the humus state of eroded agrochernozem, was studied. Marsh plants, especially when adding trichoderma to it, has a positive effect on the humus state of the soil, but in terms of crop yield it is inferior to manure.

Ключевые слова: гумусное состояние почв, сплавина, агрочернозём.
Keywords: soil humus state, marsh plants, agrochernozem.

Введение. Восполнение запасов гумуса в почве является одним из способов борьбы с эрозией. Количество традиционного органического удобрения – навоза не обеспечивает воспроизводства плодородия. Поэтому помимо навоза могут быть использованы альтернативные источники гумусовых веществ, особенно возобновляемые биологические ресурсы, например торф, пожнивные остатки, солома и т. п. В настоящее время ограниченное поступление в почву растительных остатков является одним из лимитирующих факторов при накоплении органического углерода [1,2]. Ещё одним источником органического вещества может служить сплавина – плавучая растительность, которая активно разрастается на поверхности водоёмов [3,4]. Зарастающие водохранилища и озёра требуют очистки, а следовательно, и утилизации сплавины, которая накапливается в пределах Республики Башкортостан сотнями тысяч тонн [5] Сплавина в обычных условиях разлагается медленно, и для ускорения этого процесса можно использовать компостирование сплавины микроскопическим грибом *Trichoderma koningii Oudem* (далее – триходерма).

Цель. Целью работы являлось изучение влияния на гумусное состояние слабоэродированного агрочернозёма сплавины, в том числе при её компостировании триходермой в сравнении с традиционными органическими удобрениями (соломой и навозом), а также опилками.

Материалы и методика исследования. Трёхлетний мелкоделяночный полевой опыт проводился в Южной Лесостепи Республики Башкортостан на слабоэродированном агрочернозёме (чернозёме типичном среднемощном среднегумусном тяжелосуглинистом слабоэродированном). Схема опыта: контроль без внесения удобрений; сплавина; предварительно компостированная с триходермой сплавина; сырая сплавина с добавлением в почву триходермы; опилки; навоз; солома с добавлением $N_{30}P_{30}$. Удобрения в дозе 2,5 кг/м^2 вносили 1 раз весной при закладке опыта. Сплавина (в основном камыш, осока и рогоз) была взята из водохранилища, измельчена вместе с корнями и внесена в почву во влажном состоянии. Такая же сплавина была компостирована в лабораторных условиях. В варианте с сырой сплавиной вносили по 2,5 г сырой биомассы триходермы. Площадь делянок составляла 4 м^2 с защитными полосами шириной 1 м в трёх повторностях.

В 1-й год опыта на опытных делянках выращивали картофель, в следующем году – яровую пшеницу, в заключительный год опыта – многолетние травы. Агротехнические мероприятия были общепринятыми для этих культур. Средние почвенные образцы из пахотного горизонта агрочернозёма, составленные из 5 повторностей, отбирали дважды в год весной и осенью через каждые 10 см (0–10, 10–20, 20–30 см). Показатели гумусного состояния почв изучали по [6]. Результаты анализов обработаны методами математической статистики [7].

Результаты исследования. Валовое содержание гумуса в почве опыта было средним для агрочернозёмов Южной Лесостепи и составляло 6.1%. Уже в первый год опыта произошло достоверное увеличение содержания гумуса во всех его вариантах (таблица).

Таблица Валовое содержание гумуса в пахотном слое почвы опыта

Вариант	1-й год		2-й год		3-й год	
	Весна	Осень	Весна	Осень	Весна	Осень
Контроль	6,22	6,18	6,26	6,21	6,17	6,10
Сплавина	6,36	6,40	6,37	6,39	6,35	6,21
Компостированная сплавина	6,57	6,68	6,54	6,49	6,53	6,68
Сплавина + *Trichoderma* sp. 14	6,40	6,43	6,40	6,42	6,49	6,51
Опилки	6,41	6,38	6,37	6,39	6,52	6,48
Навоз	6,70	6,81	6,61	6,53	6,53	6,63
Солома + $N_{30}P_{30}$	6,32	6,39	6,37	6,32	6,47	6,34

По истечении трёх лет компостированная сплавина по влиянию на гумусированность почвы была равна навозу. При этом необходимо отметить, что навоз оказал наибольшее влияние в первый год опыта с последующим снижением, содержание гумуса при внесении компостированной сплавины было более равномерным. Применение сплавины с добавлением триходермы непосредственно в почву привело к повышению содержания гумуса, которое ещё более возросло на третий год опыта, а при внесении сплавины без добавления триходермы гумусированность почвы к концу эксперимента снижалась.

Повышение валового содержания гумуса при внесении органических удобрений сопровождались изменениями других показателей гумусного состояния почвы (степени гумификации, а также долей гуминовых кислот (ГК) различных фракций).

Степень гумификации органического вещества ($С_{ГК}$:$С_{ОРГ}$) к концу опыта повысилась на 2-3 % во всех удобренных вариантах опыта, кроме внесения сплавины без триходермы (рис. 1). Подтверждением этому служило и то, что к этому времени сплавина (при добавлении триходеры), солома и опилки стали морфологически неразличимы. В тоже время существенных изменений типа гумуса не произошло, только в варианте с внесением навоза возросло соотношение $С_{ГК}$:$С_{ФК}$. Это связано с исходным гуматным типом гумуса, характерным для чернозёмов региона.

На рисунке 2 представлены данные по содержанию ГК (ГК-1 – «свободные», ГК-2 – связанные с ионами кальция и ГК-3 – прочносвязанные).

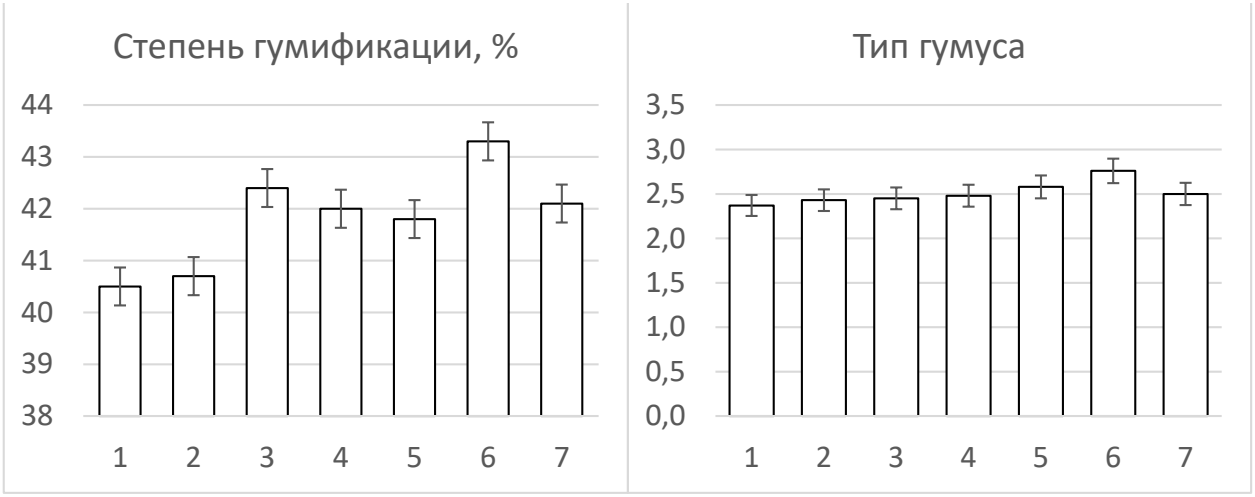


Рисунок 1
Степень гумификации и тип гумуса агрочернозёма.
Варианты опыта: 1 – контроль, 2 – сплавина, 3 – компостированная сплавина,
4 – сплавина + триходерма, 5 – опилки, 6 – навоз, 7 – солома

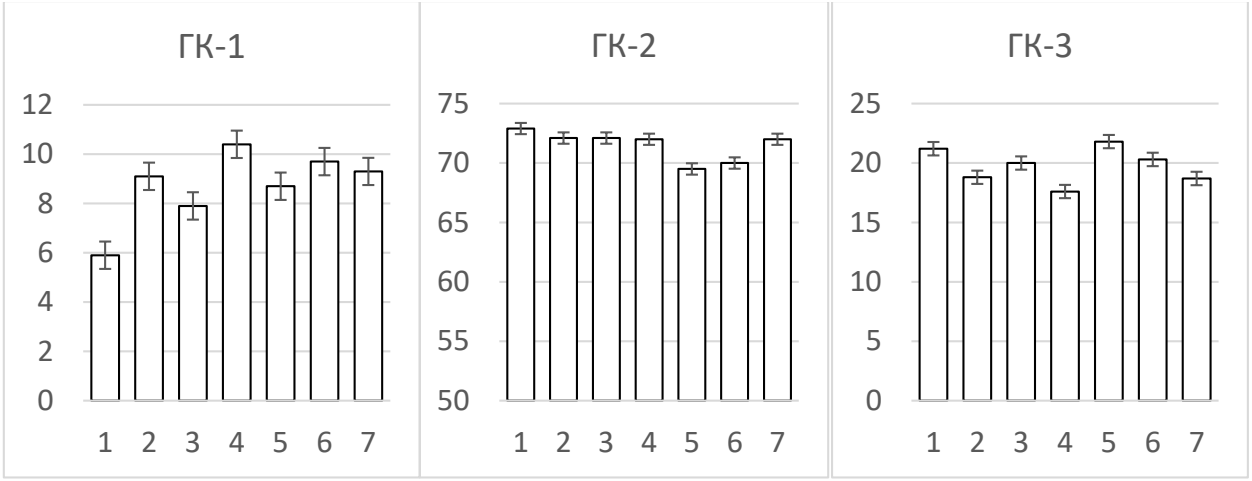


Рисунок 2
Содержание ГК, % от суммы ГК.
Варианты опыта: 1 – контроль, 2 – сплавина, 3 – компостированная сплавина,
4 – сплавина + триходерма, 5 – опилки, 6 – навоз, 7 – солома

Основные изменения в составе ГК агрочернозёма произошли в их первой, наиболее подвижной фракции. Доля «свободных» ГК в их сумме заметно изменилась при внесении удобрений (с 6 до 8-10 %). Относительное содержание ГК-2 и ГК-3 по всем удобренным вариантам опыта не превысило контрольный, а в

некоторых случаях заметно снизилось, хотя абсолютное содержание углерода этих фракций ГК не уменьшилось по сравнению контролем. Использованные органические удобрения по влиянию на гумусное состояние агрочернозёма можно расположить в следующий возрастающий ряд: < сплавина < солома < опилки = сплавина + триходерма < компостированная сплавина = навоз.

В течение опыта культуры выращивали в соответствии с севооборотом хозяйства. Урожайность всех культур была при внесении навоза была выше не только контроля, но и большинства других вариантов, где она, в свою очередь, была заметно выше неудобренного варианта. При этом необходимо отметить, что сплавина при добавлении триходермы в почву по урожайности картофеля и яровой пшеницы практически не уступала варианту с заранее компостированной сплавиной, что даёт основания в случае необходимости не компостировать её заранее, а обрабатывать триходермой непосредственно при внесении.

Выводы. 1. Органические удобрения на основании сплавины, особенно при добавлении к ней триходермы, оказывают положительное влияние на гумусное состояние эродированного агрочернозёма, но по урожайности культур уступают навозу. 2. Применение сплавины в качестве органического удобрения позволяет решить проблему её утилизации и очистки водоёмов от зарастания.

Библиографический список

1. Шарков И.Н., Колбин С.А., Прозоров А.С., Самохвалова Л.М. Плодородие чернозема выщелоченного и урожайность яровой пшеницы при многолетнем удалении соломы с поля в лесостепи Западной Сибири // Агрохимия. 2016. № 11. С. 12-18.

2. Кудеяров В. Н. Почвенно-биогеохимические аспекты состояния земледелия в Российской Федерации // Почвоведение 2019. № 1, с. 109–121. DOI: 10. 1134/S0032180X1901009X

3. Назырова Ф.И., Гарипов Т.Т. Влияние органических удобрений и мелиорантов на буферные свойства чернозема южного // Вестник КрасГАУ. 2012. № 1 (64). С. 24-27.

4. Габбасова И.М., Сулейманов Р.Р., Гарипов Т.Т., Комиссаров М.А., Сидорова Л.В., Галимзянова Н.Ф., Liebelt P., Абакумов Е.В., Гималетдинова Г.А., Простякова З.Г. Использование местных удобрений, почвенного гриба trichoderma koningii oudem. и no-till обработки для улучшения агрочернозема в Южном Предуралье // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 5. С. 1004-1012.

5. Габбасова И.М., Гарипов Т.Т., Галимзянова Н.Ф., Сулейманов Р.Р., Комиссаров М.А., Сидорова Л.В., Гималетдинова Г.А. Использование удобрения на основе сплавины для повышения плодородия эродированного чернозема типичного // Агрохимия. 2014. № 6. С. 35-42.

6. Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Розанова М.С. Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов // Почвоведение. 2004. № 8. С. 918-926.

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.

Сведения об авторе

Гарипов Тимур Талмасович, ORCID 0000-003-4942-8203, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории почвоведения, Уфимский Институт биологии УФИЦ РАН, г. Уфа, пр. Октября, 69, e-mail: timurgar@gmail.com.

Authors' personal details

Garipov TimurTalmasovich, ORCID 0000-003-4942-8203, candidate of agricultural sciences? senior researcher of the laboratory of soil science, Ufa Institute of Biology, Ufa Federal Research Center of RAS, Ufa, pr. Oktyabrya, 69, Russia, e-mail: timurgar@gmail.com.

УДК 631.4+631.46+631.4:551.3+631.411.6
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-7-13

Л.А. Гафурова, Д.А. Кадирова, М.Б. Алимджанов, О.Х. Эргашева
L.A. Gafurova, D.A. Kadirova, M.B. Alimdzhanov, O.H. Ergasheva

Национальный университет Узбекистана, Ташкент
Ташкентский Государственный аграрный университет
National University of Uzbekistan, Tashkent
Tashkent State Agrarian University

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПОЧВ ЮЖНОГО УЗБЕКИСТАНА
BIOLOGICAL ACTIVITY OF DEGRADED SOILS OF SOUTHERN UZBEKISTAN

Аннотация. В данной статье представлены данные результаты исследований по изучению изменения количества микроорганизмов, активности ферментов, интенсивности дыхания во времени и в пространстве, а также под влиянием деградационных процессов в зависимости от своеобразных региональных почвенно-климатических условий. В ходе работ определены корреляционные связей между биологической активностью и диагностическими показателями плодородия почв. Оценены чувствительности информативных показателей биологического состояния к процессам деградации и возможности использования в биодиагностике почвы.

Abstract. This article presents these results of studies on the study of changes in the number of microorganisms, enzyme activity, respiration rate in time and space, as well as under the influence of degradation processes, depending on the peculiar regional soil and climatic conditions. In the course of the work, correlations between biological activity and diagnostic indicators of soil fertility were determined. The sensitivity of informative indicators of the biological state to degradation processes and the possibility of using it in soil biodiagnostics have been evaluated.

Ключевые слова: деградация, темные сероземы, горно-коричневые карбонатные, горно-коричневые типичные почвы, аммонификатор, нитрификатор, эрозия, биологическая активность почвы.

Keywords: degradation, dark sierozem soils, mountain brown carbonate, mountain-brown typical soils, ammonifier, nitrifier, erosion, biological activity of the soil.

Введение. В мире проводятся научные исследования по систематизации данных о видах деградации и факторах их обусловливающих, выявлению влияния деградации на изменения свойств почвы, анализу взаимодействия биологической активности почвы с факторами внутренней и внешней среды, разработке методов биодиагностики объективной и достоверной оценки степени устойчиво-

сти к различным негативным факторам почвенных систем. Также, в целях быстрого и качественного выявления деградационноопасных земель, особое внимание уделяется выполнению научных исследований по инвентаризации и мониторингу почвенного покрова, долгосрочному прогнозированию и предотвращению деградации при помощи картографических основ, созданных с применением геоинформационных технологий, более экономичных и эффективных по сравнению с традиционными методами.

В республике в целях поддержания устойчивого уровня плодородия почв, прогнозирования и создания условий, необходимых для роста и развития сельскохозяйственных культур наряду с улучшением агрофизических, агрохимических свойств почвы осуществляется широкий комплекс мероприятий по повышению биологической активности почв.

Цель исследование - комплексный системный подход к разработке критериев биодиагностики почв на основе информативных показателей биологического состояния почв, распространенных в условиях Сурхан-Шерабадской долины и созданию картографических моделей с помощью геоинформационных технологий.

Материалы и методика исследования. Полевые и лабораторные исследования проводились по общепринятым стандартным методам. В исследовании использовались профильно-генетические, сравнительно-географические и химико-аналитические методы. Анализы выполнены по руководствам «Методы почвенной энзимологии», «Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследования», «Руководство по химическому анализу почв», «Микробиология и биохимия почв». Учет микроорганизмов, выросших на жидких средах, выполнено на основе таблицы Мак-Креди.

Результаты исследований показали, что распределение и количественное изменение изученных групп микроорганизмов различались в зависимости от географического расположения типа и подтипа почв, генетических особенностей, обеспеченности органическими веществами (рис.1).

В горно-коричневых и орошаемых очвах сероземного пояса преобладала доля аммонификаторов, в почвах пустынных зон наблюдалось увеличение доли актиномицетов, которые способны развиваться в неблагоприятных условиях и маслянокислых бактерий, развивающихся в анаэробных условиях, что можно объяснить сукцессией микроорганизмов, то есть засоление почв оказывает сильное влияние на развитие бактерий и грибов, в результате их количество резко уменьшается, что создает более благоприятную среду для развития актиномицетов и маслянокислых бактерии. Остальные группы микроорганизмов во всех почвах встречались в меньшем количестве.

Благоприятные агрохимические и агрофизические свойства горно- коричневых типичных почв обеспечивают высокую микробиологическую активность. В этих почвах микробиологические процессы протекали активнее по сравнению с почвами сероземного пояса и пустынной зоны региона (табл.1).

Большая численность аммонификаторов указывает на активность процесса аммонификации, что свидетельствует о наличии большого количества органического вещества. Активность процесса аммонификации, в свою очередь, приводит к интенсивному развитию нитрификаторов. Увеличение числа нитрификаторов способствует улучшению азотного питания растений. Достаточная обеспеченность минеральными формами азота способствует развитию целлюлозоразруша-

ющих микроорганизмов, интенсивному разрушению целлюлозы, что в свою очередь приводит к развитию азотфиксирующих микроорганизмов.

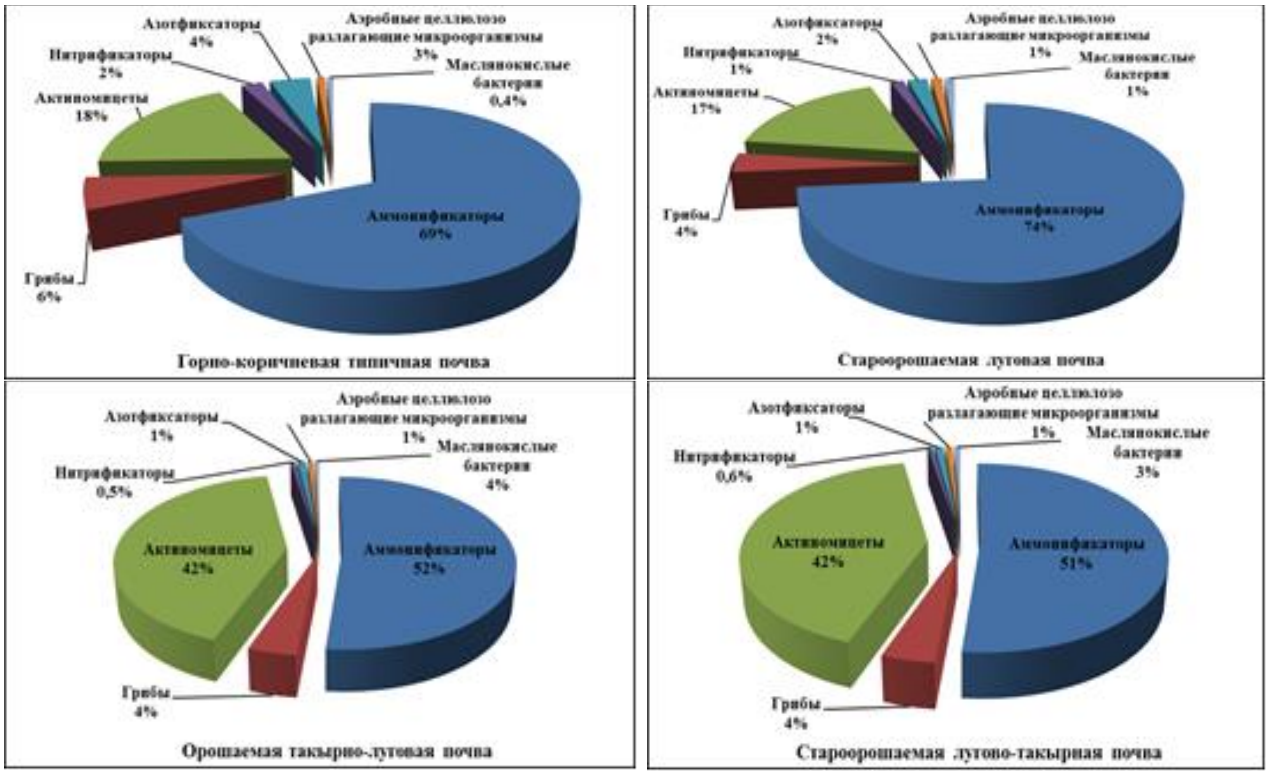


Рисунок 1
Распределение групп микроорганизмов в почвах Сурхан-Шерабадской долины

Таблица 1 Численность микроорганизмов в горно-коричневых сероземных почвах Сурхан-Шерабадской долины (тыс./г почвы)

Глубина, см	Аммонификаторы	Грибы	Актиномицеты	Нитрификаторы	Азотфиксаторы	Аэробные целлюлозо-разлагающие микроорганизмы	Маслянокислые бактерии
Горные коричневые типичные почвы							
0-15	3900	284	875	95	200	40	30
15-30	2270	175	670	40	115	25	16,5
30-50	1580	120	495	25	75	11	9
50-70	700	53	264	9	30	6	4
Тёмные сероземы, развитые на лессовых отложениях							
0-15	1040	51	110	15	30	9	11
15-30	800	30	64	11	16	4	7,5
30-50	355	19	35	6,5	7,5	1,4	4,5
50-70	197	13	20	2,5	3	–	2
Староорошаемые луговые почвы							
0-15	2605	128	650	45	75	40	35
15-30	2070	87	434	30	45	25	20
30-50	1425	58	296	20	25	16,5	14
50-70	1061	37	143	11,5	9,5	9	9
Новоорошаемые типичные сероземы							
0-15	884	44	491	9,5	15	11,5	4,5
15-30	501	30	360	6,5	10	6,5	3
30-50	401	22	218	3	6,5	3,0	1,5
50-70	254	12	110	1,4	3	1,5	0,6

Распределение количества определенных групп микроорганизмов по профилю орошаемых почв сероземного пояса изменяется в зависимости от их давности орошения (табл.1). В староорошаемых почвах наблюдалось большее количество микроорганизмов, чем в новоорошаемых и новоосвоенных почвах. Такую картину можно объяснить тем, что микроорганизмы проникают в глубокие слои староорошаемых почв из-за хорошего обеспечения источниками питательных веществ в результате длительного применения органических и минеральных удобрений.

Таблица 2 Численность микроорганизмов в орошаемых почвах пустынной зоны Сурхан-Шерабадской долины (тыс./г почвы)

Глубина, см	Аммонифи-каторы	Грибы	Актиномицеты	Нитрификаторы	Азотфиксаторы	Аэробные целлюлозо-разлагающие микроорганизмы	Масляно-кислые бактерии
Орошаемые такырно-луговые почвы							
0-15	1060	81	880	11,5	11	10	20
15-30	705	46	588	7	9	6	10
30-50	304	27	343	3,5	3,5	3,5	6,5
50-70	120	13	128	1,5	2	1,5	2,5
Староорошаемые луговые почвы							
0-15	1890	150	1390	30	45	40	65
15-30	1380	102	884	16,5	25	20	30
30-50	810	84	626	9	11,5	10	16,5
50-70	405	55	376	4	7,5	4,5	9
Новоорошаемые серо-бурые почвы							
0-15	485	13	550	2	2,5	3	4
15-30	170	9	330	0,7	1,5	1,6	2,5
30-50	80	5	214	0,3	0,6	1	1,1
50-70	40	3	110	-	0,1	0,1	0,1
Староорошаемые лугово-такырные почвы							
0-15	910	71	768	9,5	11,5	10	16
15-30	580	38	593	4,5	7,5	7	10
30-50	260	16	236	2,5	4	3,5	6,5
50-70	101	11	120	0,9	1,6	1,5	3
Орошаемые лугово пустынно-песчаные почвы							
0-15	500	14	563	2,0	4,5	2,5	3,5
15-30	201	8	336	0,6	2,5	1,4	1,2
30-50	82	6	118	0,1	1,2	0,7	0,9
50-70	41	2	81	-	0,3	0,3	0,3

Выявлено, что все группы микроорганизмов обнаружены в очень малых количествах даже в верхних слоях орошаемых серо-бурых, такырно-луговых, луговых пустынно- песчаных и лугово-пустынных почв, а в нижних слоях некоторые группы их совсем не встречались (табл.2).

Как известно, микроорганизмы являются очень чувствительными индикаторами почвенно-экологических условий. Эродированность и засоленность почв в различной степени исследуемой территории являются основными лимитирующими факторами развития микроорганизмов. По мере повышения степени эродированности и засоленности их численность резко уменьшается.

Изменение основных агрохимических, агрофизических и микробиологических свойств исследуемых почв в результате процессов деградации находит своё отражение и на активности ферментов.

Инвертаза, катализирующая реакции гидролитического расщепления сахарозы, отражает уровень плодородия и биологической активности почв. Поэтому, активность инвертазы в связи обеспеченностью почв органическими веществами в предгорных и горных почвах варьирует в пределах 1,80-23,2, в орошаемых почвах сероземного пояса - 2,45-7,10, а в почвах пустынной зоны - 1,28-3,27 мг глюкозы.

Активность фосфатазы в почве зависит от содержания органического и минерального форм фосфора и в предгорных и горных почвах составляет 0,70-7,20 мг P_2O_5 в 100 г почвы, в орошаемых почвах сероземной зоны - 1,80-3,20, а в пустынной зоне – 0,50-1,30 мг P_2O_5.

Активность уреазы, катализирующая гидролиз мочевины в почве до аммиака и углекислого газа, в горных и предгорных почвах составляет 1,14-5,72 мг NH_3 в 10 г почвы, в орошаемых почвах сероземного пояса 1,12-4,70 и в почвах пустынного пояса 0,16-0,69 мг NH_3.

Каталаза участвует в разложении накопившейся в результате различных биохимических процессов в почве H_2O_2 на воду и молекулярный кислород. Активность каталазы в горных и предгорных почвах составляет 0,98-15,4 мл O_2, в орошаемых почвах сероземного пояса 3,20-5,04 мл O_2, а в почвах пустынной зоны 1,9-4,3 мл O_2 в 100г почвы. Низкая активность каталазы в пустынных почвах свидетельствует о накоплении в почве H_2O_2, который является вредным для живых организмов веществом.

Ферменты фенолоксидазы осуществляют окислительно-восстановительные реакции, характеризующие направление процессов распада-синтеза гумусовых веществ в почве, и по их соотношению можно рассчитать коэффициент гумификации. Активность пероксидазы в горных и предгорных почвах составляет 1,34-10,2, в орошаемых почвах сероземного пояса 1,30-4,23, а в почвах пустынной зоны – 2,60-3,29 мг пурпургалинна в 100 г почве. Активность полифенолоксидазы в горных и предгорных почвах колеблется в пределах 1,10-11,4, в орошаемых почвах сероземного пояса 1,30-4,23 и в пустынных почвах колеблется в пределах 1,80-5,80 мг пурпургалина в 100 г почве. В изученных почвах коэффициент гумификации колеблется в пределах 0,6-2,3.

Активность ферментов, в основном, проявляется в верхних наиболее биологически активных слоях. Однако, в активности каталазы наблюдалось небольшое увеличение ее в нижних слоях в зависимости от количества карбонатов в почве. По профилю почв активность изученных ферментов уменьшается весьма плавно, чем численность почвенных микроорганизмов.

По соотношению общей активности ферментов наблюдалось увеличение доли ферментов оксидазы в почвах региона по сравнению с гидролазами, что с одной стороны объясняется сухим климатом исследуемой территории, а с другой активацией деятельности ферментов класса оксидоредуктаз при улучшении процесса аэрации в результате обработки пахотного горизонта.

Большую пестроту в активности ферментов создает степень эродированности почв. Поскольку намытые и несмытые почвы имеют благоприятные поч-

венные условия и активность ферментов проявляется выше, чем у смытых почв. Повышение степени засоления привело к снижению ферментативной активности почв.

Процесс дыхания почвы является сложным биохимическим процессом, выделение CO_2 колеблется в широких пределах в зависимости от ряда факторов, в том числе от содержания органического вещества в почве, химических и физических свойств почв, количества микроорганизмов и гидротермических условий, т.е. в горных и предгорных почвах колебалась в пределах 3,6-11,2, в орошаемых почвах сероземного пояса 3,2-8,1, в почвах пустынной зоны 2,2-6,0 мг CO_2 на 10 г почве. Следует отметить, что выделение газа CO_2 также значительно увеличилось в нижних карбонатных слоях (12,6-16,7 мг CO_2 на 10 г почвы), особенно это ясно выражено в южной экспозиции горно-коричневых карбонатных почв. Отмечено, что интенсивность дыхания в орошаемых почвах пустынных зон значительно слабая, чем в почвах горных регионов и сероземного пояса.

В зависимости от гидротермических условий исследуемой территории в горных и предгорных почвах биологические процессы, в основном, активно протекают весной, в остальные сезоны года (лето, осень) менее активно из-за лимитирующих факторов биологических процессов - неблагоприятной температуры и недостатка влаги. В орошаемых почвах сероземного пояса сезонная динамика биологических процесов незначительны. Для протекания биологических процессов в почве пустынных зон энергетические запасы ограничены.

Также в ходе исследований были выявлены положительные корреляционные связи между биологической активностью почв и агрохимическими и физическими свойствами. Коэффициент корреляции между биологической активностью и гумусом колебались в пределах r=0,85-0,97, между азотом r=0,75-0,93, между фосфором r=0,76-0,95 и калием r=0,72-0,93, между порозностью и микроорганизмами r=0,67-0,86, между ферментами r=0,74-0,90.

Выводы. Для каждого типа и подтипа почв характерны своеобразные морфологические признаки в зависимости от развития процессов деградации, географического распространения, различных условий формирования и использования в сельском хозяйстве. По механическому составу в почвенном профиле сменяются суглинистые, супесчаные, песчаные и глинистые слои. Физические, химические и агрохимические свойства почв изменяются в зависимости от механического состава, обеспеченности органическими веществами, длительности орошения, степени эродированности и засоления. По степени засоления в долине встречаются от незасоленных и слабозасоленных почв до сильнозасоленных почв. По типу засоления, относятся к хлоридно-сульфатным и сульфатным типам.

В результате процессов деградации ухудшение основных почвенно-экологических параметров, контролирующих уровень ферментативной активности почв, приводит к резкому снижению их деятельности. Высокая активность ферментов, в основном, проявляется в верхних слоях и естественно уменьшается к нижним слоям. На основе данных картографической модели почвы территории оцениваются очень слабой, слабой и средней ферментативной активностью.

Сезонные колебания численности групп микроорганизмов в зависимости от их физиологических особенностей и почвенно-климатических условий терри-

тории, хорошо развиваются весной и осенью, а летом наблюдается уменьшение их количества. Ферментативная активность и интенсивность дыхания отличаются меньшей изменчивостью по сравнению с микробиологической активностью по сезонам года и проявляют себя как относительно стабильная характеристика биологической активности почвы.

По пространственно-временной (сезонной) изменчивости и чувствительности к процессам деградации биологические свойства почвы можно расположить в следующей последовательности: аммонификаторы > нитрификаторы > аэробные целлюлозоразлагающие > азотфиксаторы > грибы > маслянокислые бактерии > актиномицеты; пероксидаза, полифенолокидаза > инвертаза > уреаза, фосфатаза > каталаза > дыхание почвы.

Общая биологическая активность почв Сурхан-Шерабадской долины в зависимости от природно-климатических условий региона и свойств почв характеризуется изменением от очень низкой до очень высокой степени в горных и предгорных почвах (19-100 %), от низкой до высокой степени в орошаемых почвах сероземного пояса (27-61 %), от очень низкой до средней степени в орошаемых почвах пустынного пояса (15-49 %).

Библиографический список

1. Хазиев Ф.Х. Системно-экологический анализ ферментативной активности почв. М. Наука, 1982. – 190с.

2. Gafurova L.A., Kadirova D.A. Complex genetic research of soils of Surkhandarya valley with microbiological and biochemical study. The European Science Review. – Vienna, Austria, 2018. - №5-6. - P.258-260.

3. Gafurova L.A., Kadirova D.A., Djalilova G. T., Ergasheva O.X. Degraded soils of Surkhan-Sherabad valley and their biological activity // Journal of Critical Reviews ISSN- 2394-5125 Vol 7, Issue 2, 2020, p.292-295. DOI: 10.31838/jcr.07.02.54.

Сведения об авторах

1. Гафурова Лазизахон Акрамовна, доктор биологичиских наук, профессор кафедры почвоведения, Руководитель научного центра АгроЭкоБиотехнологий НУУз. Ташкент-100174, ул. Университетская-2. e-mail: la.gafurova@nuu.uz.

2. Д.А.Кадирова, Ташкентский Государственный аграрный университет.

3. М.Б.Алимджанов, Ташкентский Государственный аграрный университет.

4. Эргашева Олимахон Халикжоновна, доктор биологичиских наук (PhD), доцент кафедры почвоведения, НУУз. Ташкент-100174, ул. Университетская-2. e-mail: o.ergasheva@nuu.uz.

Authors' personal details

1. Gafurova Lazizakhon Akramovna, doctor of biological sciences, professor of the Department of Soil science, Head of the Scientific Center of AgroEcoBiotechnology NUUz, Tashkent-100174, st. Universitetskaya-2. e-mail: la.gafurova@nuu.uz.

2. D.A. Kadirova, Tashkent State Agrarian University.

3. M.B. Alimdzhanov, Tashkent State Agrarian University.

4. Ergasheva Olimakhon Xaliqjonovna, doctor of biological sciences (PhD), assistant professor, NUUz. Tashkent-100174, Universitetskaya str. – 2. e-mail: o.ergasheva @nuu.uz.

УДК 631.445.42
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-14-17

С.Л. Добрянская
S.L. Dobryanskaya

ФГБОУ ВО Новосибирский государственный аграрный университет,
г. Новосибирск, Россия
Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЕ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЁМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО НОВОСИБИРСКОГО ПРИОБЬЯ
EVALUATION OF THE INFLUENCE OF EROSION PROCESSES ON THE PROPERTIES OF CHERNOZEM OF THE LEACHED NOVOSIBIRSK PRIOBE

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы деградации почв в условиях развития эрозионных процессов. Установлено уменьшение мощности гумусового горизонта, содержания и запасов гумуса. Уменьшение содержания гумуса оказало существенное влияние на деградацию структурно-агрегатного состояния чернозёмов, которое проявляется в увеличении глыбистости и уменьшении количества агрономически ценных агрегатов. Основное внимание в работе автор акцентирует на заметные изменения деградационного характера свойств почв при увеличении крутизны склона.

Abstract. The article deals with the problems of soil degradation in the conditions of the development of erosion processes. A decrease in the thickness of the humus horizon, the content and reserves of humus has been established. A decrease in the humus content had a significant effect on the degradation of the structural and aggregate state of chernozems, which manifests itself in an increase in lumpiness and a decrease in the number of agronomically valuable aggregates. The author focuses on noticeable changes in the degradation nature of soils with an increase in the steepness of the slope.

Ключевые слова: чернозём выщелоченный, структура, водопрочность агрегатов, гумус, эрозия.

Keywords: leached chernozem, structure, water resistance of aggregates, humus, erosion.

Введение. Как известно, мониторинг изменения форм рельефа и эрозионных процессов является необходимым условием успешного решения вопросов восстановления почвенного плодородия регионов. Снижение потенциальной продуктивности земель в результате эрозии почв также требует увеличения затрат на удобрения, орошение и вклада дополнительной энергии.

На эрозионно опасных почвах склонового агроландшафта происходит смыв гумусового слоя с выносом, как почвенного материала, так и питательных веществ из почвы и удобрений, а также снижение мощности верхних горизонтов и вовлечение в пахотный горизонт нижележащих слоев с меньшими запасами органического вещества, что в значительной степени отражается на изменении почвенного плодородия, урожайности и качестве выращиваемых культур [1, 2].

Пораженность земледельчески освоенных почв Сибири эрозионными процессами достигла больших размеров, хотя основная часть пахотных почв интенсивно используется в земледелии этого региона только в последние 50 лет. Интенсивная распашка склоновых земель и неурегулированный поверхностный сток талых и ливневых вод спровоцировали развитие эрозионных процессов, которыми затронуто до 40 % сибирских черноземов [4]. В последние десятилетия в связи с резким сокращением использования минеральных удобрений и практически полным прекращением работ по защите почв от эрозии усилились процессы антропогенной деградации склоновых земель.

Цель исследований – выявить влияние степени эродированности на трансформацию основных показателей плодородия чернозёма выщелоченного.

Материалы и методы исследования. Исследуемый участок расположен в северо-западном направлении от учебно - опытного хозяйства Новосибирского ГАУ «Практик». Значительная вертикальная и горизонтальная расчлененность рельефа, длинные склоны прямого и выпуклого продольного профиля с уклонами 1,5-3^0, полностью распаханные от водораздела до крутых (3-5^0) нижних частей склонов обуславливают высокую оврагоопасность территории. Кроме того в долинах рек сформированы пойменно-террасовые уступы, являющиеся наиболее ослабленной частью ландшафта и способствующие зарождению донных и склоновых оврагов [3]. Территория Приобского плато сложена мощными толщами осадков третичного и четвертичного возрастов. Для почвообразования наиболее значение имеют четвертичные отложения. Верхняя толща суглинков имеет лессовидный характер.

Почвенные разрезы заложены на 3-х полях овощных севооборотов с увеличением крутизны склона к оврагу. На полях поперек направления стока посажены двухрядные лесополосы из клена татарского. На территории данного участка возделывался широкий ассортимент овощных культур: картофель, морковь, капуста, помидоры, огурцы. Орошение проводилось дождеванием, в зависимости от погодных условий и возделываемой культуры за вегетационный период проводили 3-4 полива по 300-400 м^3/га, что вызывало развитие ирригационной эрозии. В настоящее время на исследуемых полях выращиваются многолетние травы, пропашные культуры, зерновые с оставлением высокой стерни для лучшего снегозадержания и уменьшения стока талых вод и испарения. Почва меньше подвергается водной эрозии под влиянием талых и дождевых вод, и наблюдается только в полях пропашных культур.

Для выполнения поставленной цели рассмотрели следующие варианты:

- разрез 1 – на приводораздельном участке с уклоном менее 1^0 (неэродированный);

- разрез 2 – в средней части склона, уклон не превышает 3^0 (эрозионноопасный);

- разрез 3 – в нижней части склона с углом наклона 4-5^0 (слабосмытый).

Результаты исследований. В связи с увеличением крутизны склона и степени смытости наметились изменения морфологических признаков почвенного профиля. Заметное уменьшение мощности гумусово-аккумулятивного горизонта произошло при склоне 4-5^0. По мере приближения к оврагу и увеличении крутизны склона заметно уменьшается мощность гумусового горизонта на 20 см, при этом ухудшается структурно-агрегатное состояние, увеличивается глыби-

стость, что приводит к образованию почвенной корки и распыленности. Для нижней части гумусового горизонта характерно заметное уплотнение и низкая агрегированность.

При изучении морфологического строения исследуемых чернозёмов отмечено, что пахотный слой вследствие длительной сельскохозяйственной нагрузки дезагрегируется, значительно уплотняется, а после снеготаяния весной заплывает. Такая ситуация приводит к тому, что пахотный слой утрачивает важную агропроизводственную способность – высокую водопроницаемость.

Анализ проведенных исследований показал, что с увеличением крутизны склона и с усилением эрозионных процессов гумусное состояние чернозема выщелоченного претерпевает значительные изменения (табл.1). Наиболее существенные изменения отмечены при большей крутизне склона. В этом варианте потери гумуса в пахотном слое составили более 20 %. Высокие темпы снижения органического вещества отмечены по всему гумусовому профилю. Запасы гумуса в полуметровом слое стали ниже на 88,6 т/га в сравнении с неэродированным аналогом. Уменьшение содержания гумуса в эрозионноопасном черноземе несколько ниже. Пахотный слой потерял около 12 % гумуса, запасы его сократились на 14 %. Существенное уменьшение содержания и запасов гумуса на слабосмытом участке можно объяснить выносом с талыми водами тонкодисперсных частиц, а также усилением минерализации органического вещества при длительном регулярном орошении овощных культур.

Таблица 1 Содержание и запасы гумуса

Глубина, см	Крутизна склона					
	менее 1°		2-3°		4-5°	
	Содержание, %	Запас, т/га	Содержание, %	Запас, т/га	Содержание, %	Запас, т/га
0-10	6,53	68,5	5,02	57,3	4,92	50,1
10-20	6,03	62,7	5,36	54,5	4,75	51,3
20-30	5,74	61,2	5,13	55,4	3,02	36,2
30-40	4,93	51,5	3,28	39,4	2,87	33,6
40-50	2,58	26,7	1,19	14,3	0,86	10,8
0-50	-	270,6	-	220,9	-	182,0

Результаты исследований показали, что эрозионные процессы существенно влияют на разрушение структурного состояния почвы. Наиболее существенное ухудшение структурного состояния возрастает в ряду от несмытых почв к эродированным, в которых наблюдается огрубление структуры. Содержание глыбистой фракции (больше 10 мм) увеличивается более чем в два раза, уменьшение агрономически ценных агрегатов достигло 26 % в пахотном и 18 % в подпахотном слое, что свидетельствует о структурной деградации смытой почвы. Важным показателем агрономически ценной структуры является ее водопрочность, которая в значительной мере определяет эрозионную устойчивость почв. Наименьшая водопрочность структуры характерна эродированной почве, разница с контролем достигает 12 %, коэффициент водопрочности уменьшается на 50 %, что является важным показателем деградации эродированного чернозёма. Подпахотные горизонты отличаются повышенным содержанием водопроч-

ных агрегатов, лучшая оструктуренность которого объясняется отсутствием прямого воздействия антропогенного влияния непосредственно на данный слой. Наиболее значимые изменения отмечены в слабосмытом черноземе. В этом варианте содержание глыбистой фракции в пахотном слое возросло на 14 %, в то время как содержание агрегатов 1-3 мм уменьшилось в 1,5 раза.

Отмеченное снижение водоустойчивости структуры сопряжено с уменьшением содержания гумуса и высоким содержанием фракции крупной пыли 44-45 %, которая не способной к коагуляции и формированию водопрочных агрегатов. Следствием этого является формирование бесформенных глыб, сильно ухудшающих водно-воздушный режим черноземов, что приводит к ухудшению качества обработки и образованию корки после выпадения осадков и орошения. Деградация структурного состояния приводит к уменьшению впитывания атмосферных и поливных вод, снижению количества доступной растениям влаги, усилению поверхностного стока и развитию эрозии.

Выводы. Представленные данные подтверждают, что эрозия является важным фактором деградации элементов плодородия чернозёма выщелоченного в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства. Для прекращения проявления процессов деградации почвы необходимо осуществлять комплекс организационно-хозяйственных, агромелиоративных, лесомелиоративных и противоэрозионных мероприятий, который должен обеспечить эффективное регулирование стока талых вод, увеличение запасов влаги в почве и уменьшение смыва почв, прекращение образования новых и роста существующих оврагов.

Библиографический список

1. Добрянская С.Л. Агроэкологическая оценка земельных ресурсов при интенсификации сельскохозяйственного производства // Материалы Всероссийской научной конференции «Зелёная экономика» в АПК: вызовы и перспективы развития - Краснодар, Издательство: Краснодарский ЦНТИ – филиал ФГБУ «РЭА» Минэнерго РФ, 2018.- С.192-197.

2. Крутень В.С., Нечаева Т.В., Быкова С.Л. Изменение плодородия черноземных почв полярных экспозиций эрозионно опасного склона на юге Западной Сибири // Сборник трудов Международной молодежной научной конференции «Проблемы деградации и охраны почв» 2-ые Вильямсовские чтения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2017.- С.54-57.

3. Путилин А.Ф. Эрозия почв в лесостепи Западной Сибири.-Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002.-184 с.

4. Танасиенко А.А. Специфика эрозии почв в Сибири.- Новосибирск: Издательство СО РАН, 2003.- 176 с.

Сведения об авторе

Добрянская Светлана Леонидовна, ORCID 0000-0001-8953-0179, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры почвоведения, агрохимии и земледелия, ФГБОУ ВО Новосибирский государственный аграрный университет, г.Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, e-mail: slb85@bk.ru.

Authors' personal details

Dobryanskaya Svetlana Leonidovna, ORCID 0000-0001-8953-0179, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Soil Science, Agrochemistry and Agriculture, Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Dobrolyubova st., 160, e-mail: slb85@bk.ru.

УДК 631.41
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-18-24

Е.В. Жангуров, Е.В. Шамрикова, М.А. Королев
E.V. Zhangurov, E.V. Shamrikova, M.A. Korolev

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия
Institute of Biology of Komi Science Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia

МОРФОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОСТПИРОГЕННЫХ ПОЧВ ПОЛЯРНОГО УРАЛА
MORPHOLOGICAL AND GENETIC FEATURES OF POSTPYROGENIC SOILS OF THE POLAR URALS

Аннотация. На примере горно-тундровых ландшафтов северной части хребта Большой Пайпудынский (Полярный Урал) рассмотрены морфологические и генетические особенности формирования постпирогенных почв. Выявлено, что процессы гумификации протекают в условиях высокого содержания карбонатов, щелочной реакции среды, миграции органических вещества вглубь профиля за счет промывного водного режима.

Abstract. By the example of mountain-tundra landscapes in the northern part of the Bolshoi Paipudynsky ridge (Polar Urals), the morphological and genetic features of the formation of post-pyrogenic soils are considered. It was revealed that humification processes proceed under conditions of high carbonate content, alkaline reaction of the medium, migration of organic matter into the depth of the profile due to the washing water regime.

Ключевые слова: пирогенез, углистые частицы, Полярный Урал, карбонаты, генетический горизонт, классификация почв

Keywords: pyrogenesis, Polar Urals, carbonates, genetic horizon, soil classification

Введение. Полярный Урал является северным окончанием Уральского горного пояса и представляет собой горно-складчатую страну (65°40′ – 68°30′ с.ш.), большую часть территории которой занимает Центрально-Уральское (Полярноуральское) поднятие. Несмотря на длительную историю исследований почвы и растительный покров данного региона (особенно в наиболее труднодоступных участках) изучены недостаточно. Существенные размеры региона (около 25000 км^2), особенности геоморфологии (высокогорье, среднегорье, холмисто-увалистое предгорье), сложная палеогеографическая обстановка осадконакопления (покровные и горно-долинные оледенения) обуславливают значительное биоразнообразие наземных экосистем, а широкое распространение различных почвообразующих пород определяют существенное разнообразие различных типов и подтипов почв. Учитывая сложные климатические флуктуации в позднем голоцене и динамику растительности на верхней границе распространения древесных пород [4], данный регион представляет собой интересный и перспективный «полигон» для почвенно-географических исследований. Одним из слабоизученных аспектов для почв горно-тундровых ландшафтов является

выявление роли пирогенеза – важного экологического фактора в функционировании экосистемы в целом и отдельных ее компонентов. К настоящему времени почвы с признаками пирогенеза в равнинных ландшафтах исследованы значительно лучше [2; 5; 7; 11] по сравнению с почвами горных экосистем [1; 6]. Для исследуемого нами региона Полярного Урала подобные сведения отсутствуют.

Цель работы – выявление морфогенетической характеристики, оценка распределения различных форм углерода и азота в постпирогенных почвах Полярного Урала.

Материалы и методика исследований. Полевые экспедиционные работы проведены в августе 2020 г. Район исследований расположен в северной части хребта Большой Пайпудынский (67°13′ с.ш. и 65°28′ в.д.) и находится 70 км к северу от Полярного круга. Объектами исследований были выбраны почвы на высотном геоморфологическом профиле: от вершины до основания склона, сформированные на элювиально-делювиальной толще мраморизованных известняков и переотложенных супесчано-легко-(средне)суглинистых отложениях в условиях карстовых воронок. Всего было заложено 8 почвенных разрезов, в каждой точке наблюдения выполнены геоботанические описания растительности. Генетические горизонты и почвы диагностированы согласно «Полевому определителю почв России» [3]. В работе использованы традиционные сравнительно-географический и профильно-генетический методы. Аналитические данные получены в лаборатории Экоаналит, а также в отделе почвоведения Института биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. Описания всех почв сопровождалось определением цветов по шкале Манселла. Из отобранных образцов почв выполнено сухое просеивание через сита 10, 5, 2, 1 и 0,5 мм. Просмотр образцов углистых частиц проведены с помощью цифрового USB-микроскопа Digital Microscope (ув. от 20 до 300х) с камерой 5 Мрх с определением их форм, размеров и сохранности структуры.

Результаты исследования. Морфологическое строение почв рассмотрено на примере 3-х разрезов.

Разрез 6-ПУ. Абс. высота 264 м, вершина увала. В растительном покрове – дриадовая тундра (*Dryas octopetala*). Отчетливо выражен криогенно-пятнистый характер микрорельефа: пятна-медальоны без растительного покрова с размерами 60-90 см составляют 65-70 % от общей поверхности. Строение профиля: О (0-1 см) – АН1pir (1-10 см) – АН2pir (10-25 см) – АН3pir (25-35 см) – ВСса (35-45 см) – Сса (45-55 см). Почва: перегнойно-темногумусовая остаточно-карбонатная.

Разрез 5-ПУ (заложен на вогнутом U-образной формы участке склона на переотложенных рыхлых отложениях, резко подстилаемых массивными плитами). Абсолютная высота 246 м. В растительном покрове – травяно-ивковое сообщество. Строение профиля: О (0-2 см) – АН1pir (2-5 см) – АН2pir (5-15/20 см) – CRM1pir (15/20-30 см) – [угли 20-30 см] – CRM2ca (30-45 см). Почва: перегнойно-темногумусовая криометаморфическая остаточно-карбонатная.

Разрез 7-КПУ. Карстовая воронка конусовидной формы с диаметром в верхней части до 5 м, разрез заложен на дне воронки. Абсолютная высота 230 м. В напочвенном покрове – зеленые мхи и лишайники. Строение профиля: О (0-2 см) – AY (2-10 см) – BH (10-25 см) – BF (25-35 см) – CRM1 (35-50 см) – [угли] 35-50 см – CRM2 (50-80 см). Почва: дерново-подбур иллювиально-гумусово-железистый на погребенной криометаморфической почве.

В ходе морфологических описаний почвенных разрезов (и серии прикопок) выявлена сложная система горизонтов и подгоризонтов, что в значительной мере определяет разнообразие типов и подтипов почв (даже на незначительном расстоянии) и пространственную вариабельность верхних и срединных горизонтов. Исследуемые почвы характеризуются отчетливой дифференциацией на генетические горизонты, которые бурно вскипают от воздействия 10 %-ной HCl по всему профилю [8]. Под маломощным подстилочно-торфянистым горизонтом О сформированы перегнойно-темногумусовые горизонты AHpir, которые диагностируются по наличию темной (от темно-коричневой вплоть до черной) окраской (10YR 3/3 – 3/1; 10YR 2/1) и непрочной комковатой структурой с отчетливым (резким) переходом по цвету в нижележащие горизонты (BCca и/или CRMca). В горизонте AHpir имеется незначительная примесь растительных остатков разной степени разложения, а также включения послепожарных древесных углей. В результате высокой щебнистости, наличия карбонатных пород и провальной фильтрационной способности льдистая мерзлота в почвах отсутствует. Максимальное содержание известняков характерно для разреза 6-ПУ (70–80 % от объема горизонта), в остальных разрезах они встречаются только с глубины 45-50 см [8]. В разрезах 7-КПУ и 5-ПУ, сформированных в аккумулятивных и транзитно-аккумулятивных условиях характерно наличие ярко выраженной по морфологии специфической структурной организации. Криометаморфические горизонты CRM (CRMca) имеют желтовато-бурую окраску (10YR 5/4; 10YR 4/3); наблюдается горизонтальная делимость почвенной массы: непрочные линзовидные агрегаты толщиной 5-8 мм рассыпаются на мелкокомковатые (местами угловато-крупитчатые) отдельности с размерами 4–7 мм по горизонтали и 3–4 мм по вертикали [8]. Мелкозем горизонта CRM активно вскипает от воздействия 10 %-ной HCl. Формирование подобной структуры происходит под воздействием многократных циклов промерзания-оттаивания в определенных диапазонах влажности и температуры, что выявлено для многих типов почв, как в равнинных, так и в горных ландшафтах [10; 11].

Общей морфологической особенностью сравниваемых разрезов является наличие интенсивно темноокрашенных пирогенных горизонтов, которые локализованы как в верхней части почвы (6-ПУ; 5-ПУ), так и в виде погребенных горизонтов в средней и нижней части (5-ПУ и 7-КПУ), что вероятно связано с эрозионными процессами переотложения (плоскостного смыва верхних слоев почвы в период активного снеготаяния и выпадения большого количества осадков в летний период). В ходе просмотра частиц послепожарных углей под микроскопом были охарактеризованы их основные морфометрические данные. Нами было выявлено, что фрагменты древесного угля отличаются от минеральных темноокрашенных частиц гумусовых горизонтов своим черным цветом (2.5Y N2/ black; 10YR 2/1 black), светоотражающей способностью, прочностью, формой и размерами (рис. 1).

В зависимости от формы (отношения длинной оси к малой) условно выделены: «кубические», «удлиненные», «остроугольные» и «угловато-окатанные» типы (рис. 2 и 3).

При прикосновении пинцетом древесный уголь относительно легко разбивается на небольшие угловатые фрагменты, на которых часто видна структура древесины. Характер распределения углей по почвенным профилям во многом

определяется локальными факторами (характером микрорельефа и содержанием щебня известняков) и возможностью их дальнейшей миграции (вертикальной и горизонтальной).

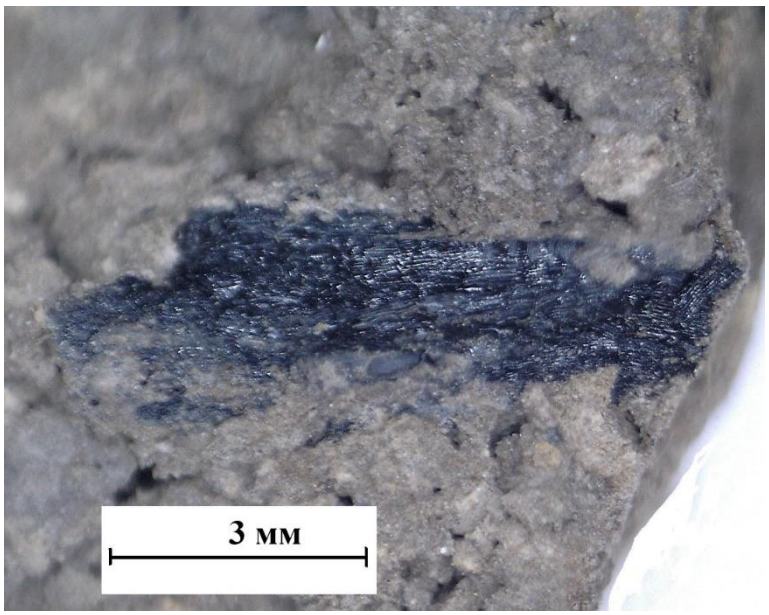


Рисунок 1
Включение углей в горизонте AHpir (разрез 6-ПУ, глубина 25-35 см)

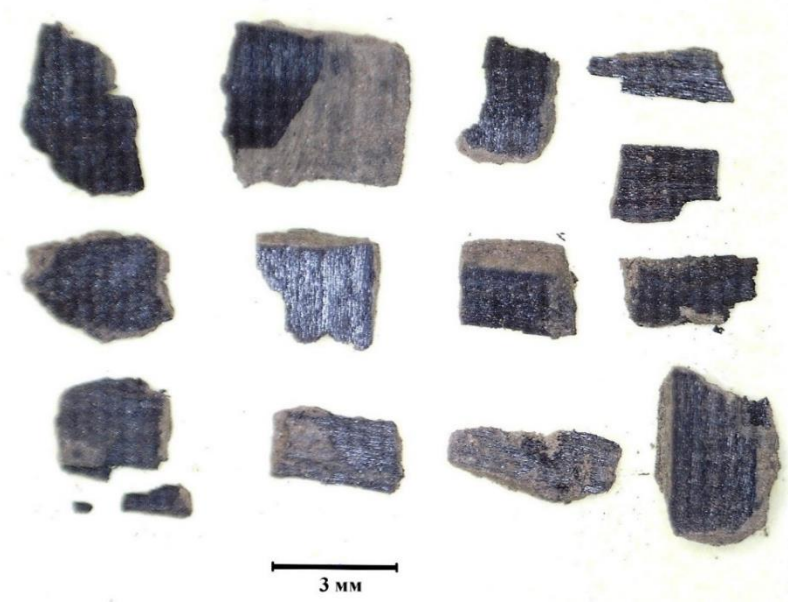


Рисунок 2
Морфология углистых частиц «кубовидной» формы

В органогенных горизонтах О углистые частицы не обнаружены. В разрезе 6-ПУ (заложен на вершине увала) в горизонтах AHpir распределение углистых частиц имеет следующие закономерности.

В верхних горизонтах (1-10 см и 10-25 см) в значительном количестве содержатся мелкие угли с размерами 1 мм и менее, что вероятно связано с давностью «пожарного события» и последующего эрозионного поверхностного стока вниз по склону (рис. 4). Кроме того на этом участке ярко выражен криогенный микрорельеф (полигоны без растительности составляют до 70 % площади); ак-

тивные процессы криотурбаций (в том числе процессы физической дезинтеграции) в значительной степени определяют диспергацию углистого материала. В нижнем горизонте на глубине 25-35 см существенно возрастает содержание крупных углистых частиц (от 3-5 мм до 10-12 мм), что, по мнению ряда авторов [7; 9] свидетельствует о локальном (местном) типе пожара. Наличие в карстовых воронках (расположены ниже по склону от разрезов 6-ПУ и 5-ПУ) на глубине 35-50 см мощного погребенного слоя углей (с размерами до 5-6 мм и более) демонстрирует профиль погребенной почвы с отчетливой дифференциацией на генетические горизонты, сформированных в результате процессов эрозии–отложения после пожара(ов?).



Рисунок 3
Морфология углистых частиц «вытянутой» формы

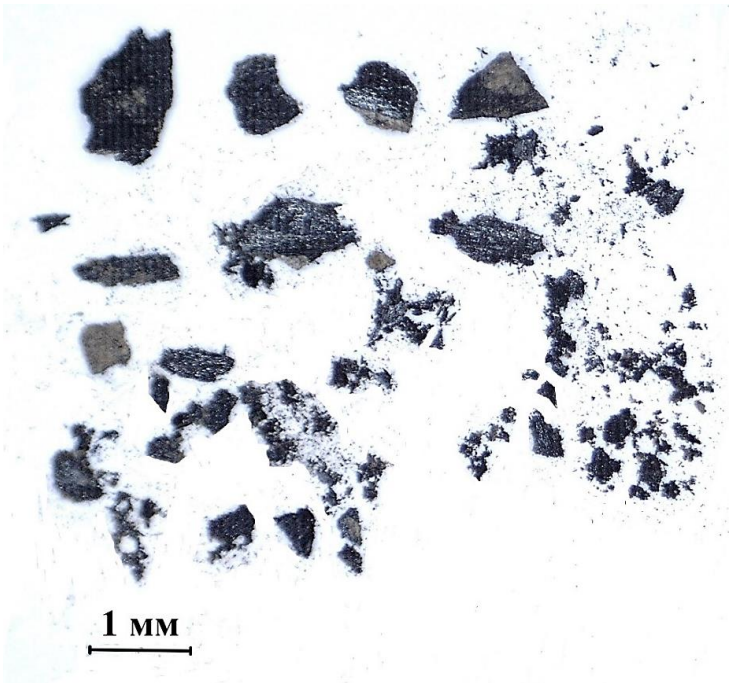


Рисунок 4
Морфология углистых частиц с размерами 1 мм и менее

Рассматриваемые почвы характеризуются нейтрально-слабощелочной реакцией среды по всему профилю. Выявлено, что процессы гумификации протекают в условиях высокого содержания карбонатов, щелочной реакции среды за счет господства в почвенном растворе $Ca(HCO_3)_2$, миграции органических веществ вглубь профиля за счет промывного водного режима. Эти факторы наряду с доминированием кальцефитной растительности с учетом пирогенного влияния, консервации, разложения и биологической активности микрофлоры приводят к темному окрашиванию верхней части почвенного профиля изучаемых почв [8]. Содержание углерода неорганических соединений возрастает с глубиной, единственным его источником является карбонат-содержащая почвообразующая порода. Азот неорганических соединения (сумма $N\text{-}NO_3^-$ и $N\text{-}NH_4^+$) почв составляет менее 1 % от общего его содержания в почвах.

Таким образом, специфика факторов и условий почвообразования (мозаичность растительного покрова, гидротермический режим, различная мощность мелкоземисто-щебнистой толщи и др.) обуславливают разное проявление и сочетание элементарных почвообразовательных процессов: поверхностное накопление грубогумусовой подстилки; интенсивное гумусонакопление и потечность гумуса; криогенный метаморфизм минеральной массы (криогенное оструктуривание); дезинтеграция щебня/дресвы до стадии мелкозема; выщелачивание известковой породы. Пирогенез, как важный фактор современного почвообразования, активизирует проявление экзогенных геоморфологических процессов и приводит к формированию почв с полициклическим профилем.

К настоящему времени интерпретация полученных нами результатов по древесным углям носит предварительный характер и после выполнения радиоуглеродного датирования, микробиоморфного, дендрохронологического и других анализов может быть использована в качестве палеоархива экологических данных, что позволит уточнить скорость почвообразования в условиях криолитозоны горных экосистем Субарктики.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 20-04-004 45а.

Библиографический список

1. Габбасова И.М., Гарипов Т.Т., Сулейманов Р.Р., Комиссаров М.А., Хабиров И.К., Сидорова Л.В. и др. Влияние низовых пожаров на свойства и эрозию лесных почв Южного Урала (Башкирский государственный природный заповедник). Почвоведение. 2019. № 4. С. 412-421. DOI: 10.1134/S0032180X19040075.

2. Петров Д.Г. Пути миграции углистых частиц в постпирогенных почвах тайги и тундры в зависимости от особенностей пожара и факторов среды. Бюллетень почвенного Института имени В.В. Докучаева. 2020. Вып. 105. С. 109-145. DOI: 10.19047/0136-1694-2020-105-109-145.

3. Полевой определитель почв России. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. 88 с.

4. Шиятов С.Г., Мазепа В.С. Современная экспансия лиственницы сибирской в горную тундру Полярного Урала. Экология. 2015. №6. С. 403-410. DOI: 10.7868/S0367059715060165.

5. Bobrovsky M.V., Kupriaynov D.A., Khanina L.G. Anthracological and morphological analysis of soils for the reconstruction of the forest ecosystem history

(Meshchera Lowlands, Russia). Quaternary International, 516, 2019. P. 70-82. https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.06.033.

6. Maslov M.N., Maslova O.A., Kopeina E.I. Changes in the Pools of Total and Labile Soil Organic Carbon during Post-Fire Succession in the Khibiny Mountain Tundra Ecosystems. Eurasian Soil Science. 2020, Vol. 53, № 3. pp. 330-338. DOI: 10.1134/S1064229320030047.

7. Mergelov N., Petrov D., Zazovskaya E., Dolgikh A., Golyeva A., Matskovsky V., Bichurin R., Turchinskaya S., Belyaev V., Goryachkin S. Soils in Karst Sinkholes Record the Holocene History of Local Forest Fires at the North of European Russia. Forests 2020, 11, 1268. https://doi.org/10.3390/f11121268.

8. Shamrikova E.V., Zhangurov E.V., Kulyugina E.E., Korolev M.A., Kubik O.S., Tumanova E.A. Soils and soil cover of mountainous tundra landscapes of the Polar Uralson calcareous rocks: diversity, taxonomy, nitrogen and carbon patterns. Eurasian Soil Science. 2020, Vol. 53, № 9. pp. 1206-1221. DOI: 10.1134/S10642293 2009015X.

9. Tinner, W.; Hofstetter, S.; Zeugin, F.; Conedera, M.; Wohlgemuth, T.; Zimmermann, L.; Zweifel, R. Long-distance transport of macroscopic charcoal by an intensive crown fire in the Swiss Alps-implications for fire history reconstruction. Holocene 2006, 16, 287–292. https://doi.org/10.1191/0959683606hl925rr.

10. Zhangurov E.V., Startsev V.V., Dubrovskiy Ya.A., Degteva S.V., Dumov A.A. Morphogenetic Features of Soils under Mountainous Larch Forests and Woodlands in the Subpolar Urals. Eurasian Soil Science. 2019. Vol. 52, № 12. pp. 1463-1476. DOI: 10.1134/S1064229319120147.

11. Zhangurov E.V., Lebedeva M.P., Zaboeva I.V. Microstructure of genetic horizons in automorphic soils of the Timan Ridge. Eurasian Soil Science. 2011, Vol. 44, № 3. pp. 288-299. DOI: 10.1134/S1064229311030203.

Сведения об авторах

1. Жангуров Егор Васильевич, ORCID 0000-0002-4297-7536, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела почвоведения ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28, e-mail: zhan.e@mail.ru.

2. Шамрикова Елена Вячеславовна, ORCID 0000-0001-7260-6990, доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела почвоведения ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28, e-mail: shamrikovaelena@yandex.ru.

3. Королев Михаил Алексеевич, инженер-химик отдела почвоведения ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28, e-mail: mihailkorolev1997@gmail.com.

Authors' personal details

1. Zhangurov E.V., Institute of Biology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia.

2. Shamrikova E.V., Institute of Biology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia.

3. Korolev M.A., Institute of Biology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia.

УДК 631.481
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-25-32

А.Ж. Исмонов, Г.Н. Каттаева, У.Х. Мамажанова, Н.Н. Каландаров
A.J. Ismonov, G.N. Kattayva, O.X. Mamajanova, N.N. Kalandarov

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии,
г. Ташкент, Узбекистан
Research Institute of Soil Science and Agrochemistry, Tashkent, Uzbekistan

ЗЕМЕЛЬНЫЙ ФОНД ПОЧВ РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН И ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
LAND FUND OF SOILS OF THE REPUBLIC OF KARAKALPAKSTAN AND THEIR RATIONAL USE

Аннотация. В статье приведены современные данные о почвенном покрове Республики Каракалпакстан. Особенно неблагополучное эколого-мелиоративное состояние земель наблюдается в Муйнакском, Караузякском, Кегейлийском, Бозатауском, Кунградском и Тахтакупырском районах, где доля сильнозасоленных почв достигает до 86 %.

Abstract. The article presents modern data on the soil cover of the Republic of Karakalpakstan. Especially, unfavorable ecological-reclamation state of lands is observed in Muynaksky, Karauzyaksky, Kegeili, Bozatausky, Kungrad, and Takhtakupyr districts, where the share of highly saline soils reaches 86 %.

Ключевые слова: засоление почв, механический состав, опустынивание, луговые почвы.

Keywords: soil salinization, mechanical composition, desertification, meadow soils.

Введение. В настоящее время приоритетным направлением в сельском хозяйстве Республики Узбекистан является увеличение производства овощебахчевых, зернобобовых, кормовых и других сельскохозяйственных культур за счет повышения их урожайности. Решение этой задачи достигается путем восстановления и повышения плодородия почв, дифференцированного размещения сельскохозяйственных культур с учетом почвенно-мелиоративных условий и водообеспеченности территории. Всвязи с этим, необходимо существенно пересмотреть существующую структуру посевных площадей, увеличив площадь продовольственных культур.

Цель. Целью настоящей работы является необходимо разработка системы мероприятий по сохранению и улучшению почвенного покрова в Приаральском регионе, защита почв от ветровой эрозии, вторичного засоления, деградации земель, опустынивания и предотвращению других негативных явлений в связи с обсыханием Аральского моря.

Материалы и методика исследования. Изменение гидрогеологических условий на значительной части республики в сторону аридизации акватории Аральского моря, с одной стороны и обсыхание и опустынивание пойменно-аллювиальных равнин, примыкающих к Амударье на территории Кунградского и Бозатауского районов, с другой, привели за три десятилетия к коренному изменению количественных и качественных показателей земельно-почвенных ресур-

сов как отдельных административных районов. Так и республики в целом общая площадь обследованных земель поливной зоны Каракалпакии составляет 1448,3 тыс. га, в том числе прочих выделов, включающих пески бугристые, водную поверхность, неудоби и т.д. – 147,5 тыс. га.

При обследовании почвенного покрова Аральской акватории применены методы обобщения, сравнительно-географические, сопоставительные и методы качественной оценки почв. Использованы общепринятые методические руководства и инструкции [1;2], а также ранее составленные почвенные карты [3].

Результаты исследования. В настоящее время в условиях сложившегося ирригационно-аллювиального водного режима среди генетических групп почв в регионе преобладают луговые почвы (68,9 % от площади обследованного земфонда) (рис.1). Преобладают они в большинстве районов, занимая от 74 до 95 % площади. Несколько меньше их в Кунградском и Бозатауском районах (51-58 %), где значительную площадь занимают обсыхающие и опустынивающиеся полуавтоморфные и полугидроморфные лугово-такырные и такырно-луговые почвы (30-39 %). Значительные площади этих почв, а также такырных, развиты в Чимбайском и Конликольском районах (7-18 %). Все вышеупомянутые почвы пригодны для орошаемого земледелия и уже значительная их часть используется для этих целей [4].



Рисунок 1

Почвенная характеристика земельного фонда поливной зоны, в процентах (2020 г.)

Среди других групп почв, еще не вовлеченных в сельскохозяйственный оборот, но составляющих резервный земельный фонд, следует выделить комплекс луговых, болотно-луговых и болотных почв и солончаков, иногда песков. Они занимают в поливной зоне республики более 6 %. Преобладающая часть этих земель относится к категории пригодных и условно-пригодных. К последней категории относятся и солончаки. Более 5 % земель являются непригодными для орошения, но могут использоваться как пастбища. К ним относятся часть солончаков, бугристые пески и серо-бурые почвы, развитые в комплексе с песками на останцовых возвышенностях Кызылджар и Кушканатау в Кунградском и Бозатауском районах.

Наибольшими площадями свободных земель сейчас обладают Кунградский, Бозатауский и Муйнакский районы, использующие их как естественные

пастбища. В чисто земледельческих районах резервов ирригации значительно меньше, но и здесь они достигают иногда 25-40 % (Караузякский и Чимбайский районы). Освоение этих земель под орошаемые культуры будет связано со значительными затратами на проведение ирригационной и коллекторно-дренажной сети, а также на их мелиоративное улучшение. Увеличение орошаемых земель за последние 26-30 лет произошло в значительной, мере за счет освоения автоморфных (такырных) и полугидроморфных (такырно-луговых) почв, которые затем эволюционировали в гидроморфные (луговые) почвы. Сейчас орошаемые и условно-орошаемые луговые почвы занимают в поливной зоне республики более 30 %.

В орошаемом земельном фонде республики луговые почвы значительно преобладают над другими почвами, занимая 95,2 % его площади. В Ходжейлийском, Шуманайском, Амударьинском, Берунийском и других районах они занимают практически всю площадь орошаемых земель, в остальных районах – 91-93 %. Орошаемых такырно-луговых почв мало – всего около 4,6 %, а болотно-луговых – 0,2 %.

Территория дельты Амударьи характеризуется неудовлетворительным естественным оттоком грунтовых вод. Недостаточен и их искусственный дренаж, что создает условия для подъема уровня минерализованных грунтовых вод и развития в почвах солончакового процесса. Требуются большие усилия и материальные затраты для достижения мелиоративного благополучия таких земель.

В настоящее время в республике примерно одинаковое количество сильнозасоленных (28,3 % от общей площади поливной зоны), среднезасоленных (26,5 %) и слабозасоленных и промытых (25,0 %) почв. Гораздо меньше очень сильнозасоленных почв и солончаков (10,0 %). Такая мелиоративная обстановка сложилась в общем земельном фонде республики [5;6].

Несколько иное мелиоративное состояние сложилось в орошаемом земельном фонде республики (рис.2). Здесь слабозасоленные и незасоленные (промытые) почвы занимают более 27,3 % площади, но преобладающая площадь земель засолена в средней (37,4 %) и сильной (35,3 %) степени. Особенно неблагополучное мелиоративное состояние земель наблюдается в Муйнакском, Караузякском, Кегейлийском, Бозатауском, Кунградском и Тахтакупырском районах, где доля сильнозасоленных почв достигает 43-86 %, а слабозасоленных и промытых почв – 12-23 %. Причиной создавшегося положения явилось, прежде всего, плохое состояние коллекторно-дренажной сети, а также недопромывки и недополивы, вызванные дефицитом поливной воды.

Наиболее благополучными в мелиоративном отношении являются земли Турткульского, Амударьинского, Элликкальинского, Берунийского, Нукусского и Ходжейлийского районов, где доля слабозасоленных и промытых почв выше среднереспубликанского (РКК) уровня, а средне- или сильнозасоленных – меньше [7;8].

Мелиоративное состояние почв в значительной мере определяется их механическим составом. На территории Каракалпакии преобладают среднесуглинистые (29,2 % от общей площади поливной зоны), легкосуглинистые (20,9 %) и тяжелосуглинистые и глинистые (20,5 %) почвы. На супесчаные и песчаные почвы приходится 19,2 % земель. Орошаемый земельный фонде имеет такое же структурное состояние, как и общий, но отличается от последнего некоторыми количественными показателями (рис.3).



Рисунок 2
Характеристика орошаемых почв по засолению, в %

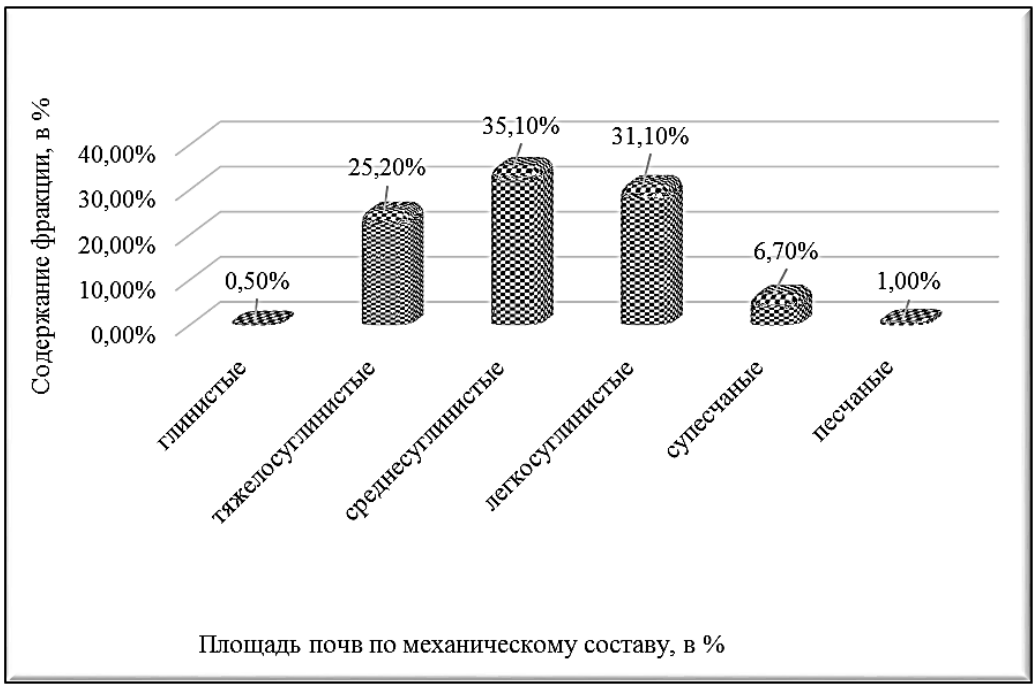


Рисунок 3
Характеристика орошаемых почв по механическому составу, в %

Здесь преобладают среднесуглинистые (более 35 %) и легкосуглинистые (более 31 %) почвы.

Эти почвы обладают благоприятными водно-физическими свойствами, хорошо поддаются рассолительной мелиорации. Такие почвы распространены в большинстве районов Каракалпакии, занимая от 65 до 78 % их площадей. Около 25 % площади орошаемых земель занимают почвы тяжелосуглинистого и глинистого механического состава, обладающие весьма низкой водопроницаемостью и высокой влагоемкостью. Рассолительная мелиорация таких почв затруднена. Почвы с таким механическом составом более часто встречаются в Шуманайском и Кунградском районах [9].

Основные мероприятия по повышению плодородия и охране почв. Анализируя данные о состоянии орошаемых почв, можно сделать вывод, что большая часть почвенного покрова подвержены аридизации. Это происходит из-за усиливающихся процессов засоления почв, повышения грунтовых вод, развития ветровой эрозии и опустынивания, что в совокупности приводит к деградации почв.

В связи с этим необходимо разработать агротехнические мероприятии по восстановлению и повышению плодородия орошаемых почв.

Основными мероприятиями по повышению плодородия почв являются:

1. Комплекс агротехнических мероприятий.
2. Комплекс мелиоративных мероприятий.
3. Комплекс противоэрозионных мероприятий.

В комплексе агротехнических мероприятий, входящих в научно обоснованные системы земледелия, внедрение севооборотов имеет первостепенное значение.

Севооборот - мощное средство повышения плодородия почвы, снижения засоренности хлопковых полей сорной растительностью, наиболее эффективное и доступное средство борьбы с вилтом, другими болезнями, а также вредителями хлопчатника. Севооборот является главным условием увеличения производства кормов, основой роста урожайности хлопчатника и сопутствующих его культур. Севооборот является мощным средством в борьбе с ветровой и ирригационной эрозией почв, повышения плодородия эродированных почв.

Природные условия Узбекистана и в частности, Каракалпакстана, позволяют решить задачу получения высоких стабильных урожаев хлопчатника, зерна, риса. Для этого необходимо включить их посевы в систему чередования сельскохозяйственных культур хлопкового и рисового комплексов с тем, чтобы они являлись не только продукцией продовольствия и сырья, но и служили средством повышения плодородия почв и хорошими предшественниками.

Комплекс мелиоративных мероприятий. Орошаемые земли Республики Каракалпакстан расположены в поясе зональных пустынных автоморфных (серо-бурых, такырных, пустынных песчаных) и интразональных гидроморфных и полугидроморфных (луговых, болотно-луговых, такырно-луговых, пустынно-луговых) почв.

Территория республики характеризуется очень слабым естественным оттоком грунтовых вод. В связи с этим все орошаемые земли подвержены вторичному засолению. Возделывание хлопчатника и сопутствующих культур хлопкового севооборота требует осуществления агротехнических и мелиоративных мероприятий по устранению отрицательного действия избытка токсичных солей в почве на рост, развитие и урожайность сельскохозяйственных культур.

Мелиоративное состояние почв не улучшится без проведения профилактических их промывок. В связи с этим на всех орошаемых почвах в зависимости от их механического состава и степени засоления рекомендуется проводить промывные поливы нормой от 3,0 до 9,0 тыс.м^3/га (при 100 % водообеспеченности) или от 2,0 до 7,0 тыс.м^3/га (при 75 % водообеспеченности). Проведение промывных поливов необходимо приурочивать к осенне-зимнему периоду.

Комплекс противоэрозионных мероприятий. В Республике Каракалпакстан значительные площади земель страдают от ветровой эрозии, в связи с этим требуется проведение комплекса противоэрозионных мероприятий.

Самым радикальным мероприятием является нарезка поливных карт, ориентированных своей длинной стороной перпендикулярно господствующим ветрам с обсадкой оросителей и коллекторов лесными полосами. Размещение и ширина лесных полос должна дифференцироваться в соответствии с интенсивностью ветровой деятельности и механическим составом почв.

В районах сильной ветровой деятельности межполосные расстояния составляют:

на песчаных и супесчаных почвах - не более 150-170 м;

на легко- и среднесуглинистых почвах - до 200 м;

на тяжелосуглинистых и глинистых почвах - 250-300 м.

В районах средней ветровой деятельности межполосные расстояния составляют:

на песчаных и супесчаных почвах - до 200 м;

на легко- и среднесуглинистых почвах - до 250-300 м;

на тяжелосуглинистых и глинистых почвах - 350-400 м.

В районах слабой ветровой деятельности независимо от механического состава почв межполосные расстояния могут быть до 400-450 м.

Количество рядов в основных полосах составляет: в районах сильных ветров - 4-3, средних - 2-3, слабых - 2.

Для проявления в полную силу защитного действия лесных полос необходимо несколько лет. Поэтому в этот период наряду с посадкой лесных полос необходимо применять и другие меры.

1. Кулисные посевы. Доступны каждому хозяйству и по своей эффективности они вполне окупают все расходы. В качестве культур, высеваемых для этих целей, могут служить озимая рожь, пшеница, рапс, перко, другие быстрорастущие культуры.

Защитные кулисные полосы должны быть шириной 6 м, расстояние между кулисами не более 24 м. На вновь осваиваемых песках ширина кулисы остается такой же, но межкулисные расстояние должно быть не более 9 м; на легкосуглинистых почвах межкулисные расстояния можно растянуть до 30 м.

2. Почвозащитные севообороты. Установлено, что при пыльных бурях основная масса переносимой ветром пыли сосредоточена в приземном слое на высоте от 0 до 50 см. Для улавливания этой пыли могут служить густые посевы люцерны с покровом пшеницы. В этих целях на песчаных почвах полосами в 12 м через каждые 30 м, а на супесчаных и легкосуглинистых почвах полосами той же ширины, но через 45 м осенью высевают люцерну с покровом пшеницы. Посевы люцерны и покровной культуры удобряют азотом в той же норме, как и при кулисных посевах.

3. Внесение ила (мелкозема). Для повышения связанности легких развеваемых почв и их противоэрозионной устойчивости можно использовать ил, выбрасываемый при очистке оросителей и коллекторно-дренажной сети, однако следует учитывать, что встречается ил, в той или иной степени засоленный. Поэтому вносить его следует после соответствующих изыскательских и проектных работ по рекультивации песчаных почв. Норма внесения ила - 600-700 т/га.

Выводы. Заметную роль в понижении плодородия почв играет ветровая эрозия, широко распространенная в Каракалпакии. Особенно крупные очаги ее проявления встречаются на почвах песчаного, супесчаного и легкосуглинистого

гранулометрического состава. Такие почвы занимают около 40 % площади орошаемых земель.

Понижение плодородия почв вызывает также выявленная последними исследованиями дегумификация почв. Уменьшение органического вещества в почвах сопровождается потерей ими многих положительных агрономических свойств. Уменьшение гумуса в почвах обусловлено отсутствием севооборотов с клином люцерны и сидератов, монокультурой хлопчатника и невнесением органических удобрений.

Библиографический список

1. Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользования. 1973. изд: Колос, Москва, - с. 96.

2. Кузиев Р.К., Абдурахманов Н.Ю. и др. 2013. Указания по ведению земельного кадастра, проведению почвенно-изыскательских работ и составлению почвенных карт. Ташкент, - с. 52.

3. Агропочвенные и земельнооценочные карты Республика Каракалпакстан. Ташкент, 2002. Масштаб 1: 100000. рукопись.

4. Кузиев Р, Сектименко В. 2009. Почвы Узбекистана. Ташкент. - с. 351.

5. Розанов Б. Г. 2004. Морфология почв. Москва, Академический проект, - с. 432.

6. Аринушкина Е. В. 1975. Руководство по химическому анализу почв. Москва. МГУ, - с. 491.

7. Dobers E. S., Ch. Ahl, T. Stuczynski. 2010. Comparison of Polish and German maps of agricultural soil quality using GIS. J. Plant Nutr. Soil Sci. 173. pp. 185-197.

8. Колл. авторов. 1975. Почвы Узбекистана. Ташкент. – с. 5-105.

9. Земельный фонд Республики Узбекистан. 2020.Ташкент, - с. 203.

Сведения об авторах

1. Исмонов Абдувахоб Жураевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, заведующий отдела Генезиса, географии и картографии почв, НИИ почвоведении и агрохимии, 100179. Узбекистан, г. Ташкент, ул. Камарнисо 3, e-mail: abduvahob60@mail.ru

2. Каттаева Гулноза Наркуловна, докторант очного обучения отдела Генезиса, географии и картографии почв, НИИ почвоведении и агрохимии, 100179. Узбекистан, г. Ташкент, ул. Камарнисо 3, e-mail: gulnozakattayeva@mail.ru

3. Мамажанова Уктамхон Хасанбаевна, младший научный сотрудник, отдела Генезиса, географии и картографии почв, НИИ почвоведении и агрохимии, 100179. Узбекистан, г. Ташкент, ул. Камарнисо 3, e-mail: mamajanova-1783@ mail.ru

4. Каландаров Назим Назирович, кандидат доктор философии по биологическим наукам, старший научный сотрудник, отдела Генезиса, географии и картографии почв, НИИ почвоведении и агрохимии, 100179. Узбекистан, г. Ташкент, ул. Камарнисо 3, e-mail: nazimxon-1984@mail.ru

Authors' personal details

1. **Ismonov A.J.** Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher. Research Institute of Soil Science and Agrochemistry, Uzbekistan. Tashkent, ul. Kamarniso 3. E-mail: abduvahob60@mail.ru.

2. **Kattayva G.N.** full-time doctoral student, Research Institute of Soil Science and Agrochemistry, Uzbekistan. Tashkent, ul. Kamarniso 3. E-mail: gulnozakattayeva@mail.ru.

3. **Mamajanova O.X.** Junior researcher, Research Institute of Soil Science and Agrochemistry, Uzbekistan. Tashkent, ul. Kamarniso 3. E-mail: mamajanova-1783@mail.ru.

4. **Kalandarov N.N.** Doctor of Philosophy in Biological Sciences, PhD, Senior Researcher. Research Institute of Soil Science and Agrochemistry, Uzbekistan. Tashkent, ul. Kamarniso 3. E-mail: nazimxon-1984@mail.ru.

УДК 631.481
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-32-37

А.Я. Кунгурцев, Р.Р. Сулейманов, Г.Т. Обыденнова
A.Ya. Kungurtsev, R.R. Suleymanov, G.T. Obydennova

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия
Уфимский институт биологии УФИЦ РАН, г. Уфа, Россия
Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, г. Уфа, Россия
Bashkir State University, Ufa, Russia
Ufa Institute of Biology, Ufa Federal Research Center,
Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia
Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla, Ufa, Russia

НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЧВ АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО ПАМЯТНИКА ТЯТЕР-АРСЛАНОВСКАЯ СТОЯНКА (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)
SOME PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE SOILS OF THE ARCHAEOLOGICAL SITE TATER-ARASLANOVSKAYA PARKING (REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN)

Аннотация. Исследованы физико-химические характеристики почвенного покрова археологического памятника Тятер-Раслановская стоянка. Современные и погребенные почвенные горизонты содержа информацию о результатах антропогенного воздействия. В целом формирование почвенного покрова на территории археологического памятника продолжается на фоне результатов современной и древней деятельности человека.

Abstract. The physical and chemical characteristics of the soil cover of the Tater-Raslanovskaya site archaeological site were studied. Modern and buried soil horizons contain information about the results of anthropogenic impact. In general, the formation of the soil cover on the territory of the archaeological site continues against the background of the results of modern and ancient human activity.

Ключевые слова: почвенный покров, развитие почв, археологический памятник, физико-химические свойства, антропогенный фактор.

Keywords: soil cover, soil development, archaeological site, physical and chemical properties, anthropogenic factor.

Введение. Естественное формирование природных почв сложный и многоступенчатый процесс, занимающий длительное время. Одновременное наблюдение в природе всех этапов почвообразовательного процесса, от самых ранних и до поздних стадий, затруднительно. Развитие почвы, как правило, сопровождается параллельным изменением одного или нескольких факторов почвообразования, которое в свою очередь, осложняет процесс развития почвы.

В XX веке наблюдение результатов антропогенной деятельности предыдущих исторических периодов показало, что деятельность человека в рамках биосферы сравнима с отдельной геологической силой [1], а на уровне педосферы может быть выделена в качестве дополнительного антропогенного агента или фактора почвообразования [2]. Так, в настоящее время площадь территорий, используемых человеком для постоянного проживания и ведения хозяйственной деятельности по разным источникам составляет от 1 % до 7 % [3], а примерно половина всей поверхности суши, не занятой ледяным слоем, уже подвергалась изменениям, связанным с деятельностью человека [4]. Не смотря на некоторые ограничения [5] почвенный покров земляных археологических объектов даёт интересную информацию, так как содержит результат деятельности человека прежних исторических эпох.

Для решения вопросов, связанных с развитием и формированием почв, используют разнообразные подходы и методы среди которых могут быть такие как: прямое наблюдение, моделирование, различные варианты сравнения, комплексный подход, методы абсолютного и относительного датирования, инструментальные методы и в том числе используют результаты морфологических и физико-химических исследований [6, 7].

Цель нашей работы исследовать некоторые физико-химические показатели почв на примере почвенного покрова археологического памятника.

Материалы и методы. Для исследования был выбран почвенный покров древнего археологического памятника Тятер-Арслановская стоянка [8]. Археологический объект расположен возле р. Тятер на территории Республики Башкортостан. Климат территории континентальный, лето засушливое, а зима ясная и морозная [9].

Почвенные разрезы заложены на ровных площадках в пределах территории археологического памятника. Участок для фоновой почвы выбран не далеко от территории памятника. Отбор почвенных образцов проводили из стенки почвенного профиля, последовательно по горизонтам. Определение морфологических и физико-химических показателей образцов почвы выполнено по стандартным методикам [10, 11, 12].

Результаты исследования. В почвенном покрове археологического памятника в верхней части расположены гумусовые горизонты AY. Далее залегает, измененный деятельностью человека гумусово-стратифицированный горизонт AYrh. Еще ниже встречаются, разные по мощности, погребенные гумусовые горизонты AYhh. На месте древнего очага обнаружен пирогенный слой Pir. В основании почвенного профиля находится глеевый горизонт Q, переходящий постепенно к почвообразующей породе CQ. В почве фонового участка горизонты имеют естественное расположение без признаков антропогенного воздействия.

Гумусовые горизонты AY фоновой почвы и современной поверхности археологического памятника темно-серого цвета с рассыпчатой структурой. Мощ-

ность гумусового горизонт современной поверхности археологического памятника и гумусо-стратифицированного горизонта в 3 раза меньше мощности гумусового горизонта фоновой почвы. Цвет гумусово-стартифицированного горизонта AYrh светло-коричневый с включениями гравия и хорошо разложенных органических остатков. Погребенные гумусовые горизонты AYhh темно-серого цвета, зернистые, содержат включения осколков костей и гравий. Мощность погребенных гумусовых горизонтов (21-25-30 см) приближается к мощности гумусового горизонта фоновой почвы (30 см). Для пирогенного слоя Pir мощность меняется от 5 до 10 см. Профиль почв археологического памятника формируется на глеевых горизонтах Q светло-сизого цвета с призмовидной структурой. Глеевые горизонты содержат конкреции железа и марганца, карбонатную пропитку и вскипают от действия 10-процентного раствора соляной кислоты. В основании профиля исследуемых почв располагается горизонт оглееной почвообразующей породы CQ. Присутствие карбонатной пропитки подтверждается вскипанием материала горизонта от действия 10-процентного раствора соляной кислоты.

Почва археологического памятника Тятер-Арслановская стоянка и фоновая почва возле памятника формируются в нейтральных и близких к нейтральным условиям. Слабое подщелачивание среды наблюдается в погребенных гумусовых горизонтах AYhh и в пирогенном слое Pir. Современный гумусовый горизонт AY на поверхности археологического памятника по величине pH H_2O 6,93 приближается к значению для гумусового горизонта фоновой почвы AY (фон) pH H_2O 7,21.

Поглощающий комплекс почвенного покрова археологического памятника и фоновой почвы насыщен основаниями.

Для гумусово-стратифицированного горизонта AYrh содержание щелочногидролизуемого азота почти в 2 раза больше фона, а по величине гидролитической кислотности гумусово-стратифицированный горизонт превышает значение фоновой почвы почвы в 4 раза. Содержание общего углерода и щелочногидролизуемого азота в исследуемых почвах постепенно убывает с увеличением глубины почвенного профиля. Гумусовый горизонт фоновой почвы и гумусовый горизонт на современной поверхности археологического памятника по содержанию общего углерода и щелочногидролизуемого азота близки тогда, как в погребенных гумусовых горизонтах AYhh содержание общего углерода и щелочногидролизуемого азота в несколько раз уступает фоновым значениям AY (фон). Для пирогенного слоя Pir наблюдается минимальное содержание общего углерода и щелочногидролизуемого азота. Содержание подвижных форм фосфора в почвах археологического памятника, превышает значения фоновой почвы. Такое распределение фосфора характерно для археологических объектов [13, 14, 15]. По содержанию валовых форм фосфора пирогенный слой Pir и погребенный гумусовый горизонт AYhh в 3,5-4 раз превышают гумусовый горизонт AY (фон) фоновой почвы.

По распределению частиц гранулометрического состава почвы археологического памятника относятся к суглинкам. Среди исследуемых гранулометрических фракций преобладает фракция крупной пыли, второе и третье место занимают фракция ила и мелкой пыли.

Дифференциальные кривые гранулометрического состава фоновой почвы, современных и погребенных гумусовых горизонтов, гумусово-стратифицированного и пирогенного горизонтов представлены на рисунке 1.

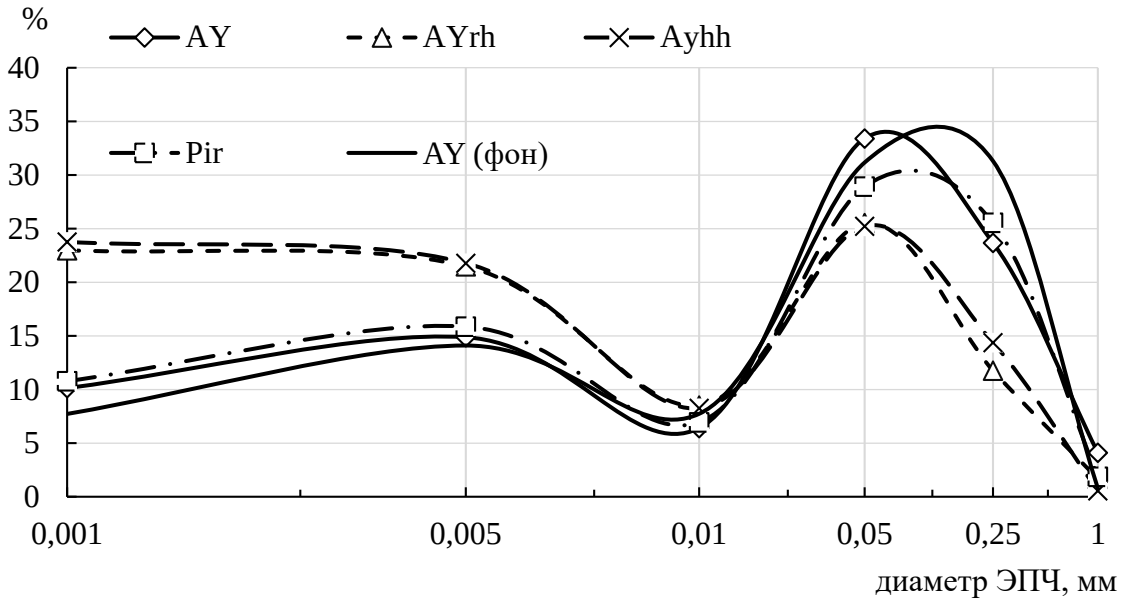


Рисунок 1

Дифференциальные кривые гранулометрического состава: гумусовый горизонт фоновой почвы AY (фон), современный гумусовый горизонт археологического памятника AY, погребенный горизонт AYhh, гумусово-стратифицированный горизонт AYrh и пирогенный слой Pir

Для современного гумусового горизонта AY и для гумусового горизонта фоновой почвы AY (фон) элементарные почвенные частиц гранулометрического состава хорошо отсортированы, что подтверждается близким расположением и более крутым наклоном дифференциальных кривых AY и AY (фон) в области частиц крупной пыли (рис. 1).

Дифференциальные кривые для погребенного гумусового горизонта AYhh и для гумусово-стратифицированного горизонта AYrh имеют более пологий наклон в области частиц крупной пыли по сравнению с дифференциальной кривой для гумусового горизонта фоновой почвы AY (фон) (рис. 1).

Частицы гранулометрического состава погребенных гумусовых горизонтов и гумусово-стратифицированного горизонта менее отсортированы по сравнению с гумусовым горизонтом фоновой почвы и пирогенным слоем Pir. Пирогенный слой Pir близок к гумусовому горизонту AY фоновой почвы, что подтверждается близким расположением дифференциальных кривых гранулометрического состава (рис. 1).

Выводы. Полученные результаты показывают, что в пирогенном слое и в погребенном гумусовом горизонте почв археологического памятника Тятер-Арслановская стоянка II в. до. н. э. превышение подвижного и валового фосфора по сравнению с фоновым значением наблюдается в 3,5-4 раза. Пирогенному слою соответствует наименьшая доля углерода и азота по сравнению с фоновой почвой и почвами археологического памятника. Небольшое увеличение гидролитической кислотности и щелочногидролизуемого азота в гумусово-стратифицированном горизонте возможно с вязано с недавним функционированием на месте археологического памятника летнего лагеря сельскохозяйственных животных. Погребенные гумусовые горизонты и пирогенный горизонт отличаются слабым подщелачиванием среды по сравнению с фоновой почвой.

По результатам гранулометрического состава исследуемы почвы археологического памятника Тятер-Арслановская стоянка классифицируются как су-

глинки, но для погребенных гумусовых горизонтов и для гумусово-стратифицированного горизонта частицы гранулометрического состава менее отсортированы, чем в фоновой почве, пирогенном слое и современном гумусовом горизонте археологического памятника.

В целом, по результатам физико-химических исследований, в погребенных гумусовых горизонтах наблюдается поступление вещества, включение осколков костей, и механическое воздействие, а в пирогенном слое только поступление вещества. Гумусово-стратифицированный горизонт сформировался в результате не давней антропогенной нагрузки связанной с поступление вещества и механическим воздействием.

Библиографический список

1. Вернадский В.И. Живое вещество и биосфера. – М.: Наука, 1994. – 672 с.
2. Захаров С.А. Курс почвоведения. – М., Л.: Гос. изд-во, 1927. – 440 с.
3. Golyeva A., Zazovskaia E. and Turova I. Properties of ancient deeply transformed man-made soils (cultural layers) and their advances to classification by the example of Early Iron Age monument in Moscow Region // Catena. – 2016. Vol.137. – P. 605-610. DOI: 10.1016/j.catena.2014.12.030.
4. Turner B., Meyer W. B. and Skole D. L. 1994 Global land–use/land–cover change: towards an integrated study // Ambio. – 1994. Vol.23. №1. – P. 91–95.
5. Роде А.А. Система методов исследования в почвоведении. – Новосибирск: Наука, 1971. – 92 с.
6. Эволюция почв и почвенного покрова. Теория, разнообразие природной эволюции и антропогенных трансформаций почв / отв. ред. В.Н. Кудеяров, И.В. Иванов, – М.: ГЕОС, 2015. – 925 с.
7. Кузьмин Я.В. Геоархеология: естественнонаучные методы в археологических исследованиях. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2017. – 396 с.
8. Археологическая карта Башкирии / отв. ред. О. Н. Бадер. – М.: Издательство Наука, 1976. – 263 с.
9. Физико-географическое районирование Башкирской АССР / под ред. Кадильникова И.П. – Уфа: Полиграфкомбинат, 1964. – 210 с.
10. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почв, методы его изучения. – М.: изд-во АН СССР, 1958. – 193 с.
11. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – М.: МГУ, 1970. – 488 с.
12. Шеин Е.В. Курс физики почв. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 432 с.
13. Гольева А.А., Турова И.В. Фосфор в археологических объектах: формы, количество, устойчивость // Археология Подмосковья. – 2015. – №11. – С. 155-163.
14. Демкин В.А., Демкина Т.С., Удальцов С.Н. Реконструкция погребальной пищи в глиняных сосудах из курганных захоронений с использованием фосфатного и микробиологических методов // Вестник археологии, антропологии и этнографии. – 2014. – № 2 (25). – С. 148-159.
15. Харинский А.В., Андерсон Д., Стерхова И.В. 2009. Фосфатный метод в этноархеологических исследованиях // Теория и практика археологических исследований. – 2009. – № 5. С. 65-68.

Сведения об авторах

1. Кунгурцев Андрей Яковлевич, аспирант кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности биологического факультета Башкирского государственного университета, г.Уфа, ул. Заки Валиди, д.32, e-mail: A.I.Kungurtcev@urfu.ru.

2. Сулейманов Руслан Римович, доктор биологических наук, доцент по специальности «Почвоведение», главный научный сотрудник лаборатории почвоведения Уфимского Института биологии УФИЦ РАН, г. Уфа, пр. Октября, 69, e-mail: soils@mail.ru.

3. Обыденнова Гюльнара Талгатовна, доктор исторических наук, профессор, заведующий кафедрой всеобщей истории и культурного наследия Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акмуллы, г. Уфа, ул. Октябрьской революции, 3-а, e-mail: gto1104@mail.ru.

Authors' personal details

1. Kungurtsev Andrey Yakovlevich, post-graduate student of the department of ecology and life safety of the biological faculty of the Bashkir State University, Ufa, ul. Zaki Validi, 32, e-mail: A.I.Kungurtcev@urfu.ru.

2. Suleymanov Ruslan Rimovich, doctor of biological sciences, associate professor in the specialty "Soil Science", chief researcher of the laboratory of Soil Science of the Ufa Institute of Biology, Ufa Federal Research Center, Russia Academy of Sciences, Ufa, prospekt Oktyabrya, 69, e-mail: soils@mail.ru.

3. Obydennova Gulnara Talgatovna, doctor of historical sciences, professor, head of the department of general history and cultural heritage of the Bashkir State Pedagogical University n. a. M. Akmulla, Ufa, 3-a Oktyabrskoj revoljucii st., e-mail: gto1104@mail.ru.

УДК 631.84
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-37-42

Г.М. Мамедов, Р.И. Османов, Р.А. Пашаев, З.Б. Мамедбекова
G.M. Mammadov, R.I. Osmanov, R.A. Pashayev, Z.B. Mammadbekova

Институт Почвоведения и Агрохимии Национальной Академии Наук Азербайджана, Баку
Institute of Soil Science and Agrochemistry of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku

АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ЛУГОВО-ЛЕСНЫХ ПОЧВ КУБА-ХАЧМАЗСКОЙ ЗОНЫ АЗЕРБАЙДЖАНА
AGROPHYSICAL INDICATORS OF ALLUVIAL MEADOW-FOREST SOILS OF THE KUBA-KHACHMAZ ZONE OF AZERBAIJAN

Аннотация. Статья посвящена агрофизическим показателям орошаемых аллювиальных лугово-лесных почв Шабранского района Куба-Хачмазской зоны Азербайджана. В исследуемых почвах изучали величину гумуса, карбонатность, поглощенные основания, ее объемный и удельный вес, порозность, гранулометрический состав, водопрочные агрегаты. Результаты исследований позволили обобщить материал по исследуемому объекту исследования и дать рекомендации производству для улучшения агрофизических показателей эксплуатируемых почв.

Abstract. The article is devoted to agrophysical indicators of irrigated alluvial meadow-forest soils of the Shabran region of the Cuba-Khachmaz zone of Azerbaijan. In the studied soils, the value of humus, carbonate content, absorbed bases, its volume and specific gravity, porosity, granulometric composition, water-carrying aggregates were studied. The results of the studies made it possible to summarize the material on the investigated object of the study and give recommendations to production to improve the agrophysical indicators of exploited soils.

Ключевые слова: аллювиальные лугово-лесные почвы, гумус, карбонатность, порозность, водопрочные агрегаты почвы, поглощенные основания.

Key words: alluvial meadow-forest soils, humus, carbon content, porosity, water-resistant soil aggregates, absorbed bases.

Введение. Известно, что в сельскохозяйственном производстве основой для возделывания сельскохозяйственных культур служит плодородие почвы, которое не является постоянным, оно динамично и определяется протекающими в почве физико-химическими и биологическими и процессами. Каждый почвенный тип характеризуется своими физическими и химическими свойствами, которые оказывают существенное влияние на развитие почвообразовательного процесса, формирование плодородия и жизнедеятельность растений.

Протекающие в почве разнообразные процессы зависят от вышеприведенных факторов, и их изучение имеет большое практическое значение. О свойствах этих процессов имеется много научных исследований [6, 7, 8, 9]. Исследования авторов также посвящены изучению этих процессов.

Материалы и методика исследований. Объектом исследования выступили аллювиальные лугово-лесные почвы Шабранского района Куба-Хачмазской зоны Азербайджанской Республики, которые являются преобладающими на вышеуказанной территории [2]. Их изучение проводилось согласно методам, используемым за рубежом и в республике [1, 4, 5, 10, 11, 12].

Результаты исследований. Изучаемая нами территория расположена на северо-востоке Республики, представляет собой древнюю и современную слабонаклонную речную долину.

Климат территории в основном относится к сухому субтропическому, с сухим летом. Среднегодовая температура воздуха составляет 12-13 °С. В холодные месяцы года на исследуемой территории температура воздуха составляет 0-3 °С, а в июле месяце она равна +20-25 °С. Среднегодовая температура поверхности почвы составляет +12-15 °С, относительная влажность воздуха – 76 % и в течение года колеблется в пределах 64-84 %. Годовое количество осадков равно 300-600 мм. Их основная величина приходится на осень. Испарение с поверхности почвы 800 мм. Годовое количество радиации в пределах 125-130 ккал/см^2, а годовой радиационный баланс равен 40-50ккал/см^2 [3, 9].

Растительный покров территории представлен лесом и полупустынными формациями. В настоящее время на территории возделывают, с использованием интенсивных технологий, садовые, бахчевые, овощные и другие культуры.

О почвах зоны имеются сведения многих исследователей [2, 7, 8]. По их данным здесь распространены характерные для вертикальной зональности типы почв. Мы проводили свои исследования на одном из распространенных типов почв этой зоны – орошаемых аллювиальных лугово-лесных почвах. Как из-

вестно, эти почвы в основном имеются на пойменных террасах горных рек и конусах выноса. Грунтовые воды развиваются в условиях пойменного просачиваемого режима.

Аллювиальные лугово-лесные почвы сформировались в соответствующем своему речному расположению биоклимате. Здесь почвообразовательный процесс сформировался в постоянно нарушаемом пойменном режиме, естественно оставил существенный след в морфологических показателях и генетическом профиле [2, 7].

В своих исследованиях мы, учитывая все вышеизложенное, заложили свои почвенные разрезы по характерным местам распространения аллювиальных лугово-лесных почв в основных и побочных точках, с которых по профилю почв были отобраны почвенные образцы. Результаты проведенных анализов представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 Химические показатели аллювиальных лугово-лесных почв Куба-Хачмазской зоны Азербайджана

Глубина, см	Гумус, %	$CaCO_3$, %	Величина поглощенных оснований, мг-экв.			Сумма поглощенных оснований, мг-экв.	Сумма поглощенных оснований, %		
			Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}		Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}
0-25	3,31	4,55	31,7	12,5	2,3	51,5	71,26	24,27	4,47
25-47	1,50	6,36	27,5	10,2	1,9	39,6	69,44	25,76	4,80
47-91	1,33	8,61	21,2	1,5	2,1	34,8	60,92	33,05	6,03
91-112	0,52	7,00	15,3	10,1	2,3	27,7	55,23	36,47	8,30

Таблица 2 Физические показатели аллювиальных лугово-лесных почв Куба-Хачмазской зоны Азербайджана

Глубина, см	Объемный вес, г/см^3	Удельный вес, %	Порозность, %	Гранулометрический состав, %		Водопрочные агрегаты 0,25мм, %
				0,001 мм	0,01 мм	
0-25	1,23	2,63	53,23	23,21	45,32	53,2
25-47	1,31	2,65	50,57	13,44	25,18	46,8
47-91	1,39	2,70	48,52	25,37	47,23	39,3
91-112	1,42	2,73	47,99	20,22	42,3	31,7

В исследуемых нами почвах величина гумуса составила в верхнем почвенном горизонте 3,91 %. Вглубь по профилю почв его значения постоянно уменьшались и в 91-112 см слое почвы достигли 0,52 %. Несмотря на невысокое содержания гумуса, его присутствие в почве играет большое значение. Так, оказывая влияние на физические и химические показатели почвы, он улучшает их структурно-агрегатный состав и условие аэрации, регулирует тепловой режим и повышает их поглотительную способность.

Одним из химических свойств почвы является карбонатность, которую можно характеризовать как генетический показатель химической среды. Почвы изученной нами территории слабо карбонатные. Содержание $CaCO_3$ по профилю почв колеблется в пределах 4,55-8,61 %. А по генетическим горизонтам его величина варьирует, что можно объяснить заменой приносимых на равнину одних однородных материалов другими.

Большое влияние на физические, химические свойства почвы оказывают поглощенные основания. Одновременно солонцеватость, плодородие, внесение

удобрений и другие факторы тесно связаны с величиной поглощенных оснований. В результате проведенных многолетних опытов установлено, что величины и соотношения поглощенных оснований изменяются в зависимости от свойств почвы. Р.Г.Мамедов показал, что если в почвенном поглотительном комплексе содержится много катионов кальция, то он будет устойчивым и его поглотительная способность возрастет; одновременно он отмечает незаменимую роль поглощенного калия в жизни почвы и растений [8].

В аллювиальных лугово-лесных почвах величина поглощенных оснований по профилю почв колеблется в пределах 27,7-51,5 мг-экв. на 100 г почвы. Эти показатели можно считать и средними, и высокими. В этих почвах среди поглощенных оснований преобладает катион кальция, и его величина колеблется в пределах 55,23-71,26 %, катион магния является одним из самых распространенных катионов и его величина колеблется в пределах 24,27-31,17мг-экв. на 100 г почвы. Величина катиона натрия невысокая 4,47-8,30 %. Согласно естественным показателям этого катиона, возрастание его величины в поглотительном комплексе приводит к солонцеватости и способствует созданию неблагоприятной почвенной среды.

Среди агрофизических показателей почвы основное место принадлежит ее физическим свойствам. Основным таким свойством почвы является ее объемный вес, который способствует возрастанию удельного веса и порозности.

Изучение объемного веса почвы позволит использовать эту величину при расчете общей порозности, запасов воды в почве, величины вносимых в почву минеральных и органических удобрений, характера составляющих почву минералов, величины перегноя порозности и других показателей. Большое количество органического вещества в почве улучшает её структурно-агрегатный состав и повышает порозность, что влияет на уменьшение величины объемного веса почвы. Можно сказать, что объемный вес характеризует строение почвы.

Как видно из таблицы 2, в изучаемых нами почвах величина объемного веса, по профилю почвы, колеблясь в пределах 1,23-1,42 г/см^3, в верхнем их горизонте составляет 1,23 г/см^3, с глубиной ее значения постепенно увеличиваются составляя в 91-112 см слое почвы – 1,42 г/см^3.

Одним из основных показателей почвы является удельный вес, который изменяется в зависимости от их химического и минералогического состава, количества органического вещества и других показателей. На территории проводимых нами исследований удельный вес почвы колебался в пределах 2,63-2,73 г/см^3.

Порозность, гранулометрический и структурно-агрегатный состав почвы являются одними из основных показателей её плодородия. В верхнем горизонте почвы величина порозности обычно высокая и с глубиной уменьшается. Порозность необходима для оценки таких свойств почвы как вода, воздух. Чем структурнее почва, тем больше пустот между ее структурными элементами. На исследуемой нами территории гранулометрический состав по профилю почвы был легкосуглинистый и тяжелосуглинистый, величина частиц (<0,01мм) колебалась в пределах 25,18-47,23 %, частиц – 0,001мм – 13,44-25,37 % (таблица 2.).

Структура почвы является самым важным ее морфологическим признаком для создания условий жизни живым организмам, она регулирует водный, воздушный и питательный режимы почвы. В связи с этим при оценке структуры

почвы необходимо учитывать величину водопрочных агрегатов. На создание водопрочных агрегатов оказывают влияние многие факторы. Здесь в первую очередь большое значение принадлежит гранулометрическому составу и органическому веществу, одновременно большую роль играют многолетние посадки и севооборот.

В изучаемых нами почвах величина водопрочных агрегатов (>0,25 мм) колебалась в пределах 31,7-53,2 %: в верхнем горизонте эти значения составили 53,2 %, а вглубь по профилю почвы они, постепенно уменьшаясь, достигли до величины 31,7 %.

Выводы. Все вышеизложенное указывает на то, что каждый почвенный тип характеризуется своими определенными свойствами, что позволяет собрать сведения о физических и химических свойствах почвы и по возможности детально их описать.

Библиографический список

1. Агрохимические методы исследования почв, под редакцией А.В. Соколова, Москва, «Наука», 1975, 657 с.

2. Бабаев М.П., Гасанов В.Г., Джафарова Ч.М. Основы современной классификации и номенклатуры почв Азербайджана. Баку: «Элм», 2001. 319 с.

3. Гаджиев О.А., Рагимов О.А. Климатическая характеристика административных районов Азербайджанской ССР. Баку: «Элм», 1977. 269 с.

4. Гасанов Ю.Д. Мониторинг агрофизических свойств орошаемых почв Азербайджана. Баку: «NPM», 2013. 232 с.

5. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения / Н.А. Качинский ; Акад. наук СССР, Почв. ин-т им. В.В. Докучаева. – Москва : Изд-во Академии наук СССР, 1958. 191 с.

6. Кочарли С.А., Герай-заде А.П. Некоторые физико-химические показатели почвенного покрова юго-восточной части Большого Кавказа. Баку: «Элм», 2013. С. 224-228.

7. Мамедов Г.Ш., Кулиев В.А. Оценка почв северо-восточной зоны Азербайджана. Баку: «Элм», 2007. 227 с.

8. Мамедов Р.Г. Агрофизическая характеристика Приаразской полосы Азербайджана. Баку: «Элм», 1970. 321 с.

9. Мамедов Р.Г. Основы почвоведения и географии почв. Баку: «Элм», 2007. 661 с.

10. Пансю М. Анализ почвы: минералогические, органические и неорганические методы анализа: справочник / М. Пансю, Ж. Готеру; перевод с английского 2-го издания под ред. Д.А. Панкратова - Санкт-Петербург: Профессия, 2014. 799 с.

11. Русин Г.Г. Физико-химические методы анализа в агрохимии. – М.: Агропромиздат, 1990. – 302 с.

12. Теории и методы физики почв : [коллективная монография / под ред. Е.В. Шеина, Л.О. Карпачевского]. – Москва: Гриф и К, 2007. – 614 с.

Сведения об авторах

1. Мамедов Гошгар Магеррам оглы, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заместитель по научной части Института Почвоведения и Агрохимии Национальной Академии Наук Азербайджана, AZ1073 Баку, улица Мамед Рагима 5, e-mail: goshgarmm@mail.ru.

2. Османов Рамин Исмаил оглы, аспирант Института Почвоведения и Агрохимии Национальной Академии Наук Азербайджана, AZ1073 Баку, улица Мамед Рагима 5, e-mail: pasha1971@km.ru.

3. Пашаев Рагим Аршад оглы, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории органических удобрений Института Почвоведения и Агрохимии Национальной Академии Наук Азербайджана, AZ1073 Баку, улица Мамед Рагима 5, e-mail: agrochemistry.az@hotmail.com.

4. Мамедбекова Земфира Бахрам кызы, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории агрохимических исследований и массового анализа Института Почвоведения и Агрохимии Национальной Академии Наук Азербайджана, AZ1073 Баку, улица Мамед Рагима 5, e-mail: goshgarmm@day.az.

Authors' personal details

1. Mammadov Goshgar Magherram, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Deputy for Scientific Affairs of the Institute of Soil Science and Agrochemistry of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku AZ1073, Mammad Rahim street 5, e-mail: goshgarmm@mail.ru.

2. Osmanov Ramin Ismail, graduate student of the Institute of Soil Science and Agrochemistry of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku AZ1073, Mammad Rahim street 5, e-mail: pasha1971@km.ru.

3. Pashayev Ragim Arshad, Ph.D., Associate Professor, Leading Researcher, Organic Fertilizer Laboratory, Institute of Soil Science and Agrochemistry, National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku AZ1073, Mammad Rahim street 5, e-mail: agrochemistry.az@hotmail.com.

4. Mamedbekova Zemfira Bakhram, candidate of agricultural sciences, associate professor, leading researcher of laboratory of agrochemical researches and mass analysis of Institute of Soil science and Agrochemistry of National Academy of Sciences of Azerbaijan, AZ1073 Baku, Mammad Rahim street 5, e-mail: goshgarmm@day.az.

УДК 631.4
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-42-46

А.Ф. Осипов, А.А. Дымов
A.F. Osipov, A.A. Dymov

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук, г. Сыктывкар, Россия
Institute of Biology of Komi Science Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia

ЗАПАСЫ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ ОСНОВНЫХ ГРУПП ТИПОВ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ
CARBON STOCKS IN SOILS OF PINE FORESTS MAIN TYPES IN KOMI RESPUBLIC

Аннотация. Приведены запасы углерода в почвах основных групп типов (лишайниковая, зеленомошная и сфагновая) сосновых лесов, произрастающих в условиях Республики Коми. Результаты приведены для лесной подстилки и слоев 0–30, 0–50 и 0–100 см, включая лесную подстилку. Средние запасы угле-

рода в верхнем метровом слое сосняков лишайниковых составили 2.5 ± 0.2 кг/м^2, зеленомошных – 4.4 ± 0.5, сфагновых – 10.9 ± 1.7 кг/м^2.

Abstract. Carbons stocks in soil were presented for main (Lichen, green moss and Sphagnosa) types of pine forests in Komi Republic. Results were given for forest floor and layers 0–30, 0–50 and 0–100 cm including forest floor. The main carbon stocks in 1 m layer of Lichen pine forests was 2.5 ± 0.2 kg/m^2, green moss type – 4.4 ± 0.5, Sphagnosa – 10.9 ± 1.7 kg/m^2.

Ключевые слова: углерод почвы, сосняк, лесная подстилка.

Keywords: soil carbon, pine forest, forest floor.

Введение. Почвы являются крупнейшим наземным пулом органического углерода, в которой сосредоточено в два раза больше углерода, чем в растительности [10]. В условиях нарастания антропогенной нагрузки на почвы экваториального и тропического поясов, лесные почвы бореальной зоны могут рассматриваться в качестве долговременного резервуара органического углерода [4]. Оценку запасов углерода в почве (C_{soil}) выполняют при помощи карт распространения отдельных почвенных групп или же типов растительности [12]. Как отмечено в ряде работ [8,11], для уменьшения неопределенностей при оценке C_{soil} крупных лесных массивов необходимо сочетание упомянутых выше данных. Однако, активно развивающийся в настоящее время мониторинг лесов при помощи дистанционного зондирования может предоставить более точную информацию по площади отдельных типов растительности, которые можно использовать для расчета C_{soil}, используя характерные для них усредненные данные по концентрации углерода в почвенном профиле.

Сосновые леса на территории Республики Коми занимают около 7 млн. га и, следовательно, выполняют важные биосферные и средообразующие функции. Они представлены насаждениями лишайниковой, зеленомошной, долгомошной и сфагновой групп типов [2]. К настоящему времени оценки C_{soil} в них единичны [1,3].

Цель. Оценить запасы углерода в почвах основных групп типов сосновых лесов на европейском Северо-Востоке России (Республика Коми).

Материалы и методика исследования. Исследования выполнены на территории Республики Коми в течение 2008–2020 гг. Работа состояла из двух блоков: собственные аналитические данные и обзор литературы, содержащий описания почв региона исследований. Собственные экспериментальные данные включали закладку и описание 20 почвенных разрезов в сосняках разных типов, отбор образцов для определения объемного веса (ОВ) и выполнения химических анализов. Для оценки ОВ отдельных минеральных горизонтов отбирали 3–5 образцов из каждого горизонта, а для ОВ лесной подстилки – 10–15 образцов. Концентрацию углерода определяли в эконалитической лаборатории Института биологии Коми НЦ УрО РАН, используя элементный C, H, N, S, O-анализатор EA 1110. Запасы углерода рассчитывали по формуле

$$C_{soil} = 0.1 \times C \times BD \times H,$$

где C_{soil} – запасы углерода в горизонте, кг/м^2; C – содержание углерода, %; BD – объемный вес, г/см^3; H – мощность горизонта, см; 0.1 – переводной коэффициент.

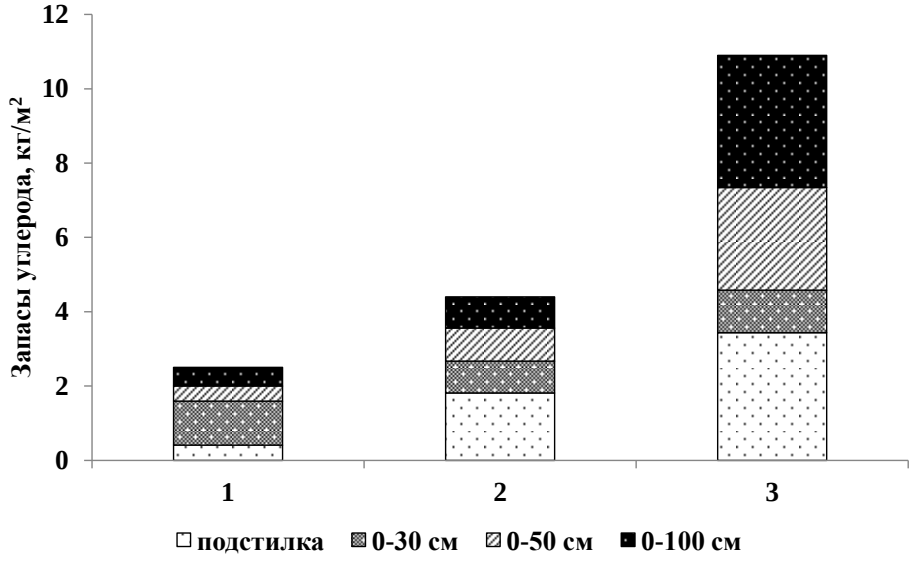
Основное внимание было уделено следующим слоям: лесная подстилка, 0 – 30 см, 0 – 50 см и 0 – 100 см. Слой 0–30 см является одной из эталонных глубин

[6]. Слой 0–50 см традиционно используется при оценке C_{soil} на региональном уровне и показывает трансформацию C_{soil} после изменения режима землепользования. Иногда этот слой называют «ризосферой» из-за того, что здесь находится большая часть корней деревьев и связанных с ними почвенных микроорганизмов, выделения которых напрямую влияют на свойства почвы. Слой 0–100 см концентрирует большую часть C_{soil} почвенного профиля и, как правило, необходим для создания почвенных карт.

Анализ публикаций был проведен с целью расширения выборки и получения более точных значений усредненного запаса углерода в почвах сосновых лесов разных типов. Для включения литературного описания почвенного разреза в выборку необходимо наличие данных по мощности и содержанию гумуса/углерода в отдельных горизонтах верхнего метрового профиля почвы. Сведения по объемному весу для литературных данных крайне редки. В этом случае мы использовали результаты собственных определений ОВ для соответствующих горизонтов и типов почв. Всего было использовано 22 разреза из 7 источников. Общее количество описаний, с учетом собственных данных, составило 42, половина которых характеризовала зеленомошную группу типов леса, 13 разрезов относись к сфагновой группе типов, 8 к лишайниковой.

Нормальность распределения исходных данных проверяли при помощи теста Шапиро-Уилка. Различия между запасами углерода в отдельных слоях для сосняков разных типов оценивали при помощи t-критерия Стьюдента (t-test) при нормальном распределении данных. В случае ненормального распределения использовали непараметрический критерий Вилкоксона-Манна-Уитни (W-test). Расчеты, анализ и статистическая обработка полученных данных была проведена в Microsoft Excel и R версия 4.0.3 [9].

Результаты исследования. Наименьшими запасами (2.50 ± 0.24 кг/м^2) углерода в верхнем метровом профиле характеризовались сосняки лишайниковой группы типов, преимущественно формирующиеся на песчаных подзолах иллювиально-железистых (Рисунок).



Рисунок

Запасы углерода и вклад отдельных слоев в верхней метровый профиль почв сосняков отдельных групп типов леса в Республике Коми: 1 – лишайниковая группа типов; 2 – зеленомошная группа типов; 3 – сфагновая группа типов

Сосняки зеленомошной группы типов в условиях Республики Коми произрастают на почвах различных таксономических групп. Так, брусничные и черничные насаждения в ландшафтах с достаточным увлажнением развиваются на песчаных подзолах иллювиально-железистых или подзолах иллювиально-гумусово-железистых, а в условиях северной тайги на глееподзолистых почвах. Сосняки черничные влажные занимают переувлажненные торфянисто-подзолисто-глееватые иллювиально-железистые почвы на двучленных отложениях. В результате запасы углерода в метровом профиле зеленомошной группы типов характеризуются наибольшей вариацией (53 %), а максимальное рассчитанное значение больше минимального в 6.4 раза. Средний запас углерода здесь в 1.8 раза больше, чем для насаждений лишайниковой группы типов (W-test p=0.011).

Максимальные запасы (10.90 ± 0.17 кг/м^2) углерода в метровом профиле отмечались для сосняков сфагновой группы типов, формирующихся на почвах полугидроморфных ландшафтов. Они превышают аналогичные значения сосняков зеленомошной группы типов в 2.5 раза (W-test p=0.000), а лишайниковой в 4.4 раза (t-test p=0.000).

Достоверных различий во вкладе лесной подстилки, доля которой в общих запасах C_{soil} в сосняках зеленомошной и сфагновой группе типов леса составляет 32–40 %, не выявлено (t-test p=0.087), а меньшее участие (17 %) этого компонента отмечено в лишайниковой группе типов. Слой 0–30 см концентрирует 47–64 % от C_{soil} метрового профиля с меньшими значениями для сфагновой группы типов (p=0.000), а большая часть запасов углерода (72–80 %) сосредоточена в ризосфере (слой 0–50 см). Во многих исследованиях сообщается, что содержание C_{soil} уменьшается с увеличением глубины. В результате мы наблюдали высокий вклад верхних слоев в общий C_{soil} 1 м почвенного профиля. Как предполагают Jobbágy и Jackson [7], растительность является основным фактором, определяющим вертикальное распределение C_{soil}. Ведущая роль этого слоя может быть обусловлена агрегатами и органо-минеральными комплексами, связанными с микробной биомассой на корнях растений, продуцирующей полимеры, действующие как связывающие агенты [5]. Влияние растительности совместно с организмами-деструкторами может также включать поступление и разложение опада (над- и подземного). В результате образовавшиеся органические вещества постепенно мигрируют в глубокие слои почвы с более высокими содержаниями в верхних горизонтах.

Выводы. Рассчитаны усредненные данные по запасам углерода в верхнем метровом профиле сосняков разных групп типов леса в условиях Республики Коми. Полученные результаты можно использовать для оценок пула углерода почвы при определении бюджета углерода лесных экосистем на территории Республики Коми.

Работа выполнена при поддержке РФФИ 19-29-05111-мк.

Библиографический список

1. Дымов А.А. Сукцессии почв в бореальных лесах Республики Коми. – М.: ГЕОС, 2020. 336 с.

2. Леса Республики Коми / Под. ред. Г.М Козубова., А.И. Таскаева.– М., 1999. 332 с.

3. Осипов А.Ф., Кузнецов М.А. Содержание органического углерода в болотно-подзолистых почвах хвойных лесов средней тайги // Лесоведение, 2010. № 6. С. 65–70.

4. Bellassen V., Luyssaert S. Carbon sequestration: Managing forests in uncertain times // Nature News. 2014. Vol. 506. P. 153.

5. Chen H.Y.H., Shrestha B.M. Stand age, fire and clearcutting affect soil organic carbon and aggregation of mineral soils in boreal forests // Soil Biology and Biochemistry. 2012. Vol. 50. P. 149–157.

6. FAO 2017. Soil Organic Carbon: the hidden potential. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, Italy http://www.fao.org/3/a-i6937e.pdf.

7. Jobbágy E.G., Jackson R.B. The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation // Ecological Application. 2000. Vol. 10(2). P. 423–436.

8. Lukina N., Kuznetsova A., Tikhonova E., Smirnov V., Danilova M., Gornov A., Bakhmet O., Kryshen A., Tebenkova D., Shashkov M., Knyazeva S. Linking forest vegetation and soil carbon stock in Northwestern Russia // Forests. 2020. V. 11. Article 979.

9. R Development Core Team (2020) R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.

10. Scharlemann J.P., Tanner E.V.J., Hiederer R., Kapos V. Global soil carbon: Understanding and managing the largest terrestrial carbon pool // Carbon Management. 2014. Vol.5. P. 81–91.

11. Schepaschenko D.G., Shvidenko A.Z., Mukhortova L.V., Vedrova E.F. The pool of organic carbon in the soils of Russia // Eurasian Soil Science. 2013. Vol. 46. P. 107–116.

12. Zhi J.J., Jing C.W., Lin S.P., Zhang C., Wu J.P. Estimates of soil organic carbon stocks in Zhejiang Province of China based on 1:50 000 soil database using the PKB method // Pedosphere. 2015. Vol. 25. P. 12–24.

Сведения об авторах

1. Осипов Андрей Федорович, ORCID 0000-0003-0618-9660, кандидат биологических наук, и.о. старшего научного сотрудника отдела лесобиологических проблем Севера, Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28, e-mail: osipov@ib.komisc.ru.

2. Дымов Алексей Александрович, ORCID 0000-0002-1284-082X, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела почвоведения, Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28, e-mail: aadymov@gmail.com.

Authors' personal details

1. Osipov Andrey Fedorovich, ORCID 0000-0003-0618-9660, Candidate of Biological Sciences, senior research associate, Department of forest science Institute of Biology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Kommunisticheskaya st., 28, e-mail: osipov@ib.komisc.ru.

2. Dymov Aleksey Aleksandrovich, ORCID 0000-0002-1284-082X, Doctor of Biological Sciences, leading research associate, Department of soil science, Institute of Biology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Kommunisticheskaya st., 28, e-mail: aadymov@gmail.com.

УДК 630*634+232.32
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-47-54
З.С. Чурагулова, Р.А. Миндибаев, М.Г. Ишбулатов, Б.С. Мурзабулатов
Z.S. Churagulova, R.A. Mindibaev, M.G. Ishbulatov, B.C. Murzabulatov

ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, Уфа, Россия
FSBEI HE Bashkir SAU, Ufa, Russia

РОЛЬ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ КРУТОСКЛОНОВЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРЕДУРАЛЬСКОЙ СТЕПИ БАШКОРТОСТАНА
THE ROLE OF PLANTED FORESTS IN THE FORMATION OF SOIL FERTILITY OF STEEP-SLOPE LANDS PRE-URAL STEPPE OF BASHKORTOSTAN

Аннотация. Искусственные лесонасаждения положительно влияют на почвообразовательный процесс, способствуют формированию плодородного слоя эродированных почв крутосклонов. Для создания рукотворных лесов предложено использовать брикетированные саженцы с оптимальным составом субстратов. На горизонтально проложенных террасах с обратным уклоном на 5-10^{o} создаются благоприятные условия для накопления влаги, мелкозема, образованию огромного количества лесной подстилки, превращающиеся в дальнейшем в гумусовые вещества.

Abstract. Artificial forest stands have a positive effect on the process of soil formation, contribute to the formation of a fertile layer of eroded soils on steep slopes. To create artificial forests, it is proposed to use briquetted seedlings with an optimal composition of substrates. On horizontally laid terraces with a reverse slope of 5-10 o, favorable conditions are created for the accumulation of moisture, fine-grained soil, the formation of a huge amount of forest litter, which later turns into humus substances.

Ключевые слова. Древесные растения, плодородие, эродированные склоны, террасирование, рекультивация, саженцы, лесная подстилка, гумус, субстрат, брикетирование.

Keywords. Woody plants, fertility, eroded slopes, terracing, recultivation, seedlings, forest floor, humus, substrate, briquetting.

Введение. Территориально район исследований расположен на границе Прибельской увалисто-волнистой равнины и Бугульминско-Белебеевской возвышенности, входит в Предуральскую степную зону. Климат континентальный, умеренно влажный. Рельеф платообразный, ступенчатый, значительно расчленен овражно-балочной сетью. Исследуемая территория по почвенно-эрозионной зоне относится к зоне проявления интенсивной водной и ветровой эрозии. Площадь пашни составляет 1610,8 тыс. га (54,2 %), почвы здесь подвержены водно-ветровой эрозии в различной степени: слабой (36,5 %), средней (13,3 %), сильной (4,4 %). [1]. Исследования, направленные на изучение влияния леса на почвообразовательные процессы, темпы почвообразования в техногенных ландшафтах в

связи с их рекультивацией, а также методам оценки лесорастительных свойств почв, проведены многими известными учеными страны [2, 3, 4].

Из существующих способов создания плодородного слоя на нарушенных землях, наиболее часто рекомендуемые – землевание и фитомелиорация. Их использование позволяет повысить плодородие техногенных земель и способствует началу почвообразовательных процессов [5,6].

Наблюдения, проведенные в 1993 году, показали, что деревья, посаженные с закрытой корневой системой в возрасте 17 лет, начали плодоносить, под кронами образовалась лесная подстилка различной мощности, а под ней гумусовый горизонт, хотя очень небольшой мощности, между деревьями в рядах образовалась типичная лесная среда, т. е. появились грибы и ягоды. Однако между террасами ковыль степной сохранился. Это было отмечено и при рекогносцировочных исследованиях и 2003 года.

Актуальность. Естественное и ускоренное влияние антропогенной деятельности по всей территории Республики Башкортостан привело к образованию различной степени деградированных земель, на которых нарушены или полностью уничтожены растительный и почвенный покров. Почти повсеместно создаются предпосылки для дальнейшего развития как водной, так и ветровой эрозии почв, так как эти земли преимущественно расположены на склоновых ландшафтах. На пастбищах эрозия выражена сильнее вследствие нарушения дернины копытами животных. Эрозии подвержено более 28 % площади республики.

В проблеме оздоровления экологической обстановки большое место принадлежит фитомелиоративным агромероприятиям: полосному защитному лесоразведению, рекультивации нарушенных, т. е. деградированных земель различными методами. Однако при создании искусственных насаждений не всегда учитываются почвенные условия, качество посадочного материала, рекомендованные технологии подготовки почвы. Кроме того, не используется посадочный материал с закрытой системой, несмотря на имеющийся положительный опыт их использования [3,7].

В современных условиях глобального изменения климата и увеличения нарушенных земель исследования, направленные на изучение состояния ранее созданных искусственных культур на эродированных землях в Предуральской степи и влияние их в определенный период на плодородие и почвообразовательный процесс является актуальной.

Цель исследований - изучение влияния искусственных склоновых лесонасаждений, созданных в 1976 году саженцами с закрытой корневой системой (в брикетах), на плодородие почв и накопление элементов минерального питания.

Для выполнения поставленной цели, решались следующие задачи: изучить состояние лесонасаждений, созданных брикетированными саженцам, определить состав и количество накопленных лесных подстилок, определить содержание гумуса и элементов минерального питания растений, влияющих на почвообразовательный процесс.

Материалы и методика исследования. Объектами исследований являлись древесные растения и почвы с лесной подстилкой, сформированные на террасах склонов горы Тимертау.

Изучаемый опытный участок расположен между деревнями Гафурово и Тимерово на территории бывшего совхоза «Туймазинский» МР Туймазинский район в западной части Республики Башкортостан. На террасах склонов горы Тимертау были засажены впервые в условиях Башкортостана саженцами с закрытой корневой системой. Опытный участок заложен на склонах крутизной 15-30^0. Склоны большей частью ассиметричны: более пологие северные и восточные, крутые – южные и западные.

Для изучения роли лесонасаждений в формировании плодородия почв крутосклоновых земель Предуральской степи на верхней и средней частях склонов различной экспозиции заложены пробные площади, почвенные разрезы и отобраны образцы почв и лесной подстилки. Работа выполнена с использованием методических руководств и ГОСТов, принятых в почвоведении и лесоведении [9]. Массовые анализы почв, субстратов проведены в почвенно-химической лаборатории МЛХ РБ (Свидетельство об оценке состояния измерений № ЦСМ РБ.ОСИ.АЛ. 03394, выдан 14 января 2021г.)

Результаты исследований. Территориально район исследований расположен на границе Прибельской увалисто-волнистой равнины и Бугульминско-Белебеевской возвышенности, входит в Предуральскую степную зону. Климат континентальный, умеренно влажный. Рельеф платообразный, ступенчатый, значительно расчленен овражно-балочной сетью. Исследуемая территория п**о** почвенно- эрозионной зоне относится к зоне проявления интенсивной водной и ветровой эрозии. Площадь пашни составляет1610,8 тыс. га (54,2 %), почвы здесь подвержены водно-ветровой эрозии в различной степени: слабой (36,5 %), средней (13,3 %), сильной (4,4 %) [2]. По лесорастительному районированию исследуемый район отнесен к Предуральскому правобережнему малолесному району смешанных лесов. Лесистость колеблется в пределах 10,4-28,6 %. Распространены широколиственные леса: дуб, липа, клен, ильм и мелколиственные: осина, береза. Из трав в лесу преобладают копытень, сныть и др. Хвойные деревья распространены только в искусственных насаждениях, т.е. в культурах.

На склоновых землях горы Тимертау выделены природные постлитогенные почвы – черноземы текстурно-карбонатные тяжелосуглинистые разной степени мощности, эродированности и щебнистости, сформированные на элювиально-делювиальных щебнистых почвообразующих породах [4].

Подготовка почв под террасное облесение начинали с разбивки на территории с помощью нивелира и вешек горизонтальных линий. Террасирование начинали сверху. При этом на тракторы Т-74 навешивали террасеры ТС 2,5, культиваторы КРТ-3, КЛБ-1,7, позволяющие вести работы на склонах до 45°. Для полного поглощения влаги по технологии террасе придается обратный уклон на 5-10°. В данном случае талая и ливневая вода не сбрасывается в нижележащие территории, не разрушает их, а превращается в внутрипочвенные, твердые продукты эрозии не выносится за пределы территории. Проложено было всего 13 террас с расстоянием между ними 2,8 - 3,5 метров.

Для брикетирования сеянцев хвойных и лиственных были подобраны оптимальные субстраты, в составе которых были использованы следующие компоненты: верхний перегнойно-аккумулятивный горизонт почвы (микоризная

земля, слой до 30 см), верховой, переходный или низинный торф, перегнивший опил в различных вариантах и соотношениях. На 1 $м^3$ субстрата добавляли 0,8 кг мочевины (N), 0,25 кг двойного суперфосфата(Р), 1,6 кг калийной соли (К) 28 г марганцевокислого калия (Mn); микроэлементы: сульфата меди, буры по 0,1 кг каждого. Норма расхода воды на приготовление I $м^3$ субстрата обычно составляла 80-100 л. Влажность готовой смеси - 70-60 %. Из готовой питательной смеси отбирались пробы на анализ для определения количества элементов питания. Для посадки были подобраны относительно устойчивые к условиям района брикетированные саженцы сосны обыкновенной (Pinussilvestris L.), лиственницы Сукачева (LarixSukaczevii Djil); березы повислой (BetulaverrucosaEhrh.); акации желтой (Caraganaarborescens Lam), барбариса обыкновенного (Berberisvulgaris L.), выращенные в Бишиндинском питомнике.

Для выращивания крупномерного посадочного материала с закрытой корневой системой в Бишиндинском теплично-питомническом комплексе была испытана поточная линия ППЛ-10.

Брикетирование сеянцев осуществлялось на поточно-механизированной линии ЛПБ-16 «Брикет», оснащенной 2-мя полуавтоматами ПЗК-5. Полуавтомат представляет собой карусельную машину с электроприводом. На поточной линии ЛПБ-16 производилось до 2500 тыс. шт. саженцев. Средний годовой объем посадки 100 га. Густота посадки 2500 саженцев на 1 га. Расход посадочного материала в два раза меньше обычного.

В дальнейшем испытания субстратов и сеянцев разного возраста по выращиванию крупномерного посадочного материала с закрытой корневой системой продолжались по методике В.И. Суворова в контейнерах, а также в полиэтиленовых рулонах “Лента” по Л.Н. Ганичеву, В.И. Симанькову в полиэтиленовых рулонах и других емкостях различных объемов.

Посадка брикетированных саженцев производилась с использованием традиционных лесокультурных инструментов: меча Колесова, цилиндрических и штыковых лопат. Всего растения высаживались на 13 террасах (рис. 1).

Морфологические показатели по результатам учета деревьев 42-43 летнего возраста приведены в таблице 1.

В процессе разложения растительных остатков, образующих лесную подстилку, освобождаются важнейшие биогенные элементы, участвующие в почвообразовательном процессе, а в дальнейшем поддерживающие почвенное плодородие. Эти образования залегают на горизонте (W), густо переплетенные мелкие корни с примесью минерального субстрата. Выявлены особенности почвообразовательных процессов и формирования почвенного плодородия непосредственно сразу после посадки саженцев, т. е. с нуль-момента.

Тип образовавшего под деревьями почв – петрозем гумусовый со слаборазвитым гумусовым горизонтом отдела слаборазвитых почв первичного почвообразования, формирующийся на мелкоземисто-щебнистой толще. Формула О (OI+OII+OIII')-W-R. Запас, мощность и сложение лесной подстилки различаются в зависимости от состава лесообразующих пород, от сомкнутости лесного полога, произрастания их на различных элементах рельефа. Из данных табл.3 видно, что на террасах под пологом 42 – 43^x- летних насаждений появились

поверхностные образования: лесная подстилка О ($О_I$+$О_{II}$+$О_{III}$) различной мощности. Лесная подстилка описываемых древесных растений в настоящее время находится на разной стадии разложения и гумификации.

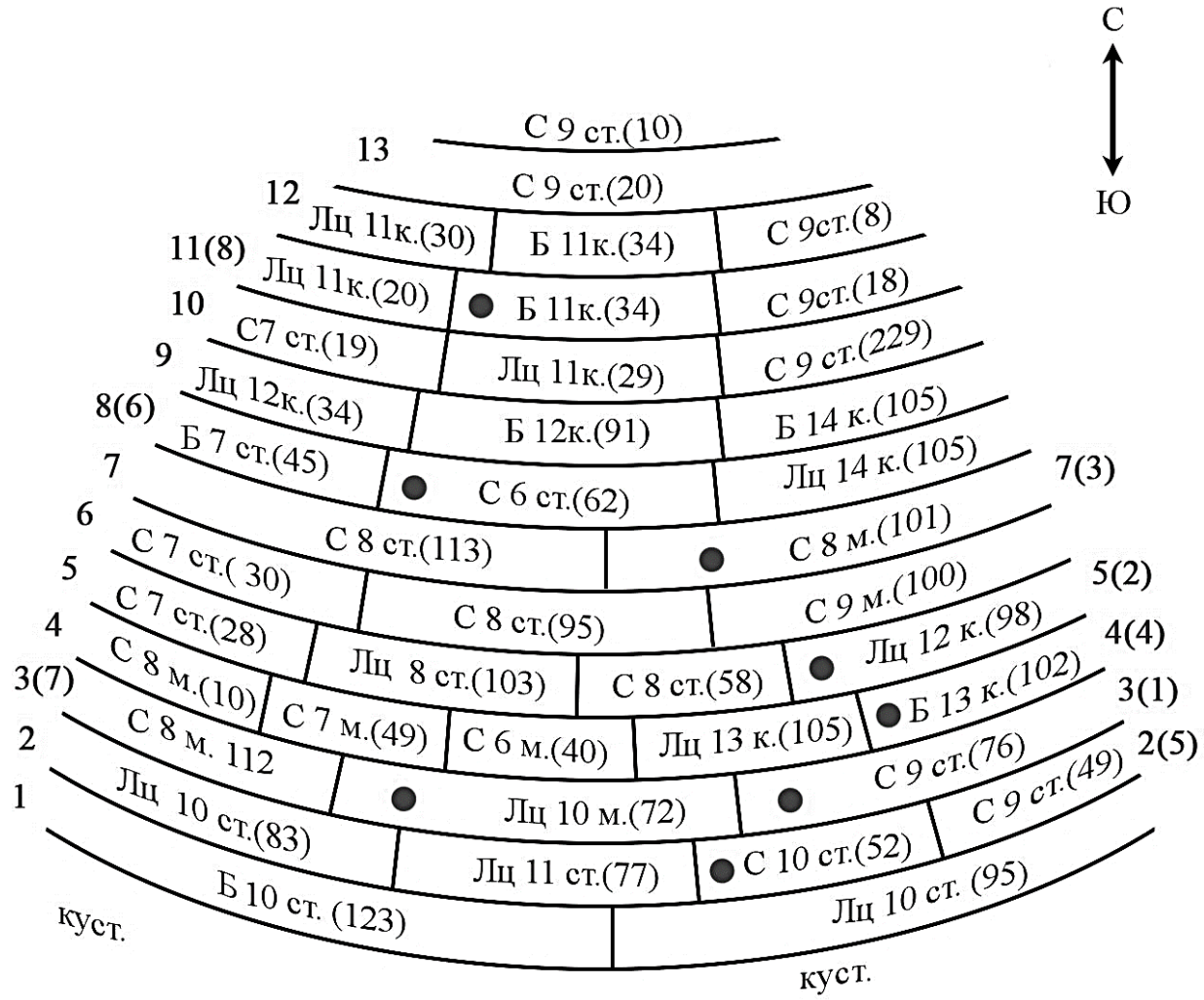


Рисунок 1

Схема летней посадки саженцев с закрытой корневой системой (1976), места закладки пробных площадей, разрезов, отбора растительных и почвенных проб (2018): 8 (6) – 8 номер разреза, в скобке (6) – № террасы. Б – береза, Лц – лиственница, С – сосна, куст. – кустарники; 7–12 субстраты; ст. – стаканы, м. – мешки, к. – контейнера; (123) – количество, шт. 1–13 – террасы. Первая терраса – Б 10 ст. (123) и т. д.

Накопленные валовые формы элементов питания в лесной подстилке, особенно содержание валовых форм азота, различаются в зависимости от породного состава и расположения по рельефу.

В таблице 3 приведены физико-химические показатели - основные показатели плодородия обследованных почв, сформированных на террасах с удаленным почвенным профилем.

В последние десятилетия в агроландшафтах, лесных ценозах наблюдаются значительные изменения в сторону их ухудшения Внедрение положительных результатов и рекомендаций террасированного облесения брикетированными саженцами ценных древесных пород, полученные в условиях степного Предуралья

позволит решить проблемы оздоровления экологической ситуации по всей Республике Башкортостан.

Таблица 1 Экологические и биометрические показатели древесных растений и вновь образованных слоев

№№ ПП, Р	Расположение по склону, № террас	Возраст, лет	Средняя высота, Н*, м	Средний диаметр Д**, см	Мощность подстилки, см
Лиственница Сукачева (Larix Sukaczevii Djil)					
1,5	Средняя часть Террасы (3), (2)	43	20,9	19,5	6,6;5,5 -
2	Верхняя часть террасы (5)	42	16,5	16,2	5,6
Сосна обыкновенная (Pinus silvestris L.)					
7	Средняя часть террасы (3)	43	19,3	20,8	6,2,6,5
3,6	Верхняя часть террасы (7), (8)	42	15,3	16,2	4,6
Береза повислая (Betula verrucosa Ehrh.)					
4	Средняя часть террасы (4)	43	12,3	11,5	3,5
8	Верхняя часть террасы (11)	43	10,2	10,0	4,0

Примечание: ПП – пробная площадь. Т(3) – террасы, порядковый номер. Н*– средняя высота дерева. Д** – средний диаметр дерева на высоте 1,3 м.

Таблица 2 Валовые формы азота, фосфора и калия в лесной подстилке

№№ Т /ПП, Р	Обозначение	Характеристика лесной подстилки	Мощность, см	Валовые формы, %		
				N(азота)	Р (фосфора)	К (калия)
Лиственница Сукачева (Larix Sukaczevii Djil).						
3/1	O_I	верхний рыхлый слой, опад	2,1	2,01	0,20	1,22
	O_{II}	средний, более плотный слой	1,6	1,91	0,20	1,13
	O_{III}	нижний, перегнойный слой	1,5	1,61	0,20	0,95
Сосна обыкновенная (Pinus silvestris L.).						
7/3	O_I	верхний рыхлый слой , опад	1,6	1,82	0,27	0,94
	O_{II}	средний, более плотный слой	1,0	1,48	0,41	0,95
	O_{III}	нижний, перегнойный слой	1,2	1,45	0,19	0,68
Береза повислая (Betula verrucosa Ehrh.).						
11/8	O_{II}	средний, более плотный слой	1,5	1,01	0,25	0,57
	O_{III}	нижний, перегнойный слой	2,5	1,01	0,17	0,64

Горизонтально проложенные террасы с обратным уклоном способствовали накоплению снеговой и дождевой влаги, задерживали мелкозем, поэтому высаженные на них древесные породы имели удовлетворительный прирост даже в засушливые годы.

Таблица 3 Агрохимические показатели почв лесонасаждений

№№ ПП, Р,Т (3)	Мощность, см	pH солевой	Обменные		Содержание гумуса, %	Подвижные формы		Минеральные формы	
			Ca^{+2}	Mg^{+2}		мг/кг почвы			
						P_2O_5	K_2O	$N\text{-}NO_3$	$N\text{-}NH_4$
Лиственница Сукачева. Мощность горизонта (W) – 33 см, 24 см									
1/3	4,5-8,0	7,1	28,8	6,3	7,6	81,1	550,1	8,1	35,5
	10-20	7,2	23,0	4,3	5,5	10,2	135,0	2,67	6,0
	23-33	7,3	22,8	5,5	4,6	10,1	125,3	2,2	5,0
5/2	4,5-9,0	6,9	27,8	3,8	6,1	49,6	240,2	2,9	14,0
	9-13	6,9	26,5	3,8	4,9	34,5	285,4	2,2	19,5
	13-24	7,0	25,3	3,9	3,4	27,9	205,2	1,5	11,3
Лиственница Сукачева. Мощность горизонта (W) -15 см									
2/5	5,8-8,0	7,2	21,8	5,8	4,8	27,0	100,2	1,7	10,5
	8-15	7,2	23,0	6,5	4,9	27,2	140,1	1,4	10,0
	15-22	7,3	21,5	6,0	1,9	22,3	160,3	1,7	6,5
Сосна обыкновенная. Мощность горизонта (W) – 25 см									
7/3	4,5-9	6,92	33,0	5,3	7,4	52,3	200,3	3,5	14,0
	9-16	6,86	31,8	5,3	3,7	68,1	300,1	6,2	17,5
	16-25	6,96	30,0	5,5	6,3	46,3	165,4	6,5	11,3
Сосна обыкновенная. Мощность горизонта (W) -12 см									
3/7	3,8-6	7,12	24,5	3,5	4,9	85,2	500,3	2,7	34,5
	6-12	6,98	23,5	1,8	3,9	22,0	165,2	1,7	8,5
6/8	6-9	6,76	35,5	4,3	5,6	58,5	159,1	1,7	11,3
	9-14	6,79	33,3	4,5	5,2	43,1	115,8	2,0	9,5
Береза повислая. Мощность горизонта (W) -11 см									
4/11	3-7	6,94	26,0	2,1	3,6	19,2	175,3	2,4	11,3
	7-11	6,99	25,3	2,2	2,7	22,0	174,8	2,2	9,0
Береза повислая. Мощность горизонта (W) -25 см									
8/9	4-9	7,0	27,5	5,5	6,9	58,6	250,4	5,8	16,5
	9-15	7,00	27,8	5,8	5,8	46,4	210,7	4,4	11,3
	15-25	7,08	25,5	5,0	2,7	30,2	140,8	4,6	8,5

Выводы. Исследования показали, что с помощью посадки древесных растений с закрытой корневой системой на терасированных склонах улучшились лесорастительные условия и способствовали почвообразовательному процессу на эродированных крутосклонах.

Библиографический список

1. Атлас Республики Башкортостан. Уфа, 2005 – 419 с.

2. Тайчинов С.Н., Природное и агропочвенное районирование Башкирской АССР/С.Н.Тайчинов, П.Я. Бульчук. – Ульяновск, 1975. – 158 с.

3. Лысак Г.Н. Защита почв от эрозии на Южном Урале / Г.НЛысак. –Ульяновск, 1988. 87с.

4. Мукатанов А.Х. Почвенный дом/ А.Х. Мукатанов, И.О. Чанышев – Уфа. 2006. – 140 с.

5. Голованов, А.И. Рекультивация нарушенных земель / А.И. Голованов, Ф.М. Зимин, В.И. Сметанин; под ред. А.И. Голованова. – М.: Колос. 2009. – 325 с.

6. Габбасова И.М. Деградация и рекультивация почв Башкортостана / Габбасова И.М. – Уфа. Гилем, 2004. –284 с.

7. Чурагулова З.С. Почвенно-биологические основы выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой для воспроизводства лесов в Республике Башкортостан /З.С. Чурагулова. – Уфа, 2009. – 143 с.

8. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука. 1975. – 436 с.

Сведения об авторах

1. Чурагулова Зила Султановна. - доктор биологических наук, Заведующая почвенно-химической лаборатории МЛХ РБ, профессор ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, Уфа, ул 50-летия Октября, 34. Phone:+8(347)248-11-73.e-mail: lija1968 @mail.ru.

2. Миндибаев Радик Абдулхаевич - доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34. Тел.: 8(347)252-72-52, e-mail: img63@mail.ru.

3. Ишбулатов Марат Галимьянович – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой кадастра недвижимости и геодезии, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34. Тел.: 8(347)252-72-52, e-mail: img63@mail.ru.

4. Мурзабулатов Булат Салаватович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34. Тел.: 8(347)299-91-23, e-mail: bulatmurza@bk.ru.

Authors' personal details

1. Churagulova Zila Sultanovna. - Doctor of Biological Sciences, Head of the Soil-Chemical Laboratory of the MLH RB, Professor of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Bashkir State Agrarian University, Ufa, street of the 50th anniversary of October, 34. Phone: +8 (347) 248-11-73. e-mail: lija 1968@mail.ru.

2. Mindibaev Radik Abdulkhaevich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Bashkir State Agrarian University, Ufa, st. 50th anniversary of October, 34. Tel.: 8 (347) 252-72-52, e-mail: img63@mail.ru.

3. Ishbulatov Marat Galimyanovich – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department of Real Estate Cadastre and Geodesy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Bashkir State Agrarian University, Ufa, st. 50th anniversary of October, 34. Tel .: 8 (347) 252-72-52, e-mail: img63@mail.ru.

4. Murzabulatov Bulat Salavatovich - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Bashkir State Agrarian University, Ufa, st. 50th anniversary of October, 34. Tel.: 8 (347) 299-91-23, e-mail: bulatmurza@bk.ru.

УДК 631.4
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-55-59

Е.А. Бочарникова
E.A. Bocharnikova

Институт фундаментальных проблем биологии РАН, г. Пущино, Россия
Institute Basic Biological Problems Russian Academy of Sciences, Pushchino, Russia

ПОВЫШЕНИЕ ДОСТУПНОСТИ РАСТЕНИЯМ ФОСФОРА В ПОЧВАХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КРЕМНИЕВЫХ УДОБРЕНИЙ
SILICON FERTILIZER-MEDIATED ENHANCING PHOSPHORUS PLANT-AVAILABILITY IN SOILS

Аннотация. Уровень усвоения фосфора (P) сельскохозяйственными культурами очень низок (20-30 %), так как в почве вносимый с удобрениями P прочно фиксируется ионами Ca, Mg, Fe и Al или вымывается из корнеобитаемого слоя. Кремниевые удобрения способствуют увеличению доступности P для растений, однако, механизмы этих процессов остаются малоизученными. Проведены термодинамические расчеты растворимости фосфатов $Ca(H_2PO_4)_2$ и $CaHPO_4$ под влиянием монокремниевой кислоты. Показано, что в присутствии кремниевой кислоты концентрация растворимого P может увеличиваться в несколько раз в результате реакции замещения фосфат-аниона силикат-анионом и конкурирующей реакции с ионом Ca. Инкубационные исследования на выщелоченном черноземе свидетельствуют, что при внесении кремниевой кислоты или диатомита снижается содержание прочносвязанной фракции P и увеличивается доля более растворимых форм. Совместное применение фосфорных и кремниевых удобрений может быть рекомендовано для повышения эффективности фосфорных удобрений.

Abstract. Phosphorus (P) assimilation by agricultural plants is low (20-30 % on average) because soil-applied P is strongly fixed by Ca, Mg, Al, and Fe ions or is leaching from the root layer. Silicon fertilizers are shown to promote enhancing P plant-availability, but underlying mechanisms remain poorly investigated. Thermodynamic calculations being conducted for $Ca(H_2PO_4)_2$ and $CaHPO_4$ evidence that the phosphate solubility can increase several times in the presence of silicic acid as a result of a replacement reaction of phosphate-anion by silicate-anion and a competing reaction for Ca-ion. Incubation experiment with leached Chernozem demonstrated that soil-applied silicic acid or diatomite decreased strongly bound P pool, while increased its more soluble forms. Combined application of phosphorus and silicon fertilizers could be recommended for enhancing phosphorus fertilizer use efficacy.

Ключевые слова: фосфор, биодоступность, кремний.
Keywords: phosphorus, bioavailbility, silicon.

Введение. Фосфор (P) является вторым по значимости элементом питания после азота, лимитирующим урожайность сельскохозяйственных культур (Roberts et al., 2019). Известно, что растения усваивают только 20-30 % вносимого с

удобрения P, поскольку он легко трансформируется в недоступные формы или выщелачивается в подземные и поверхностные воды (Herrera-Estrella, López-Arredondo 216). Благодаря высокой реакционной способности, P быстро фиксируется кальцием и магнием в щелочных почвах или алюминием и железом в кислых почвах (Mamathashree et al., 2018). Уровень фиксации P зависит от многих факторов, включая химический состав и физические свойства почвы, нормы внесения фосфорных и других удобрений, обеспеченность растений водой и др. (Mamathashree et al., 2018).

Многочисленные работы, начатые еще в XIX веке на Ротамстедской станции в Англии, свидетельствуют, что кремниевые удобрения способны влиять на доступность фосфора в системе почва-растение и позволяют повысить эффективность фосфорных удобрений (Hall, Morrison, 1906). Было высказано несколько гипотез о механизмах влияния кремниевых соединений на фосфаты. Д.Л. Аскинази (1949) выдвинул гипотезу о способности аниона кремниевой кислоты вытеснять фосфат-анион из труднорастворимых фосфатов. Этой же гипотезы придерживался Н.С. Авдонин (1949). В основе процесса лежат следующие реакции:

$$CaHPO_4 + Si(OH)_4 = CaSiO_3 + H_2O + H_3PO_4;$$

$$2Al(H_2PO_4)_3 + 2Si(OH)_4 + 5H^+ = Al_2Si_2O_5 + 5H_3PO_4 + 5H_2O;$$

$$2FePO_4 + Si(OH)_4 + 2H^+ = Fe_2SiO_4 + 2H_3PO_4.$$

Согласно другой гипотезе, силикат-анион является конкурирующим по отношению к фосфат-аниону. С увеличением концентрации первого в почвенном растворе нарушается соотношение адсорбированных фосфат- и силикат-анионов, что приводит к увеличению концентрации фосфат-анионов в почвенном растворе, и, соответственно, усилению поглощения фосфора растениями (Oliera et al., 1986).

В ряде исследований показано, что кремниевые удобрения (кремнезем, силикат кальция, диатомиты, цеолиты и др.) могут сорбировать подвижный фосфор в почве, что, с одной стороны, препятствует его более прочной необменной или химической адсорбции, а, с другой стороны, предотвращает вынос с почвенными водами (Matichenkov et al., 2020). Механизмы влияния соединений кремния на подвижность и усвояемость сельскохозяйственными растениями фосфора требуют дальнейшего изучения.

Основной целью работы было оценить влияние кремниевой кислоты на растворимость фосфатов с помощью термодинамических расчетов и определить влияние монокремниевой кислоты и диатомита на доступность и поглощение растениями P в модельных и вегетационных исследованиях.

Материалы и методы исследований. Термодинамические расчеты концентрации фосфатов в системе труднорастворимый фосфат-вода- монокремниевая кислота были проведены для двух типов реакций: 1) конкурирующей реакции монокремниевой кислоты с ионом кальция и 2) реакции замещения фосфат-аниона силикат-анионом. Константы были взяты из справочников (Наумов и др., 1972; Рудакова и др., 1986; Lindsay, 1979). Расчёты выполняли при следующих условиях: T = +24 °C; концентрация монокремниевой кислоты 0 и 10 мМ; C_{Ca} и $/C_{Mg} = 10^{-1}$ М или lg C_{Ca} и lg C_{Mg} = -1, диапазон pH от 1 до 9.

В модельном эксперименте в образцы верхнего горизонта выщелоченного чернозема целинного и пахотного (Ульяновская область) были добавлены монокремниевая кислота (производство компании Эккси, г. Балашиха, Россия, с со-

держанием кремния 10 %) или диатомит (ДТ) (Инзенское месторождение), оба препарата в дозах, эквивалентных 250 и 500 кг/га по Si. Образцы инкубировали в течение 1 месяца при периодическом изменении влажности от 25 до 8 %, что позволяло моделировать природные процессы. После инкубации определяли фракционный состав соединений фосфора: фракция 1 – водорастворимый P, фракция 2 – 0,2 M HCl, фракция 3 – 0,5 n $NaHCO_3$, фракция 4 – 0,1 M NaOH и фракция 5 – 1 M HCl. Все исследования проводили в 3-х кратной повторности.

Результаты исследований. Растворимость $Ca(H_2PO_4)_2$ в воде можно описать следующим уравнением:

$$Ca(H_2PO_4)_2 \leftrightarrow ½\ Ca^{2+} + 2H^+ + P_2O_4^{2-}.$$

При добавлении монокремниевой кислоты в систему могут образовываться $\beta CaSiO_3$ или Ca_2SiO_4, что приводит к снижению концентрации Ca^{2+} в растворе:

$$Ca^{2+} + H_4SiO_4 = \beta CaSiO_3 + 2H^+ + H_2O\ LogK=13{,}27.$$

Остаточная концентрация Ca^{2+} может быть вычислена:

$$C_{Ca2+} = 13.27 - 2pH - lgC_{H4SiO4} - lg\alpha Ca^{2+} - lg\alpha\ H_4SiO_4 - lg\gamma\ H_4SiO_4 - lg\gamma Ca^{2+}.$$

Снижение концентрации Ca^{2+} обусловливает дополнительное растворение $Ca(H_2PO_4)_2$, что приводит к увеличению концентрации фосфат-анионов в системе:

$$lgC_{PO4} = lgC_{PO4} + lg\alpha H_4SiO_4,$$

где $lg\alpha H_4SiO_4 = lg\ (1+K_{\beta CaSiO3}\ C_{H4SiO4}\ \alpha SiO_3^{2-})$ and $\alpha SiO_3^{2-} = K_1K_2/([H^+]^2 + K_1[H^+] + K_1K_2)$.

Полученные данные свидетельствуют, что увеличение концентрации фосфора в растворе в присутствии монокремниевой кислоты в результате образования двух типов силикатов кальция происходит при pH выше 2 (рис. 1).

Реакция замещения фосфат-аниона на силикат-анион в фосфатах Ca протекает согласно формуле:

$$CaHPO_4 + H_4SiO_4 = \beta CaSiO_3 + H_2O + PO_4^{2-} + 3H^+.$$

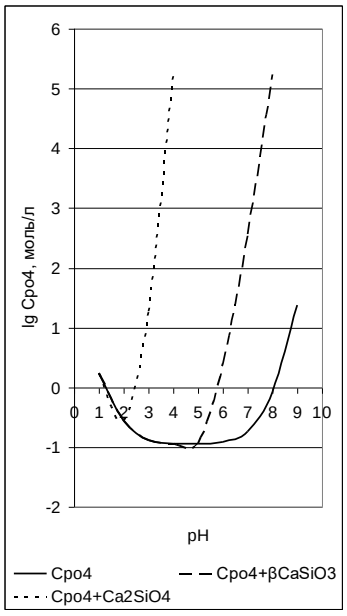


Рисунок 1

Влияние образования $\beta CaSiO_3$ и Ca_2SiO_4 на содержание фосфат-аниона в насыщенном растворе $Ca(H_2PO_4)_2$ в результате конкурирующей реакции

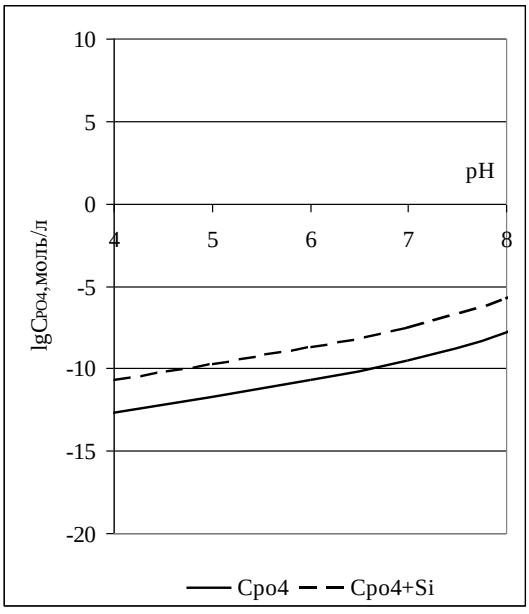


Рисунок 2

Влияние монокремниевой кислоты на содержание фосфат-аниона в насыщенном растворе $Ca(H_2PO_4)_2$ в результате реакции замещения

Таблица 1 Фракционный состав соединений фосфора в выщелоченном черноземе

Вариант	Фракции фосфора					Сумма
	1	2	3	4	5	
	----------Р, мг/кг----------					
Целинная почва						
Контроль	42,4	83,2	123,4	822,4	234,5	1305,9
Si к-та, 250 кг/га Si	55,6	98,3	134,2	797,2	223,5	1308,8
Si к-та, 500 кг/га Si	78,2	123,4	143,2	734,5	227,4	1306,7
ДТ, 250 кг/га Si	49,3	90,3	126,5	788,3	253,2	1307,6
ДТ, 500 кг/га Si	58,3	97,3	127,3	773,4	252,5	1308,8
Пахотная почва						
Контроль	30,5	64,5	105,3	854,4	234,5	1289,2
Si к-та, 250 кг/га Si	41,6	78,9	114,5	812,5	240,3	1287,8
Si к-та, 500 кг/га Si	62,4	85,5	125,6	804,5	208,4	1286,4
ДТ, 250 кг/га Si	36,8	72,4	107,5	822,6	249,5	1288,8
ДТ, 500 кг/га Si	45,8	80,5	107,8	812,2	243,8	1290,1
$НСР_{05}$	1,5	3,5	3,5	5,0	7,0	

Согласно расчетам, увеличение концентрации фосфат-аниона должно происходить в широком диапазоне pH (рис. 2).

Данные фракционного состава Р в почвах после инкубации при добавлении монокремниевой кислоты или диатомита показали, что с увеличением концентрации монокремниевой кислоты в почве идет перераспределение Р по фракциям (табл. 1). Содержание прочносвязанной фракции снижается, а доля более растворимых форм Р увеличивается. При этом суммарное количество Р во всех пяти фракциях оставалось постоянным.

Выводы. Проведенные исследования показали, что внесение кремниевых удобрений в жидкой и твердой форме может существенно повышать подвижность фосфора в почве. Данный процесс контролируют реакция замещения фосфат-аниона силикат-анионом и конкурирующая реакция кремниевой кислоты с катионами кальция.

Библиографический список

1. Аскинази Д.Л. Фосфатный режим почвы и известкование почв с кислой реакцией // М.-Л.: Изд-во АН СССР. - 1949. - 216 с.

2. Hall A.D., Morrison C.G.T. On the function of silica in the nutrition of cereals // Proceed. of the Royal Soc. of London. - 1906. - Ser. B. - V. LXXVII. - P. 455-477.

3. Herrera-Estrella L., López-Arredondo D. Phosphorus: The underrated element for feeding the world //Trends in plant science. – 2016. – Т. 21. – №. 6. – P. 461-463.

4. Mamathashree C. M., Girijesh G. K., Vinutha B. S. Phosphorus dynamics in different soils //Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. – 2018. – Т. 7. – №. 1. – P. 981-985.

5. Matichenkov V., Bocharnikova E., Campbell J. Reduction in nutrient leaching from sandy soils by Si-rich materials: Laboratory, greenhouse and filed studies //Soil and Tillage Research. – 2020. – Т. 196. – P. 104450.

6. Olivera M.G., Brada J.M., Jeles F.F. Silica and phosphorus reciprocal adsorption and discation in two Latosols from the Friangilo Mineiro area Brazil // Revista Ceres. - 1986. - V. 33. - № 189. P. 441-448.

7. Roberts T. L. et al. Phosphorus: past history and contributions to the global food supply //Better Crops with Plant Food. – 2019. – Т. 103. – №. 1. – P. 6-8.

Сведения об авторе

Бочарникова Елена Афанасьевна, ORCID 0000-0002-3864-2557, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института фундаментальных проблем биологии РАН, г. Пущино Московской обл., ул. Институтская, 2, e-mail: mswk@rambler.ru.

Authors' personal details

Bocharnikova Elena Afanasyevna, ORCID 0000-0002-3864-2557, Ph.D, Senior scientific officer, Institute Basic Biological Problems RAS, Pushchino Moscow reg., Institutskaya Str. 2, e-mail: mswk@rambler.ru.

УДК 631.4;630.11+592(575.1)
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-59-63

Л.А. Гафурова, О.Х. Эргашева
L.A. Gafurova, O.X. Ergasheva

Национальный университет Узбекистана, Ташкент
National University of Uzbekistan, Tashkent

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕЗОФАУНЫ ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ В ПРЕДГОРЬЯХ И НИЗКОГОРЬЯХ АРИДНЫХ РЕГИОНОВ
DISTRIBUTION AND VERTICAL DISTRIBUTION OF THE MESOFAUNA OF ERODED SOILS IN THE FOOTHILLS AND LOW MOUNTAINS OF ARID REGIONS

Аннотация. В связи с зоологической активностью эродированных горных почв аридной зоны в статье приводится материал по определению количественного и качественного состава в профиле различных типов эродированных горных почв; по определению региональных закономерностей, агрохимических и агрофизических показателей эродированных горных и предгорных (сероземные типичные почвы, темно-сероземные почвы, горно-коричневые карбонатные, типичные горно-коричневые, горно-коричневые слабо выщелоченные) почв; по определению корреляционной связи между почвенной фауной (дождевые черви, моллюски, нематоды, клещи, коллемболы) и свойствами почвы.

Abstract. Aboit he zoological activity of eroded mountain soils of the arid zone, the article it is provided a material on determination of quantitative and qualitative composition in the profile of various types of the eroded mountain soils; on determination of regional regularities, agrochemical and agrophysical indicators of eroded mountain and foothill (typical sierozem soils, dark sierozem soils, mountain brown carbonate, mountain brown typical, mountain brown weakly leached) soils; on determination of the correlative relationship between soil fauna (earthworms, mollusks, nematodes, ticks, collembolans) and soil properties.

Ключевые слова: горные почвы, сероземы типичные, темно-сероземные почвы, горно-коричневые карбонатные, типичные горно-коричневые, горно-коричневые слабо выщелоченные педофауна, дождевые черви, моллюски, нематоды, клещи, коллемболы.

Keywords: mountain soils, typical sierozem soils, dark sierozem soils, mountain brown carbonate, mountain brown typical, mountain brown weakly leached pedofauna, earthworms, mollusks, nematodes, ticks, collembolans.

Введение. На сегодняшний день в мире основная часть горных и предгорных почв подвержены эрозии и ведутся ряд научных изысканий с использованием современных инновационных технологий. В этом направлении проводятся научные исследования при определении и анализе, картографировании и оценке, моделировании и прогнозе, создании базы данных по эрозионным почвам с использованием современных передовых методов, в частности биологических методов диагностики и индикации уровня плодородия почв, подверженности их деградационным процессам.

Цель исследование - комплексное изучение почвенных свойств и количества, сезонной динамики педофауны эродированных почв в условиях отрогов Туркестанского хребта, разработка критериев индикатора эродированности почв по педофауне.

Материалы и методика исследования. Выбраны эродированные типичные сероземы, темные сероземы, горно-коричневые карбонатные, типичные горно-коричневые, горно-коричневые слабо выщелоченные почвы, распространенные предгорьях и низкогорьях региона.

Отбор почвенных образцов научных исследований с генетических горизонтов, наблюдения и анализы выполнены на основе «Методов агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных хлопковых районах» УзНИИХ, «Руководства по химическому анализу почв» Е.В.Аринушкиной, почвенно-зоологические анализы на основе «Методов почвенно-зоологических исследований» М.С.Гилярова.

Горные и предгорные почвы, подверженные эрозии и их влияние на педофауну подробно освещены результаты зарубежных и республиканских исследований, характерных для различных регионов мира. Также, исходя из целей и задач исследования, приведены литературные данные о характере взаимосвязи живых организмов, живущих в почвах со средой обитания, а также о свойствах развития, активности педофауны в зависимости от определенных свойств почв. В заключительной части обзора литературы изложена необходимость изучения количества, закономерностей распределения педофауны и их роли в диагностике эрозионных процессов в зависимости от свойств почв горных и предгорных регионов.

Территория исследований, естественные условия почвообразования, объект и примененные методы изложены природные факторы почвообразования в условиях формирования предгорий и низкогорний Туркестанского хребта, где заложены 25 опорных почвенных разрезов с учетом типов и подтипов почв, а также степени их эродированности. Намеченные задачи нашли свое решение на основе использования сравнительно-географического, сравнительно-аналитического и экспедиционного методов исследования почвенного покрова, эродированных горных и предгорных почв. При выполнении исследований были использованы и обобщены фондовые материалы и данные научной литературы Национального Университета Узбекистана, НИИ почвоведения и агрохимии, Института зоологии АН РУз.

Таблица 1 Критерии индикаторов по эродированности
в соответствии с педофауной горных и предгорных почв

Показатели	Типы почв														
	Типичные сероземы			Темные сероземы			Горно-коричневые карбонатные			Горно-коричневые типичные			Горно-коричневые слабо выщелоченные		
Степень эродированности	Несм.ытые	Среднесм.ытые	Намытые	Несм.ытые	Среднесм.ытые	Намытые	Несм.ытые	Среднесм.ытые	Намытые	Несм.ытые	Среднесм.ытые	Намытые	Несм.ытые	Среднесм.ытые	Намытые
Гумус, %	0,99	0,80	1,98	1,68	1,28	2,28	2,20	1,97	2,90	1,68	2,50	2,02	2,16	2,00	2,23
Валовый N, %	0,062	0,081	0,095	0,146	0,066	0,171	0,170	0,22	0,22	0,052	0,62	0,103	0,162	0,160	0,199
Подвижный P_2O_5, мг/кг	13,46	18,93	25,73	25,06	17,60	19,93	24,76	10,03	25,00	22,05	13,46	27,33	13,46	11,46	16,27
Подвижный K_2O, мг/кг	70	225	500	275	375	500	350	310	530	240	262	285	400	325	425
CO_2 карбонаты, %	8,40	8,31	7,39	7,08	6,82	4,49	8,73	9,30	6,90	4,46	4,53	4,66	3,04	4,27	2,47
Физическая глина, %	40,8	36,7	35,4	49,0	42,3	45,8	42,9	37,9	49,9	46,9	45,2	53,3	49,8	45,2	54,1
Объемная масса, г/см.^{3}	1,30	1,34	1,32	1,32	1,36	1,42	1,33	1,34	1,32	1,23	1,20	1,21	1,21	1,48	1,38
Количество осадков, мм		260,6			350,2			422,2			520,8			630,6	
Дождевые черви, штук/м^2	1	-	2	3	1	10	3	1	12	3	1	13	5	2	16
Моллюски, штук/м^2	2	-	4	4	2	6	6	2	7	7	3	8	7	4	9
Коллемболы, штук/м^2	10	3	15	16	6	21	16	3	26	25	6	28	30	6	38
Нематоды, штук/м^2	40	15	50	46	18	56	55	28	111	58	24	90	60	18	120
Клещи, штук/м^2	35	24	38	32	8	36	29	16	30	28	14	30	20	11	30

В ходе исследований определены морфологические, агрохимические, общие физические свойства и во взаимосвязи с ними зоологическая активность почв опорных разрезов.

Определено уменьшение количества почвенных беспозвоночных от 13,5-30,5 % с 10-20 см слоя, и особенно от 0,6-5,5 % с 20-30 см слоя и вниз по профилю, в особенности в средней степени эродированных почвах. Во всех почвах беспозвоночные, в большем количества кроме клещей, отмечены весной (апрель-май), относительно меньше летом (июль-август) и осенью. Весной педофауна встречалась, в основном, на глубине 0-10 см, летом и осенью в основном на глубине 10-20 см.

Эродированные почвы по активности почвенной фауны можно разместить в следующей убывающей последовательности: намытые – несмытые – среднесмытые. На основе проведенных исследований на примере почвам Туркестанского хребта были разработаны критерии индикатора эродированности горных и предгорных почв по педофауне (табл. 1) и рекомендовано проведение на их основе почвенной диагностики, определение типов и подтипов почв, проведение почвенно-экологического мониторинга.

Выводы. Во всех почвах наибольшее количество беспозвоночных, кроме клещей, отмечены весной (апрель-май), относительно меньше их летом (июль-август) и осенью. Весной педофауна встречалась, в основном, на глубине 0-10 см, летом и осенью на глубине 10-20 см. Наблюдается связь количества и распределения почвенной фауны, изученных территорий с типами и подтипами почв, подверженностью эрозии, содержанием и распределением по профилю почв гумуса и его профиля, количеством питательных элементов, а также со значением физической глины и плотностью.

Разработаны критерии индикатора по эродированности в соответствии с педофауной горных и предгорных почв, которые были рекомендованы для использования при почвенной диагностике в аридном почвообразовании, определении типов и подтипов почв, рациональном использовании почвами и при почвенно-экологическом мониторинге.

Библиографический список

1. Gafurova L.A., Djalilova G. T., Kadirova D.A. Ergasheva O.X. Degraded soils of Surkhan-Sherabad valley and their biological activity // Journal of Critical Reviews ISSN- 2394-5125 Vol 7, Issue 2, 2020, p. 292-295. DOI: 10.31838/jcr.07.02.54.

2. Gafurova L.A., Ergasheva O.X. Bioindication in ecological assessment of eroded soils in mountain areas // Journal of Critical Reviews ISSN- 2394-5125 Vol 7, Issue 2, 2020, p.288-291. DOI: 10.31838/jcr.07.02.54.

3. Л.А.Гафурова О.Х. Эргашева. Педофауна северных отрогов Туркестанского хребта и их роль в биодиагностике эродированных почв // Коллективная монография. Основные достижения, подходы и перспективы в повышении плодородия деградированных почв. ISBN 978-5-98482-089-9 Москва 2019г. –С. 88-102.

4. Гафурова Л.А. Изменение климата и проблемы сохранения и воспроизводства плодородия почв Узбекистана: реалии, тенденции и перспективы // Почвоведении в России: вызовы современности, основные направления развития: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Россия, 2012, – С.104-109.

5. Гиляров М.С. – Почвенные беспозвоночные как фактор плодородия почвы. Журнал. Общей биологии, № 2, 1960г, 21,2, -С. 81-88. 4. Гиляров М. С. – Зоологический метод диагностики почв. Москва наука 1969г –С.1-280.

6. Рахматуллаев А.Ю. – Распространение и вертикальное распределение дождевых червей в агроценозах Ташкентского оазиса. Дисс. на соис. уч. степ. канд. б. н. Ташкент. 2004г.

Сведения об авторах

1. Гафурова Лазизахон Акрамовна, доктор биологичиских наук, профессор кафедры почвоведении, Руковадитель научного центра АгроЭкоБиотехнологий НУУз. Ташкент-100174, ул. Университетская-2., e-mail: la.gafurova@nuu.uz.

2. Эргашева Олимахон Халикжоновна, доктор биологичиских наук (PhD), доцент кафедры почвоведении, НУУз. Ташкент-100174, ул. Университетская-2. e-mail: o.ergasheva@nuu.uz.

Authors' personal details

1. Gafurova Lazizakhon Akramovna, doctor of biological sciences, professor of the Department of Soil science, Head of the Scientific Center of AgroEcoBiotechnology NUUz, Tashkent-100174, st. Universitetskaya-2. e-mail: la.gafurova@nuu.uz.

2. Ergasheva Olimakhon Xaliqjonovna, doctor of biological sciences (PhD), assistant professor, NUUz. Tashkent-100174, Universitetskaya str. – 2. e-mail: o.ergasheva @nuu.uz.

УДК 633.854.434
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-63-66

Д.Р. Исламгулов, Г.Г. Бикбаева, Э.Н. Каримова
D.R. Islamgulov, G.G. Bikbaeva, E.N. Karimova

ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, Уфа, Россия
FSBEI HE Bashkir SAU, Ufa, Russia

МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ КОНОПЛИ ПОСЕВНОЙ
MINERAL FEEDING OF THE SEED HEMP

Аннотация: В статье приводится краткое ботаническое описание конопли посевной. Рассматривается минеральное питание конопли посевной.

Abstract: The article provides a brief botanical description of cannabis plant. The mineral nutrition of seed hemp is considered.

Ключевые слова: конопля, лубяная культура, минеральное питание.

Keywords: hemp, bast culture, mineral nutrition.

Конопля посевная, или обыкновенная (*Cannabis sativa L. var sativa*) – однолетнее травянистое двудомное растение семейства *Cannabinaceae (Lindi*).

Продолжительность вегетационного периода в зависимости от географического типа конопли составляет 60-130 суток [4].

Конопля растет быстро. Спустя 10 дней после появления всходов конопли ее достигают в высоту 30-35 сантиметров. В дальнейшем 20–30 дней она растет медленно, а в последующие дни начинается прироств 4–5 см. В период бутонизации и цветения прирост составляет 5-8 см, которое способствует формирова-

нию до 75% надземной массы.Мужские растения (посконь) отличается от женской(матерки) меньшей высотой, малым количеством листьев и более тонкими стеблями. Цветки у них представлены рыхлой разветвленной кистью. Женские растения характеризуются более высокими и толстыми стеблями, а также плотные колосовидные верхушечные соцветия (кисти). Цветки у них располагаются в пазухах мелких листьев. Эта культура относится к ветроопыляемым растениям [5, 9,10].

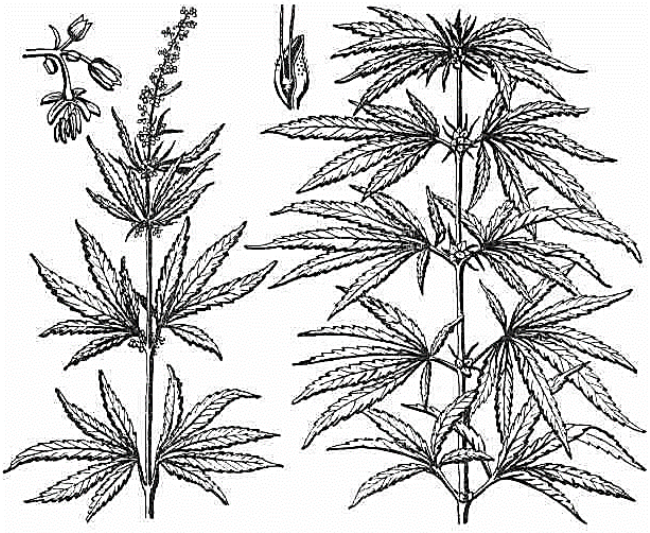


Рисунок 1
Верхняя часть растений конопли: слева – мужского (посконь); справа – женского (матерка)

Формирование урожая конопли во многом зависит от условий питания. Известно, что конопля – одна из высокотребовательных культур к почвенному питанию, плодородию почвы. Она предъявляет большие требования к наличию в почве легкодоступных питательных веществ. Конопля слабо растет на неудобренных, недостаточно плодородных участках, дает низкий урожай.

Выращивать хорошую коноплю на минеральных почвах без дополнительного внесения достаточного количества удобрений невозможно. В природе плодородный слой постоянно обновляется. Сначала растения забирают из грунта полезные вещества. Затем отживают свой век и сами становятся компостом. Перепревая, они возвращают земле то, что взяли. Так год за годом земля обогащается органическими веществами и поддерживает оптимальную питательную среду. На современном этапе развития коноплеводства решающим условием повышения урожайности и качества конопле продукции является применение научно обоснованной системы удобрений, разработанной с учетом почвенно-климатических условий и биологических особенностей этой культуры [3,6].

Большая потребность конопли в питательных веществах и неравномерное их поглощение коноплей в течение вегетационного периода, а также сравнительно слабое развитие корневой системы конопли обуславливают высокие требования конопли к наличию в почве питательных веществ в легкодоступной форме. С другой стороны, высокая требовательность конопли к питательным веществам объясняется и тем, что она выносит из почвы большое количество питательных веществ.В отдельные периоды роста конопля по-разному реагирует на различные элементы питания. Наиболее интенсивно потребляет от появления

всходов до начала бутонизации конопля остро нуждается в фосфоре и калии, которые оказывают положительное влияние на интенсивность роста растений. От начала бутонизации до массового цветения ведущая роль в накоплении зеленой массы принадлежит азоту, который лучше всего себя проявляет на фоне фосфорных и калийных удобрений.Эффективность вносимых под коноплю удобрений находится в большой зависимости от метеорологических условий года и применяемой агротехники [7,11].

На всех почвах, кроме окультуренных торфяников, конопля растет и развивается в том случае, если она в течение всего периода вегетации обеспечивается одновременно и в достаточном количестве азотом, фосфором и калием. На окультуренных торфяниках конопля более всего нуждается в калии, затем в фосфоре и, как правило, не нуждается в азоте. На минеральных почвах конопле больше всего необходимы азотные удобрения. Под коноплю можно вносить органические и минеральные удобрения [1,2].

Лучшие формы азотных удобрений для конопли – сульфат аммония, натриевая селитра, аммиачная селитра, мочевина. Аммиачную воду можно применять и как основное удобрение с осени под зяблевую вспашку и под весновспашку.

На оподзоленных, серых лесных почвах и выщелоченных черноземах рекомендуется вносить под коноплю вместо суперфосфата фосфоритную муку с гранулированным суперфосфатом. Фосфоритную муку лучше вносить осенью под зяблевую вспашку – 3-4 ц на гектар, а гранулированный суперфосфат весной в рядки с семенами – на сплошных посевах 0,5-0,6 ц, а на широкорядных – 0,2-0,3 ц на гектар.

Из калийных удобрений лучшее качество волокна конопли обеспечивают каинит и сернокислый калий [12, 13].

Библиографический список

1. Баздырев, Г.И. Агробиологические основы производства, хранения и переработки продукции растениеводства : учебное пособие / Г. И. Баздырев, А. Ф. Сафонов, Ю. М. Андреев [и др.] ; под ред. д-ра с.-х. наук, проф. Г. И. Баздырева. – Москва : ИНФРА-М, 2019. – 725 с.

2. Гатаулина Г.Г. Растениеводство : учебник / Г.Г. Гатаулина, П.Д. Бугаев, В.Е. Долгодворов ; под ред. Г.Г. Гатаулиной. – М. : ИНФРА-М, 2019. – 608 с.

3. Давидян Г.Г. Возделывание льна-долгунца и конопли / Г. Г. Давидян. – Ленинградское отделение : 1979. – 192 с.

4. Исламгулов Д.Р. История, состояние и перспективы возделывания конопли посевной / Исламгулов Д.Р., Бикбаева Г.Г. // В сборнике: Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи. Сборник статей по материалам XII Всероссийской (национальной) научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 125-летию Т.С. Мальцева. Под общей редакцией И.Н. Миколайчика. 2020. С. 120-124.

5. Исламгулов Д.Р. Конопля посевная - важнейшая техническая культура / Исламгулов Д.Р., Бикбаева Г.Г. // В сборнике: Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки Российской Федерации, Чувашской АССР, Почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, доктора сельскохозяйственных

наук, профессора Александра Ивановича Кузнецова (1930-2015 гг). В 2-х частях. 2020. С. 154-159.

6. Исламгулов Д.Р. Современные методы внесения минеральных удобрений при возделывании конопли посевной / Исламгулов Д.Р., Бикбаева Г.Г., Асылбаев И.Г., Линенко А.В., Лукьянов В.В. // В сборнике: Инновации и технологический прорыв в АПК. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. 2020. С. 118-121.

7. Исламгулов Д.Р. Состояние и перспективы развития коноплеводства / Д.Р. Исламгулов, Г.Г. Бикбаева // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2020. № 4 (56). С. 36-40.

8. Исламгулов Д.Р. Сроки посева и продуктивность корнеплодов сахарной свеклы в условиях республики Башкортостан / Д.Р. Исламгулов, Р.И. Еникиев, Р.Р. Алимгафаров // В сборнике: Аграрная наука в инновационном развитии АПК. материалы международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию Башкирского государственного аграрного университета, в рамках XXV Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2015». Башкирский государственный аграрный университет. – 2015. – С. 76-79.

9. Коломейченко, В. В. Полевые и огородные культуры России. Зернобобовые и масличные : монография / В. В. Коломейченко. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург : Лань, 2018. – 520 с.

10. Рекомендации по возделыванию и первичной обработке конопли. – 1964. – 27 с.

11. Чамов, Ю.С. Лубяные культуры / Ю.С. Чамов. – Москва: Колос, 1973. – 168с.

12. Якушкина, И.В. Технические культуры / под ред. И. В. Якушкина, В. С. Кузнецова. - Москва : Сельхозгиз, 1955.

13. Ismagilov D.R. Maize hybrid productivity and grain quality in conditions of the cis-ural forest-steppe / Ismagilov R., Akhiyarov B., Islamgulov D., Ayupov D., Salnikov V. // AIMS Agriculture and Food. 2019. Т. 4. № 3. С. 604-612.

Сведения об авторах

1. Исламгулов Дамир Рафаэлович, д.с.-х.н., доцент, заведующий кафедрой почвоведения, агрохимии и точного земледелия, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, ул.50-летия Октября,34, 89174466815, damir_islamgulov@mail.ru.

2. Бикбаева ГульнурГатиатовна, аспирант ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, ул.50-летия Октября, 34, 89959430731, gulnur.bikbaeva@mail.ru.

3. Каримова Эльмира Наилевна, магистр ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, ул.50-летия Октября, 34, 89279419047, elmira.nailevna.karimova@mail.ru.

Authors' personal details

1. IslamgulovDamirRafaelovich, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Soil Science, Agrochemistry and Precision Agriculture, Bashkir SAU, 50-letiya Oktyabrya, 34 street, 89174466815, damir_islamgulov@mail.ru.

2. BikbaevaGulnurGatiatovna, postgraduate student Bashkir SAU, 50-letiya Oktyabrya, 34 street, 89959430731, gulnur.bikbaeva@mail.ru.

3. Karimova Elmira Nailevna, master Bashkir SAU, 50-letiya Oktyabrya, 34 street, 89279419047, elmira.nailevna.karimova@mail.ru.

УДК 622.765
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-67-70

А.Т. Канаев, А.Т. Смагали, Т.А. Диппель, А.Р. Ринар
A.T. Kanayev, A.T. Smagali, T.A. Dippel, A.R. Rinar

Научно-исследовательский институт проблем биотехнологии Жетысуского государственного университета им. И.Жансугурова, г. Талдыкорган, Казахстан
Scientific and Research Institute of Biological Diseases of Zhetysu state University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan, Kazakhstan

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛОТОНОСНОЙ РУДЫ ПО КЛАССАМ КРУПНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА
DISTRIBUTION OF GOLD ORE BY SIZE CLASS USING PARTICLE SIZE ANALYSIS

Аннотация. В данной статье проводилось исследование с применением золотоносной руды месторождения Шантобе. За счет гранулометрического анализа золотоносная руда была разделена по классам крупности. Данный метод является достаточно эффективным, который достаточно сопоставим с результатами рассева.

Abstract. This article conducted a study using gold ore from the Gagarin deposit. Due to particle size analysis, the gold ore was divided into size classes. This method is quite effective, which is quite comparable with the sieving results.

Ключевые слова: золотоносная руда, ситовой анализ, месторождение Шантобе.

Key words: gold ore, sieve analysis, Shantobe deposit.

Введение. В современном мире создается все больше и больше новых методов по извлечению ценных металлов из труднообогатительных руд. Одним из таких методов является бактериально-химический метод, который является приемлемым при переработке руды с меньшим содержанием химических элементов, отвалов хвостохранилищ оставшиеся в виде залежей на обогатительных фабриках и других видах производства, содержащие в своем составе цветные металлы такие как, золото, уран, молибден и т.д. в окисленной форме [1].

Одним из недостатков данного метода является температурный фактор окружающей среды, так как, этот метод требует оптимальной температуры для жизнедеятельности микроорганизмов. Вместе с тем, одним из плюсов биовыщелачивание является безопасность для окружающей среды и экономичность. Для процесса биовыщелачивания необходимо соблюдение оптимальных условий для развития ассоциации культур *Acid.ferrooxidans, Acidithiobacillus caldus, Sulfolobus acidocaldarius*. К таким условиям можно отнести температуру, pH среду, которые являются наиболее важными факторами при извлечении металлов, например из золотосодержащих руд. Применение данного метода в лабораторных условиях требует на первом этапе подготовку руды. В данном случае применяется метод ситового анализа, с помощью которого можно разделить руду по классам крупности [2].

Цель. Целью исследования является золотоносная руда с месторождения Шантобе.

Материалы и методика исследования. Объектом исследования является руда с месторождения «Шантобе», которое по географическому расположению находится, в Сандыктауском районе Акмолинской области, 160 км от г. Кокшетау.



Рисунок1
Месторождение «Шантобе»
по географическому расположению

Результаты исследования. При исследовании руда с месторождения «Шантобе» была про ведена и разделена по крупности с помощью ситового анализа, при котором руда проходит через сита, имеющие разные фракции (Рис. 2).

Диаметр сит; 1 - 1,7 *мм*; 2 - 1,0 *мм*; 3 – 0,8 *мм*; 4 – 0,67 *мм*; 5 – 0,5 *мм*; 6 – 0,16 *мм*; 7 – поддон (контрольное сито).



Рисунок 2
Ситовой анализ с применением стандартных сит

Ситовой анализ основан на механическом разделении частиц покрупности на решетах или ситах с отверстиями различной величины на классы крупности. Материал, который остался на сите после просева называется «ОСТАТОК», а прошедший через сито – «ПРОХОД» [3,4].

Способ ситового анализа помогает определить крупность мелких частиц до 0,16 мм, наименьший размер сита. Процесс просеивания проводился сухим способом.

Для ситового анализа была использована руда в количестве 1000 г. Материал, помещенный в сита, встряхивали в течение 15 мин. Результаты гранулометрического анализа заносились в таблицу (табл.1).

Таблица 1 Гранулометрический анализ руды с месторождения «Шантобе»

Размер сит	Масса руды в гр	Процентное содержание выхода продукта %	Суммарный выход %
1,7х20мм	158,7	15,87	15,87
1,0мм	452,7	45,27	61,14
800мкм	0,8	0,08	61,16
670мкм	81,5	8,15	69,31
500мкм	12,4	1,24	70,55
160мкм	93,6	9,36	79,91
Контрольное сито	200,3	20,03	99,94
Исходные продукты	1000гр		

Процентное содержание остатка на каждой фракции вычисляли по формуле

$$R_1 = \frac{m_1 \cdot 100}{\Sigma m},$$

где R_1- содержание остатка на каждом сите, m_1-масса остатка на конкретном сите, в гр. Σm – общая масса всех фракций, взятая для исследований в граммах.

Суммарный остаток R_2 вычислялся, по прибавлению к остатку на данном сите содержащий суммарное содержание остатков, которые были получены для всех предыдущих сит имеющие большой диаметр отверстия.

Данные, которые, были получены с помощью математических расчетов, изображаем в виде графика, на котором мы увидим характеристику крупности исследованной руды (рис.3)

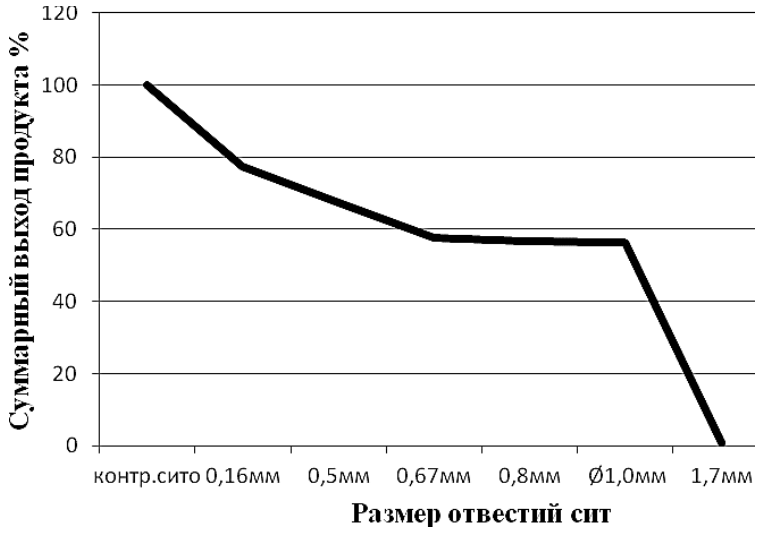


Рисунок 3
Характеристика крупности исследованной руды

Суммарные характеристики крупности могут представлять собой линии, прямолинейные, вогнутые, выпуклые. Если кривая имеет прямолинейную линую это означает, что материал, который проходил через ситовой анализ представляет собой равномерное распределение материала по размеру зерен. Выпуклая кривая показывает, что в материале присутствуют крупные зерна, а вогнутая кривая о преобладании мелких зерен.

Как мы видим на рисунке 3, руда, прошедшая через ситовой анализ в основном содержит равномерное распределение материала зерен различной крупности. Так как, преобладает в основном прямолинейная линия. Выпуклая линия на графике показывает, что в руде присутствует материал, содержащий крупные зерна, в небольшом количестве.

Выводы. С помощью гранулометрического анализа золотоносная руда с месторождения Шантобе была разделена по классам крупности. Кроме того, рассчитали процентное содержание остатка на каждой фракции, суммарный выход продукта. С помощью математических расчетов, изобразили в виде графика, характеристику крупности исследованной руды.

Библиографический список

1. Kanayev A.T., Kanaeva Z.K., Seidakhmet Z.S., Amanbayev U.I. the Study of the culture of ferrooxidans deposits of "East" and activation by the method of successive reseeding // Zh., "Modern problems of science and education". 2016. – № 1.

2. Емельянов Ю.Е., Шкетова Л.Е., Михайлова А.Н., Копылова Н.В., Богородский А.В. Биохимическое выщелачивание упорных золотосодержащих продуктов // Журнал вузов и биотехнология, г. Россия, 2011. – С. 83– 87.

3. Kanaev A.T., Bulaev A.G., Semenchenko G.V., Kanaeva Z.K., Shilmanova A.A. Biooxidation of gold-bearing sulfide ore and subsequent biological treatment of cyanidation residues // Prikladnaia biokhimiia i mikrobiologiia. – 2016. – С. 392–401.

4. Olson G.J. Rate of pyrite bioleaching by Thiobacillus ferrooxidans: results of an interlaboratory comparison. Appl Environ Micrbiol. – 1993. – С. 642–644.

5. Mackintosh M.E. Nitrogen fixation by Thiobacillus ferrooxidans. J Gen Microbial. – С. 215–218.

6. Домкин К.И., Трусов В.А., Недорезов. В.Г. Оптические методы определения мелкодисперсных материалов.

Сведения об авторах

1. Канаев Ашимхан Токтасынович, доктор биологических наук, профессор, Жетысуский университет имени И.Жансугурова, Талдыкорган, Казахстан.

2. Смагали Ажар Толканатовна, магистр педагогических наук по специальности биология, Жетысуский университет имени И.Жансугурова, Талдыкорган, Казахстан, tolkanatovna@mail.ru.

3. Диппель Татьяна Александровна, магистр педагогических наук по специальности биология, Жетысуский университет имени И.Жансугурова, Талдыкорган, Казахстан, dippel96@mail.ru.

4. Ринар Алмас Ринарович, магистр геоэкологии и природопользования, Жетысуский университет имени И.Жансугурова, Талдыкорган, Казахстан, email: almas.rinar.zhgu@mail.ru.

Authors' personal details

1. Kanayev Ashimkhan Toktasynovich, ORCID 0000-0002-3231-71396, Doctor of Biological Sciences, Professor, Zhetysu University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan, Republic of Kazakhstan, email: ashim1959@mail.ru.

2. Smagali Azhar Tolkanatovna, master of biological Sciences, Zhetysu University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan, Republic of Kazakhstan, email: tolkanatovna@mail.ru.

3. Dippel Tatyana Aleksandrovna, master of biological Sciences, Zhetysu University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan, Republic of Kazakhstan, email: dippel96@mail.ru.

4. Rinar Almas Rinar, master of Geoecology and Environmental Management, Zhetysu University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan, Republic of Kazakhstan, email: almas.rinar.zhgu@mail.ru.

УДК 631.47:528.9:004(470.57)
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-70-77

А.А. Киселева, Н.Г. Курмашева, И.Г. Асылбаев
A.A. Kiseleva, N.G. Kurmasheva, I.G. Asylbaev

ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, Уфа, Россия
FSBEI HE Bashkir SAU, Ufa, Russia

ОЦИФРОВКА И КОРРЕКТИРОВКА ПОЧВЕННЫХ КАРТ ИГЛИНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН
DIGITIZING AND CORRECTION OF SOIL MAP IGLINSKY DISTRICT OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Аннотация. Скорректированная и оцифрованная почвенная карта масштаба 1:25000 позволяет дать более объективное естественное и трансформированное хозяйственной деятельностью состояние почвенного покрова и является основой для формирования экспликаций почвенных разновидностей и угодий

земельных участков сельскохозяйственного назначения на территории муниципального образования Иглинского район Республики Башкортостан.

Annotation. The corrected and digitized soil map at a scale of 1: 25000 makes it possible to give a more objective natural and transformed by economic activity state of the soil cover and is the basis for the formation of explications of soil varieties and land plots for agricultural purposes in the territory of the municipal formation Iglinsky district of the Republic of Bashkortostan.

Ключевые слова: корректировка почвенных карт, мониторинг земель, плодородие почв.

Key words: correction of soil maps, monitoring of lands, soil fertility.

Введение. Земельные ресурсы в растениеводстве занимают особое место. Для получения высокой и устойчивой урожайности сельскохозяйственных культур, и повышения производительности земли, нужно опираться на данные качественного состояния почвы [1-5].

Полученная достоверная информация о современном состоянии почвенного покрова необходима для создания научно-обоснованных систем земледелия, учета и мониторинга состоянии земельных ресурсов, рационального использования и охраны земель, в том числе и для повышения их плодородия. Комплексная оценка изменения основных свойств почв за длительный период сельскохозяйственного использования является основой для определения степени деградации почв и внедрения мер по предотвращению негативных почвенных процессов [6-8].

Эта информация может быть скомплектована в базу данных с привязкой к местоположению. Данный комплекс будет составлять цифровую электронную почвенную карту с достоверной информацией о почвах.

Оцифрованная и скорректированная почвенная карта масштаба 1:25000 позволяет дать измененное хозяйственной деятельностью состояние почвенного покрова и является основой для формирования экспликаций почвенных разновидностей и угодий земельных участков сельскохозяйственного назначения на территории района.

Цель. Оцифровать и скорректировать почвенные карты, произвести морфологическую и агроэкологическую оценку почвенного покрова Иглинского района Республики Башкортостан.

Материалы и методика исследования. Объектами исследований являлись почвы агроландшафтов Северной лесостепи в пределах Иглинского района Республики Башкортостана. По административно территориальному делению в Иглинский район входит 19 муниципальных образований, на территории которых проводились почвенные обследования. Общая площадь района 116145,4 тыс. га.

Почвенные образцы отбирались по генетическим горизонтам, определение органического вещества в почвах проводили методом Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91). Определение содержания в почвах подвижных соединений фосфора и калия проводили по методу Чирикова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26204-91), pH - солевой вытяжки – потенциометрическим методом (ГОСТ 26483-85) [9-11].

Для проведения ретроспективного мониторинга основных показателей плодородия почв анализировались результаты обследования за период с 1961 г.

(Башкирским филиалом «ВолгоНИИгипрозем») по 2017 г. (ФГБОУ ВО Башкирским ГАУ).

Картирование исследуемой территории производилось с помощью программных продуктов ArcGIS 10.4.1 и иллюстратором Adobe Illustrator CS5.

Данные полученные в результате исследования были обработаны статистическими методами Доспехова Б.А. [12] с помощью программы Microsoft Office Excel 2003 и Statistica 10.0.

Для проведения анализов по агрохимическим свойствам использовались данные гумусового-аккумулятивных горизонтов в количестве 235 образцов (рис.1).

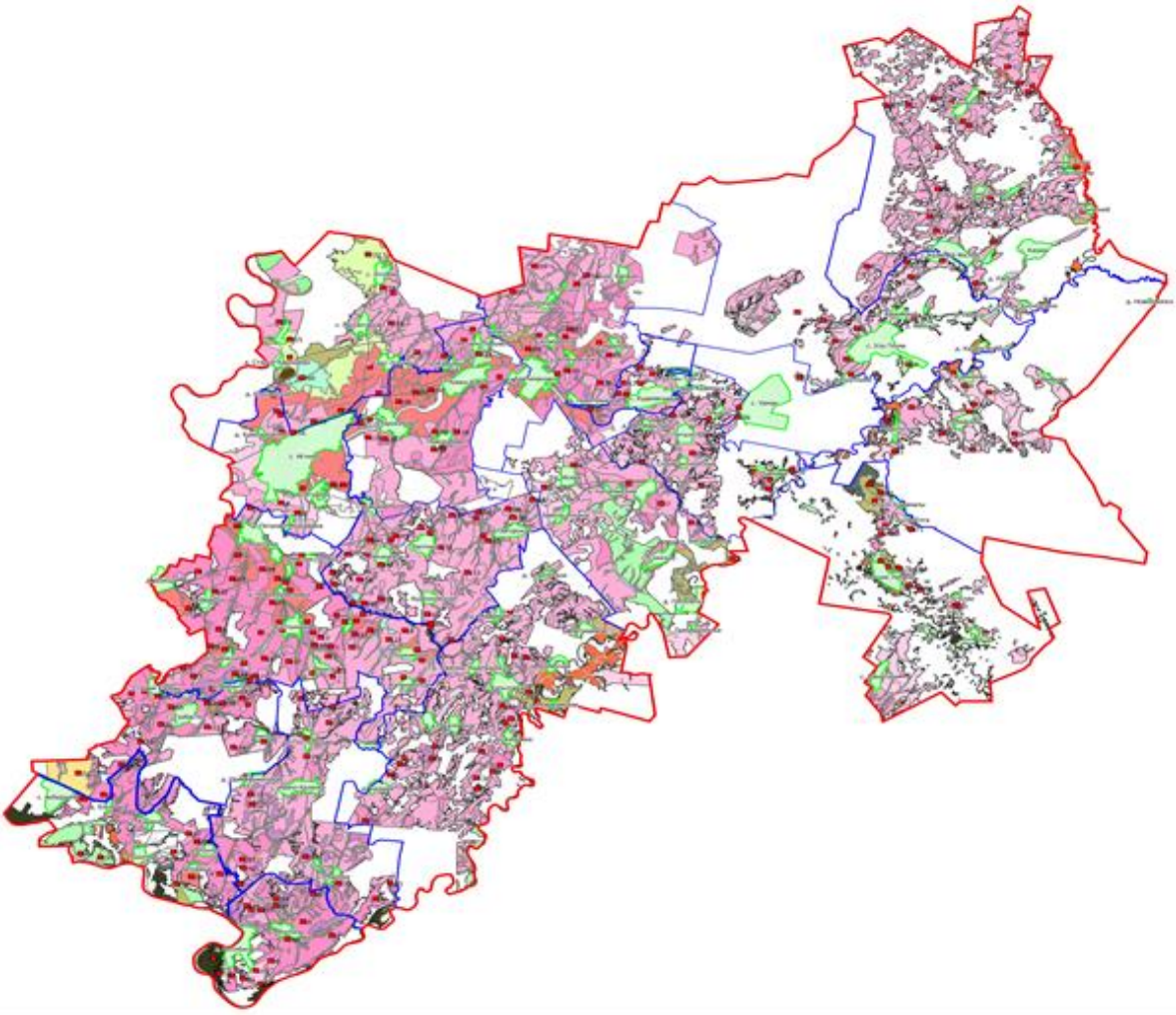


Рисунок 1
Места заложения почвенных разрезов на землях сельскохозяйственного назначения Иглинского района Республики Башкортостан

В структуре почвенного покрова преобладают серые лесные почвы, на них приходится 73 % от всех земель сельскохозяйственного назначения, на черноземы 7 %, аллювиальные и луговые 13 %, дерново-карбонатные 2 %, овражно-балочные комплекс 5 %.

Результаты исследования. Основное назначение почвенной карты является получение полной информации о состояние почвенного покрова, а также выявления разновидностей почв исследуемой территории. Оцифрованные и скорректированные почвенные карты более точно отражают педосферу исследуемой территории с выделением почвенных таксонов, чем архивные.

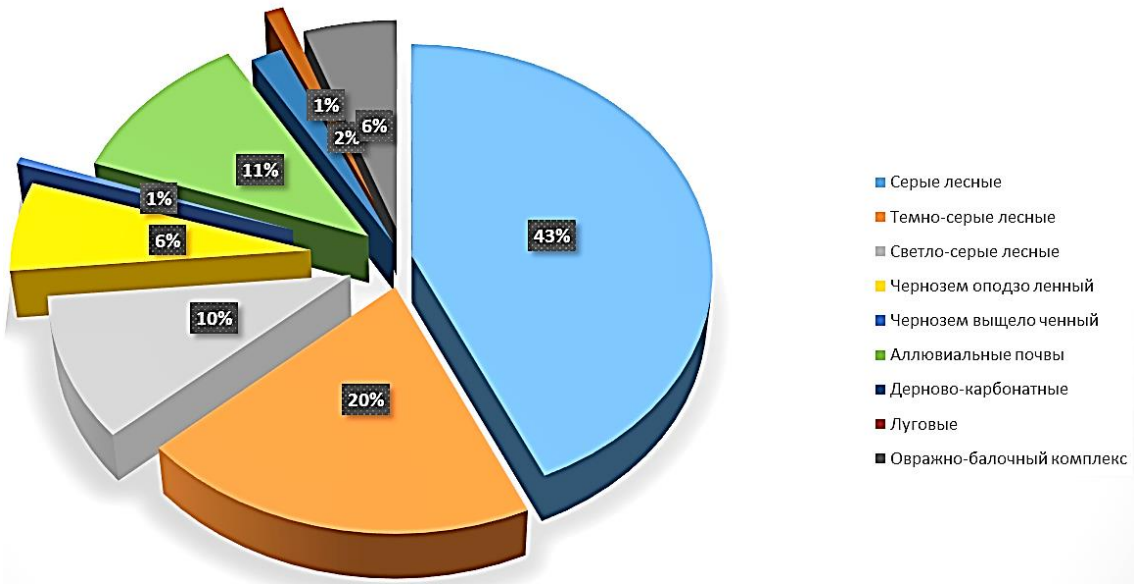


Рисунок 2
Структура почвенного покрова Иглинского района Республики Башкортостан

Одним из направлений почвенно-экологического мониторинга за состоянием земельных ресурсов является почвенное картирование с применением ГИС-технологий, которое получает все большее распространение

Оцифровка почвенных контуров выполняется на основе почвенных карт, изготовленных в период с 1961 г по 1983 г (рис. 3).

При оцифровке необходимо восстановить утраченную информацию. Одновременно с картой угодий оцифровывается полученная в результате проведенной корректировки почвенная карта.

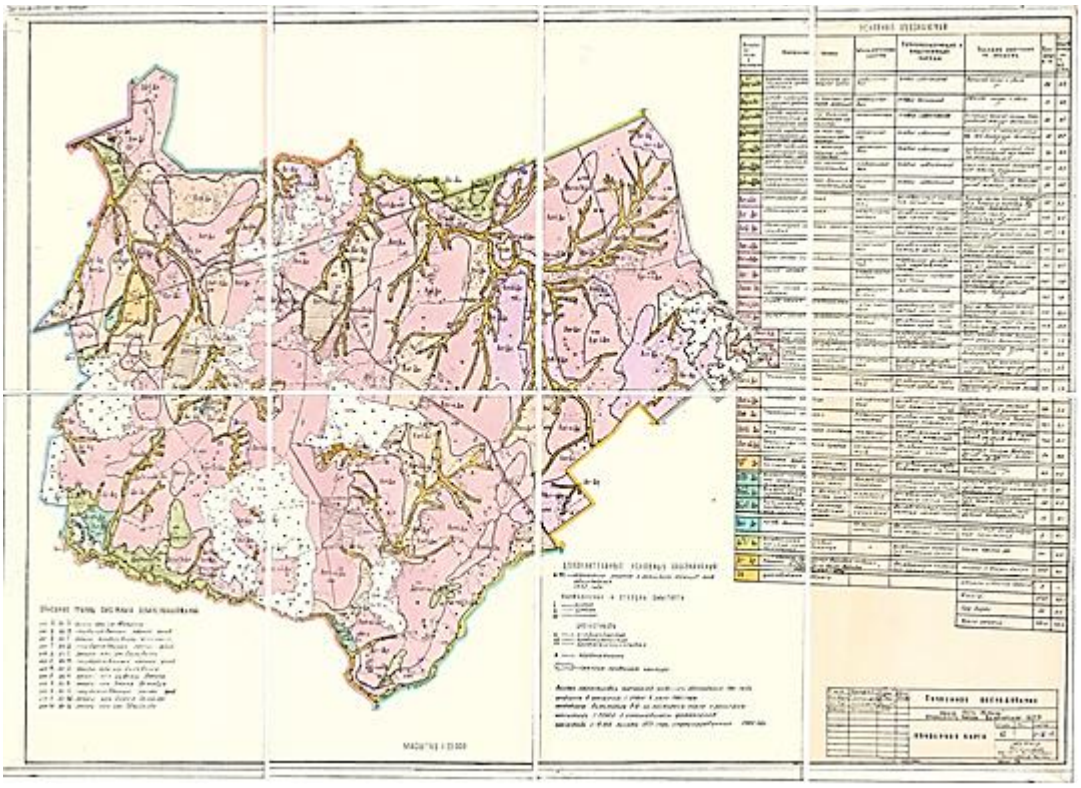


Рисунок 3
Почвенная карта, изготовленная по результатам почвенного обследования 1961 г. Иглинского района Республики Башкортостан

По полученным материалам полевого почвенного обследования и результатов лабораторных исследований производится корректировка и оцифровка почвенных карт.

После подборки всей исходной картографической документации приступили к наложению полученных границ сельских поселений, населенных пунктов, почвенных контуров, рельефа на плановую основу. На полученный графический материал были нанесены точки отбора почвенных проб по ранее выполненным обследованиям 1961 года.

Изучены полевые почвенные карты предыдущих обследований, на которых нанесены точки заложения разрезов. Проведенный анализ полученной документации с учетом ортофотопланов были установлены территории, где возможны изменения в почвенном покрове, связанные с хозяйственной деятельностью человека (улучшение или ухудшение почв).

Материалы аэрофотосъемки и сопоставление полученного графического материала дали объективное представление о закономерностях распределения почв агроландшафтов. При изучении ортофотопланов (рис.4) были установлены дешифровочные признаки различных почв, выявлены в первом приближении неточности в выделении почвенных контуров, пропущенные из-за тех или иных причин контуры и другие недостатки, которые содержит корректируемая карта.

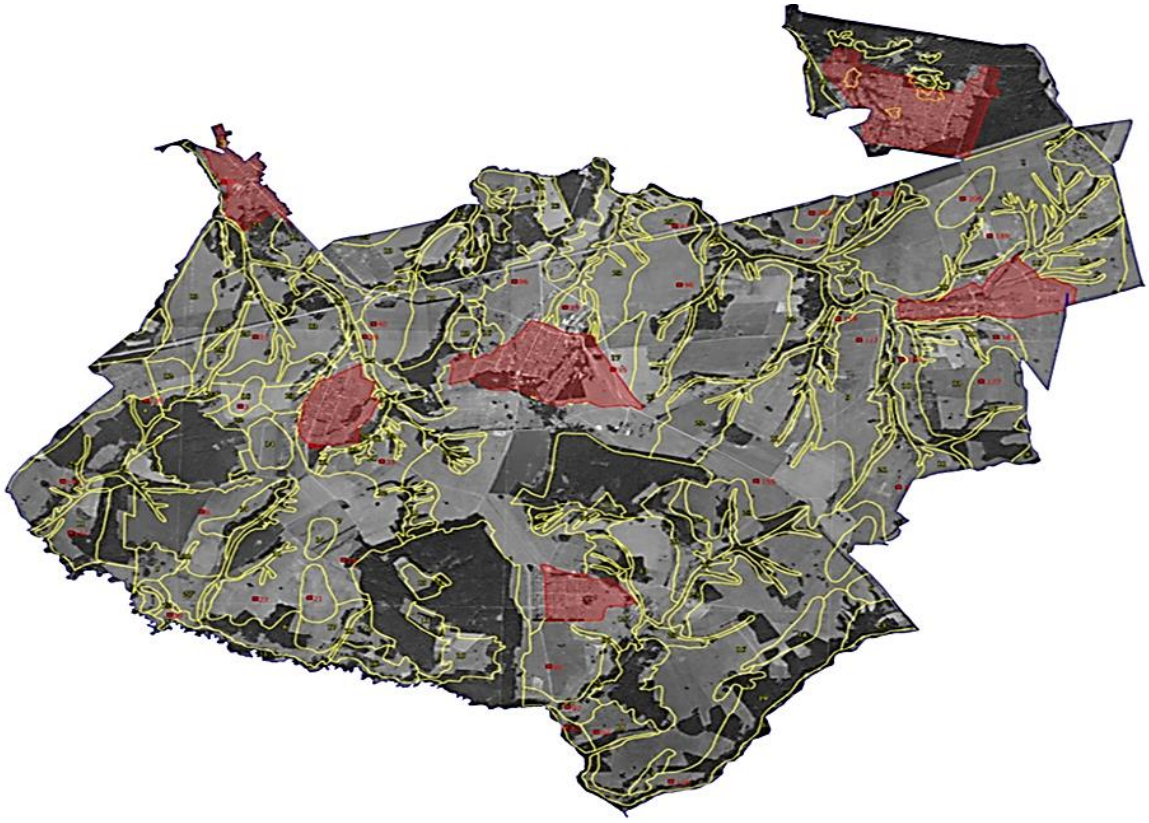


Рисунок 4
Ортофотоплан залета 2007 г. для оцифровки плановой основы

Скорректированная электронная почвенная карта масштабом М 1:25000 была оцифрована в программе ArcGIS (рис.5).

Почвенная карта представляется в виде комплекса слоев:

1 слой – наименование почвенной разновидности, гранулометрического состава, почвообразующих порода;

2 слой – содержание гумуса (%), обеспеченность элементов питания (мг/кг), pH.

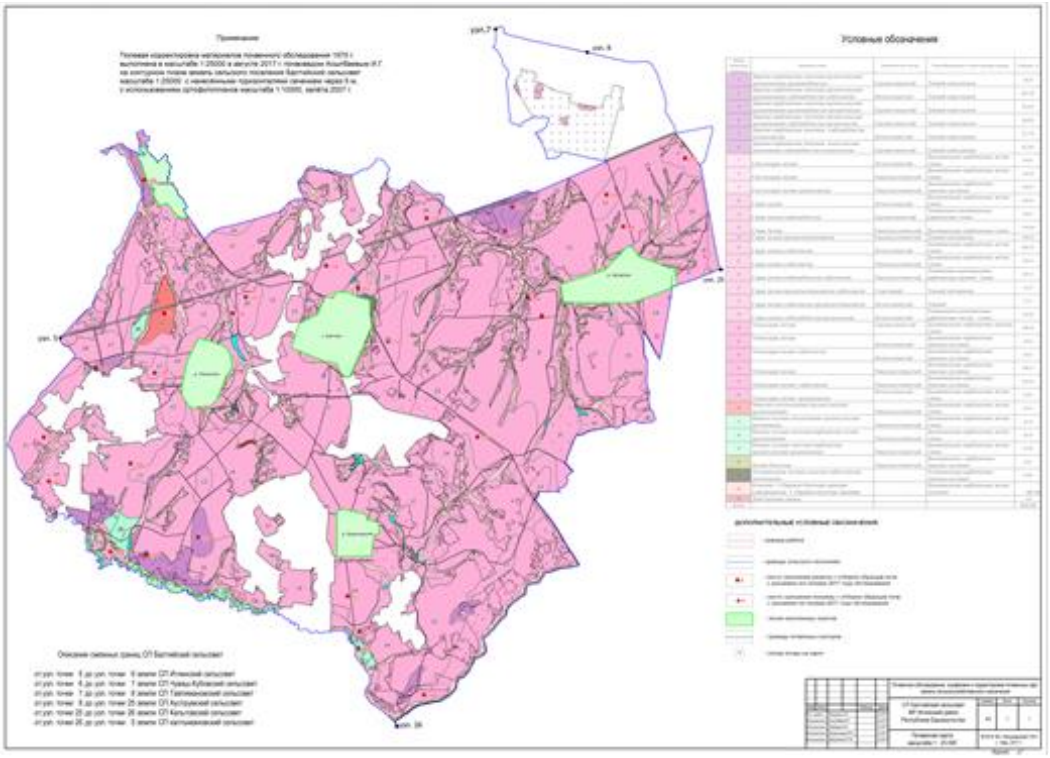


Рисунок 5

Почвенная карта, выполненная по материалам почвенного обследования 2017 г.

Выводы. В результате обследований были сделаны электронные почвенные карты земель сельскохозяйственного назначения Иглинского района Республики Башкортостан, которые отображают информацию о современном состоянии почвенных ресурсов и в последующем помогут им эффективно управлять, определить сегодняшнюю стоимость, определить систему налогообложения с учетом плодородия почв.

Библиографический список

1. Киселева, А. А. Оценка почв по природным свойствам Иглинского района Республики Башкортостан / А. А. Киселева, И. Г. Асылбаев, А. Н. Хасанов // Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Башкирского государственного аграрного университета (в рамках XXX международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2020»), Уфа, 17–20 марта 2020 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Министерство сельского хозяйства Республики Башкортостан, ФГБОУВО «Башкирский государственный аграрный университет», ООО «Башкирская выставочная компания». – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2020. – С. 183-188.

2. Курмашева, Н. Г. Мониторинг состояния плодородия почв при длительном сельскохозяйственном использовании / Н. Г. Курмашева, Г. Ф. Фаткутдинова // Вклад науки и практики в обеспечение продовольственной безопасности страны при техногенном ее развитии : Сборник научных трудов международной научно-практической конференции, Брянск, 18–19 марта 2021 года. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2021. – С. 56-62.

3. Сорокина, Н. П. Опыт цифрового картографирования структуры почвенного покрова / Н. П. Сорокина, Д. Н. Козлов // Почвоведение. – 2009. – № 2. – С. 198-210.

4. Цифровая почвенная картография / П. М. Докучаев, А. В. Жоголев, Н. П. Кириллова [и др.] ; Российский университет дружбы народов. – Москва : Российский университет дружбы народов (РУДН), 2017. – 152 с. – ISBN 978 5209074847.

5. Хасанов, А. Н. Качественная оценка плодородия почв в системе рационального природопользования / А. Н. Хасанов, И. Г. Асылбаев, Н. А. Халитов // Наука молодых – инновационному развитию АПК : Материалы XII Национальной научно-практической конференции молодых ученых, Уфа, 19 ноября 2019 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет»; Совет молодых ученых университета. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2019. – С. 145-150.

6. Хасанов, А.Н. Биологические методы восстановления плодородия деградированных почв Южной лесостепи Республики Башкортостан / А.Н.Хасанов, И.К.Хабиров, И.Г.Асылбаев, Б.В.Рафиков // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2017. – № 11 (211). – С. 118-124.

7. Асылбаев И.Г. Экологическая оценка содержания тяжелых элементов в почвах Южного Урала / И.Г.Асылбаев, И.К. Хабиров // Агрохимия. – 2015. – № 11. – С. 84-96.

8. Иванова, Т.Н. Изменение содержания и состава гумуса черноземов выщелоченных (luvic chernozems) Южной Лесостепи Республики Башкортостан при сельскохозяйственном использовании / Т.Н.Иванова, Ф.Я.Багаутдинов, И.Г. Асылбаев // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2015. – № 1 (33). – С. 19-23.

9. ГОСТ 26213-84 Почвы. Определение гумуса по методу Тюрина в модификации ЦИНАО, 1991. – 8 с.

10. ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО. М.: Издательство стандартов, 1985. - 6 с.

11. ГОСТ 26204-91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО. М.: Издательство стандартов, 1992. – 7 с.

12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) // Из-во: Альянс. 2014. 351 С.

Сведения об авторах

1. Киселева Анна Андреевна – аспирантка кафедры почвоведения, агрохимии и точного земледелия, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ (450001, ул. 50-летия Октября, 34) E-mail: kiseleva.anna93@yandex.ru.

2. Курмашева Надежда Геннадьевна – к. с-х. наук, доцент кафедры почвоведения, агрохимии и точного земледелия ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ (450001, ул. 50-летия Октября, 34) E-mail: n.kurmasheva@mail.ru.

3. Асылбаев Ильгиз Галлямович – доктор биол. наук, профессор кафедры почвоведения, агрохимии и точного земледелия, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ (450001, ул. 50-летия Октября, 34) E-mail: ilgiz_bsau@mail.ru.

Authors' personal details

1. Kiseleva Anna Andreevna - postgraduate student of the Department of Soil Science, Agrochemistry and Precision Agriculture, Bashkir State Agrarian University (450001, street 50-letiya Oktyabrya, 34). E-mail: kiseleva.anna93@yandex.ru.

2. Kurmasheva Nadezhda Gennadievna - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Soil Science, Agrochemistry and Precision Agriculture, Bashkir State Agrarian University (450001, street 50-letiya Oktyabrya, 34). E-mail: n.kurmasheva@mail.ru.

3. Asylbaev Ilgiz Gallyamovich - Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Soil Science, Agrochemistry and Precision Agriculture, Bashkir State Agrarian University (450001, street 50-letiya Oktyabrya, 34). E-mail: ilgiz_bsau @mail.ru.

УДК 631.4
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-77-81

В.В. Матыченков
V.V. Matichenkov

Институт фундаментальных проблем биологии РАН, г. Пущино, Россия
Institute Basic Biological Problems Russian Academy of Sciences, Pushchino, Russia

ТЕОРИЯ ПРИМЕНЕНИЯ КРЕМНИЕВЫХ УДОБРЕНИЙ И ОПЫТ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В БАШКОРТОСТАНЕ
THEORY OF USING SILICON FERTILIZERS AND EXPERIENCE OF PRACTICE IN BASHKORTOSTAN

Аннотация. Впервые целесообразность применения кремниевых удобрений была обоснована Ю. Либихом во второй половине 19 века. Однако до сих пор кремниевые удобрения не нашли широкого применения в России. Кремниевые удобрения влияют на урожайность сельскохозяйственных культур как непосредственно, обеспечивая устойчивость растений к биотическим и абиотическим стресс-факторам, так и путем повышения плодородия почв, оптимизируя фосфатный режим, снижая токсичность Al, тяжелых металлов и улучшая физические свойства почв. Полевые деляночные испытания кремниевого удобрения в дозах 50, 100 и 200 кг/га проводили на юге республики Башкортостан на культурах ячменя, кукурузы, картофеля и сахарной свеклы. Применение кремниевого удобрения позволило увеличить урожайность выращиваемых культур на 3-85 %, а также повысить качество урожая.

Abstract. The need for silicon fertilizer was first justified by J. Liebig in the latter half of the 19th century. But so far, silicon fertilizers have not been widely used in Russia. Silicon fertilizers benefit crop productivity directly via enhancing plant resistance to biotic and abiotic stresses as well as through improving soil fertility, optimizing phosphorus status, reducing aluminum- and heavy metal-induced toxicity, and improving soil physical properties. Field plot experiments were conducted with silicon fertilizer applied at 50, 100, and 200 kg/ha in the south of the Bashkortostan Republic. Silicon fertilizer provided increases in the yield of barley, corn, potatoes, and sugar beet by 3 to 85 % and contributed to the crop quality.

Ключевые слова: кремний, удобрение, ячмень, кукуруза, картофель, сахарная свекла.

Keywords: silicon, fertilizer, barley, corn, potatoes, sugar beet.

Введение. Необходимость и теоретические основы использования кремниевых удобрений впервые были высказаны Ю. Либихом, который еще в середине 19-го века выдвинул теорию минерального питания растений. Он утверждал, что для роста и развития растений необходимы азот, фосфор, калий и кремний (1840). К сожалению, на протяжении более 100 лет последнему в этом списке элементу не придавали большого значения, хотя на важность кремния для роста и развития растений и формирования почвенного плодородия указывали такие выдающиеся ученые, как Д.И. Менделеев, Д.Л. Аскинази, В.А. Ковда, В.И. Вернадский. В последние 15-20 лет интерес к кремниевым удобрениям резко возрос в связи с необходимостью решения проблем деградации почв, загрязнения тяжелыми металлами, повышения устойчивости растений к абиотическим стресс-факторам, низкой обеспеченности урожая микроэлементами и многих других (Бочарникова и др., 2011, Куликова, 2013, Liang et al., 2015; Vasapthi et al., 2014). Традиционные подходы, основанные на применении агрохимикатов, не только не решают данные задачи, но и приводят к ухудшению ситуации, в то время как правильное использование активных форм кремния, как показали многочисленные исследования, позволяет либо успешно решать эти проблемы, либо смягчать их негативное воздействие.

Анализ наших и литературных данных позволил сделать обобщения о роли и функциях кремния в почве и в растении, а также выявить основные механизмы воздействия кремниевых удобрений на систему почва-растение. Активные формы кремния влияют на состав вторичных минералов в почве и контролируют такие свойства, как водоудерживающая и адсорбционная способность, тем самым участвуя в формировании почвенного плодородия (Wang et al., 2019). Благодаря способности поликремневых кислот образовывать мостики между почвенными частицами, кремниевые удобрения и мелиоранты повышают устойчивость почв к ветровой и водной эрозии (Matichenkov, Bocharnikova, 2001).

Монокремниевая кислота – продукт растворения кремниевых удобрений - обладает высокой химической активностью. Так, монокремниевая кислота прочно связывает подвижный алюминий, образуя алюмосиликаты. По своей эффективности кремниевые мелиоранты превосходят известковые материалы (Keeping et al., 2017). Монокремниевая кислота взаимодействует с тяжелыми металлами с образованием либо водорастворимых комплексов, либо труднорастворимых солей в зависимости от ее концентрации (Ji et al., 2016). Многие авторы указывают на повышение содержания доступного для растений фосфора при внесении кремниевых удобрений, что связано с реакцией замещения фосфат-аниона силикат-анионом в труднорастворимых фосфатах (Schaller et al., 2019).

Кремний является неотъемлемым компонентом растений. Его содержание в золе колеблется от 0.16 до 8.4 % (Воронков и др., 1978). Наибольшее количество Si содержится в злаках, зольность которых достигает 8-16 % (Ковда, 1978). Современные исследования роли кремния в физиологии растений свидетельствуют, что его основной функцией является активация иммунной системы растений и повышение их устойчивости к абиогенным и биогенным стресс-факторам (Rao et al., 2017).

Основной целью работы было определение влияния кремниевого удобрения на урожайность и качество продукции в почвенно-климатических условиях южного Башкортостана.

Материалы и методы исследований. Полевые (деляночные) эксперименты проводили на территории СПК колхоза имени Салавата (с. Зирган, республика Башкортостан). Делянка имели площадь по 16 м^2 с защитными полосами 1 м. В качестве кремниевого удобрения применяли препарат БрисС Фито-А (ООО «Тобесорб», республика Башкортостан). Предварительно препарат был исследован на содержание активных форм Si с использованием разработанной нами методики (Бочарникова и др., 2011). Данный препарат характеризовался высоким содержанием активного Si по сравнению с такими традиционными Si-содержащими препаратами, как диатомиты, цеолиты и силикат кальция, что свидетельствует о его потенциальной эффективности (табл. 1). В полевых экспериментах вносили следующие дозы БрисС Фито-А: 0, 50, 100 и 200 кг/га. Каждая обработка имела 4 повторности. Препарат применяли на фоне других минеральных удобрений, вносимых согласно рекомендациям.

Эксперименты проводили на культурах ячменя (*Hordeum vulgare* сорт Нур), кукурузы (*Zea mays* сорт Байкал), картофеля (Solánum tuberósum сорт Башкирский) и сахарной свеклы (*Beta vulgaris* сорт Рамонская односемянная 47). Помимо показателей урожайности, были определены биомасса растений ячменя, средний вес клубней картофеля, содержание сахара в сахарной свекле. Все полученные данные статистически обрабатывали для определения доверительного интервала при 5 % уровне значимости.

Таблица 1 Содержание активных форм кремния в удобрениях (мг/кг)

Кремнийсодержащие материалы	Водорастворимый Si		Кислото-растворимый Si (В)	Активный Si*
	Экстракция			
	1 сутки (А)	4 суток (Б)		
Диатомит Австралии	40,2	125,6	895,6	2553,6
Цеолит Хотынецкого месторождения	46,5	80,6	1460	2731
Диатомит Инзенс-кого месторождения	45,4	82,3	1315,6	2592,6
БрисС Фито-А	211-277	248-249	312-321	4902-5581
$НСР_{05}$	15	18	23	

Активный кремний = 10(А+Б) + В.

Таблица 2 Влияние кремниевого удобрения на урожайность ячменя, кукурузы, картофеля и сахарной свеклы (т/га)

Культура	Контроль	50 кг/га	100 кг/га	200 кг/га
Ячмень	5,32 ± 0,21	6.49 ± 0,33	7,42 ± 0,43	6,28 ± 0,34
Кукуруза (зеленая масса)	4,32 ± 0,21	5,23 ± 0,22	6,13 ± 0,30	7,52 ± 0,33
Кукуруза (зерно)	2,68 ± 0,13	3,47 ± 0,15	3,76 ± 0,16	4,96 ± 0,21
Картофель	29,9 ± 1,3	35,4 ± 1,4	36,7 ± 1,3	30,8 ± 1,2
Сахарная свекла	47,8 ± 1,2	54,3 ± 1,3	65,1 ± 1,4	71,1 ± 1,4

Результаты исследований. Применение БрисС Фито-А обеспечило увеличение урожайности всех исследуемых культур (табл. 2). Так, урожайность ячменя повысилась на 19 - 39 %, наиболее эффективной была доза 100 кг/га. Для картофеля увеличение урожайности составляло от 3 до 23 % при максимальном эффекте при дозе 100 кг/га. Также было выявлено увеличение среднего размера

клубней. Для кукурузы увеличение веса зеленой массы составило 26 - 77 % и веса зерна - 30 - 85 % при максимальном эффекте при дозе 200 кг/га. Урожайность сахарной свеклы увеличилась на 14 - 49 %, а содержание сахара увеличилось до 24,2 % по сравнению с 16,8 % в контроле. Наибольшую эффективность обеспечила доза 200 кг/га.

Выводы. Использование кремниевых препаратов важно для сохранения высокого уровня почвенного плодородия благодаря их участию в ряде физико-химических и биологических процессов в почве. Дополнительное кремниевое питание позволяет повысить устойчивость растений к биотическим и абиотическим стресс-факторам, тем самым способствуя не только повышению урожайности на 5-30 % и более, но и улучшению качества урожай. Кремниевые удобрения являются универсальными и могут быть использованы на любых культурах.

Библиографический список

1. Бочарникова Е. А., Матыченков В. В., Матыченков И. В. Кремниевые удобрения и мелиоранты: история изучения, теория и практика применения //Агрохимия. – 2011. – №. 7. – С. 84-96.

2. Воронков М. Г., Зелчан Г. И., Луцкевич Э. С. Кремний и жизнь. 2-е изд //Рига: Зенатне. – 1978.

3. Ковда В. А. и др. Современная гидрогенная аккумуляция соединении кремния в почвах Восточной Африки //Почвоведение. – 1978. – №. 9. – С. 24-34.

4. Ji X. et al. Monosilicic acid potential in phytoremediation of the contaminated areas //Chemosphere. – 2016. – Т. 157. – С. 132-136.

5. Keeping M. G., Miles N., Rutherford R. S. Liming an acid soil treated with diverse silicon sources: effects on silicon uptake by sugarcane (Saccharum spp. hybrids) //Journal of Plant Nutrition. – 2017. – Т. 40. – №. 10. – С. 1417-1436.

6. Leibigh J. Chemistry in Its Application to Agriculture and Plant Physiology. London: Taylor and Walton, 1840. 345 p.

7. Liang Y. et al. Silicon in agriculture //Dordrecht: Springer. doi. – 2015. – Т. 10. – С. 978-94.

8. Matichenkov V. V., Bocharnikova E. A. The relationship between silicon and soil physical and chemical properties //Studies in Plant Science. – Elsevier, 2001. – Т. 8. – С. 209-219.

9. Rao G. B., PI P. Y., Syriac E. K. Silicon nutrition in rice: A review //Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. – 2017. – Т. 6. – №. 6. – С. 390-392.

10. Schaller J. et al. Silicon increases the phosphorus availability of Arctic soils //Scientific reports. – 2019. – Т. 9. – №. 1. – С. 1-11.

11. Vasanthi N., Saleena L. M., Raj S. A. Silicon in crop production and crop protection-a review //Agricultural Reviews. – 2014. – Т. 35. – №. 1.

12. Wang L. et al. Effects of silicon and phosphatic fertilization on rice yield and soil fertility //Journal of Soil Science and Plant Nutrition. – 2019. – С. 1-9.

13. Куликова А. Х. Кремний и высококремнистые породы в системе удобрения сельскохозяйственных культур. – 2013.

Сведения об авторе

Матыченков Владимир Викторович, ORCID 0000-0003-2659-5295, доктор биологических наук, Группа экологии и физиологии фототрофных организмов, Институт фундаментальных проблем биологии РАН, г. Пущино, Институтская ул. 2, e-mail: vvmatichenkov@yandex.ru.

Authors' personal details

Matichenkov Vladimir Viktorovich, ORCID 0000-0003-2659-5295, Doctor of Biological Sciences, Group of Ecology and Physiology of Phototrophic Organisms, Institute Basic Biological Problems, Pushchino, Institutskaja Str. 2, e-mail: vvmatichenkov@yandex.ru.

УДК 631.41(470.319)
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-81-86

Л.Е. Тучкова, И.А. Верховец, Е.С. Чувашева, М.Г. Фёдоров
L.E. Tuchkova, I.A. Verhovec, E.S. CHuvasheva, M.G. Fyodorov

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева», г. Орёл, Россия
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», г. Орёл, Россия
Oryol State University named after I.S. Turgenev, Orel, Russia
Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin, Orel, Russia

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ В ГРАНИЦАХ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ООО «ДУБОВИЦКОЕ» МАЛОАРХАНГЕЛЬСКОГО РАЙОНА
ASSESSMENT OF SOIL FERTILITY AGROCHEMICAL EVALUATION OF SOILS WITHIN THE BOUNDARIES OF THE LAND OF OOO "DUBOVITSKII" MALOARKHANGEL DISTRICT

Аннотация. Проведена оценка агрохимических свойств пахотных почв в границах землепользования ООО «Дубовицкое» Малоархангельского района Орловской области. Анализ результатов агрохимических свойств почв выявил необходимость проведения мероприятий по снижению кислотности почв, внесения удобрений для повышения содержания подвижных форм фосфора и гумуса.

Abstract. The assessment of agrochemical properties of arable soils within the boundaries of the land use of LLC "Dubovitskoe" Maloarkhangelsky district of the Oryol region was carried out. The analysis of the results of the agrochemical properties of the soils revealed the need for measures to reduce the acidity of the soil, the application of fertilizers to increase the content of mobile forms of phosphorus and humus.

Ключевые слова: Агрохимический анализ, кислотность почв, уровень плодородия почв.

Keywords: Agrochemical analysis, soil acidity, soil fertility level.

Введение. Мировой и отечественный опыт свидетельствует, что высокая и устойчивая продуктивность земледелия возможна лишь при комплексном учете всех агрохимических и экологических факторов, необходимых для нормального роста и развития растений.

Агрохимический анализ способствует принятию продуманных решений для организации мероприятий по повышению эффективности и увеличения плодородия используемых земель.

Безносов А.И. считает, что (2010) «ведение сельского хозяйства в рыночных условиях требует объективного прогноза результатов хозяйственной деятельно-

сти, что особенно затруднительно в растениеводстве по причине непредсказуемости погодных условий, годичной цикличности получения продукции и т.д» [1].

По мнению Шабаева А.Г. «для прогноза урожайности оценка эффективного плодородия имеет первостепенное значение и должна обосновываться на постоянно возобновляемой информации об агрохимическом состоянии почв» [6]. Ценность земли как основного средства сельскохозяйственного производства в конкретной хозяйственной инфраструктуре определяется ее плодородием.

Цель провести агрохимическую оценку пахотных угодий ООО «Дубовицкое» Малоархангельского района Орловской области.

Материалы и методика исследования. ООО «Дубовицкое» расположено в северной части Малоархангельского района Орловской области. Сложившаяся структура посевных площадей полностью соответствует современной специализацией хозяйства. Общая площадь пахотных угодий – 7471,41га. Анализ распределения почв по гранулометрическому составу показал в границах землепользования преимущественное содержание тяжелосуглинистых почв – 6680,19 га, среднесуглинистых почв - 791,22 га.

Территория ООО «Дубовицкое» относится по почвенно-географическому районированию к лесостепной зоне оподзоленных черноземов и серых лесных почв, по геоморфологическому районированию – к Средне-Русской почвенной провинции.

Анализ почвенного покрова ООО «Дубовицкое» Малоархангельского района Орловской области проведен по данным «Центра химизации и сельскохозяйственной радиологии «Орловский» [5].

Агрохимическое обследование почвенного покрова проводилось согласно «Методическим указаниям по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения» (ФГНУ «Росинформагротех», 2003) [3].

Методика расчета показателя почвенного плодородия проводилась на основе «Приказа Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 6 июля 2017 года № 325». (Методика расчета показателя почвенного плодородия в субъекте Российской Федерации) [4].

Результаты исследования. По содержанию в пахотном слое элементов питания - основных агрохимических показателей: гумуса, подвижных форм фосфора, обменного калия, а также уровню кислотности почвы можно судить о уровне почвенного плодородия.

Степень обеспеченности почв органическом веществом (гумусом) является основным критерием плодородия почвы. Велика роль гумуса и в поддержании благоприятных физических, физико-химических и биологических свойств почвы [2].

Анализ распределение почвенного покрова по содержанию гумуса показал из 7471, 41 га - 96,63га - ниже среднего, что составляет 1,29 % территории, 6988,95 га - с средним (93,5 % территории) и выше среднего - 5,16 % (385,83га). (Рисунок 1.)

Результаты агрохимического анализа почв выявили предельное содержание органического вещества (гумуса) от 2,88 % до 7,31 %. Таким образом можно сделать вывод – что большая площадь пашни имеет среднюю обеспеченность органическим веществом.

Одним из качественных признаков, определяющих уровень плодородия почвы является содержание в почвах подвижных форм фосфора. Характеристика распределения почв по содержанию подвижных форм фосфора показала, что среди пахотных земель в хозяйстве присутствуют почвы с содержанием фосфора от 3,1 до 25,2 мг/100 гр. почвы, то есть от низкой до высокой степени обеспеченности (Рисунок 2).

В границах землепользования ООО «Дубовицкое» преобладают почвы с повышенным содержание обменного калия, что составляе 4871,69 га, т.е. (65,2 % территории), что на 2,8 раз больше чем с средним содержанием (23,3 %). Процент площади почв с низким и высоким содержанием обменного калия было незначительным и оставил соответсвенно 3,86 и 7,64 %.

Средневзвешенное содержание фосфора составляет 11,18 мг/100 гр. почвы, что соответствует повышенному содержанию фосфора.

Содержание калия в почвенном покрове играет немаловажную роль чем содержание фосфора и гумуса. Калий оказывает огромное влияние на объемы и качество урожая культурных растений, а также повышает устойчивость растений к болезням (Рисунок 3).

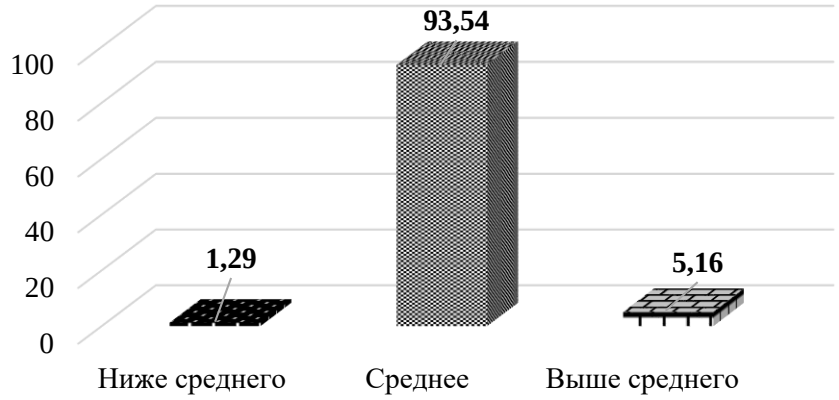


Рисунок 1
Распределение площади почвенного покрова ООО «Дубовицкое»
по содержанию органического вещества (гумуса), %

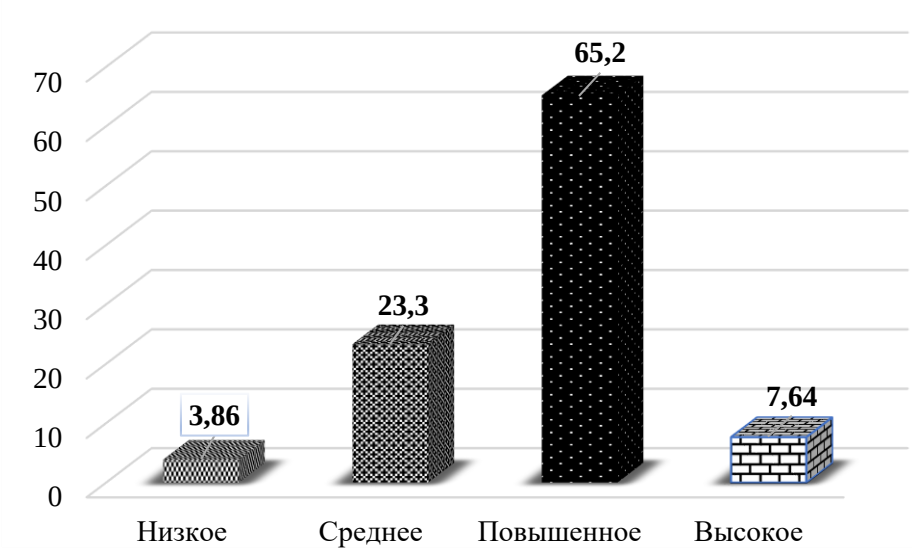


Рисунок 2
Распределение площади почвенного покрова
по содержанию подвижных форм фосфора, %

Распространение сельскохозяйственных угодий под обеспеченности обменным калийем установил следующую завийсимость: с низкой обеспеченностью - 9,75 % (728,58га), со средней – 14,23 % (1063,51гда), с повышенной и высопкой – 51,87 % (3875,47 га) и 22,62 % (1690,09га) соответственно. Средневзвешенное содержание обменного калия составляет 11,46 мг/100 гр. почвы, что соответствует повышенному содержанию.

Исходя из данных рисунка 3 видно, что на территории хозяйства преобладают почвы с повышенным содержанием обменного калия.

Кислотность пахотных почв ООО «Дубовицкое» варьирует от очень сильнокислых до нейтральных (Рисунок 4).

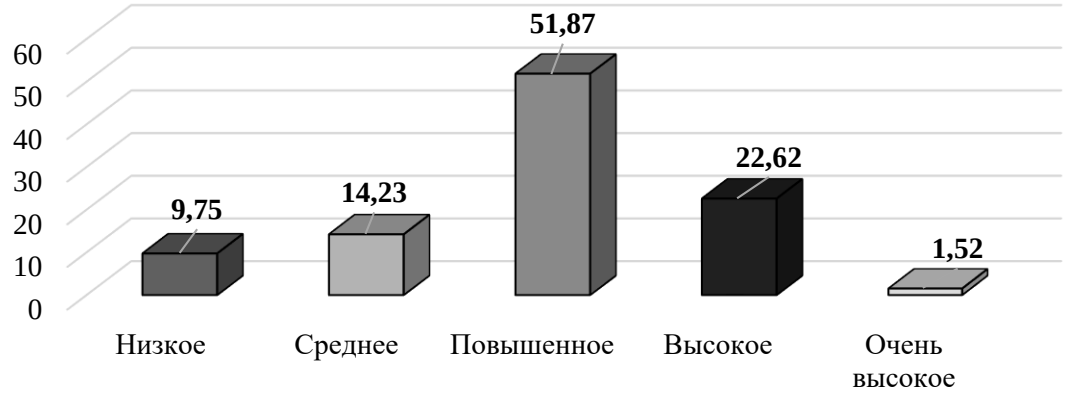


Рисунок 3
Распределение площади почв по содержанию обменного калия, %

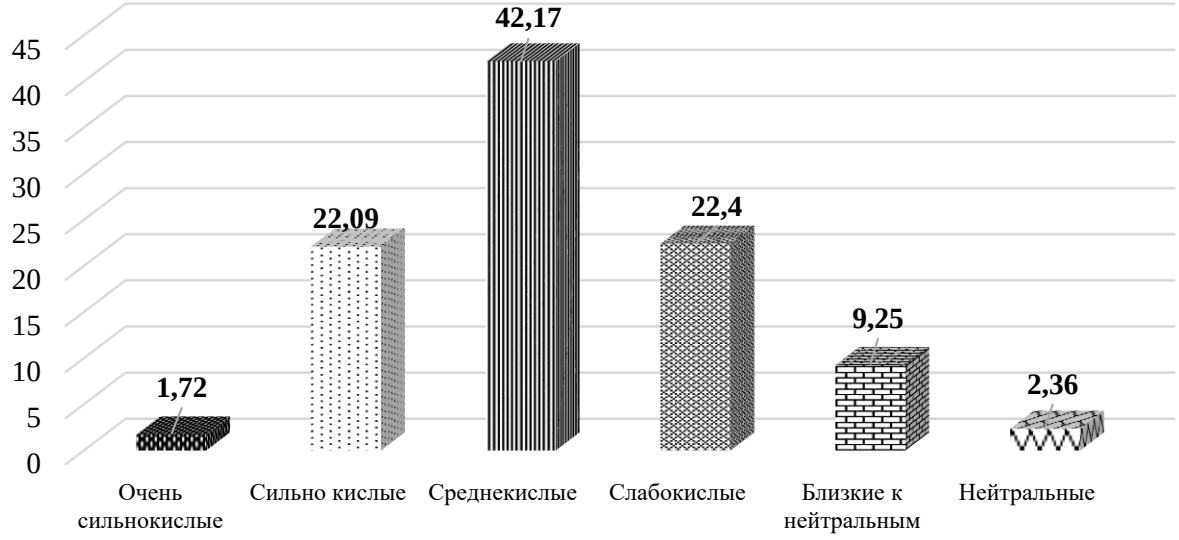


Рисунок 4
Распределение площади почвенного покрова ООО «Дубовицкое» по степени кислотности, %

Анализ результатов агрохимического обследования почв пашни показывает, что на территории ООО «Дубовицкое» преобладают среднекислые почвы (от 4,5 до 5,0 ед. pH), что составляет 3150,44 га (42,17 %) обследованной площади.

Сильнокислые и слабокислые составляют – 1650,43 га и 1673,96 га, (22,09 и 22,4 % территории соответственно). Незначительная площадь почв изучаемого хозяйства с близко к нейтральной – 691,22 га (9,25); с нейтральной 2,36 % (176,62 га) и очень сильнокислой 128,74 га (1,72 %) степенью кислотности.

Таблица 1 Характеристика почвенного плодородия ООО Дубовицкое

Тип почв	Гумус		Фосфор		Калий		pH		КПП
	Факт.	Опт.	Факт.	Опт.	Факт.	Опт.	Факт.	Опт.	
Серая лесная	4,9	6,2	118,2	180,0	148,6	180,0	4,7	5,0	0,8
Черноземные почвы	4,9	7,3	111,1	230,0	144,1	230,0	5,42	7,00	0,64
Средневзвешенное по хозяйству, Ki									0,66

Данные о уровне почвенного плодородия ООО «Дубовицкое» путем сравнения фактического и оптимального содержания элементов питания представлены в таблице 1.

Сравнение агрохимических характеристик почвенного плодородия КПП выше на серой лесной почве, чем на черноземах на 0,16. Средневзвешенное по хозяйству коэффициент почвенного плодородия составляет 0,66.

Выводы. Результаты агрохимического анализа пахотных угодий ООО «Дубовицкое» по реакции почвенной среды показали преобладание среднекислых 42,17 %, слабокислых 22,4 % и сильнокислых -22,09 % почв. Для повышения плодородия необходимо проводить известкование почв. Сбалансировать внесение минеральных удобрений для повышение содержания гумуса и подвижных форм фосфора в почве.

Библиографический список

1. Безносов А.И. Оценка эффективного плодородия почв // Агрохимический вестник. – 2010. – № 6. – С. 23-24.

2. Верховец И.А., Тучкова Л.Е. Влияния плодородия почвы на экономическую оценку земель. Образование и наука без границ: фундаментальные и прикладные исследования. 2016. № 3. С. 232-236.

3. Карманов И.Я. Оценка плодородия почв / Методика комплексной агрономической характеристики почв // Почв, ин-т им. В. В. Докучаева. – М., 1985.

4. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 6 июля 2017 года № 325. (Методика расчета показателя почвенного плодородия в субъекте Российской Федерации).

5. Статистические данные ФГБУ «Центр химизации и с/х радиологии «Орловский» по агрохимическим показателям.

6. Шабаев, А.Г. Взаимосвязь показателей состояния плодородия дерново-подзолистых почв с урожайностью сельскохозяйственных культур / А.Г. Шабаев // Инженерный вестник Дона. – 2014. – №4. – С. 74-76.

Сведения об авторах

1. Тучкова Людмила Евгеньевна - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры почвоведения и прикладной биологии ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел, ул. Комсомольская 95, e-mail: lutuchka@ya.ru.

2. Верховец Ирина Алексеевна - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры почвоведения и прикладной биологии ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел, ул. Комсомольская 95; главный специалист ЦКП «Экологический и агрохимический мониторинг сельскохозяйственного производства и среды обитания» ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», г. Орел, ул. Красноармейская, 17, e-mail: iverkhovets@mail.ru.

3. Чувашева Елена Сергеевна - кандидат биологических наук, доцент кафедры почвоведения и прикладной биологии ФГБОУ ВО «Орловский государ-

ственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел, ул. Комсомольская 95 e-mail: elenfen63@yandex.ru.

4. Федоров Максим Геннадьевич – студент 3 курса направления подготовки 06.03.02 – почвоведения, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел, ул. Комсомольская 95 e-mail: 09011975m @gmail.com.

Authors' personal details

1. Lyudmila E. Tuchkova, ORCID 0000-0003-3518-7939, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Soil Science and Applied Biology, Oryol State University named after I. S. Turgenev, Orel, 95 Komsomolskaya str., e-mail:lutuchka@ya.ru.

2. Verkhovets Irina Alekseevna, ORCID 0000-0002-0408-4198, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Soil Science and Applied Biology of the Oryol State University named after I. S. Turgenev, Orel, Komsomolskaya str. 95; Chief Specialist of the CCP "Ecological and Agrochemical Monitoring of Agricultural Production and Habitat" of the Oryol State Agrarian University named after N. V. Parakhin, Orel, Krasnoarmeyskaya str., 17, e-mail: iverkhovets@ mail.ru.

3. Elena S. Chuvasheva, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Soil Science and Applied Biology, Oryol State University named after I. S. Turgenev, Orel, Komsomolskaya str. 95 e-mail: elenfen63@yandex.ru.

4. Maxim G. Fedorov-3rd year student of the field of training 06.03.02 – Soil Science, Oryol State University named after I. S. Turgenev, Orel, Komsomolskaya str. 95 e-mail: 09011975m@gmail.com.

УДК 631.4
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-86-91

Р.Ф. Хасанова, Г.Т. Исанбаева, И.Н. Семенова,
М.Б. Суюндукова, Г.Р. Ильбулова, Ю.С. Рафикова
R.F. Khasanova, G.T. Isanbayeva, I.N. Semenova,
M.B. Suyundukova, G.R. Ilbulova, Yu.S. Rafikova

Институт стратегических исследований Республики Башкортостан,
Сибайский филиал, г.Сибай, Республика Башкортостан, Россия
Institute for Strategic Studies of the Republic of Bashkortostan, Sibay Branch,
Sibay, Republic of Bashkortostan, Russia

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВСКРЫШНЫХ ПОРОД И ПЕРВИЧНОЕ ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ НА ОТВАЛАХ МЕДНО-КОЧЕДАННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF OVERBURDEN ROCKS AND PRIMARY SOIL FORMATION ON THE DUMPS OF COPPER-ORE DEPOSITS

Аннотация. Изучены физико-химические свойства вскрышных пород техногенных ландшафтов в условиях Зауралья Республики Башкортостан. Исследования проводились на действующих (Юбилейное, Бурибаевское) и отработанных (Бакр-Тау, Куль-Юрт-Тау) месторождениях. Во вскрышных породах отмечен про-

цесс первичного почвообразования благодаря наличию доступных элементов питания (нитратного и аммонийного азота, обменного калия и подвижного фосфора), которые способствовали их самозарастанию на некоторых участках и накоплению небольшого количества органического вещества. В то же время имеются факторы, которые повышают токсичность грунта по отношению к растениям и в значительной степени противодействуют процессу самозарастания: повышенная актуальная и гидролитическая кислотность и высокое содержание серы.

Abstract. The physical and chemical properties of overburden rocks of technogenic landscapes in the conditions of the Trans-Urals of the Republic of Bashkortostan are studied. The research was carried out at the existing (Yubileynoye, Buribaevskoye) and spent (Bakr-Tau, Kul-Yurt-Tau) fields. In overburden rocks, the process of primary soil formation was noted due to the availability of available nutrients (nitrate and ammonium nitrogen, exchangeable potassium and mobile phosphorus), which contributed to their self-healing in some areas and the accumulation of a small amount of organic matter. At the same time, there are factors that increase the toxicity of the soil in relation to plants and significantly counteract the process of self-healing: increased topical and hydrolytic acidity and high sulfur content.

Ключевые слова: химические свойства, отвалы вскрышных пород, Зауралье Республики Башкортостан.

Key words: chemical properties, overburden dumps, Trans-Urals of the Republic of Bashkortostan.

Башкирское Зауралье является одним из основных регионов - поставщиков концентрата медно-колчеданных руд металлургическим предприятиям России. Его доля в общероссийской добыче меди составляет 12 %, цинка - 50 % [1]. Однако ввиду длительного функционирования предприятий отрасли, больших масштабов добычи и обогащения руд в зоне деятельности местных комбинатов образовались огромные по площади нарушенные земли (карьеры, отвалы и хвостохранилища). Наряду с прямыми выбросами поллютантов при добыче, транспортировке и переработке, отвалы и хвостохранилища являются вторичными источниками техногенного загрязнения компонентов окружающей среды – воздуха, вод, почв, растительности и животного мира [2]. Такую же опасность представляют отработанные объекты предприятий. К сожалению, в большинстве объектов горнодобывающих предприятий цветной металлургии Башкирского Зауралья работы по рекультивации не проводятся из-за экономических и технологических причин, они осложнены здесь засушливостью климата, более того, не имеют достаточного научного обоснования. Кроме того, на многих отвалах отсутствуют складированные запасы почвенно-растительного слоя, которые необходимы для использоваться в работах по рекультивации объектов размещения отходов. Поэтому исследования, направленные на изучение свойств вскрышных пород открытых разработок для выявления их пригодности с целью использования в качестве субстрата при рекультивации объектов, являются актуальными.

Цель исследований - изучение физико-химических свойств вскрышных пород техногенных ландшафтов в условиях Зауралья Республики Башкортостан.

Исследования проводились на действующих (Юбилейное, Бурибаевское) и отработанных (Бакр-Тау, Куль-Юрт-Тау) месторождениях юга Зауралья Рес-

публики Башкортостан (РБ), расположенных на территориях Хайбуллинского и Баймакского административных районов. Объектами изучения были выбраны техногенные ландшафты и техногенные образования на промплощадке. В полевых исследованиях проводился отбор вскрышных пород на физико-химические анализы.

Физические свойства субстрата являются одним из важнейших факторов создания плодородия техноземов [3]. Исследуемые отвалы вскрышных пород состоят из хаотичной смеси обломков горных пород разной размерности и пестрого петрографического состава. Каменистая составляющая преобладает над рыхлой мелкоземистой частью пород отвала, хотя породы отличаются очень сильной неупорядоченностью сложения. В силу этого пестрота пород приводит к своеобразной «деорганизации» водного режима в толще отвала, проявляющейся в том, что даже близкорасположенные участки поверхности отвала обладают различной водопроницаемостью, водоудерживающей способностью и т.д. Это является негативным показателем почвенно-экологического состояния техногенного ландшафта.

В процессе укладки, а также планировки отвала поверхностные слои породы сильно переуплотнены тяжелой техникой. Переуплотненный слой субстрата препятствует проникновению корневой системы растений, воды и воздуха. При этом резко снижается порозность аэрации, что может привести при длительном высоком увлажнении к развитию анаэробных процессов. В результате создается более напряженный водно-воздушный режим по сравнению с зональными почвами, что способствует более частому проявлению в субстратах отвала почвенной засухи. Естественно, что это неблагоприятно сказывается на развитии растений.

Для всех отвалов характерно проявление водной и ветровой эрозии, которые способствуют попаданию на окружающие территории частиц, содержащих токсические вещества. Фитотоксичность пород обуславливается содержанием пирита, подвижных форм алюминия, железа, тяжелых металлов, низкими значениями pH, высокой гидролитической кислотностью [4].

Результаты исследования. Для сравнительного определения свойств нами были отобраны пробы грунтов вскрышных пород (на участках с произрастающими растениями в результате самозарастания и на участках, где растения совершенно отсутствуют).

Вскрышные породы рассматриваемых месторождений имеют разные показатели pH. В грунтах месторождений Юбилейное и Бакр-Тау они близки к нейтральной (от 6,1 до 7,1). Грунты отвалов Бурибайского карьера и карьера Куль-Юрт-Тау характеризуются очень сильнокислой pH = 3,1÷3,2 и кислой pH =4,2÷5,0 реакцией среды, соответственно.

Исследуемые отвалов характеризовались очень низким содержанием органического углерода: в грунтах без растений его содержание не обнаружено, в грунтах с растениями этот показатель варьировал от 0,0 до 2,2÷3,6 %. На отвалах месторождения Куль-Юрт–Тау даже на участках с растениями органического вещества во вскрышной породе не выявлено.

Гидролитическая кислотность грунтов в целом низкая (от 0,23 до 1,46 мг.-экв. на 100 г.). В то же время в данном отношении значительное отличие отмечено в отношении грунтов Бурибайского месторождения, где значение достигало более 17,3 мг.-экв. на 100 г.

Сумма поглощенных оснований в грунтах с растениями варьирует от 4,8 до 24,8 мг.-экв. Наиболее высокие показатели на отвалах месторождения Бакр-Тау (более 24,0 мг.-экв.).

Агрохимические свойства изучаемых вскрышных пород отвалов приведены в таблице 2.

Таблица 1 Физико-химические свойства грунтов вскрышных пород на различных месторождениях Башкирского Зауралья

Грунт отвалов	pH	Орг. вещ-во, %	Гидролитическая кислотность, мг.-экв. на 100 г.	Сумма поглощенных оснований, мг.-экв. на 100 г.
Юбилейное, Хайбуллинский район				
с растениями	6,9	2,25	0,43	20,65
без растений	6,1	-	0,97	9,07
Бурибай, Хайбуллинский район				
с растениями	3,2	3,6	>17,3	4,8
без растений	3,1	-	>17,3	0,4
Бакр-Тау, Баймакский район				
с растениями	6,7	2,6	0,43	24,8
без растений	7,1	-	<0,23	24,4
Куль-Юрт –Тау, Баймакский район				
с растениями	5,0	-	0,51	18,4
без растений	4,2	-	1,46	4,4

Таблица 2 Элементы минерального питания грунтов в слое 0-5см

Грунт отвалов	$Na_{обм}$, моль/100г	N- NH_4, млн$^{-1}$ (мг/кг)	N- NO_3, млн$^{-1}$ (мг/кг)	P_2O_5, млн$^{-1}$ (мг/кг)	K_2O, млн$^{-1}$ (мг/кг)	S (мг/кг)
Юбилейное, Хайбуллинский район						
с растениями	0,3	7,3	102,2	31,4	228,1	84,8
без растений	0,7	4,3	-	14,0	38,3	246,6
Бурибай, Хайбуллинский район						
с растениями	0,1	7,6	15,9	13,0	15,0	252,0
без растений	0,1	17,3	-	15,0	15,0	185,0
Бакр-Тау, Баймакский район						
с растениями	0,2	1,2	36,3	21,0	95,0	3,4
без растений	0,1	-	41,7	17,0	55,0	29,0
Куль-Юрт –Тау, Баймакский район						
с растениями	0,1	1,4	-	10,0	65,0	77,0
без растений	0,1	1,2	-	15,0	15,0	87,0

Во всех вскрышных породах содержится подвижный фосфор и обменный калий, количество которых относительно выше в пробах месторождений Юбилейное и Бакр-Тау. Почти во всех пробах обнаружено наличие нитратной и аммонийной форм азота. Пробы из отвалов Юбилейного месторождения имеют относительно высокое содержание обменного натрия.

Таким образом, во вскрышных породах отмечен активный процесс первичного почвообразования. Общая характеристика вскрышных пород, заселенных растительностью, следующая: наличие доступных элементов питания (нитратного и аммонийного азота, обменного калия и подвижного фосфора). По всей вероятности, это и способствовало процессу их самозарастания на некоторых участках и, как следствие этого, созданию небольшого количества органического вещества. В то же время имеются факторы, которые повышают токсичность грунта по отношению к растениям и в значительной степени противодействуют и замедляют процесс самозарастания: повышенная кислотность и высокое содержание серы. Кроме того, необходимо учесть и неблагоприятные физические свойства вскрышных пород. В целом, вскрышные породы отвалов месторождений характеризуются низкой пригодностью для самозарастания отвалов и использования их в качестве самостоятельного грунта для рекультивации. Для предотвращения дальнейшего распространения токсических веществ необходимо проведение специальных мер по рекультивации отвалов с нанесением на их поверхность почвенно-растительного слоя и грунтов, которые имеют благоприятные свойства для произрастания растений.

Статья подготовлена в рамках госзадания ГАНУ ИСИ РБ за 2021 год.

Библиографический список

1. Хамитов Р.А. Геология и горное дело Башкортостана: история и современность// Недропользование XXI век. Учредители: Национальная ассоциация по экспертизе недр (Москва). С. 4-15.

2. Опекунова М.Г., Алексеева-Попова Н.В., Арестова И.Ю. и соавт. Тяжёлые металлы в почвах и растениях Южного Урала. Экологическое состояние антропогенно-нарушенных территорий. Вестник СПбГУ. 2002; 1 (7): 63-71.

3. Ковда В. А. Основы учения о почвах. М.: Наука, 1973. Кн. 2. 468 с.

4. Борисова И.Г., Старченко В.М. Проблемы рекультивации нарушенных территорий (на примере Уруша-ольдойского золотоносного узла в Амурской области) // Вестник Северо-Восточного НЦ ДВО РАН. 2009. № 3. С. 54-63.

Сведения об авторах

1. Хасанова Резеда Фиргатовна, доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан», Сибайский филиал, г.Сибай, ул.Кутузова, 1, тел. 8(34775) – 52422, e-mail: rezeda78@mail.ru.

2. Исанбаева Гузель Тулуевна, соискатель ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан», Сибайский филиал, г.Сибай, ул.Кутузова, 1, тел. 8(34775) – 52422, e-mail: guzel-isan@mail.ru.

3. Семенова Ирина Николаевна, доктор биологических наук, профессор кафедры естественных наук, Сибайский филиал ФГБОУ ВО Башкирский государственный университет, г. Сибай, ул. Белова, 21; тел. 8 (347) 7752246, e-mail: alexa-94@mail.ru.

4. Рафикова Юлия Самигулловна, кандидат биологических наук, доцент, ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан» Сибайский филиал, г.Сибай, ул. Кутузова, 1, тел. 8(34775) – 52422; e-mail: shagit67 @mail.ru.

5. Ильбулова Гульназ Ражаповна, кандидат биологических наук, доцент, ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан» Сибайский филиал, г.Сибай, ул. Кутузова, 1, тел. 89279405307, e-mail: ilbulova@mail.ru.

6. Суюндукова Мунира Басимовна, доктор биологических наук, профессор, Институт стратегических исследований Республики Башкортостан, Сибайский филиал, г.Сибай, ул. Кутузова, 1, тел. 8(34775) – 52422, e-mail: munira.suyundukova@mail.ru.

Authors' personal details

1. Khasanova Reseda Firgatovna, Dr. of Biological Sciences, Associate Professor, Leading Researcher at the Institute for Strategic Studies of the Republic of Bashkortostan, Sibay Branch, Sibay, str. Kutuzov, 1, tel. 8 (34775) - 52422;, e-mail: rezeda 78@mail.ru.

2. Isanbayeva Guzel Tuluyevna, the applicant at the Institute for Strategic Studies of the Republic of Bashkortostan, Sibay Branch, Sibay, str. Kutuzov, 1, tel. 8 (34775) - 52422; e-mail: guzel-isan@mail.ru.

3. Semenova Irina Nikolaevna, Dr. of Biological Sciences, professor, Sibay branch of Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education Bashkir State University Sibay, st. Belova, 21; tel. 8 (347) 7752246, e-mail: alexa-94@mail.ru.

4. Suyundukova Munira Basimovna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Institute for Strategic Studies of the Republic of Bashkortostan, Sibay branch, Sibay, Kutuzova, str., 1, tel. 8 (34775) - 52422, e-mail: munira.suyundukova@mail.ru.

5. Ilbulova Gulnaz Razhapovna, candidate of biological sciences, associate professor, Institute of strategic studies of the Republic of Bashkortostan Sibay branch, Sibay, Kutuzova str., 1, tel. 89279405307, e-mail: ilbulova@mail.ru.

6. Rafikova Yulia Samigullovna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Institute for Strategic Studies of the Republic of Bashkortostan, Sibay Branch, Sibay, st. Kutuzova, 1, tel. 8 (34775) - 52422; e-mail: shagit67@mail.ru.

УДК 631.48
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-91-97

Е.Ю. Чебыкина, Е.В. Абакумов
E.Yu. Chebykina, E.V. Abakumov

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия
Saint-Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ РЕЖИМОВ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ПОЧВЫ
FOREST FIRES AS A FACTOR OF SOIL NUTRITION REGIMES FORMATION

Аннотация. В рамках исследования были получены новые сведения о роли лесных пожаров в формировании режимов элементов питания (фосфора, калия, аммонийных и нитратных форм азота) почвы.

Abstract. New data about a role of forest fires in nutrients regimes formation (phosphorus, potassium, ammonium and nitrate forms of nitrogen) in the soil was obtained as part of the study.

Ключевые слова: элементы питания, лесные пожары, гарь, серогумусовые почвы, обеспеченность почв, плодородие.

Keywords: nutrients, forest fires, burned area, Psamment Entisol soils, soil supply, fertility.

Введение. Проблема лесных пожаров на фоне наблюдаемой тенденции увеличения частоты возникновения природных возгораний лесов в условиях глобальных изменений климата становится все более актуальной. Количество постпирогенных территорий ежегодно возрастает как в России, так и в мире – причем горят не только торфяные почвы, но и минеральные. Лесные пожары играют важную роль при изучении различных аспектов деградации почвенного покрова, что обусловлено их специфическим воздействием на окружающую среду. Пирогенные изменения в почве являются следствием непосредственного воздействия огня, а также косвенных послепожарных изменений в биогеоценозе, причем последние имеют значительно большее распространение. Процессы пирогенеза являются широко распространенным явлением, оказывающим огромное влияние на процессы почвообразования, что заставляет обращать на них особое внимание при исследовании природных экосистем. В частности, было показано, что пожары приводят не только к мобилизации многих элементов, содержащихся в почве, но и к единовременному поступлению в почву огромных количеств элементов, которые накапливаются в растениях в течение долгого периода. В результате повышения pH почвенного раствора увеличивается подвижность некоторых соединений – большинства катионов, фосфора, калия и азота [4, 8]. Содержание P_2O_5 и K_2O увеличивается после пожаров за счет образования золы [3, 9], также как содержание кремния, железа, алюминия, кальция, а концентрация магния уменьшается [6]. Однако есть и противоположные мнения [1]. В этой связи изучение влияния лесных пожаров на лесные экосистемы и почвы приобретают особую актуальность.

Цель. Целью исследования является выявление уровня обогащённости почв, формирующихся под воздействием лесных пожаров, основными элементами питания.

Материалы и методика исследования. Авторами в период с 2010 по 2019 гг. проводились мониторинговые исследования постпирогенных почв в лесостепной зоне на примере островного бора г. Тольятти, подвергшиеся воздействию катастрофических лесных пожаров в июле 2010 г. Были изучены морфологическая организацию профиля постпирогенных серогумусовых почв, их макро-, мезо- и микроморфологические особенности, исследовано влияние верхового и низового пожаров на основные химические, физические, физико-химические и биологические свойства почв и оценена пространственно-временная динамика изменения свойств после пожаров, выявлены постпирогенные изменения системы органического вещества почв, а также составлен долгосрочный прогноз динамики запасов органического вещества сухих сосновых лесов под влиянием низовых пожаров с помощью вычислительных экспериментов.

Островные сосновые боры в районе г. Тольятти Самарской области сформированы на песчаных и супесчаных отложениях эолового или аллювиального происхождения в суббореальном климате. Это территория Ставропольского соснового бора (бывшая парковая зона между Комсомольским, Центральным и Автозаводским районами города, вблизи Института экологии Волжского бассейна РАН (53°29'43.80" N, 49°20'56.44" E, 179 м над ур. м.).

Исследования послепожарной динамики почвенного покрова проводили на участках, пройденных верховым и низовым, и на участках, не подвергавшихся действию огня (контроль): участок 1 – средневозрастной сосновый лес в городской черте г. Тольятти (низовой пожар в конце июля 2010 г. – выгорание нижнего яруса с частичным повреждением древостоя); участок 2 – средневозрастной сосновый лес в городской черте г. Тольятти (верховой пожар в конце июля 2010 г. – полное выгорание всей растительности); участок 3 – в качестве контроля использовали аналогичные участки леса с таким же типом почв, но не подвергавшиеся горению (удаление около 1 км от пирогенного воздействия). В пределах каждого участка заложена трансекта (не менее трех почвенных разрезов) с однородным по возрасту и породам древостоем, а также кустарниковым ярусом, микро- и мезорельефом.

Пробы почв в воздушно сухом состоянии были растёрты и пропущены через сито с диаметром ячеек 1 мм. Для экстракции аммонийных ионов использовали раствор хлорида калия (EPA method 350.1) [11]. Подвижные формы фосфора и калия определяли при помощи экстракции соляной кислотой, 0.5 мол/литр [14]. Содержание фосфора и калия оценивалось по стандартной методике GOST 54650-2011 [13], а подвижных форм азота по методике GOST 26489-85 [12] в Агрофизическом научно-исследовательском институте.

Результаты исследования. Полученные в результате исследований данные показали, что пожары приводят к увеличению содержания биофильных элементов в зольном горизонте – фосфора и калия, причем при низовом пожаре это увеличение более заметно, видимо, за счет того, что при этом происходит полное сгорание поверхности почвы (рис. 1 и 2). Содержание фосфора увеличивается в ряду фоновый участок→верховой пожар→низовой пожар (43 мг/кг→47 мг/кг →517 мг/кг в верхних горизонтах) (причем картина распределения по профилю после верхового пожара не отличалась от контроля (элювиальный тип распределения), тогда как после низового пожара поменялась на аккумулятивный); содержание калия также увеличивается в ряду: фоновый участок→низовой пожар→верховой пожар (164 мг/кг→215 мг/кг →517 мг/кг в верхних горизонтах). Содержание P_2O_5 существенно увеличилось после действия низового пожара – в горизонте 0-5 см возросло более чем в 10 раз по сравнению с фоновой почвой: степень обогащенности почв подвижным фосфором после низового пожара – высокая-очень высокая; после верхового пожара – от низкой до средней, а для контрольного участка – средняя [7]. После низового пожара содержание K_2O в верхнем горизонте увеличилось в 1,3 раза, а после верхового – в 3 раза по сравнению с контролем. Уровень обеспеченности обменным калием почв после низового и верхового пожаров в выгоревшей подстилке – очень высокий, тогда как в горизонтах АУ и АС – низкий, а для контроля характерен повышенный уровень обеспеченности калием [7].

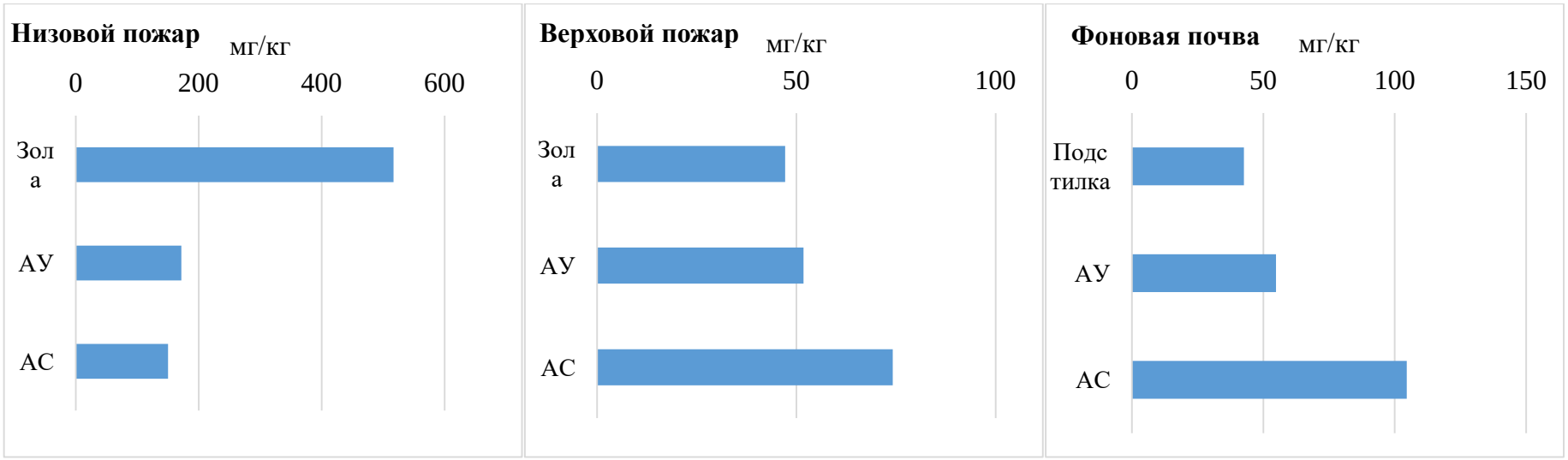


Рисунок 1
Содержание подвижных форм фосфора в почвах, мг/кг

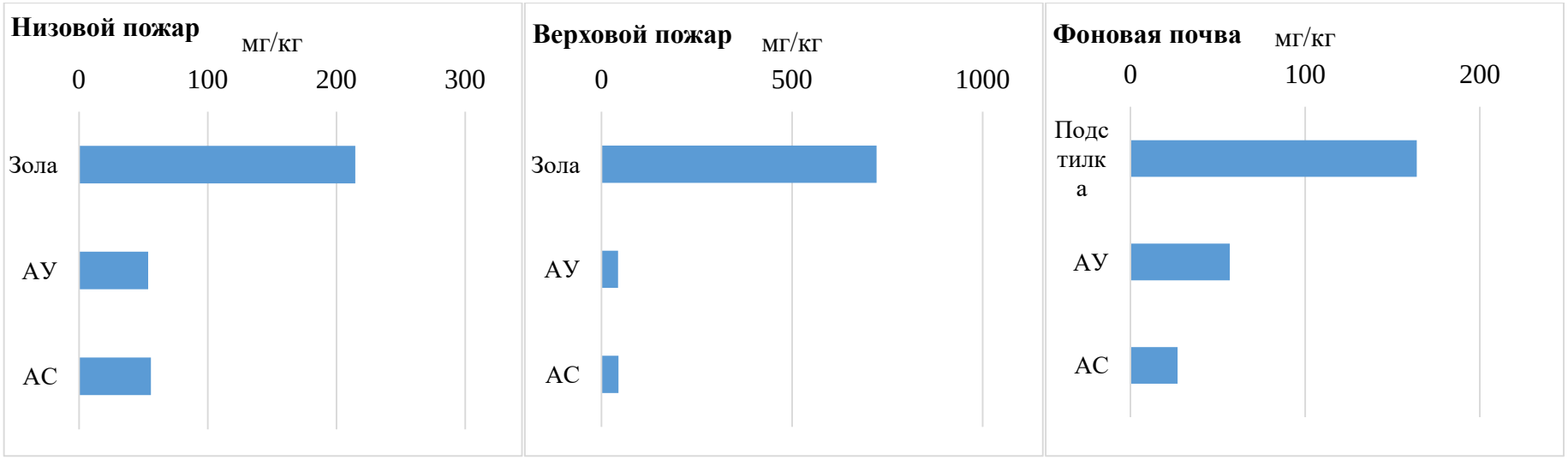


Рисунок 2
Содержание подвижных форм калия в почвах, мг/кг

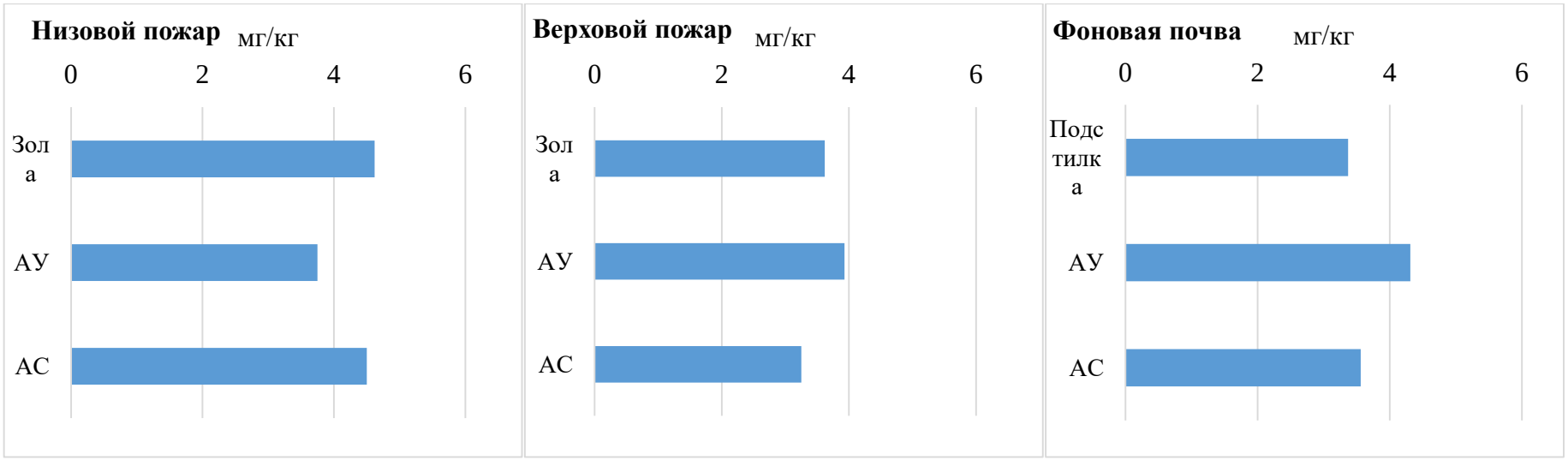


Рисунок 3
Содержание аммонийного азота в почвах, мг/кг

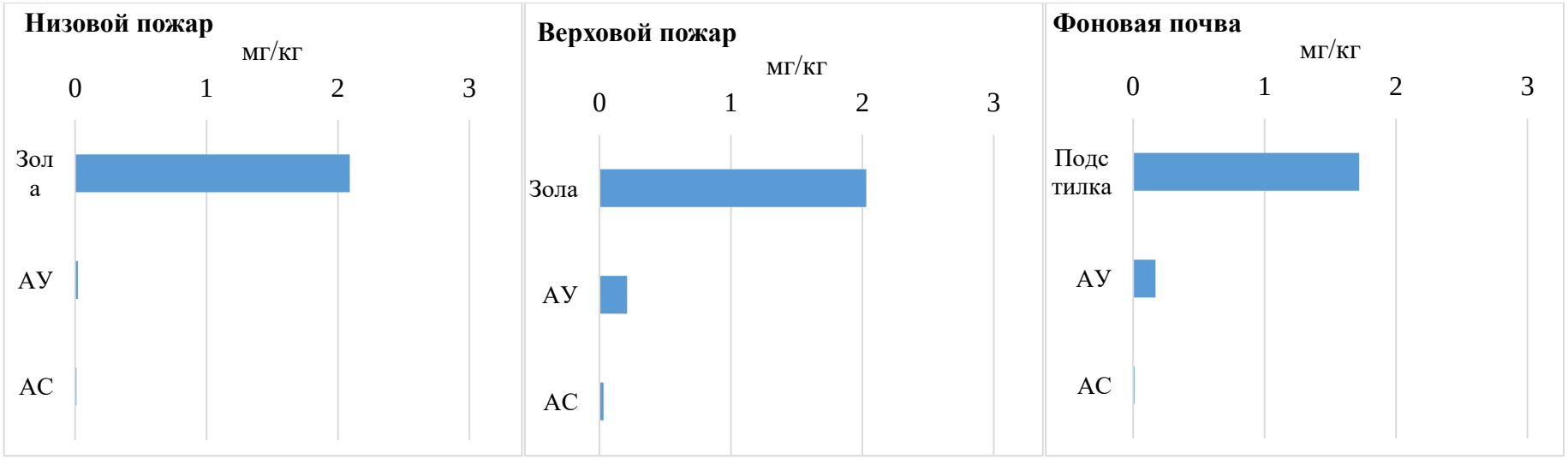


Рисунок 4
Содержание нитратного азота в почвах, мг/кг

В 2012 году содержание фосфора и калия ненамного, но уменьшилось в результате выноса с атмосферными осадками, что отражено также в исследованиях P. Pereira et al. (2013) [15]. Таким образом, зола, поступающая на поверхность почвы, при горении верхних горизонтов обогащает ее элементами питания. Источником этих соединений являются не только сгоревшие подстилка и надземные органы растений, но также подземные органы погибших растений и минеральные и органоминеральные частицы почвы (например, полевые шпаты). Можно сказать, что горение сопровождается увеличением именно подвижных форм калия и фосфора. Подвижная форма не может возникнуть от калиевых полевых шпатов, поскольку они стоят в ряду наиболее стойких к выветриванию минералов. Следовательно, она возникает только от продуктов сгорания растительных компонентов.

Кроме того, как утверждал G. Certini (2005) [10], содержание аммонийного и нитратного азота также повышается в почвах после лесных пожаров, однако не столь существенно, как в случае P_2O_5 и K_2O (рис 3 и 4). Многие исследования показывают послепожарное увеличение содержания валового азота на свежих гарях и постепенное снижение доли гидролизируемых соединений азота в последующем [5]. Пирогенное изменение активности минерализационных процессов обусловлено изменением динамики поступления растительных остатков на поверхность почв, трансформацией гидротермических условий и активностью почвенной биоты [2].

Выводы. Влияние лесных пожаров проявляется в накоплении основных элементов питания (что особенно выражено в случае низового пожара) – фосфора, калия, аммонийного и нитратного азота. Непосредственно сразу после пожаров отмечены высокие содержания элементов питания, которые существенно превосходят их содержание в фоновой почве, а также по сравнению с последующими стадиями пирогенной сукцессии.

Работа выполнена при поддержке РНФ, проект 17-16-01030.

Библиографический список

1. Бахарева И.Ю. Изменение экологических условий на гарях в ленточных борах Алтайского края в зонах сухой и умеренно-засушливой колочной степи. Автореф. дисс. на соискание уч. степ. к.б.н. Барнаул. 2009. 17 с.

2. Безкоровайная И.Н., Тарасов П.А., Иванова Г.А., Богородская А.В., Краснощекова Е.Н. Азотный фонд песчаных подзолов после контролируемых выжиганий сосняков Средней Сибири. Почвоведение. 2007. №6. С.775-783.

3. Борисочкина Т.И., Маркина Л.Г. Процессы пирогенной трансформации в почвах лесопарковых ландшафтов. Тезисы докладов VII съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева и Всероссийской с зарубежным участием научной конференции «Почвоведение – продовольственной и экологической безопасности страны». Белгород. 15-22 августа, 2016. часть II. С. 69-70.

4. Гонгальский К.Б. Закономерности восстановления сообществ почвенных животных после лесных пожаров. Автореф. дис. на соискание уч. степ. д.б.н. Москва. 2015. 43 с.

5. Краснощеков Ю.Н., Евдокименко М.Д., Доржсурэн Ч. Влияние пожаров на экосистемы подтаежных лиственничных лесов восточного Хэнтэя в Монголии. Сибирский лесной журнал. 2014. № 3. С. 53–63.

6. Краснощеков Ю.Н., Евдокименко М.Д., Чередникова Ю.С. Лесоэкологические последствия пожаров в кедровиках Южного Прибайкалья. География и природные ресурсы. Исследования в бассейне Байкала. 2013. №1. С.33-42.

7. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. Под ред. Л. М. Державина, Д.С. Булгакова. М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2003. 240 с.

8. Тарасов П.А., Михно А.С., Сизина А.Ф. Оценка пирогенного влияния на почвы ленточных боров Алтая. Вестник КрасГАУ. 2011. №1. С. 26-30.

9. Щербов Б.Л., Лазарева Е.В., Журкова И.С. Лесные пожары и их последствия. Научный редактор д.г.-м.н. Н.А. Росляков. Новосибирск. Академическое издательство «ГЕО». 2015. 211 с.

10. Certini G. Effects of fire on properties of forest soils: a review. Oecologia. 2005. V.143. P.1-10.

11. EPA method 350.1. Determination of Ammonia Nitrogen by automated colorimetry. Revision 2.0. August 1993.

12. GOST 26489-85 Soils. Determination of exchangeable ammonium by CINAO method.

13. GOST 54650-2011 Soils. Determination of mobile phosphorus and potassium compounds by Kirsanov method modified by CINAO.

14. Kuo, S. 1996. Phosphorus. Bartels J.M., Bigham J.M. Methods of Soil Analysis, 3. Chemical Methods. Madison: 869-919.

15. Pereira P., Cerdà A., Úbeda X., Mataix-Solera J., Martin D., Jordàn A., Burguet M. Spatial models for monitoring the spatiotemporal evolution of ashes after fire – a case study of a burnt grassland in Lithuania. Solid Earth. 2013. No. 4. P. 153-165.

Сведения об авторах

1. Чебыкина Екатерина Юрьевна, ORCID 0000-0002-2449-2180, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник, кафедра прикладной экологии, Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., 7-9, тел. +7-921-987-70-51, e-mail: doublemax@yandex.ru.

2. Абакумов Евгений Васильевич, ORCID 0000-0002-5248-9018, доктор биологических наук, заведующий кафедрой прикладной экологии, Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., 7-9, тел. +7-911-196-93-95, e-mail: e_abakumov@mail.ru.

Authors' personal details

1. Chebykina Ekaterina, ORCID 0000-0002-2449-2180, PhD, junior researcher, department of applied ecology, St. Petersburg State University, Saint Petersburg, Universitetskaya Emb., 7-9, tel.: +7-921-987-70-51, e-mail: doublemax@yandex.ru.

2. Abakumov Evgeny, ORCID 0000-0002-5248-9018, Dr. habil. (Biology), head of department, department of applied ecology, St. Petersburg State University, Saint Petersburg, Universitetskaya Emb., 7-9, tel.: +7-911-196-93-95, e-mail: e_abakumov@mail.ru.

УДК 631
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-98-101

Г.Р. Ильбулова, Я.Т. Суюндуков, М.Б. Суюндукова, Х.М. Сафин
G.R. Ilbulova, Ya.T. Suyundukov, M.B. Suyundukova, Kh.M. Safin

ГАНУ «Институт стратегических исследований РБ» Сибайский филиал, г. Сибай, Россия
Академия наук Республики Башкортостан, г. Уфа, Россия
Institute of strategic studies of the Republic of Bashkortostan Sibay branch, Sibay, Russia
Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, Ufa, Russia

ТЕХНОЛОГИЯ NO-TILL И ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ БАШКИРСКОГО ЗАУРАЛЬЯ
NO-TILL TECHNOLOGY AND ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL PARAMETERS OF CHERNOZEM FERTILITY IN THE BASHKIR TRANS-URALS

Аннотация. Статья посвящена проблеме сохранения плодородия почв при применении технологии No-Till на территории Республики Башкортостан. Показана эколого-биологическая эффективность применения данной технологии на территории СПК «Красная Башкирия», широко использующего ее на протяжении более 10 лет.

Absract. The article is devoted to the problem of preserving soil fertility when using No-Till technology in the territory of the Republic of Bashkortostan. The ecological and biological effectiveness of the application of this technology in the territory of the agricultural production cooperative «Red Bashkiria», which has been widely using it for more than 10 years, is shown.

Ключевые слова: черноземы, плодородие почвы, нулевая обработка почв, No-Till.

Keyword: chernozems, soil fertility, zero tillage, No-till.

Во всем мире наиболее плодородными почвами считаются черноземы, которые представляют собой национальное достояние страны. На этих типах почв производится более 70 % продовольственного зерна, за счет которого обеспечивается благополучие населения [4]. В структуре пахотных угодий в Республике Башкортостан (РБ) черноземы составляют около 72 %, а в Зауралье РБ – более 90 % [15].

В результате длительного интенсивного использования эти ценнейшие почвы теряют свое плодородие, вызывая процессы разрушения структуры и уплотнения, потери гумуса, засоления и заболачивания. Повсеместно развиваются их водная и ветровая эрозия. В настоящее время в Российской Федерации около 66 млн. га земель подвержены различным видам эрозии, что составляет 58,6 % сельскохозяйственных угодий [9]. Такая же ситуация наблюдается и в РБ.

Основной причиной, которой, является применение почворазрушающих технологий с отвальной обработкой.

В настоящее время одной из основных задач земледелия является сохранение черноземных почв и их плодородия. В связи с этим, предлагается переход к экологическому земледелию, которое подразумевает получение устойчивой продукции при относительно низких затратах энергии и сохранении окружающей среды, прежде всего почв. Главной особенностью, которой связывают с оптимизацией системы обработки почвы, или ее минимализацией.

Основными направлениями минимализации обработки являются снижение глубины обрабатываемого слоя, уменьшение числа операций по обработке, замена многих механических обработок использованием химических средств защиты растений. Кроме того, важное требование к ней – постоянное присутствие растительного покрова и наиболее адаптированных севооборотов [2]. Данная технология способствует оптимизации агрофизических свойств почвы, тем самым снижая риск развития эрозионных процессов [18, 17].

Рябов Е.И. [8] относит к числу с минимальной почвозащитной обработкой почв нулевую обработку, т.е. прямой посев в стерню без обработки, полосную (в том числе гребневую), все виды безотвальной обработки (дисковую, чизельную, фрезерную, плоскорезную, рыхление безотвальными рабочими органами) и нулевую зяблевую (осенью без обработки, весной - поверхностную или мелкую безотвальную).

Перспективным направлением минимализации обработки почвы, которая стремительно завоевывает мировое земледелие, является технология No-Till. Иванов В.М. [2] и Сафин Х.М. [10] в число положительных сторон внедрения в сельскохозяйственное производство технологии земледелия No-till включают следующее:

- резкое уменьшение развития и отрицательного влияния эрозии, что увеличивает воспроизводство плодородия почвы для будущего поколения;
- получение устойчивых урожаев и улучшение качества зерна даже в острозасушливые годы;
- значительное снижение производственных затрат;
- снижение капитальных затрат на приобретение сельскохозяйственной техники и эксплуатационных расходов на ее содержание;
- повышение рентабельности сельскохозяйственного производства.

Преимущества минимальной обработки по сравнению с традиционной отвальной технологией с экономической и технологической точек зрения отмечены и в публикациях ряда зарубежных авторов [19,20]. Наибольший эффект данной технологии особо отчетливо проявляется в районах с засушливым климатом. Сегодня она успешно применяется во многих странах: в США, Австралии, Канаде, странах Западной Европы, в Республике Казахстан, России [2,14,6]. Авторы отмечают, что наряду с множеством положительных сторон, технология No-Till не лишена и недостатков. Главной из них является усиление засоренности посевов [3], вредителей и болезней растений [2], для решения которых применяют химическую обработку почв и посевов [1,11,12,13]. Проблема повышения пестицидной нагрузки на посевы, что способствует вероятности ухудшения санитарно-гигиенической ситуации и возможности ухудшения здоровья чело-

века сегодня становится главным фактором, сдерживающим повсеместное внедрение данной технологии.

Однако опыт внедрения данной передовой технологии, подразумевающей переход к использованию препаратов нового поколения, обладающих высокой эффективностью при сверхнизких дозах, свидетельствует об обратном.

Наши предварительные исследования, проведенные в 2020 году в СПК «Красная Башкирия» Абзелиловского района, где система No-Till успешно применяется уже более 10 лет, показало улучшение структурно-агрегатного состояния почвы, в особенности, их водопрочности, а также увеличении содержания гумуса.

Применение нулевой технологии при сравнении с традиционной технологией привело к увеличению биологической активности почвы: уреазной, фосфотазной, инвертазной и дегидрогеназной активностей, наблюдалось увеличение общей численности микроорганизмов, численности аммонификаторов, амилолитиков, педотрофных, обилия бактерий р. *Azotobacter*. Использование технологии No-Till, как и в случае с отвальной обработкой почвы, не привело к заметному повышению ее фитотоксичности. Количество пестицидов в исследуемых почвах не превышало его ПДК. Было установлено, что в почвах с классической технологией обработки концентрации тяжелых металлов (меди, цинка, железа, марганца, свинца, кадмия, кобальта, никеля) было выше, чем в почвах с нулевой обработкой.

Таким образом, использование технологии No-Till, при которой оказывается минимальное механическое воздействие на почву, наряду с экономией ресурсов, способствуют сохранению ее плодородия и снижению негативного воздействия на агроландшафты.

Работа подготовлена за счет финансового обеспечения выполнения государственного задания ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан» на 2021 год (руководитель темы – Я.Т. Суюндуков).

Библиографический список

1. Баздырев Г.И. Почвозащитные системы обработки почвы плюс-гербициды // Земледелие. 1990. № 2. 45-48.

2. Иванов В.М. No-till как разновидность консервативной обработки почвы// Современные наукоемкие технологии. 2007. № 12. С. 43-44.

3. Кирюшин В.И. Минимизация обработки почвы: итоги дискуссии / В.И. Кирюшин // Земледелие. – 2007. – №4. – С. 28-30.

4. Ковда В.А. Сохранить и рационально использовать черноземы СССР. Пущино, 1983. 27 с.

5. Леонтьев К. Некоторые особенности No-Till-технологии // Сельские узоры. 2012. №1. С. 8.

6. Мамбеталин К. Т. Механизм саморазрыхления почвы // Аграрная наука. №2. 2006. С.11-13.

7. Моисеенко А.А. Внимание: эрозия // Земледелие. 1990. №11. С. 34-35.

8. Рябов Е.И. Теория и технология минимальной обработки почвы // Земледелие. 1990. № 1. С. 27-31.

9. Сафин Х.М. Актуальность и эффективность перехода на сберегающую технологию земледелия No-till // Устойчивое развитие территорий: теория и практика: Материалы Международной научно-практической конференции (19-

21 ноября 2020 г.). - Сибай: Сибайский информационный центр – филиал ГУП РБ Издательский дом «Республика Башкортостан», 2020.- с.225-228.

10. Сафин Х.М. Сберегающие технологии земледелия No-till и Strip-till: теория и практика внедрения. – Уфа: Мир печати, 2021. – 204 с.

11. Сираев М.Г., Сергеев В.С., Уметбаев А.Ш. Ресурсосберегающие системы обработки почвы под озимую и яровую пшеницу в Башкортостане // Вестник Алтайского государственного аграрного университета № 2 (76), 2011, С. 8-12.

12. Смирнов Б.А. и др. Засоренность посевов в плодосменном и зернотравяном севооборотах при разных по интенсивности системах обработки почвы и применения гербицидов // Известия ТСХА. 1985. Т 2. С. 10-17.

13. Смирнов Б.А., Мазохин А.С. Минимализация основной обработки почвы и засоренность посевов // Земледелие. 1990. № 2. С. 43-45.

14. Уразалиев Р.А., Киреев А.К. Беспахотное земледелие: состояние и перспективы его применения в Казахстане // Аграрная наука. 2001. №2. С.13-16.

15. Хабиров И.К., Недорезков В.Д., Мукатанов А.Х. и др. Рекомендации по сохранению и повышению плодородия почв Республики Башкортостан на 2001-2004 годы на основе адаптивно-ландшафтного земледелия. Уфа, 2000. 163 с.

16. Хазиев Ф.Х. Экология почв Башкортостана. - Уфа: Гилем, 2012. – 237 с.

17. Blanco-Canqui H. et al. Regional Study of No-Till Impacts on Near-Surface Aggregate Properties that Influence Soil Erodibility / H. Blanco-Canqui, M. M. Mikha, J. G. Benjamin, L. R. Stone, A. J. Schlegel, D. J. Lyon, M. F. Vigil, P. W. // Stahlman.Soil Science Society of America Journal. – 2009. – 73 (4). – P.1361.

18. Marking, S. No-till fights compaction. Soybean Digest. 2002. November. p. 24.

19. Melvin, S.W. Benefits of Conservation Tillage. Conservation Tillage. CTNC-1. Conservation Technology Information Center, West Lafayette, IN. 1991. 2 p.

20. Perry Ann. No-Till and Snow Can Help Crops Grow // Agricultural Research. – 2008. – August. – P. 8.

Сведения об авторах

1. Ильбулова Г.Р., канд. биол. наук, доцент, ГАНУ «Институт стратегических исследований РБ» Сибайский филиал, г. Сибай, Россия.

2. Суюндуков Я.Т., доктор биол. наук, профессор, ГАНУ «Институт стратегических исследований РБ» Сибайский филиал, г. Сибай, Россия.

3. Суюндукова М.Б., доктор биол. наук, профессор, ГАНУ «Институт стратегических исследований РБ» Сибайский филиал, г. Сибай, Россия.

4. Сафин Х.М., доктор с.-х. наук, профессор, Академия наук Республики Башкортостан, г. Уфа, Россия.

Authors' personal details

1. Ilbulova G. R., Institute of strategic studies of the Republic of Bashkortostan Sibay branch, Sibay, Russia.

2. Suyundukov Ya. T., Institute of strategic studies of the Republic of Bashkortostan Sibay branch, Sibay, Russia.

3. Suyundukova M. B., Institute of strategic studies of the Republic of Bashkortostan Sibay branch, Sibay, Russia.

4. Safin Kh. M., Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, Ufa, Russia.

УДК 632.92
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-102-105

Р.Ш. Иргалина, Д.С. Аюпов
R.Sh. Irgalina, D.S. Ayupov

ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, Уфа, Россия
FSBEI HE Bashkir SAU, Ufa, Russia

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРЕНИЙ ИЗАГРИ НА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЕ В УСЛОВИЯХ ПРЕДУРАЛЬСКОЙ СТЕПНОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН
EFFICIENCY OF IZAGRI FERTILIZERS ON SPRING WHEAT IN THE CONDITIONS OF THE PREDURAL STEPPE ZONE OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Аннотация. Проведено исследование выявления эффективности применения удобрений Изагри и средств защиты растений на яровой пшенице. Применение удобрений Изагри оказало положительное влияние на формирование элементов структуры урожая, урожайность и натуру зерна яровой пшеницы.

Abstract. A study was carried out to identify the effectiveness of the use of Izagri fertilizers and plant protection products on spring wheat. The use of Izagri fertilizers had a positive effect on the formation of elements of the structure of the crop, yield and grain nature of spring wheat.

Ключевые слова: яровая пшеница, удобрения, средства защиты растений, урожайность, натура зерна.

Keywords: spring wheat, fertilizers, plant protection products, yield, grain nature.

Введение Основной задачей растениеводов Республики Башкортостан является защита яровой пшеницы от вредных организмов с минимальными затратами для получения экологически чистой продукции.

Цель Целью наших исследований являлось выявление эффективности применения удобрений Изагри и средств защиты растений на яровой пшенице. Для достижения поставленных целей перед нами была задача изучение влияния протравителей семян и опрыскивания растений удобрениями Изагри на урожайность и качество яровой пшеницы сорта Омская 36.

Материалы и методика Производственные опыты были заложены в условиях Благоварского района ОП «Кучербай». Площадь опытных делянок в зависимости от варианта опыта 50 га (по технологии хозяйства) и 10 га, отбор проб в 4-х кратной повторности, предшественник – кукуруза, агротехника возделывания – общепринятая для Предуральской степной зоны. Почвенные условия представлены черноземом тяжелосуглинистого механического состава с pH 6,7. Содержание в ней массовой доли подвижных соединений фосфора P_2O_5 – 116,3 мг/кг; обеспеченность K_2O составляет 252,2 мг/кг. Схема опытных делянок представлена в таблице 1.

Учет болезней, вредителей и сорняков проводили согласно методике ВИЗР, отбор проб для определения биологической урожайности и определение натуры зерна согласно ГОСТ Р 54895–2012 [2,3,4,6].

Таблица 1 Схема опыта по изучению эффективности

№ варианта опыта	Варианты	Норма расхода	Фаза развития культуры в период обработки	Площадь обработки, га
1*	Контроль (по технологии хозяйства)	-	-	50
2	Изагри Форс + Изагри Вита + Изагри Фосфор + Изагри Азот +	1 л/т 0,6 л/га 1,5 л/га 2,0 л/га	обработка семян фаза полного кущения фаза полного кущения фаза полного кущения	10

1* – Мероприятия по защите от болезней, сорняков и вредителей, принятые в хозяйстве:
– обработка семян протравителем: Оплот, ВСК (0,6 л/т) +Имиприд, ВРК (1,5 л/т) + Микро АС универсальный, Ж (1 л/т)+Биодукс, Ж (0,001 л/т);
– обработка гербицидом: Пума Супер 100, КЭ (0,6 л/га)
– обработка фунгицидом: Колосаль Про, КМЭ (0,4 л/га)
– обработка инсектицидом: Имиприд, ВРК (0,15 л/га)

Погодные условия в год проведения испытаний были на уровне среднемноголетних значений и критически экстремальных не наблюдалось.

В целом территория Предуральской степи относится к зоне умеренно теплого полузасушливого и засушливого климата. Климат данной зоны характеризуется рядом локальных особенностей. Особенностью температурного режима является резкий контраст зимы и лета. Среднегодовая температура воздуха 3,0°. Сумма активных температур изменяется в диапазоне 2100-2500°. Среднегодовое количество осадков 469 мм, за вегетационный период 266 мм. ГТК составляет 0,9-1,0 [5].

Результаты исследования В период исследований на заселенность вредителями посевов яровой пшеницы по вариантам опыта существенной разницы не было выявлено. При учете болезней нами были отмечены проявления мучнистой росы, бурой листовой ржавчины. Из сорной растительности преобладающими были куриное просо, дымянка лекарственная, марь белая. При учете сорной растительности, засоренность по вариантам опыта колебалась 107 шт/м^2 и 178 шт/м^2 [2,6].

Применение удобрений Изагри оказало положительное влияние на формирование элементов структуры урожая, урожайность и натуру зерна яровой пшеницы [1,7]. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 Влияние средств защиты растений и удобрений Изагри на урожайность яровой пшеницы

Вариант опыта	Длина колоса, см	Длина растений, см	Число зерен в колосе, шт	Кол-во растений, шт/м^2	Кол-во продуктивных стеблей, шт/м^2	Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность, т/га	Прибавка урожая, т/га
1	6,8	112,7	26,1	354	467	1,18	45,2	5,50	-
2	7,6	114,0	28,9	349	457	1,36	46,3	6,11	0,61

По данным таблицы 2 видно, что наибольшая урожайность была получена в варианте с обработкой семян Изагри Форс (1 л/т) и растений в фазу полного кущения Изагри Вита (0,6 л/га) + Изагри Фосфор (1,5 л/га) + Изагри Азот (2,0 л/га). В этом варианте проведено комплексное питание растений аминокислотами, макроэлементами и хелатными микроэлементами, которые увеличили длину колоса на 0,8 см (11,7 %), среднее число зерен в колосе на 2,9 шт. или 11 %,

массу зерна с колоса на 0,19 г или 16 %, массу 1000 зерен на 1,18 г или 2,6 % по сравнению с принятой технологией в хозяйстве. Жидкие минеральные удобрения серии «Изагри» добавлялись совместно с протравителями при обработке семян и при химпрополке. Прибавка урожая составила 0,61 т/га по сравнению с вариантом контроль (технология хозяйства).

Показатель натуры зерна яровой пшеницы представлен в таблице 3.

Таблица 3 Влияние средств защиты растений и удобрений Изагри на натуру зерна яровой пшеницы

№ варианта опыта	Варианты	Натура зерна, г/л
1	Контроль (по технологии хозяйства)	770
2	Изагри Форс + Изагри Вита + Изагри Фосфор + Изагри Азот +	820

В варианте обработанными семенами и растениями яровой пшеницы сорта Омская 36 жидкими минеральными удобрениями «Изагри» натура зерна выше по сравнению с контролем на 5 г/л.

Таким образом, из изучаемых удобрений и средств защиты растений в посевах пшеницы наиболее эффективными были удобрения Изагри, способствующие увеличению количества зерен с колоса, повышению массы 1000 зерен, повышению урожайности и ее качества.

Библиографический список

1. Аюпов Д.С. Эффективность применения жидких минеральных удобрений «Изгри» в технологии возделывания яровой пшеницы // Проблемы и перспективы развития органического сельского хозяйства: материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Махачкала, 03 ноября 2020 г.) / Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джамбулатова. – Махачкала, 2020. – С. 91-99.

2. Ганиев М.М., Иргалина Р.Ш. Совершенствование методов обучения по курсу защиты растений с учетом модели специалиста // Совершенствование методов и содержания обучения в университете с учетом модели специалиста. Министерство сельского хозяйства и продовольствия РФ, Департамент кадровой политики и образования, Башкирский государственный аграрный университет. / Башкирский ГАУ. – Уфа, 1998. – С. 31-32.

3. ГОСТ Р 54895–2012. Зерно. Методы определения натуры. – М.: Стандартинформ, 2013. – 8 с.

4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст]/ Б.А. Доспехов. – 5-е изд., доп. И перераб. – Москва : Альянс, 2014. – 351 с.

5. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Республике Башкортостан в 2019 году и прогноз развития вредных объектов в 2020 году. – Уфа. 2019. – 140 с.

6. Танский В.И., Левитин М.М., Ишкова Т.И., Кондратенко В.И. Методы учета вредных организмов. Рекомендации ВИЗР // Защита и карантин растений, 2002, № 2–4.

7. Титова В.И., Гейгер Е.Ю., Кечкова Е.В. Влияние удобрений серии Изагри на молодые растения яровой пшеницы в вегетационном опыте на песчаной культуре // Агрохимикаты в XXI веке: теория и практика применения: материалы международной научно-практической конференции (Нижний Новгород, 31 мая – 02 июня 2017 г.) / ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия» - Нижний Новгород, 2017. – С. 139-142.

Сведения об авторах

1. Иргалина Рагида Шакирьяновна, ORCID 0000-0002-4299-8863, кандидат биологических наук, доцент кафедры растениеводства, селекции растений и биотехнологии, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, e-mail: ragida.irgalina@gmail.com.

2. Аюпов Даян Султанович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела агросопровождения, доцент, e-mail: labbsau@yandex.ru.

Authors' personal details

1. Irgalina Ragida Shakiryanovna, ORCID 0000-0002-4299-8863, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Plant Production, Plant Breeding and Biotechnology, Bashkir State Agrarian University, Ufa, st. 50th anniversary of October, 34, e-mail: ragida.irgalina@gmail.com.

2. Ayupov Dayan Sultanovich, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Department of Agricultural Support, Associate Professor, labbsau@yandex.ru.

УДК 631.963.2
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-105-109

А.Т. Канаев, А.С. Акмуллаева, Г.М. Талгарбаева, М.С. Әбілмажін
A. Kanayev, A. Akmullaeva, G. Talgarbaeva, M. Abilmazhin

Научно-исследовательский институт проблем биотехнологий,
Жетысуский университет имени Ильяса Жансугурова, Талдыкорган, Казахстан
Research institute of biotechnology problems, named after Ilyas Zhansugurov
Zhetysu University, Taldykorgan, Kazakhstan

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ СЕМЯН СОИ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ
STUDY OF SOYBEAN SEED VARIABILITY IN LABORATORY CONDITIONS

Аннотация. Выращивая сою в других регионах республики, можно увеличить ее посевные площади, обеспечить страну продовольственной безопасностью, обеспечить сельское хозяйство экологически и экономически выгодными культурами, а сельскохозяйственное производство стабилизировать.

Поэтому актуальным является использование регуляторов роста для диверсификации посевных площадей в южных регионах страны, а также для сокращения вегетационного периода, выращивания высокоурожайных сортов, семена которых способны прорастать в условиях низких температур и имеют короткий вегетационный период.

Определены морфологические, биологические признаки, хозяйственное значение культуры сои удельный вес белка в семенах сортов сои. Соя содержит более 38 % белка, который по пищевой ценности превосходит другие сорта. Наш организм растительного белка в 100 % впитывает. Основными факторами, определяющими содержание белковых веществ в зерне, являются сортовая характеристика сои, агротехнические методы выращивания и особенно метеорологические условия. Массовая доля белка в семенах сои изучалась при нормальном содержании.

Abstract. By growing soybeans in other regions of the republic, it is possible to increase its acreage, provide the country with food security, provide agriculture with environmentally and economically profitable crops, and stabilize agricultural production.

Therefore, it is relevant to use growth regulators to diversify the acreage in the southern regions of the country, as well as to reduce the growing season, growing high-yielding varieties whose seeds are able to germinate in low temperatures and have a short growing season.

Morphological, biological features, economic value of soybean culture and specific weight of protein in seeds of soybean varieties are determined. Soy contains more than 38 % protein, which is superior in nutritional value to other varieties. Our body absorbs 100 % of vegetable protein. The main factors that determine the content of protein substances in the grain are the varietal characteristics of soybeans, agrotechnical methods of cultivation and especially meteorological conditions. The mass fraction of protein in soybean seeds was studied at normal content.

Ключевые слова: соевая культура, сортовые образцы, вегетационный период, содержание белка, жирность, морфологические различия.

Keywords: soy culture, varietal samples, growing season, protein content, fat content, morphological differences.

Введение. Сегодня посевы сои в Казахстане составляют 100 тысяч гектаров. Соя одна из важнейших сельскохозяйственных культур во многих странах мира. В мире насчитывается 104 миллиона гектаров сои. Средняя урожайность составляет 24,5 центнера с гектара, в то время как в Казахстане она составляет около 15-18 тонн с гектара. Фермеры из 91 страны выращивают сою за рубежом.

Выращивая сою в других регионах страны, можно увеличить посевные площади, обеспечить страну продовольственной безопасностью, обеспечить сельское хозяйство экологически и экономически жизнеспособными культурами и стабилизировать сельскохозяйственное производство. Более низкие температуры на ранних стадиях роста и ранние осенние заморозки являются лимитирующими факторами для увеличения посевных площадей сои в северных регионах [1].

Поэтому для диверсификации пахотных земель в южных регионах страны и увеличения посевных площадей сои важно использовать регуляторы роста для выращивания высокоурожайных сортов, способных расти при низких температурах и имеющих короткий вегетационный период, а также укоротить вегетационный период.

Цель исследования. Выращивание сортов сои, изучение влияния регуляторов роста на вегетационный период сои и элементы урожайности.

Материалы и методы исследования. Определить реакцию сортов сои на применение регуляторов роста.

Семена замачивают в воде при температуре 20 °С – 22 °С в течение 2 часов и помещают в термостат для выращивания перед посевом семян при температуре 25 °С в 2 слоя увлажненной специальной фильтровальной бумаги. Опилки культуры сои помещают в термостат с постоянной температурой-25 °С, влажностью воздуха максимально приближенной к точке насыщения, и выдерживают на свету до 400 лк.

При необходимости почву увлажняют. Осенние и летние формы ставят на исследование через 20 дней на необходимую фазу развития сои для определения расположения узла первого урока или конуса роста. Для анализа растений на формирование стеблевого узла культивирование проводят дольше 1-2 суток (рис.1).

Наши исследования проводились в лаборатории агробиотехнологии, эксперимент проводился в пластиковых контейнерах и чашках Петри (грунт).

В исследовании использовались препараты Зенкор и БЕНАГРА.

Образцы изучаемых сортов: Aisaule, Lastochka, Dıtavıd 120 дней. Проводили фенологический контроль и структурный отбор. Возделывание сои мы проводили в порядке, рекомендованном препаратами [2].

С помощью электронного микроскопа были проведены исследования анатомического строения выращенной в лабораторных условиях культуры сои (рис.2).



Рисунок 1
Определение силы роста семян сои

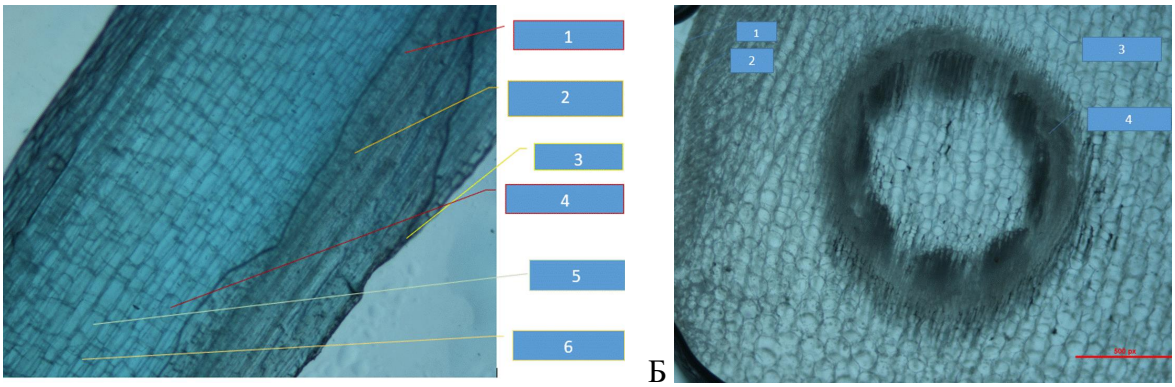


Рисунок 2
Анатомического строения сои: А) 1.Паренхима; 2. Однорядные проводящие пучки; 3. Эпидермис; 4. Запасающая ткань; 5. Ситовидные трубки; 6. Ситовидные поля. Б) 1. Эпидермис; 2. Селеренхима; 3. Основная паренхима; 4. Проводящие пучки

Результаты исследования. Определены морфологические и биологические особенности соевых бобов, их значение в хозяйстве, доля белка в семенах сортов сои. Соя содержит более 38 % белка, что выше по питательной ценности, чем другие сорта. Растительный белок на 100 % усваивается нашим организмом. Основными факторами, определяющими содержание белка в зерне, являются сортовые особенности сои, агрономические методы возделывания и особенности метеорологических условий. Массовая доля белка в соевых бобах изучалась в нормальных условиях.

Продолжительность вегетационного периода сортов сои Вегетационный период 120-дневного сорта Дитавид длится 120-125 дней, группа созревания-II. Количество тепловых точек составляет 2800 ЧУ. Растение 110-140 см высотой, цветки фиолетовые, семена желтые. Количество клубеньков на стебле-13-16, а высота прикрепления нижнего боба-180-210 г, однородность зерна-99 %, аскохитоз, пероноспороз, септориоз - 1 балл, поражение гороховым паротитом-0-1 балл, содержание белка-41-42 %, размер жира-20-21 %. Лабораторные исследования показали, что низкие температуры (100С) на ранних стадиях роста растений отрицательно влияют на фотосинтетические пигменты: хлорофилл а, хлорофилл в и каротиноиды снижаются на 46, 36-37 и 28-32 % соответственно.

Результаты внедрения инновационных методов ведения сельского хозяйства и интегрированных систем управления растениеводством способствовали повышению урожайности сои, что создает предпосылки для повышения экономической конкурентоспособности Республики Казахстан.

Библиографический список

1. Акмуллаева А.С., Канағатов Ж.Ж., Әбілмажин М // Соя дақылындағы әртүрлі сорттардың химиялық құрамын зерттеу // Вестник Жетысуского государственного университета им. И. Жансугурова // Талдыкорган,2019. №2 С. 76-80.

2. Акмуллаева а.с., Есейқызы Ұ., Әбілмажін М.С., Талгарбаева Г.М., Ринар А // Биологическая эффективность гербицидов, используемых против сорняков в посевах сои // Вестник Северо-Казахстанского университета имени Манаша Козыбаева // Петропавл, 2020 № 4 (49) С. 15-21.

Сведения об авторах

1. Канаев Ашимхан Токтасынович доктор биологических наук, профессор, директор института Жетысуский университет имена Ильяса Жансугуров Научно-исследовательский институт проблем биотехнологии. Талдыкорган, Казахстан, e-mail: ashim1959@mail.ru.

2. Акмуллаева Айжан Сейтхановна кандидат биологических наук, заведующий лабораторией агробиотехнологии Жетысуский университет имена Ильяса Жансугуров Научно- исследовательский институт проблем биотехнологии. Талдыкорган, Казахстан, e-mail: meirhan2009@mail.ru.

3. Талгарбаева Гульназ Маратовна магистр педогогический наук, старший научный сатрудник Жетысуский университет имена Ильяса Жансугуров Научно-исследовательский институт проблем биотехнологии. Талдыкорган, Казахстан, e-mail: talgarbaevagulnaz@gmail.com.

4. Әбілмажін Маржан Сарсембайқызы магистр педогогический наук, младший научный сатрудник Жетысуский университет имена Ильяса Жансугуров Научно-исследовательский институт проблем биотехнологии. Талдыкорган, Казахстан, e-mail: marzhanabilmazhin.97@mail.ru.

Authors' personal details

1. Kanaev Ashimkhan Toktasynovich doctor of biological Sciences, Professor, Director of the Institute Zhetysu University named after Ilyas Zhansugurov Research Institute of biotechnology problems. Taldykorgan, Kazakhstan, e-mail: ashim1959@mail.ru.

2. Akmullayeva Aizhan Seitkanovna candidate of biological Sciences, Zhetysu University named after Ilyas Zhansugurov Research Institute of biotechnology problems. Taldykorgan, Kazakhstan, e-mail: meirhan2009@mail.ru.

3. Talgarbayeva Gulnaz Maratovna master of pedagogical Sciences, senior research assistant Zhetysu University named after Ilyas Zhansugurov Research Institute of biotechnology problems. Taldykorgan, Kazakhstan, e-mail: talgarbaevagulnaz@gmail.com.

4. Abilmazhin Marzhan Sarsembaykyzy master of pedagogical Sciences, Junior researcher Zhetysu University named after Ilyas Zhansugurov Research Institute of biotechnology problems. Taldykorgan, Kazakhstan, e-mail: marzhanabilmazhin.97@mail.ru.

УДК 635.22:631.52:631.51
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-109-113

Т.Э. Остонакулов, Г.С. Турсунов
T.E. Ostonakulov, G.S. Tursunov

Самаркандская научно-опытная станция Научно-исследовательского института овощебахчевых культур и картофеля (НИИОБКиК), Самарканд, Узбекистан.
Samarkand Scientific Experimental Station of the Scientific Research Institute of Vegetable and Melon Crops and Potatoes

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ И СОХРАНЯЕМОСТЬ НОВЫХ СОРТОВ БАТАТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ВЫСАДКИ РАССАДЫ
FORMATION OF YIELD AND PRESERVATION OF NEW VARIETIES OF BATATAS DEPENDING ON THE PERIOD OF PLANTING SEEDLINGS

Аннотация. В статье изложены результаты изучения влияния сроков высадки рассады на рост, развитие, формирование урожая и урожайность новых сортов батата. Выявлено, что наибольший выход рассады (15,0-20,7 шт. с 1 клубня), высокорослый (158,1-191,6 см), ветвистый (13,6-15,6 шт. с куста) с мощной ботвой и площадью листовой поверхности (0,66-0,78 м^2 с 1 куста) получен при высадке рассады 30 апреля. Самый высокий урожай товарных клубней (50 т/га и более) наблюдали при высадке рассады 30 апреля у сортов батата Сочакинур, Тойлоки и Филиал. При этом отмечен наибольший (93,5-96,5 %) выход здоровых стандартных клубней с хорошим биохимическим составом при хранении.

Abstract. The article presents the results of studying the influence of the period of planting seedlings on the growth, development, yield formation and yield of new varieties of sweet potatoes. It was revealed that the highest seedling yield (15.0-20.7 pcs. from 1 tuber), tall (158.1-191.6 cm), branched (13.6-15.6 pcs. from a bush) with

powerful tops and leaf area (0.66-0.78 m^2 from 1 bush) obtained when planting seedlings on April 30. The highest yield of marketable tubers (50 t/ha or more) was observed when the seedlings were planted on April 30 in the sweet potato varieties Sochakinur, Toyloki and Filial. At the same time, the highest (93.5-96.5 %) yield of healthy standard tubers with good biochemical composition during storage was noted.

Ключевые слова: сорта, рассады, высадка, листовая поверхность, продуктивность, товарность, лежкость, биохимический состав.

Keywords: varieties, seedlings, planting, leaf surface, productivity, marketability, keeping quality, biochemical composition.

Введение. Батат как основная продовольственная культура возделывается в тропических и субтропических странах мира. Его клубни отличаются богатым содержанием крахмала и сахара.

Учеными Республики Н.Н. Балашевым, Г.А. Земаном (1981), Р.Ф. Мавляновой, С.М. Меджидовым (2003), Х.Н. Атабаевой, Ж.Б. Худойкуловым (2018), Т.Э. Остонакуловым, В.И.Зуевым, О.К.Кодирхужаевым (2019, 2020) и другими проведены исследования по изучению сортов и отдельных элементов технологии возделывания батата, как ускоренно размножающаяся, адаптирующаяся и высокоурожайная культура, даны определенные рекомендации по возделыванию этой культуры. Кроме того, в Государственном реестре Республики Узбекистан с 2021 года на территории страны разрешены к посеву сорта батата Хазина, ГулДУ, Сирдарё, Сочакинур, Тайлаки, принят на государственное испытание сорт Филиал. Однако исследования по комплексному изучению элементов технологии возделывания и хранения в разрезе сортов батата проведены недостаточно.

Цель исследования - на основе изучения роста, формирования урожая, урожайности и сохраняемости клубней новых сортов батата при различных сроках высадки рассады в условиях орошаемых типичных сероземных почв Самаркандской области, выделение перспективных сортов и их оптимальных сроков высадки рассады, обеспечивающих получение устойчивого и высококачественного урожая, пригодных для длительного хранения.

Материалы и методика исследования. Полевые опыты проводили в 2019-2020 годах в условиях орошаемых типичных сероземных почв фермерского хозяйства "Барот Турдиев" Иштиханского района Самаркандской области. Механический состав почвы среднесуглинистый, глубина залегания грунтовых вод 10-12 м. В опыте сравнительно изучали сорта батата Хазина (стандарт), Сочакинур, Тайлаки, Филиал и сроки высадки рассады 10,20,30.04, 10,20,30.05 и 10.06 по схеме 90х20 см. У всех изученных сортов батата брали одинакового размера пророщенных семенных клубней массой 120-150 г, сажали на глубину 4-5 см в пленочные рассадники, поддержали влажность почвы на уровне 65-70 % в течение 45-48 дней. После этого была получена готовая рассада с 4-5 настоящими листьями по срокам высадки. Перед высадкой рассады гребни укрывали пленкой, поливали, затем для высаживания рассады сделали дырки. Площадь делянки 36 $м^2$, повторность 4-х кратная.

На опытном участке все учеты, наблюдения, измерения и анализы были проведены по общепринятым методикам и агрорекомендациям [ВНИИКХ, 1967,

Ермаков,1987]. Данные показатели урожайности были подвергнуты математической статистической обработке дисперсионным методом с использованием программ Microsoft Exsel по Доспехову [1985].

С целью изучения сохраняемости клубней сортов батата по сортам и срокам высадки рассады при уборке урожая отобраны в ящики по 40 кг клубней массой среднего веса. Затем высушивали клубни в течение 8-10 дней, размещали в подвальном помещении обычного хранилища и ежемесячно определяли естественную убыль, сухую и мокрую гниль, образование ростков, а также изменения биохимического состава клубней - сухого вещества - термостатным методом, крахмал - по удельному весу, сахар - цианатным методом, витамина "С" - по методу И.К. Мурри.

Степень сохраняемости клубней, если общие потери до 3 %, дали 3 балла, оценивались отлично; 3-5 баллов - хорошо; 5-8 баллов - удовлетворительно; 8-10 баллов - плохо; свыше 10 баллов - оценивались очень плохо.

Результаты исследования. Выход рассады с каждого семенного клубня у изученных новых сортов батата при различных сроках высадки рассады колебался от 13,5 до 20,7 штук. У всех сортов батата наибольший выход рассады отмечен при сроках высадки рассады от 30 апреля до 10 мая. При сроке высадки 10 апреля по сортам было получено 13,5-19,1 штук, при высадке 20 апреля - 14,5-20,2; 30 апреля - 15,0-20,7 штук с 1 клубня, а при дальнейших сроках высадки наблюдали уменьшение выхода рассады.

Длина вегетационного периода по сортам и срокам высадки составила 122-143 дня. При высадке рассады 10 апреля вегетационный период у сорта батата Хазина составил 143 дня, а у других сортов - 126-134 дня. При дальнейших сроках высадки наблюдали сокращение вегетационного периода на 2-7 дней и составил 122-136 дней.

С целью изучения влияния сроков высадки рассады сортов батата на рост и развитие растений на 30, 60, 90 и 120 день после высадки рассады в поле определяли высоту растений, количество боковых побегов, облиственность и площадь листовой поверхности растений.

Выявлено, что сроки высадки рассады сортов батата значительно влияют на высоту, число боковых побегов, облиственность и площадь листовой поверхности растений. На 30-й день вегетации растений самые высокорослые по сортам (25,8-34,6 см), ветвистые (2,2-4,9 шт.), облиственные (59-78 шт.) и площадью листовой поверхности (0,18-0,21 м^2) были получены при высадке рассады 30 апреля. Данная закономерность сохранялась до конца вегетации растений и составила, соответственно, 158,1-191,6 см, 13,6-15,6 шт., 219-274 шт., 0,66-0,78 м^2. Превосходство по росту и развитию растений отмечены у сортов Сочакинур, Тайлаки и Филиал по сравнению со стандартным сортом Хазина. По-другому можно отметить, что на 120-й день вегетации растений у стандартного сорта Хазина сформировано 36,6 тыс. м^2 площади листовой поверхности с 1 гектара, а у других изученных сортов батата наблюдали на 3,9-6,6 тыс. м^2 больше с 1 гектара.

Изучение темпа накопления урожая сортов батата при различных сроках высадки рассады показали, что на 30-й день вегетации растений при высадке рассады 10 апреля у стандартного сорта Хазина масса ботвы с куста составила 220 г,

а урожай клубней - 158 г, при высадке 20 апреля - 225 и 165 г, 30 апреля - 232 и 176 г, а последующих сроках уменьшается соответственно до 224-230 и 161-170 г. В конце вегетации растений данная закономерность сохраняется, и наибольшая масса ботвы 446 г, урожай клубней 1018 г с куста отмечена при высадке рассады 30 апреля. У других изученных сортов батата эта тенденция повторилась, и самая высокая масса ботвы (524 г) и клубней (1259 г) с 1 куста наблюдались у сорта батата Сочакинур.

Продуктивность и морфологические признаки сортов батата по срокам высадки рассады существенно отличались, у стандартного сорта Хазина урожай клубней с куста составил 987-1108 г, количество клубней - 6,5-6,7 штук, средняя масса одного клубня с куста - 149,5-165,4 г. Эти показатели у новых сортов батата наибольшие, самая высокая продуктивность с куста 1262-1389 г, количество клубней 8,0-8,2 шт., средняя масса одного клубня 156,1-169,4 г по срокам высадки рассады была получена у сорта Сочакинур.

Урожайность по сортам и вариантам опыта колебалась в пределах 34,5-53,6 т/га. У стандартного сорта Хазина при высадке рассады 10 апреля урожайность составила 34,5, при высадке 20 апреля - 37,8, при высадке 30 апреля самая высокая - 40,3 т, а в последующие сроки урожайность снижается и составляет 35,0-37,6 т/га. Наибольшая прибавка урожая (5,8 т/га или 116,8 %) была получена при высадке рассады 30 апреля. При этом урожай товарных клубней был наибольший - 39,5 т/га или 98,2 %. У других изученных сортов батата самая высокая урожайность (50,2-53,6 т/га), из них товарный урожай 49,4-53,6 т/га или 98,5-99,0 %, был получен при высадке рассады 30 апреля. При этом прибавка урожая составила 6,4-7,2 т/га или 114,6-115,5 %.

С целью определения сохраняемости клубней новых сортов батата при различных сроках высадки рассады при уборке брали по 40 кг урожая клубней среднего размера, собирали в ящики, после высушивания в течение 8-10 дней размещали в подвальное помещение обычного хранилища и ежемесячно в процессе хранения в ноябре, декабре, январе и феврале - определяли общие потери, то есть естественную убыль, сухую и мокрую гниль, образование ростков, а также изменения биохимического состава клубней. После хранения установили выход здоровых стандартных клубней при хранении.

Естественная убыль по сортам и срокам высадки рассады изменялась от 3,5 до 6,6 %, а общие потери от 3,5 до 7,3 %. После хранения выход здоровых стандартных клубней составлял 92,5-96,5 %. Самая высокая степень лежкости клубней (3,5-5,0 балла) отмечена у сортов батата Филиал, Тойлоки и Сочакинур при высадке рассады 30 апреля. При этом сроке высадки рассады у стандартного сорта Хазина также наблюдали самые низкие общие потери клубней (6,5 балл). При ранней или поздней высадке рассады на 0,2-1,7 % снижается выход здоровых стандартных клубней при длительном хранении.

Отмечено, что высадка рассады в оптимальные сроки (30 апреля) способствует получению наибольшего (93,5-96,5 %) выхода здоровых стандартных клубней при хранении.

Изучение изменения биохимического состава клубней новых сортов батата при различных сроках высадки рассады в процессе хранения по месяцам - в но-

ябре, декабре, январе и феврале, показало, что содержание сухого вещества, крахмала, сахара, белка и аскорбиновой кислоты в значительной степени отличается. В процессе хранения в ноябре-январе месяце биохимические показатели резко не изменялись, а в феврале наблюдали существенное снижение сухого вещества, крахмала, сахара, белка и витамина "С". Самые высокие качества с биохимическим составом, то есть содержание сухого вещества - 21,3-23,3 %, крахмала - 13,3-14,1 %, сахара - 5,3-5,5 %, белка - 1,8-2,0 %, витамина "С" - 6,7-12,6 мг/ %, были получены при сроке высадки рассады новых сортов батата 30 апреля.

Выводы. Сроки высадки рассады новых сортов батата существенно влияют на рост, развитие и продуктивность растений и при этом отмечены наибольший выход рассады (15,0-20,7 шт. с 1 клубня), высокорослый (158,1-191,6 см), ветвистый (13,6-15,6 шт. с куста) с мощной ботвой, облиственный (219-274 шт.) и площадью листовой поверхности (0,66-0,78 $м^2$ с 1 куста) при высадке рассады 30 апреля. По срокам высадки и изучаемым сортам батата урожайность колебалась в пределах 34,5-53,6 т/га и самый высокий урожай товарных клубней (50 т/га и более) наблюдали при высадке рассады 30 апреля у сортов батата Сочакинур, Тойлоки и Филиал. При этом отмечен наибольший (93,5-96,5 %) выход здоровых стандартных клубней с хорошим биохимическим составом при хранении.

Библиографический список

1. Атабаева Х.Н., Худойқулов Ж.Б. Ўсимликшунослик. Дарслик. Тошкент. 2018. С. 279-282.

2. Балашев Н.Н., Земан Г.О. Овощеводство. Ташкент. 1981. С.355-357.

3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва. 1985. С.280-285.

4. Ермаков А.И. Методы биохимического исследования растений. Ленинград. 1987. 456 с.

5. Мавлянова Р.Ф., Межидов С.М. Технология выращивания батата в Узбекистане. Рекомендация. Ташкент. 2003. 18 с.

6. Методика исследований по культуре картофеля (ВНИИКХ). Москва. 1967. 210 с.

7. Остонакулов, Т. Э., & Шамсиев, А. А. (2020). Сорта сладкого картофеля и особенности технологии их возделывания. Картофель и овощи, (12), С.18-20.

8. Остонақулов Т.Э., Зуев В.И., Қодирхужаев О.Қ. Плодоводство и овощеводство (Овощеводство). Учебник. Ташкент. 2019. 552 с.

Сведения об авторах

1. Остонакулов Тоштемир Эшимович, ORCID 0000-0002-7733-7440, доктор сельскохозяйственных наук, профессор Самаркандская научно-опытная станция НИИОБКиК, г.Самарканд. e-mail: t-ostonakulov@mail.ru.

2. Турсунов Гияс Суннат угли, соискатель.

Authors' personal details

1. Ostonakulov Toshtemir Eshimovich, ORCID 0000-0002-7733-7440, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Samarkand Scientific Experimental Station of the Scientific Research Institute of Vegetable and Melon Crops and Potatoes, Samarkand. e-mail: t-ostonakulov@mail.ru.

2. Tursunov Gias Sunnat ugli, researcher.

УДК 635.21:631.4
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-114-118

Т.Э. Остонакулов, Н.Н. Усмонов, М.К. Рузиева
T.E. Ostonakulov, N.N. Usmonov, M.K. Roziyeva

Самаркандская научно-опытная станция Научно-исследовательского института овощебахчевых культур и картофеля (НИИОБКиК), Самарканд, Узбекистан
Каршинский инженерно-экономический институт, Карши, Узбекистан
Samarkand Scientific Experimental Station of the Scientific Research Institute of Vegetable and Melon Crops and Potatoes
Karshi Engineering and Economic Institute, Karshi, Uzbekistan

ВЛИЯНИЕ СИДЕРАТНЫХ КУЛЬТУР НА ЭЛЕМЕНТЫ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ
INFLUENCE OF SEDERATE CROPS ON ELEMENTS OF SOIL FERTILITY AND YIELD OF POTATO VARIETIES

Аннотация: Представлены результаты изучения влияния различных летних и озимых сидератных культур на агрофизические, агрохимические, водные и микробиологические свойства, степень засоренности посевов сорняками, рост, формирование урожая, урожайность, выход товарных и семенных клубней сортов картофеля интродуцированных из Нидерландов. Выявлено, что возделывание среднеранних сортов Sante, Kondor, Arizona, Saviola, Бахро-30, Бардошли-3 после озимых сидератных культур – горох, горчица сизая и горох + масличная редька способствует получению товарного урожая не менее 35-38 т/га.

Abstract. The results of studying have been carried out the influence of various summer and winter green manure crops on agrophysical, agrochemical, water and microbiological properties, the degree of weed infestation, growth, yield formation, yield, yield of marketable and seed tubers of potato varieties introduced from the Netherlands. It was revealed that the cultivation of medium early varieties Sante, Kondor, Arizona, Saviola, Bakhro-30, Bardoshli-3 after winter green manure crops - peas, gray mustard and peas + oilseed radish contributes to obtaining a marketable yield of at least 35-38 t/ha.

Ключевые слова: картофель, сорт, выход товарных и семенных клубней, интродукция, сидератных культур.

Keywords: potatoes, variety, yield of marketable and seed tubers, introduction, siderate crops.

Введение. Приоритетными направлениями в повышении плодородия почвы и получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур является широкое использование сидератных культур [1,2,3,6].

Однако, эффективность сидератных культур на плодородие почвы и в картофелеводстве Узбекистана изучены недостаточно.

Цель исследования. С целью изучения влияния различных сидератных культур на элементы плодородия почвы, рост, развитие, формирование урожая, урожайность и семенные качества ранних и среднеранних сортов картофеля проводили полевые опыты в условиях орошаемых типичных сероземных почв фер-

мерского хозяйства "Хисор" Яккабагского района Кашкадарьинской области в 2016-2020 годах.

Материалы и методика исследования. Объектом исследования была взята 1,2-репродукция семенного материала раннего сорта Кувонч-1656м, Binella, Cosmos, Гала; среднераннего сорта Sante, Kondor, Arizona, Saviola (Голландия), Бахро-30 и Бардошли-3. Изучали следующие сидератные культуры: 1. Озимая вспашка (контроль); 2. Весенняя вспашка; 3. Рапс - Немерчанский-2268; 4. Масличная редька - Радуга; 5. Ячмень - Тимур; 6. Горох - Восток-55; 7. Горчица сизая - Юбилейная; 8. Горох + масличная редька.

Площадь делянки по сидератам - 168 м^2, а по сортам 28-56 м^2, повторность опыта трех-четырехкратная. Посев сидератов осуществляли 18-25 октября, норма высева: рапса - 16,0; ячменя - 160; гороха - 70; горчицы сизой - 14,0; масличной редьки - 20,0 кг/га; а при совмещенном посеве культур норму брали пополам. Поливали 2 раза - осенью и весной.

У озимых сидератов за 10-12 дней до посадки картофеля определяли урожайность биомассы в период массового цветения или колошения, затем с помощью агрегата КИР-1,5 измельчали, дисковали и запахивали на глубину 28-30 см.

На опытных участках все учеты, анализы, наблюдения и мероприятия проводили на основе общепринятых методик и рекомендаций [4,5]. Статистическая обработка полученных данных осуществлялась с помощью программы Microsoft Excel и SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

Результаты исследования. Установлено, что в условиях староорошаемых типичных серозёмных почв Кашкадарьинской области при изучении посева рапса, масличной редьки, ячменя, гороха и сизой горчицы в чистом виде, а также смеси гороха+редьки масличной в качестве сидератных культур в летние и осенние периоды, урожайность биомассы с гектара составила осенью 19,3-30,2 т, весной 22,1-35,1 тонны. Наивысшая урожайность биомассы в оба периода получена в условиях посева масличной редьки в чистом виде и смеси гороха+масличной редьки. Урожайность биомассы осенних сидератов была на 3,7-4,9 т/га выше летних сидератов.

После внесения биомассы сидератных культур как зелёных удобрений улучшились механические, физические, водные свойства, микробиологические особенности и плодородие почвы, особенно при внесении в осенний период гороха, сизой горчицы, рапса в чистом виде и смеси гороха+масличной редьки, в пахотном слое по сравнению с контрольным вариантом наблюдалось увеличение доли макроагрегатов на 5,1-8,9, микроагрегатов на 4,3-5,8 %, водопроницаемость на 67,9-118,1 м^3 или больше на 14,3-24,5 %, уменьшение объемной массы на 0,02-0,04 г/см^3, степень засорённости сорняками не превышала 7,4-17,5 % или 1 и 2 баллов, количество дождевых червей на 1 м^3 пахотного слоя увеличилось в 3,1-6,3 раза, в результате чего содержание гумуса составило до 0,02-0,03 %, валового азота, фосфора и калия, особенно нитратного азота 7,4-10,04, подвижного фосфора 14,4-16,3, обменного калия 10,4-21,1 мг/кг.

При изучении рапса, масличной редьки, ячменя, гороха и сизой горчицы в осенний период, рапса и сизой горчицы на семена в летний период урожайность семян с гектара составила: осеннего рапса - 22,7-24,3, осенней сизой горчицы - 17,8-19,6, масличной редьки - 22,0-23,5, гороха - 26,7-28,5, осеннего ячменя - 83,0-85,0 центнеров, весеннего рапса - 15,5-16,7; сизой горчицы - 13,5-14,5 ц/га.

Рапс и сизая горчица обеспечили дополнительный урожай семян на 7,2-7,6 и 4,3-5,1 центнеров семян при осеннем посеве по сравнению с весенним периодом.

Все сорта картофеля, испытанные после осенних и летних сидератных культур, имели высокую полевую всхожесть семенных клубней, интенсивное появление всходов, рост и развитие, что существенно повлияло на продолжительность вегетационного периода. При использовании в качестве сидератных культур гороха, сизой горчицы в чистом виде и смеси гороха+масличной редьки картофель ранних сортов Кувонч-1656м, среднеранних сортов Бахро-30, Sante, Kondor, Arizona, Saviola и Бардошли-3 показал повышение полевой всхожести семенных клубней на 2,7-3,5 %, появление всходов раньше на 3-5 дней и увеличение вегетационного периода до 4-10 дней.

При использовании сидератных культур рост и развитие среднеранних сортов картофеля происходит интенсивнее, чем у скороспелых, формирует высокорослую (высотой 66,4-83,6 или 10,0-16,4 см), многостеблевую (4,2-5,7 или более 1,1-1,7 шт.), мощную ботву (401,6-495,3 г) и корневую систему с широкой листовой поверхностью (69,6-72,1 или более 19,9-21,3 тыс. $м^2$). В результате продуктивность этих сортов составила 593,0-998,8 г с куста, количество клубней - 6,7-11,2, средняя масса одного клубня - 74,7-91,4 грамма. Наименьший рост, развитие и листообразование наблюдали у всех сидератных культур (49,1-68,9 тыс. $м^2$/га) при посадке картофеля раннего сорта Кувонч-1656м и ячменя как сидератной культуры (64,4-67,3 тыс. $м^2$/га).

В условиях летних сидератов урожайность сортов картофеля с гектара составила 30,2-36,7 тонн. Самые высокие урожаи (32,4-36,7 т/га) были получены у среднеранних сортов Бахро-30, Sante, Kondor, Arizona и Бардошли-3 после летних сидератных культур гороха и сизой горчицы в чистом виде и смеси гороха и масличной редьки. При этом дополнительный урожай по сравнению с контрольным вариантом (осенняя вспашка) составил с гектара 4,4-9,0 тонны или 19,9-32,5 %.

Путем правильного подбора летних сидератов и среднеранних сортов картофеля показано, что можно повысить урожайность на 29-36 тонн с гектара, в том числе урожай семенных клубней на 20-27 тонн с коэффициентом размножения 6,0-8,0. При посадке репродукции семенных клубней этих сортов картофеля была получена наибольшая урожайность (22,6-27,7 т/га), доля вырожденных клубней снизилась до 3,0-3,6 %, получен здоровый экологически чистый урожай.

Наивысшая урожайность (29,4-39,6 или 6,0-11,4 т/га дополнительно), из них товарная урожайность 28,2-39,1 т/га, урожай семенных клубней 19,5-29,2 т/га, коэффициент размножения в пределах 5,9-8,6 у среднеранних сортов картофеля Kondor, Arizona, Saviola и Бардошли-3 зафиксированы при использовании гороха, сизой горчицы и смеси гороха+масличной редьки в качестве осенних сидератных культур (таблица 1).

При применении в картофелеводстве гороха, рапса, сизой горчицы в чистом виде и смеси гороха+масличной редьки в качестве сидератных культур полевая всхожесть семенных клубней сортов картофеля составила 96,0-98,6 %, всходы появляются раньше на 3-4 дня, вегетационный период удлинялся до 6-7 дней, высота растения достигла прироста 9,8-15,6 см, количество стеблей в кусте на 1,4-2,0 шт. больше, отмечено резкое снижение заражения растений вирусными заболеваниями (явной: 7,6-16,1, скрытой: 23, 4-27,9 %), улучшилось семенное качество клубней. Особенно резко снизилось заражение растений и клубней

вирусными заболеваниями по сортам после применения в осенний период сизой горчицы, рапса, гороха, редьки масличной в чистом виде и смеси гороха+масличной редьки. При этом повысилась урожайность с гектара на 23,5-30,0 т/га и обеспечено производство здоровой (доля вырожденных клубней менее 3,5-4,0 %) экологически чистой товарной продукции.

Таблица 1 Влияние озимых сидератных культур на урожайность среднеранних сортов картофеля

№	Варианты сидератов	Урожайность по годам, т/га			Средняя урожайность,	По сравнению с контролем	
		2017	2018	2019	т\га	т\га	%
У сорта Arizona							
1	Озимая вспашка (контроль)	30,1	25,8	28,9	28,2	-	100,0
2	Весенняя вспашка	27,9	24,4	25,6	25,9	-2,3	91,8
3	Рапс	33,7	33,8	34,5	34,0	5,8	120,5
4	Масличная редька	33,0	33,2	34,1	33,4	5,2	118,4
5	Ячмень	32,1	32,3	33,0	32,4	4,2	114,9
6	Горох	37,9	39,7	41,4	39,6	11,4	140,4
7	Горчица сизая	36,8	38,5	39,1	38,1	9,9	135,1
8	Горох+Масличная редька	37,2	39,0	40,1	38,7	10,5	137,2
	$S_{\bar{x}} = (\%)$	**1,06**	**1,15**	**1,25**			
	НСР$_{0,5}$= (т/га)	**1,2**	**1,07**	**1,3**			
У сорта Saviola							
9	Озимая вспашка (контроль)	30,1	25,6	28,7	28,1	-	100,0
10	Весенняя вспашка	27,8	24,3	25,5	25,8	-2,3	91,8
11	Рапс	33,4	33,9	34,3	33,8	5,7	120,2
12	Масличная редька	32,9	33,6	34,0	33,5	5,4	119,2
13	Ячмень	31,7	32,5	32,9	32,3	4,2	114,9
14	Горох	35,4	37,5	39,2	37,3	9,2	132,7
15	Горчица сизая	34,6	36,5	37,0	36,0	7,9	128,1
16	Горох+Масличная редька	35,0	37,2	37,7	36,6	8,5	130,2
	$S_{\bar{x}} = (\%)$	**1,03**	**1,08**	**1,12**			
	НСР$_{0,5}$= (т/га)	**1,14**	**1,03**	**1,05**			
У сорта Бардошли-3							
17	Озимая вспашка (контроль)	30,0	25,3	28,6	27,9	-	100,0
18	Весенняя вспашка	27,6	24,1	25,4	25,7	-2,2	92,1
19	Рапс	31,5	31,9	32,8	32,0	4,1	114,7
20	Масличная редька	30,8	31,5	32,3	31,5	3,6	112,9
21	Ячмень	30,4	30,8	31,2	30,8	2,9	110,4
22	Горох	34,4	35,5	36,6	35,5	7,6	127,2
23	Горчица сизая	32,3	33,8	34,7	33,6	5,7	120,4
24	Горох+Масличная редька	32,5	34,9	35,3	34,2	6,3	122,6
	$S_{\bar{x}} = (\%)$	**1,17**	**1,27**	**1,21**			
	НСР$_{0,5}$= (т/га)	**1,21**	**1,3**	**1,08**			

Выводы. В условиях орошаемых типичных сероземных почв для получения 35-38 т/га и более урожаев эффективными оказались среднеранние сорта картофеля - Sante, Kondor, Arizona, Saviola, Бахро-30, Бардошли-3 и озимые сидератные культуры - горох, горчица сизая и горох + масличная редька. При этом улучшаются механический состав, физические, водные свойства, микробиологи-

ческие особенности и другие элементы плодородия почвы, а также снижаются степени засоренности посевов сорняками.

Библиографический список

1. Орипов Р.О. Фитосанитарное и биоэнергетическое значение промежуточных культур. Ташкент.1988. 50 с.
2. Холиков Б.М. Повторные культуры и плодородие почвы. // Ж. Сельское хозяйство Узбекистана. Ташкент. 2004. № 5. С.42.
3. Терехов И.В. Сидераты эффективны// Ж. Картофель и овощи. Москва. 2015. № 7. С.33-34.
4. Методика исследований по культуре картофеля. Москва. ВНИИКХ. 1967. 204 с.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва. 1985. 351 с.
6. https://floristics.info/ru/stati/ogorod/2475-sideraty-kogda-seyat-i-zakapyvat-zapakhivat.html.

Сведения об авторах

1. Остонакулов Тоштемир Эшимович, ORCID 0000-0002-7733-7440, доктор сельскохозяйственных наук, профессор Самаркандская научно-опытная станция НИИОБКиК, г.Самарканд. e-mail: t-ostonakulov@mail.ru.
2. Усмонов Носир Нурманович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Каршинского ИЭИ, г. Карши.
3. Рузиева Манзура Каримовна, магистрант Каршинского ИЭИ, г. Карши.

Authors' personal details

1. Ostonakulov Toshtemir Eshimovich, ORCID 0000-0002-7733-7440, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Samarkand Scientific Experimental Station of the Scientific Research Institute of Vegetable and Melon Crops and Potatoes, Samarkand. e-mail: t-ostonakulov@mail.ru.
2. Usmonov Nosir Nurmanovich, candidate of agricultural sciences, associate professor of the Karshi Institute of Power Engineering, Karshi.
3. Ruzieva Manzura Karimovna, master student of the Karshi Institute of Power Engineering, Karshi.

УДК 622.765
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-118-123

А.Б. Хани, А.Т. Канаев, М.Е. Исмаилова
A.B. Khani, A.T. Kanayev, M.E. Ismailova

Научно-исследовательский институт проблем биотехнологии Жетысуского государственного университета им. И.Жансугурова, г. Талдыкорган, Казахстан
Scientific and Research Institute of Biological Diseases of Zhetysu state University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan, Kazakhstan

ТЕХНОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР АНАНАСА В ТЕПЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ В КАЗАХСТАНЕ
TECHNOLOGY AND METHODS OF GROWING PINEAPPLE FRUIT CROPS IN GREENHOUSES IN KAZAKHSTAN

Аннотация. Наиболее распространенное название объекта исследования: pineapple (на английском языке); Piña (на испанском языке); abacaxi (на порту-

гальском языке); annachi Pazham (Тамильский); Nanas (на малазийском языке); Ananas (на многих языках) [1]

Плоды ананаса, хотя и считаются сорной травой во многих странах, вскоре были признаны в ряде стран, и до конца XIII века распространились на большую часть тропического мира, включая Африку, Индию, Китай и Филиппины. Ананас, который был введен на Гавайях в конце VIII века, где ананас стал важной плодовой культурой государства. В современных экономических условиях правительство Республики Казахстан (далее-РК) уделяет особое внимание вопросам диверсификации экономики страны и снижения импортозависимости РК. В этой связи большое значение придается научным исследованиям в области научной биологии, так как в современных условиях работы по выращиванию и адаптации новых растений должны полностью удовлетворять потребности страны в продовольствии, а в некоторых случаях могут заменить импортную продукцию казахстанской продукцией, выращенной в Казахстане.

Abstract. The most common name of the research object is: pineapple (in English); Piña (in Spanish); abacaxi (in Portuguese); annachi Pazham (Tamil); Nanas (in Malaysian); Ananas (in many languages) [1].

Pineapple fruit, although considered a weed in many countries, was soon recognized in a number of countries, and by the end of the thirteenth century had spread to most of the tropical world, including Africa, India, China, and the Philippines. Pineapple, which was introduced to Hawaii in the late eighth century, where pineapple became an important fruit crop of the state. In the current economic conditions, the government of the Republic of Kazakhstan (hereinafter-RK) pays special attention to issues of diversification of the economy and reduce import dependence of Kazakhstan. In this regard, great importance is attached to scientific research in the field of scientific biology, since in modern conditions, work on growing and adapting new plants must fully meet the country's food needs, and in some cases can replace imported products with Kazakh products grown in Kazakhstan.

Ключевые слова: ананасы, розетки, теплицы, отбор проб,плодовые культуры.

Key words: pineapples, rosettes, greenhouses, sampling, fruit crops.

Введение. Ананас (относится к группе семейств бромелиевых), в основном тропическое растение семейства травянистых, произрастающее в странах с умеренным и влажным климатом. Страна, которая начала выращивать ананас первой, это Бразилия, но со временем люди научились создавать благоприятные условия для выращивания ананаса, в результате чего теперь плантации ананаса можно встретить по всему миру, например, в России, Китае, Малайзии и других странах [1].

В апреле 2015 года в нашей области прошла инвестиционная выставка из 100 уникальных проектов, среди проектов наибольший интерес вызвал проект по выращиванию ананасовых культур в тепличных условиях. Поэтому выращенный у нас ананас может быть востребован на нашем рынке, и даже со временем можно полностью охватить спрос страны на такой экзотический продукт, как ананас.

Однако, прежде чем приступить к выращиванию ананаса в Казахстане, необходимо особое внимание уделить изучению биологических особенностей

ананаса, методологии выращивания ананаса из «розетки» листьев, созданию благоприятных климатических условий, схожих с умеренным тропическим климатом. Все необходимые условия для выращивания ананаса, а также процессы адаптации и акклиматизации высаженных культур, качество продукции и ее увеличение и многие другие вопросы будут рассмотрены в данной магистерской диссертации, и это является актуальной проблемой нашей работы.

Цель. Целью исследования вырастить плодовых культур ананаса в тепличных условиях.

Материалы и методика исследования. Методы исследования определили технологию выращивания ананаса в тепличных условиях на территории Казахстана.Проведенные исследования показали, что технология и методы выращивания плодовых культур ананаса в тепличных условиях достигнуты [1].

В разные годы, изученные разными учеными, существует несколько технологий выращивания ананаса. В 1984 году ботаник Ян Гарриевич Салгус, специалист по тропической и субтропической флоре, начал заниматься изучением ананасовых культур [7]. Технология салгуса предполагает правильный выбор посадочного материала, то есть позволяет высаживать» крону-рубрику". Выбирается посадочный материал, как правило, это зрелый, золотистого цвета спелый плод. О спелости плода можно узнать по его большему весу, по сравнению с его размерами, а также по тому, созревает ли плод, имеет очень важное значение. При этом при выборе стоит обратить внимание на его листья: густая зеленая листва – залог свежего ананаса.В случае, когда листья, самостоятельно, легко отрываются от розетки, это признак спелого ананаса [3].

«Рубрики» для посадки должны быть стандартными, холодостойкими, здоровыми и без вредителей, без механических повреждений. При транспортировке необходимо учитывать следующие условия температуры воздуха: отсутствие минусов – чтобы корни не замерзли; жаркие и ветреные-чтобы корни не пересыхали. При транспортировке корни "розетки" необходимо по возможности упаковать в тару, чтобы они были водянистыми или водянистыми. Далее, перед посадкой «рубрикатора" их лучше обрезать так как они поврежденный лист. Готовые к посадке "рубрики" засыпают смесью навоза и глины, затем укладывают в подготовленные небольшие ямы.

Ананасы «рубрики» высаживают весной и (или) осенью, в зависимости от климатических условий и организаторских способностей хозяйства.

В весеннее время вегетация начинается с начала цветения, но, для выращивания ананаса, на ранней стадии развития, время весенних посевных работ слишком узкое, всего 15-19 дней. При осенних посевных работах увеличивается до 26-35 дней. Рассада, высаженная осенью, подвержена риску отморожения, так, ананас следует закаливать в теплый период. При этом устойчивость растений растет из года в год.

Первый способ, в свое время Я. Г. Салгусу, изобрел специалист по выращиванию тропических культур, выбрал способ посадки ананаса с кончика листа [8; 5]. Вытащили рубрику, затем удалили несколько листьев, оставив немного плодов (рис.16.), ставят на сушку на два дня. Позже посадили в теплицу.Выводы. Таким образом, обследования уточняли видовой состав сорняков и их площадь распространения. При этом, без выделения видов сорняков на многолетние и однолетние практически не представляется возможным обоснование по примене-

нию ассортимента гербицидов (почвенные или повсходовые, против двудольных или злаковых).

Второй способ: чтобы участки не пересыхали, листовую розетку аккуратно вынимают из нижней части плодового сгустка, а чтобы плод не загнивал, края очищают активным углем (рис. 17). Почищенную углем "розетку" также поместили в теплицу.

Третий способ: аккуратно вынуть розетку листьев из-под плодовых гроздей, положить на 2 дня в стакан с водой, не размягченной и застоявшейся, а затем посадить в теплицу (рис.18.).



Рисунок 16
Обрезка кончика розетки листьев ананаса на котором сосредоточены плоды

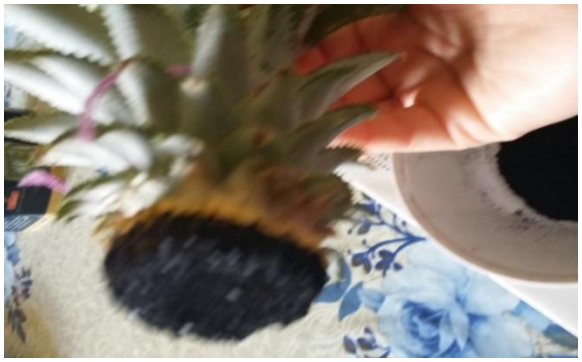


Рисунок 17
Обрезка кончиков без мякоти розеток листьев ананаса,
обработанных порошком активированного угля



Рисунок 18
Срезание кончика розетки листьев ананаса в стакане отстоявшейся воды

Четвертый способ: аккурат вынуть розетку листьев из нижней части плоской грозди, не размягчая, и поставить их на воду в ведро с водой, а затем выйти в теплицу.

В апреле 2018 года, в теплицу были посажены ананасы, перед посадкой ананасы заранее подготовили Почу, очистили от посторонних предметов, а перед посадкой - оставили 10 ананасовых розеток в корневом растворе на сутках (рис.19.) и на следующий день посадили все ананасовые "розетки". После посадки все ананасы, согласно инструкции, поливают 10 гр корневого раствора на 10 л воды.

Поливают ананас рано утром или поздно вечером, так как днем температура воздуха внутри теплицы достигла 40 °С. на солнце «рубрику» поливали пульверизатором, опрыскивая водой, чтобы листья не пересыхали. Можно было бы и не опрашивать, но опрашивание (хотя бы через день) поможет почувствовать себя лучше, потому что ананас любит влажность.



Рисунок 19
Посадка ананасов и полив корневым раствором

Таблица 12 Рост и развитие листьев ананаса в глухом грунте, см

Месяцы	Длина	Ширина	Длина	Ширина	Длина	Ширина
	Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3	
май	6	2	6	2	6	2
август	10	3	15	3	10	2
сентябрь	14	3,5	24	3,5	15	2,3
октябрь	16	3,8	27	3,8	17	2,5
ноябрь	18	3,8	30	3,8	19	2,5
декабрь	18	3,8	30	3,8	19	2,5
январь	18	3,8	30	3,8	19	2,5
февраль	18	3,8	30	3,8	19	2,5

Первые месяцы не было "признаков жизни", даже некоторые поврежденные листья начали высыхать.Многие новые листья, примерно через 3-4 месяца, появились из середины рубрики, а некоторые увядают. В середине июня один кустик, хорошо освещенный, был пересажен в открытый грунт. Работы по

очистке и подкормке от вредителей начались с сентября 2018 года. По нашим наблюдениям, в декабре 2018 года в замкнутом и открытом грунте произрастали бромелиены,отличительные черты.

Выводы. Период роста и развития посевов ананаса, выращиваемых в Казахстане, в несколько раз дольше, чем в естественных условиях, а молодые культуры обладают способностью продлевать период роста и развития. Поэтому молодые, еще слабые листья зимой отмирают. Чтобы получить хорошие плоды, мы изучили их биологические характеристики и влияние окружающей среды на ананасы. В своих исследованиях мы пришли к выводу, что ананасы, выращенные в закрытом слое, лучше заземлены, чем ананасы, выращенные в открытом грунте, а также локализуются за счет внесения удобрений.

Библиографический список

1. Елена Куренкова; Ананас Издательство: Научная книга, 2013. - 120с.
2. Кашин С. Ананас, папайя, финики, хурма, манго, бананы. Чудо-доктора от 100 болезней -Москва; РИПОЛ классик,2014.
3. Кудайбергенова Б.М.Кылышбаева Г.Б.//Биологические особенности ананаса// МОН РК. Научные труды ЮКГУ им. М. Ауэзова// 2014. -92-95с.
4. Ju Russ Martin (8 October 2010). "Dole Responds to Costa Rican Pineapple Criticism". Fijatevos.com – Costa Rica.
5. Duane P. Bartholomew (2009). "'MD-2' Pineapple Transforms the World's Pineapple Fresh Fruit Export Industry" (PDF). Pineapple News 16: 2–5. Retrieved 3 September 2014.
6. Morton, Julia F(1987)."Pineapple,Ananas comosus".Retrieved 2011-04-22.
7. Diseases of Pineapple (Ananas comosus(L.)Merr.). Apsnet.org. Retrieved 28 March 2011.
8. Ян Салгус, Ананас - тропический МЕМСТЬ 14.12.2004.
9. http://www.floralworld.ru/encyclopedia/plants/ Ananas.html.

Сведения об авторах

1. Хани Арайлым Бакытжанкызы, магистр естественных наук, Жетысуский университет имени И.Жансугурова, Талдыкорган, Казахстан, arailim. khani@mail.ru.
2. Канаев Ашимхан Токтасынович, доктор биологических наук, профессор, Жетысуский университет имени И.Жансугурова, Талдыкорган, Казахстан.
3. Исмаилова Мадина Ерполаткызы, магистр технических наук, Жетысуский университет имени И.Жансугурова, Талдыкорган, Казахстан, madin_ 240896@mail.ru.

Authors' personal details

1. Kanayev Ashimkhan Toktasynovich, ORCID 0000-0002-3231-71396, Doctor of Biological Sciences, Professor, Zhetysu University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan, Republic of Kazakhstan, email: ashim1959@mail.ru.
2. Khani A.B., master of Science in Science, Zhetysu University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan, Republic of Kazakhstan, email: arailim.khani@mail.ru.
3. Ismailova M.E. master of Engineering Science, Zhetysu University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan, Republic of Kazakhstan, email: madin_240896@ mail.ru.

УДК 67.08:631.4:581.1
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-124-128

М.Г. Юркевич, Р.Р. Сулейманов
M.G. Yurktvich, R.R. Suleymanov

Институт биологии – обособленное подразделение
ФГБУН ФИЦ «Карельский научный центр Российской академии наук»,
г. Петрозаводск, Россия
Уфимский институт биологии УФИЦ РАН, г. Уфа, Россия
Institute of Biology of the Karelian Research Centre of the Russian Academy
of Sciences, Petrozavodsk, Russia
Ufa Institute of Biology, Ufa Federal Research Center,
Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

ВЛИЯНИЕ ЛИГНОСУЛЬФОНАТА НАТРИЯ НА СУГЛИНИСТУЮ ПОЧВУ И РАСТЕНИЯ ОГУРЦА
INFLUENCE OF SODIUM LIGNOSULFONATE ON LOAM SOILS AND CUCUMBER SPROUTS

Аннотация. При производстве целлюлозы одним из побочных продуктов, создающим определенные экологические проблемы при утилизации, является лигносульфонат натрия. Лигносульфонат богат органическими и минеральными веществами, содержит макро и микроэлементы, в связи с чем потенциально может быть использован в качестве удобрения в сельском хозяйстве. В данном исследовании было изучено влияние лигносульфоната натрия на агрохимические показатели (содержание азота, калия, кальция, магния и натрия) дерново-подзолистого суглинистого, глинистого, песчаного почво-грунта. Лигносульфонат натрия вносили в почво-грунт в концентрациях 0 %, 1 %, 2,5 %, 5 % и 10 % от веса сухой почвы. Образцы инкубировали при постоянной температуре (23 ºС), постоянной влажности 70 % в течение 90 дней.

Результаты исследований показали, что внесение лигносульфаната в модельную почву в малых концентрациях оказывало раскисляющее действие независимо от внесенной концентрации и повышало содержание в почве калия, кальция, магния и натрия, но снижало содержание азота. При этом существенно увеличивалась концентрация буферного раствора, что проявлялось в физиологическом отклике растений. Результаты исследований позволяют рекомендовать применение лигносульфоната натрия в малых концентрациях на кислых почвах с обязательным добавлением азотных удобрений.

Abstract. In the production of cellulose, one of the by-products that creates certain environmental problems during disposal is sodium lignosulfonate. Lignosulfonate is rich in organic and mineral substances, contains macro and microelements, and therefore can potentially be used as a fertilizer in agriculture.In this study, the influence of sodium lignosulfonate on the agrochemical parameters (nitrogen, potassium, calcium, magnesium, and sodium content) of sod-podzolic loamy, clay, and sandy soil was studied. Sodium lignosulfonate was added to the soil in concentrations of 0 %,

1 %, 2,5 %, 5 % and 10 % of the weight of dry soil. The samples were incubated at a constant temperature (23 ° C), a constant humidity of 70 % for 90 days. The results of the studies showed that the introduction of lignosulfanate into the model soil in low concentrations had a deoxidizing effect regardless of the applied concentration and increased the content of potassium, calcium, magnesium and sodium in the soil, but reduced the nitrogen content. At the same time, the concentration of the buffer solution significantly increased, which was manifested in the physiological response of plants. The results of the research allow us to recommend the use of sodium lignosulfonate in low concentrations on acidic soils with the mandatory addition of nitrogen fertilizers.

Ключевые слова: лигносульфонат, суглинистые почвы.

Key words: lignosulfonate, loam soils.

Введение. Одним из критериев продовольственной безопасности является продовольственная независимость страны и её регионов, для обеспечения которой требуется стабильность и устойчивый рост сельскохозяйственного производства. К сожалению, в зонах рискованного земледелия для этого существуют объективные препятствия, что связано с экстремальным и неустойчивым климатом, а также низким естественным плодородием почв. К подобным зонам, в которых устойчивая урожайность культур подвергается постоянным рискам, относится практически весь Русский Север. Решение задачи повышения производительности сельского хозяйства, наряду с другими мерами, может быть связано с поиском новых приемов и способов повышения эффективности использования почв, в том числе и создание искусственно улучшенных почв. Научно обоснованное создание искусственной почвы позволит существенно расширить базу сельскохозяйственного производства в северных районах страны, где в связи со сложными климатическими условиями естественное восстановление плодородного слоя происходит десятилетиями. Использование результатов данного исследования внесет вклад в укрепление продовольственной безопасности Европейского Севера нашей страны, где проживает значительная часть населения России.

Северные регионы России являются основными площадками размещения предприятий целлюлозно-бумажной промышленности (ЦБК), одним из основных видов отходов данного производства является лигнофульфанат натрия. Лигносульфонаты - водорастворимые сульфопроизводные биополимера лигнина, представляют собой побочный продукт при сульфитном способе производства целлюлозы. Данный побочный продукт целлюлозно-бумажной промышленности является источником получения биологически-активных соединений, органических азотсодержащих удобрений пролонгированного действия, поверхностно-активных и комплексообразующих веществ, нужных растительных организмам. Лигносульфонатыбогаты различными органическими и минеральными веществами. В состав входит лигнин древесины, полисахариды, неотмытые после гидролиза моносахара, минеральные и органические кислоты, зольные элементы и некоторые другие соединения. Лигносульфонаты содержат серу, кальций, магний, калий, углерод, водород, кислород, фосфор, а также 28 микроэлементов [1].

Несмотря на широкий спектр возможных областей применения, весь объем лигносульфонатов, образующихся в результате варки древесины, не находит

промышленного использования и создает экологические трудности для сульфит-целлюлозных предприятий [2].

Анализ немногочисленных литературных источников показывает возможность применения отходов в качестве биостимуляторов отдельных агрокультур. Так в работе Lvetal. [3] обсуждается положительное влияние лигнина на активность корней *Malushupehensis* и на содержание почвенного азота и органического вещества. Было определено, что внесение в почву лигносульфонатов может способствовать увеличению урожая бобовых культур на 50 %, а капусты на 19 % [4]. Наиболее целесообразно использовать лигнин и продукты его переработки в виде компостов с минеральными удобрениями. В этом случае используются сорбционные свойства лигнина: он удерживает минеральные компоненты, предохраняя от быстрого вымывания атмосферными осадками, и создает условия для их постепенного усвоения растениями. Исследования проводимые [5-7] выявили возможность применения лигнина и лигносульфоната для производства удобрений с контролируемым высвобождением, гидрогелевых удобрений и стабилизаторов почвы. Лигносульфонаты обладают уникальными физико-химическими свойствами, которых нет у других видов лигнинов. При взаимодействии с катионами железа и другими биогенными металлами они образуют хелатные комплексы, которые могут быть использованы в сельском хозяйстве для устранения хлороза растений [8].

Попадание лигоносульфаната в водоемы со сточными водами рассматривается как один из показателей их загрязненности, однако, ввиду высокого содержания в них органических и минеральных веществ, в последние годы обсуждается возможность его использования для повышения почвенного плодородия.

Как активные ионообменные материалы лигносульфонаты способствуют удалению из почвы элементов, препятствующих нормальному росту растений [1]. Отмечена роль лигносульфананта при рекультивации почв, загрязненных свинцом и медью, а так же возможность извлечения из почвы аммонийного азота, доступного фосфора и калия [9].

Цель. В связи с вышесказанным, цель наших исследований состояла в изучении отклика дерново-подзолистых почво-грунтов различного гранулометрического состава на применение лигносульфоната натрия.

Материалы и методы. В модельном эксперименте исследовали влияние лигносульфоната натрия (ЛГС) на почвенные показатели.

Предварительно готовили почво-грунт путем внесения в дерново-подзолистую суглинистую, дерново-подзолистую глинистую, дерново-подзолистую песчаную почву лигносульфоната натрия в дозе 0 %, 1 %, 2,5 %, 5 % и 10 % от веса сухой почвы. Почву предварительно подготавливали просеиванием через сито 1 мм. Образцы инкубировали при постоянной температуре (23 °С), постоянной влажности 70 % и регулярным перемешиванием (1 раз в 7 дней) в течение 90 дней.

В почвенном растворе определяли содержание общего азота по Кьельдалю, K, Na, Ca, Mg атомно-эмиссионным и атомно-абсорционным методом на атомно-абсорционном спектрофотомере (Shimadzu, Япония), pH KCl.

Результаты исследований. Анализ полученных данных позволил установить, что внесение лигносульфоната (ЛС) натрия в дерново-подзолистый суглинистый почвогрунт в малых концентрациях (1 и 2.5 %) существенно повышало

содержание в нем калия (от 169.7 мг/кг в контроле до 389.1 – 431. 6 мг/кг соответственно) и обменных катионов, но снижало содержание азота независимо от внесенной дозы отхода. Концентрация Mg, Ca и Na возрастала в среднем в 4.3, 2.3 и 5.7 раз, соответственно, что оказывало подщелачивающее действие на почву. Реакция почвенного раствора увеличивалась на 0.7-0.8 единиц. При концентрации ЛС в почве 2.5 % величина pH солевого раствора возрастала с 4.93 до 6.19. При этом существенно увеличивалась концентрация буферного раствора, что проявлялось в физиологическом отклике растений. Значительное снижение содержания азота в почве влияло на долю его инвестирования в процесс фотосинтеза и скорость роста растений.

На дерново-подзолистом глинистом почво-грунте внесение лигносульфоната натрия содействовало снижению содержания калия пропорционально концентрации вносимого лигносульфоната с 276,4 мг/кг в контроле до 77,6 мг/кг при максимальной концентрации (10 %). Пропорционально увеличению дозы лигносульфоната натрия в почво-грунте возрастает содержание Na, Ca, Mg в 1,7-3,8 раза. Содержание азота и фосфора практически не изменилось.

На дерново-подзолистом песчаном почво-грунте внесение лигносульфоната не оказало существенного влияния на содержание содержание калия при средних концентрациях (5 и 10 %) и снижало при малых концентрациях в 1,2-1,5 раза. Концентрация Mg, Ca и Na возрастала соответственно в 3…5,3; 2 …3 и 3…9 раз, что оказывало подщелачивающее действие на почву. Содержание азота и углерода изменилось в пределах погрешности. Содержание фосфора увеличилось пропорционально дозе в 1,2 раза, однако при высокой концентрации (10 %) содержание фосфора практически не изменилось. При этом существенно увеличивалась концентрация буферного раствора, что проявлялось в физиологическом отклике растений. Значительное снижение содержания азота в почве оказало влияние на долю его инвестирования в процесс фотосинтеза, что повлияло на снижение роста растений.

В связи со значительным увеличением буферности почвенного раствора высокий уровень магния, кальция и особенно натрия в суглинистой и глинистой почве привела к изменению агрегатного состояния почвы, её уплотнению и свойственным солонцам характеристикам. Солонцы отличаются агрономически отрицательными водно-физическими и физико-механическими свойствами. В сухом состоянии они плотного сложения, а во влажном сильно набухают, вязкие, липкие. Водопроницаемость низкая, количество влаги, недоступной растениям, высокое. Переход суглинистой и глинистой почвы в солонцовую оказывает крайне негативное влияние на развитие растений огурца.

Выводы. Содержание лигносульфоната натрия в суглинистом почво-грунте оказывало раскисляющее действие независимо от внесенной концентрации. Внесение ЛГС повышало содержание в почве калия, кальция, магния и натрия, но снижало содержание азота.

Лигносульфанат снижал накопление растениями биомассы и долю корней в общей массе. С повышением концентрации ЛГС в почве степень ингибирования ростовых процессов увеличивалась.

Лигносульфанат не повлиял на устьичный режим листьев и транспирационные потери воды, но в зависимости от концентрации сокращал содержание воды в листе.

Фотосинтетическая активность растений частично подавлялась в условиях высокого содержания в почве ЛГС.

Лигносульфанат не способствовал повышению устойчивости растений к низкой температуре.

**** Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № 19-29-05174/19***

Библиографический список

1. Максимов В.Ф., Стадницкий Г.В. Введение в специальность: учеб. пособие для вузов. Л: Химия, 1988, с.168.

2. Осовская И.И., Кухаренко Ю.А., А.Л. Ковжина, Г.М. Полторацкий Лигносульфонаты - добавки в композиции лакокрасочных материалов: учебное пособие / под ред. Г.М.Полторацкого / ГОУВПО СПбГТУРП. СПб., 2010. 36с.

3. Lv T. Effects of Lignin on Root Activity and Soil Nutrients of Malushupehensis. var. pingyiensis under the Use of Organic Fertilizer // Agricultural Sciences. 2017. Т. 8. № 5. С. 341-350.

4. Savy D. Humic-like water-soluble lignins from giant reed (Arundodonax L.) display hormone-like activity on plant growth // Journal of Plant Growth Regulation. 2017. Т. 36. № 4. С. 995-1001.

5. Adam G. A. Lignin-based multipurpose fertilizers: пат. 9039803 США. 2015.

6. Martinez R. A. G. Fertilizer having reduced biuret content: заяв. пат. 1511 0787 США. 2016.

7. Jiao G. J. Controlled-Release Fertilizer with Lignin Used to Trap Urea/Hydroxymethylurea/Urea-Formaldehyde Polymers // BioResources. 2018. Т. 13. №. 1. С. 1711-1728.

8. Хабаров Ю.Б., Вешняков В.А., Кузяков Н.Ю. Получение и применение комплексов лигносульфоновых кислот с катионами железа // Лесной журнал 2019. № 5. С. 167-187 DOI: 10.17238/issn0536-1036. 2019.5.167.

9. Liu Q. Potassium lignosulfonate as a washing agent for remediating lead and copper co-contaminated soils // Science of The Total Environment. 2019. Т. 658. С. 836-842.

Сведения об авторах

1. Юркевич Мария Геннадьевна, кандидат сельскохозяйственных, заведующая лабораторией экологии и географии почв Института биологии – обособленного подразделения ФГБУН ФИЦ «Карельский научный центр Российской академии наук», г. Петрозаводск, ул. Пушкинская д.1, e-mail: svirinka@mail.ru.

2. Сулейманов Руслан Римович, доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории почвоведения Уфимского Института биологии УФИЦ РАН, г. Уфа, пр. Октября, 69, e-mail: soils@mail.ru.

Authors' personal details

1. Yurkevich Maria Gennadyevna, candidate of agricultural sciences, head of the Laboratory of Ecology and Geography of Soils, Institute of Biology of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, ul. Pushkinskaya, 1, -mail: svirinka@mail.ru.

2. Suleymanov Ruslan Rimovich, doctor of biological sciences, chief researcher of the laboratory of Soil Science of the Ufa Institute of Biology, Ufa Federal Research Center, Russia Academy of Sciences, Ufa, prospekt Oktyabrya, 69, e-mail: soils@ mail.ru.

УДК 631.4
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-129-135

Р.Р. Абдулвалеев, Р.Р. Исмагилов, С.А. Тимербаев
R.R. Abdulvaleev, R. R. Ismagilov, S.A. Timerbayev

ГПОУ Аксеновский агропромышленный колледж имени Н.М. Сибирцева, п. КИМ, Россия
ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, Уфа, Россия
N.M. Siberiatsev Agri-Industrial College, KIM, Russia
FSBEI HE Bashkir SAU, Ufa, Russia

ИМЯ ВЕЛИКОГО УЧЕНОГО ПОЧВОВЕДА Н. М.СИБИРЦЕВА УВЕКОВЕЧЕНО В НАИМЕНОВАНИИ АКСЕНОВСКОГО АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОЛЛЕДЖА
THE NAME OF THE GREAT SCIENTIST IS IMMORTALIZED IN THE NAME OF THE AKSENOV AGRO-INDUSTRIAL COLLEGE

Аннотация. В статье приведена информация о присвоение имени известного почвоведа Н.М. Сибирцева Аксеновскому агропромышленному колледжу, методика и результаты изучения связи Н.М. Сибирцева с Уфимской губернией и Аксеновской земской низшей сельскохозяйственной школой. Показано, что Н.М. Сибирцев был в 1889 г. командирован в Уфимскую губернию для оказания помощи в изучение почвы края. В 1890 г. он доработал второй выпуск курса «Почвоведение», будучи на лечение в Уфимской губернии. Приведено описание места захоронения и памятника на могиле Н.М. Сибирцева.

Abstract. The article provides information on the naming of the famous soil scholar N.M.Sibirtsev aksenov to the Aksenov agribusiness college, the methodology and results of the study of the connection of N.M.Sibirtsev with the Ufim province and Aksenov's lower agricultural school. It is shown that N.M.Siberiantsev was sent to the Ufim province in 1889 to help study the soil of the region. In 1890 he completed the second issue of the soil science course, while being treated in The Ufim province. The description of the place of burial and monument on the grave of N.M. Siberiatsev is given.

Ключевые слова: почвоведение, Н.М. Сибирцев, Аксеновский агропромышленный колледж, Уфимская губерния.

Keywords: soil science, N.M. Siberiatsev, Aksenov agribusiness college, Ufim province.

Введение. В процессе проведения буржуазных реформ в России в 60-80-х годах XIX столетия было сформировано Уфимское губернское земство, которое создало поземельный банк развития, и начало создавать учебные заведения. 1894 году на средства Уфимского земства была основана одна из первых в губернии Аксеновская земская низшая сельскохозяйственная школа [15]. В 2012 году перед коллективом тогда еще Аксеновского сельскохозяйственного техникума была поставлена задача усиления воспитательной и образовательной работы и перейти на уровень взаимодействия в научной сфере на более высокий уровень.

Одним из пунктов плана было увековечение памяти видного государственного или научного деятеля России, который внес вклад в развитие Аксеновского сельскохозяйственного техникума.

Очень много достойных имен, чья судьба, творчество и деятельность связана с колледжем: Герой Советского Союза, выпускник Аксеновского сельскохозяйственного техникума 1935 г. Султан Хамитович Бикеев, чьё имя носит Уфимский профессиональный колледж; Евгений Петрович Чуров – выпускник 1936 г., доктор технических наук, автор множества изобретений, открывший кафедру теории систем управления факультета прикладной математики и процессов управления Ленинградского университета; С.Р. Фатхлисламов – выпускник 1977 г., советник Председателя Совета федерации Российской Федерации и многие другие. В 2013 году рассматривалось несколько кандидатур, но большинство членов коллектива техникума поддержало инициативу по ходатайству увековечить память ученого мирового уровня Н.М. Сибирцева. Его научная деятельность и жизнь связана с нашим техникумом. Ученый Совет Харьковского национального аграрного университета им. В.В. Докучаева, также вынес решение «поддержать инициативу о присвоении имени Н.М. Сибирцева Аксеновскому сельскохозяйственному техникуму» [15]. Однако в тот год в Республике Башкортостан началась процедура оптимизации учреждений СПО и НПО и ходатайство о присвоении имени Н.М. Сибирцева техникуму отложено. Аксеновский техникум образовал новое учреждение с Раевским профессиональным училищем № 111 – Аксеновский агропромышленный колледж. В феврале 2020 г. Аксеновский колледж посетил глава Республики Башкортостан Радий Фаритович Хабиров. Он поддержал нашу инициативу по присвоению колледжу имени Н.М. Сибирцева. В течение всего 2020 года проводились необходимые документальные процедуры и вот, в первый рабочий день 2021 г. был зарегистрирован «новый» устав колледжа и новым наименованием! [8].

В связи с присвоением имени Н.М. Сибирцева Аксеновскому агропромышленному колледжу нами проводилось уточнение и систематизация информации о связи его с Уфимской губернией и Аксеновской земской низшей сельскохозяйственной школой.

Методика. Использовали ретроспективный и хронологический методы исследования. При этом проводилось в 2012-2019 гг. сбор и систематизация архивных материалов, документов, фотографий и информации из литературных источников. В поисках дополнительных сведений в 2014 году делегация Аксеновского сельскохозяйственного техникума во главе директора техникума Абдулвалеева Р.Р. посетила Харьковский национальный аграрный университет имени В.В. Докучаева, где работал и был заместителем ректора Н.М. Сибирцев. Руководство Харьковского национального аграрного университета им. В.В. Докучаева любезно предоставило все имеющиеся у них данные: личное дело, документы и книги В.В. Докучаева. Представленный материал нами был тщательно изучен, был проведено обсуждение с учеными университета жизнедеятельность, научная работа и заслуги Н.М. Сибирцева.

Результаты исследования. Николай Михайлович Сибирцев – выдающийся русский естествоиспытатель, геолог, почвовед, агроном. Вместе со своим учителем, профессором В. В.Докучаевым, стал основателем науки о почвенном покрове земли [2, 3, 7]. Для Николая Сибирцева, молодого выпускника универ-

ситета, под руководством профессора В.В.Докучаева начался путь в науку с экспедиционно-полевых работ в Нижегородском Поволжье. «Нижегородская полоса», как называл этот десятилетний период (1882-1892 гг.) сам Н.М.Сибирцев, была для него временем становления как ученого, формирования как личности. Начал он с изучения геологического строения и почв Арзамасского, а затем Княгининского уездов Нижегородской губернии и вскоре стал первым из помощников В.В.Докучаева, лучшим среди коллег. Геологические исследования распространились затем на другие уезды Нижегородской и смежных с ней губерний – Калужской, Казанской, Владимирской, Рязанской и Костромской. Николаю Михайловичу удалось доказать «близкую аналогию верхних каменноугольных осадков центральной России с восточными уральскими и северо-восточными таманскими». Такой основной результат исследований, сопровождаемый геологической картой региона, много позже (в 1896 г.) был представлен им в виде магистерской диссертации «Окско-Клязминский бассейн» [3, 7].

Н.М. Сибирцев преодолел ограниченность классической геологии в отношении рыхлых горных пород и почв, как преодолел и ограниченность агрономов, не способных увидеть почву, как природное тело в историческом развитии. А именно такой путь – от классической геологии к генетическому почвоведению – затем оказался наиболее плодотворным для агрономического и других видов почвоведения прикладного. Все это наглядно проявилось в ходе работ Нижегородской экспедиции, когда результаты изучения природных условий губернии послужили лишь прелюдией к выполнению заданий земства по оценке земель. С 1885 года начался второй этап земельно-оценочных работ по заданию Нижегородского земства, все большая увязка результатов естественно-исторических исследований губернии с агрономическими и экономическими вопросами. Один из сподвижников Н.М. Сибирцева, впоследствии крупный экономист-аграрник А.Ф. Фортунатов, считал, что в этот период «...в деле организации собирания материалов Н.М.Сибирцев перерос своего учителя. Второе почвенное исследование возникло по инициативе Н.М. Сибирцева» [3.7]. Особенно действенным был установившийся контакт естествоиспытателей с сельскохозяйственными статистиками и, прежде всего, с наиболее выдающимся из них – экономистом и общественным деятелем Н.Ф.Анненским. Сочетание людей, разных по роду своей деятельности, было весьма плодотворным, так как экономическая оценка земель давалась исходя из знаний о природных условиях губернии, связывалась с существующей и возможной производительностью крестьянского хозяйства. Этот нижегородский период оказался для формирования Н.М. Сибирцева как личности и профессионала не менее важным, чем первый. Сотрудничество со статистиками, экономистами, агрономами и практиками-земледельцами явилось для него второй школой, и он вплотную подошел к решению задач прикладного почвоведения. Происходило перерастание почвоведа-натуралиста в почвоведа-агронома и экономиста. Именно тогда усилиями В.В. Докучаева, Н.М.Сибирцева и их коллег впервые разрабатывалась научная методология объективной оценки земельных угодий, их бонитировки и земельного кадастра с учетом природных особенностей почвы и местности, уровня развития хозяйства, его рыночной конъюнктуры, т. е. тогда решалась задача, которая в наше время вновь стала актуальной для России в период возвращения ее в лоно рыночных отношений и кадастровой оценки земель [3, 7, 12].

В России в тот период ощущалась острая нужда в специалистах-агрономах, лесоводах, почвоведах. В.В. Докучаев, ставший к тому времени директором Ново-Александрийского института сельского хозяйства и лесоводства, в январе 1894 года приглашает возглавить первую в мире кафедру почвоведения. Ново-Александрийский находится в 130 км к югу от города Варшава в бывшей Люблинской губернии – ныне г. Пулава (Республика Польша) [3, 7].

В институте началась плодотворная деятельность Н.М.Сибирцева. Прежде всего, ему предстояло здесь не легкая задача разработать программу курса предмета, который впервые был выделен в отдельную кафедру. Трудности были не в недостатке материала, а в обилии новых фактов, добытых в последние годы исследованиями школы русских почвоведов и в новой постановки самого учения о почве как естественно-исторического образования земной коры. С этой задачей Н.М. справился – он смог правильно сгруппировать все факты и должным образом преподнести сам курс. Он обосновал геотопографическую изменчивость характеристик почвы [7, 11]. Наши исследования подтвердили значительную дифференциацию плодородия почвы в зависимости от рельефа [5], в частности на территории Белебеевской возвышенности [6]. Наряду с его изучением чисто почвенных вопросов, Н.М. Сибирцев продолжал разработку геологического материала, добытого им ранее в Нижнем Новгороде. Результатом этого явилось обширное его исследование под название «Окско-Клязьминский бассейн. Геологический очерк с картой». За эту работу (1896 г.) Совет Императорского Московского Университета, после публичной защиты, удостоил Н.М. Сибирцева степени магистра минералогии и геологии. С 1896 года Н.М. отдает все свои силы изучению вопросов почвоведения. К этому периоду относится его участие в переиздании почвенной карты России, предпринятое по инициативе В.В. Докучаева, Министерством Земледелия и Государственных Имуществ. В это же время он безустанно трудится над подготовкой своего курса «Почвоведения» к печати. В 1898 Н. М. Сибирцев издал «Схематическую почвенную карту Европейской России» с масштабом 240 вёрст в 1 дюйме, которая стала первой картой, составленной с позиций генетического почвоведения[3].

В 1899 году Уфимское губернское земство приступило к работе над изучением почв губернии и составлению почвенных карт. Чиновники обратились к В.В. Докучаеву с просьбой прислать им для работы хорошего специалиста. В.В. Докучаев ответил» Я бы вам порекомендовал моего ученика, заведующего кафедрой почвоведения нашего Ново-Александрийского института сельского хозяйства и лесоводства Николая Михайловича Сибирцева». Был принято распоряжение по Ново-Александрийскому институту сельского хозяйства и лесоводства «С согласия Господина Министра народного просвещения командировать Н.М. Сибирцева с ученой целью в Уфимскую губернию в 1899 году» [15]. Н.М. Сибирцев с желанием принял приглашение и в качестве консультанта приехал в Уфу. Николай Михайлович с земскими специалистами обследовал почвы от Уфы до Бирска. Им впервые дано научное описание география почв Южного Урала с учетом особенностей почвообразующих пород и растительности региона [14].

В 1901, уже после смерти Н.М. Сибирцева, вышла в свет новая карта с масштабом 60 вёрст в 1 дюйме (1: 2520000), которую он составлял вместе с А. Р. Ферхминым и Г. И. Танфильевым [9]. Почвенных карт такого масштаба не было со времён карты В. И. Чаславского (1873-1879). На почвенных картах

составленных под руководством Н.М. Сибирцева охарактеризованы общие контуры границ основных типов почв на нынешней территории Башкирии в пределах Предуралья [13, 14].

Осенью 1898 года у Николая Михайловича появляются признаки туберкулеза. По совету врачей, зиму 1898-1899 г. он провел в Ялте, а лето в Оренбургской степи для лечения кумысом. Следующей осенью, несмотря на то, что болезненный процесс не приостановился, а наоборот усилился, Н.М. Сибирцева, все же возобновил чтения лекций. Строгий в исполнении своих обязанностей, вопреки советам врачей и просьбам товарищей заняться лечением, он настойчиво продолжал свою преподавательскую деятельность. Только весной, закончив свой курс, он согласился взять отпуск и поехать в Крым. Здесь он и провел два месяца, не переставая готовить свой курс к печати. В июне он вновь отправился в Петербург, рассчитывая попасть в санаторий в Халиле. Туда он не был принят, а был направлен в Уфимскую губернию [7].

Известный почвовед Д. В. Богомолов собрал сведения о последних днях Н. М. Сибирцева. Он писал: «Приехав в санаторий и заняв отдельную кабину, Николай Михайлович продолжал напряженно работать. Его стол покрывали книги, журналы, стопки исписанной бумаги» [1]. Ученый читал лекции по ландшафтному и генетическому почвоведению учащимся Аксеновской низшей сельскохозяйственной школы [15].

Н. М. Сибирцев совершенно не щадил себя, буквально накануне смерти, 17 июля, отослал П. Ф. Баракову последние листы своей рукописи» скончался. Через 3 дня 20 июля он скончался [7].

С согласия руководства Ново-Александрийского института сельского хозяйства и лесоводства Н. М. Сибирцева похоронили на кладбище села Воздвиженское (Белебеевский уезд Уфимской губернии), недалеко от Андреевского санатория (ныне лагерь-санаторий им. Чехова). Село Воздвиженское в настоящее время входит в Альшеевский район Республики Башкортостан. В 1914 г. участниками экспедиции Докучаевского почвенного комитета был установлен памятник из лабрадора на могиле. «Дорогому Николаю Михайловичу Сибирцеву Родственники друзья товарищи и ученики Род. 1860 умер 20 июля 1900 г.». Внизу на памятнике – барельеф с изображением лопаты и бура, посередине название журнала оригинальным шрифтом «Почвоведение» (рисунок).

В журнале «Почвоведение», членом редакционной коллегии которого был Н. М. Сибирцев, было напечатано: «20 июля с. г. русское почвоведение понесло тяжелую, невознаградимую утрату: в Андреевском санатории Белебеевского уезда Уфимской губернии скончался от чахотки Николай Михайлович Сибирцев, профессор почвоведения .... Выбыл из нашего строя едва ли не самый сильный боец, и страшно тяжело вычеркивать из списка на обложке имя, которым мы привыкли гордиться и которое пока некем заменить. Странная судьба: бренные останки человека, рожденного и вскормленного подзолом, приютил на веки чернозем, тот самый, которому покойный посвятил свои лучшие силы и душу. Будет ли столь же памятлива и признательна наука, которой Сибирцев отдал свою недолгую жизнь?» [10].

Наряду определенная работа проводит по увековечению памяти и пропаганде результатов научных исследований Н.М. Сибирцева в Республике Башкортостан. В 1985 г. в селе Раевка Альшеевского района республики с участием уче-

ных Института почвоведения и редакции журнала «Почвоведение» проводилась конференция посвященная 125-летию со дня рождения Н.М. Сибирцева и к 100-летию выхода книги В.В.Докучаева «Русский чернозем». В 2015 году по инициативе руководства Аксеновского агропромышленного колледжа к 155-летию со дня рождения Н.М. Сибирцева была проведена Всероссийская научно-практическая конференция «Изменчивость плодородия почвы и приемы его повышения на агроландшафтах» и издан сборник материалов [4].

Библиографический список

1. Богомолов Д. В. На могиле Н. М. Сибирцева // Почвоведение. 1951. С. 124-125.

2. Варфоломеев, Л.А. Сибирцевы - семья архангельская // Архангельск: Архангельский центр Русского географического общества РАН. 1996. 149 с.

3. Варфоломеев, Л.А. Роль Николая Михайловича Сибирцева в становлении научного почвоведения // В сборнике: Исследование почвенного покрова Русского Севера. Материалы X Сибирцевских научных чтений, посвященных 160-летию со дня выдающегося русского естествоиспытателя – геолога, почвоведа и агронома Н.М. Сибирцева. Архангельск. 2020. С. 11-14.

4. Изменчивость плодородия почвы и приемы его повышения на агроландшафтах: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции / М-во образования Республики Башкортостан, ГБОУ Республиканский учебно-научный методический центр, ФГБОУ ВО Башкирский гос. аграрный ун-т, ГБОУ СПО Аксеновский с.-х. техникум, Башкирское отд-ние Докучаевского о-ва почвоведов ; [редкол.: Р. Р. Исмагилов, Р. Р. Абдулвалеев, С. А. Тимербаев]. Уфа : РИО РУНМЦ МО РБ. 2015. Ч. 1. 144 с.

5. Исмагилов Р.Р., Абдулвалеев Р.Р. Пространственная изменчивость плодородия почвы на рельефе // Современные проблемы науки и образования. Пенза, 2015. № 6 (128). С. 40-44.

6. Исмагилов Р.Р., Абдулвалеев Р.Р., Исмагилов К.Р. Особенности природных условий Белебеевской возвышенности и меры рационального использования // Земельная реформа и эффективность использования земли в аграрной сфере экономики: сборник статей Всерос. науч.-практ. конф. (23-24 октября 2014 г.) / МСХ РФ, МСХ РБ, Башкирский ГАУ. Уфа, 2014. С.318-323.

7. Крупеников, И.А. Николай Михайлович Сибирцев. Москва. 1979. 112 с.

8. Постановление Правительства Республики Башкортостан от 2 ноября 2020 года №675 «О присвоении имени русского геолога и почвоведа Сибирцева Николая Михайловича государственному бюджетному профессиональному образовательному учреждению Аксеновский агропромышленный колледж». Официальный Интернет-портал правовой информации Республики Башкортостан (05-11-2020).

9. Почвенная карта Европейской России, составленная по почину и плану проф. В.В. Докучаева. Н. М. Сибирцевым, Г. И. Танфильевым и А. Р. Ферхминым под наблюдением Учёного комитета Министерства земледелия и государственных имуществ СПб., 1900 (1901). 6 л. Масштаб 60 верст в дюйме.

10. Почвоведение, 1990. №3. С.173.

11. Сибирцев Н.М. Почвоведение, лекции читанные студентам Института сельского хозяйства и лесоводства в Ново-Александрии. СПб. 1914. 495 с.

12. Сибирцев Николай Михайлович – учитель всех русских почвоведов / Р.Р. Абдулвалеев, Р.Р. Исмагилов, И.Ж. Хисамов [и др.] // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. Новосибирск. 2016. № 16. С. 12-20.

13. Хазиев Ф.Х., Кольцова Г.А. Вклад Н.М.Сибирцева в изучение почвенного покрова Башкирии // Исследование почв на Европейском Севере: 1V Сибирцевскик чтения. Архангельск. 1990. С.35-36.

14. Хазиев Ф.Х. Сибирцев Николай Михайлович // Башкирская энциклопедия. Т.5. Научное издательство «Башкирская энциклопедия». Уфа, 2009. С.497.

15. Шмаков В., Абдулвалеев Р. Н.М.Сибирцев: Уфимская губерния – богатейший край России. Уфа. 2014. 99 с.

Сведения об авторах

1. Абдулвалеев Ришат Рифмильевич, доктор с.-х. наук, директор ГПОУ Аксеновский агропромышленный колледж имени Н.М. Сибирцева, п. КИМ, e-mail: rishatkim@mail.ru.

2. Исмагилов Рафаэль Ришатович, доктор с.-х. наук, профессор кафедры растениеводства, селекции растений и биотехнологии ФГБОУ ВО Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34 e-mail: ismagilovr_bsau@mail.ru.

3. Тимербаев Салават Азатович, преподаватель ГПОУ Аксеновский агропромышленный колледж имени Н.М. Сибирцева, п. КИМ, e-mail: acxt@mail.ru.

Authors' personal details

1. Abdulvaleev Rishat Rifmilevich,Doctor of Agricultural Sciences, Director Siberiatsev Agri-Industrial College, KIM, e-mail: rishatkim@mail.ru.

2. Ismagilov Rafael Rishatovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of The Department of Crop, Plant Breeding and Biotechnology of the FSBU, Bashkir State Agricultural University. Ufa, ul. 50-letiya Oktyabrya, 34. e-mail: ismagilovr_ bsau@mail.ru.

3. Timerbayev Salavat Azatovich, Teacher Siberiatsev Agri-Industrial College, KIM, e-mail: acxt@mail.ru.

УДК 631.453
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-135-141

Л.В. Галактионова, Н.А. Терехова, А.А. Котегова
L.V. Galaktionova, N.A. Terekhova, A.A. Kotegova

ФГБОУ ВО Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, Россия
Orenburg State University, Orenburg, Russia

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ БИОДИАГНОСТИКИ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ ПОЧВ ЦИНКОМ И БЕНЗИЛПЕНЕЦИЛЛИНОМ
THE USE OF BIOTESTING METHODS FOR COMPLEX SOIL CONTAMINATION WITH ZINC AND BENZYLPENECILLIN

Аннотация. В статье проведена оценка влияния комплексного загрязнения черноземов цинком и бензилпенициллином на живые организмы трех уровней

организации. Использование методов биотестирования показало их высокую чувствительность к данному виду деградации.

Abstract. The article evaluates the impact of complex contamination of chernozems with zinc and benzylpenicillin on living organisms of three levels of organization. The use of biotesting methods has shown their high sensitivity to this type of degradation.

Ключевые слова: биотестирование, тест-объекты, комплексное загрязнение, цинк, бензилпенициллин, чернозем.

Keywords: biotesting, test objects, complex pollution, chernozem, zinc, benzylpenicillin.

Введение. В регионах с высокой плотностью поголовья скота и активным развитием птицеводства использование антибиотиков и металлов в ветеринарных целях или в качестве стимуляторов роста представляет опасность для почвенного покрова земель сельскохозяйственного назначения [1].

Для оценки источников тяжелых металлов и антибиотиков используются различные геоинформационные модели развития ландшафта, определяющие масштабы загрязнения. Исследованиями Zhou (2015) и Zhao (2016) показано, что Al, Cu и Zn могут значительно ускорить накопление антибиотиков тетрациклинового ряда в почве, в то время как Cu от ципрофлоксацина и до норфлоксацина. В целом, показано, что в условиях интенсивного антропогенного воздействия на сельскохозяйственных землях происходит увеличение совместного поступления антибиотиков и металлов. Главным источником подобного загрязнения является навоз. Так в связи с ростом спроса на органические продукты будет возрастать и применение навоза, а следовательно, будет увеличиваться и содержание антибиотиков в почве. Ежегодно в США в животноводстве используется около 10 000 тонн антибиотиков в год с учетом того, что их добавляют в корм и здоровым животным [2, 3].

Проблема еще и усугубляется тем, что тяжелые металлы и антибиотики накапливаются в растениях. Особый вред человеку могут нанести те растения, которые идут в питание без термообработки, при этом в человеческом организме антибиотики накапливаются, поэтому возможен кумулятивный эффект, то есть те, кто питается, картофелем, овощами и другой сельскохозяйственной продукцией, выращенной на полях рядом с животноводческими фермами и комплексами, могут приобрести серьезные заболевания от систематического неконтролируемого потребления антибиотиков [4].

Металлы и металлоиды давно используются наряду с антибиотиками в животноводстве. Возможное негативное воздействие этих кормовых добавок на окружающую среду и здоровье человека побудило законодателей запретить или препятствовать их использованию [5].

А в связи с нарастанием объемов поступления в окружающую среду тяжелых металлов и расширением перечня антибиотических препаратов и масштабов их применения в народном хозяйстве исследования по оценке токсичности такого вида загрязнения становятся еще более актуальными.

Целью работы явилась оценка токсичности черноземов, загрязненных цинком и бензилпенициллином, методами биодиагностики в условиях модельного эксперимента.

Материалы и методика исследования. В качестве объектов исследования использовалисб черноземы выщелоченные, отобранные близ с. Воздвиженка (Оренбургская область). Почвы слоя 0-20 см предварительно просушенные и просеянные для проведения модельного эксперимента весом 300 г помещали в пластиковый контейнер и смачивали водопроводной водой (в варианте контроля) или раствором ацетата цинка (http://www.vekton.ru/) в концентрациях металла (0,5 ПДК, 1 ПДК, 2,5 ПДК и 5 ПДК). После смачивания почвы ее тщательно перемешивали и высушивали, а затем вносили раствор бензилпенициллина (100 и 300 мг/кг) таким образом, чтобы для каждого из вариантов 0 мг/кг, 100 мг/кг и 300 мг/кг бензилпенициллина (БП) было заложено по 5 вариантов с загрязнением в 3-х кратной повторности. Общее количество проанализированных вариантов – 15. Образцы инкубировали в течение 3 недель в климатической камере (Pol-eko-1200 KK TOP+; Pol-EKO-Aparatura, Польша) при относительной влажности 30 %, температуре воздуха 23 ± 2 °С и температуре почвы 21 ± 2 °С. Всего в эксперименте было задействовано 45 контейнеров. После этого почвы анализировали на показатели обогащенности бактериями р. *Azotobacter* (Звягинцев Д.Г., 2003), фитотоксичности по отношению к *Triticum aestivum, Raphanus sativus, Pisum sativum, Lepidium sativum (*Казеев К.Ш.,2003*),* зоотоксичности с использованием культуры *Eisenia foetida* (ISO 11268-1) [6, 7, 8].

Результаты исследования. Оценка поликомпонентного загрязнения полютантами имеет определенные сложности в части прогнозирования интегрального негативного воздействия на почвенно-биотический комплекс. Для решения такой задачи необходимо использовать организмы различных уровней организации. Так для изучения особенностей влияния поступления в черноземы цинка и бензилпенициллина был использован метод определения обогащенности почв бактериями р. *Azotobacter* (рис. 1).

Использование бактерий, отвечающих за поддержание почвенного плодородия, позволит не только оценить потенциальное количество доступного азота, но и влияние на почвенную биоту сложного комплексного загрязнения.

На фоне поступления в почву металла отмечается снижение показателя обогащенности почв представителями р. *Azotobacter*, что, возможно связано с непосредственным прямым ингибирующим воздействием ионов цинка на клетки бактерий.

Усложнение характера загрязнения поступлением антибиотика повлекло снижение показателя в варианте фоновой почвы до 34 и 27 % при дозах загрязнения 100 и 300 мг/кг. Внесение металла в дозе 0,5 ПДК привело в росту показателя обогащенности до 58 % при 100 мг/кг БП и 53 % при 300 мг/кг, что, возможно, связано с созданием в почвенном теле стрессового состояния для части микробного сообщества и интенсификации процессов высвобождения легкодоступного органического вещества, стимулирующего развитие азотобактера [8].

Особенностью использования методов биотестирования является использование в качестве тест-объектов организмов, выполняющих в экосистеме разные функциональные роли. Поэтому в качестве следующего тест-объекта нами была использована культура *Eisenia fetida* (рис. 2).

Изучение влияния загрязнения почв цинком и бензилпенициллином на выживаемость *Eisenia fetida* показало, что внесение цинка на фоне отсутствия антибиотика привело к повышению показателя на 10 % при росте дозы до 1 ПДК,

дальнейшее же увеличение концентрации металла до 2,5 и 5 ПДК снижает показатель на 30 и 40 % соответственно. Значения показателя при дальнейшем увеличении дозы цинка снижались.

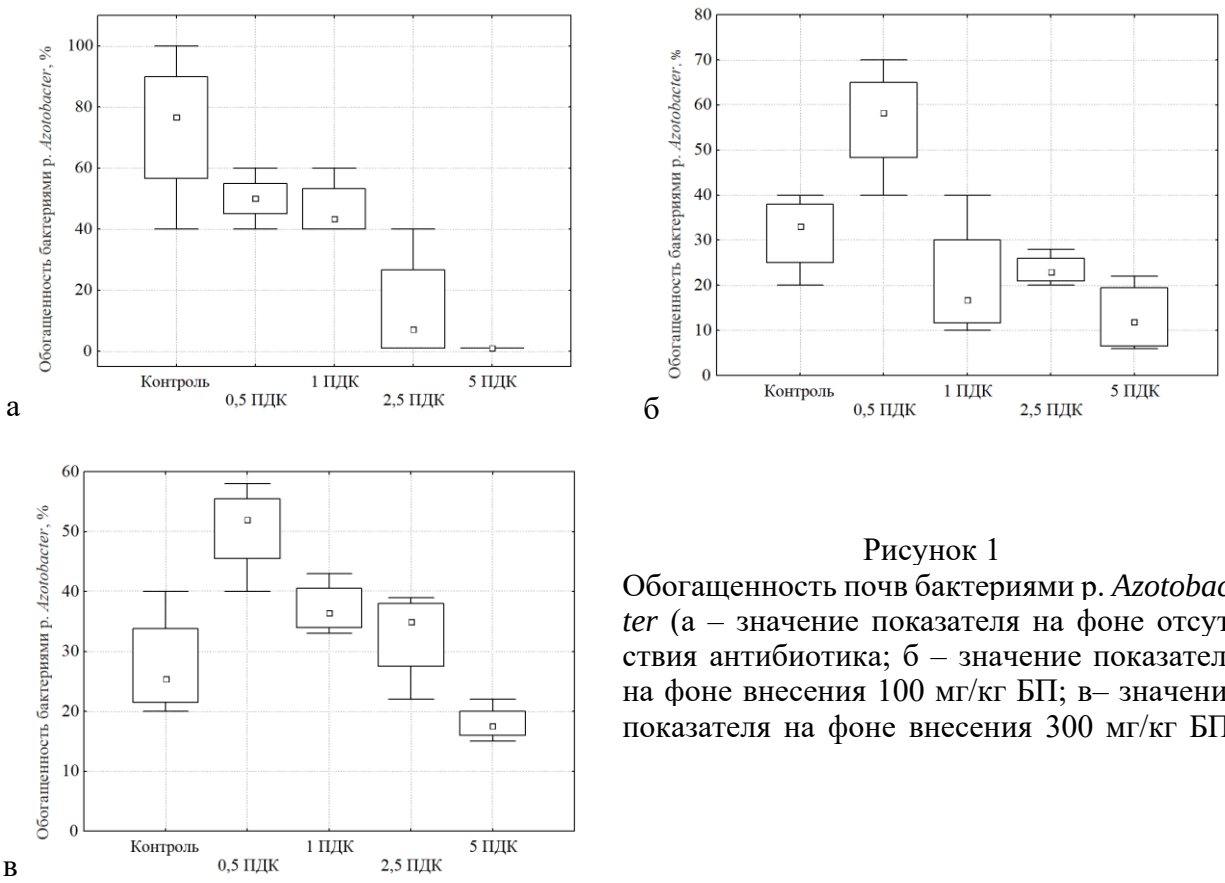


Рисунок 1
Обогащенность почв бактериями р. *Azotobacter* (а – значение показателя на фоне отсутствия антибиотика; б – значение показателя на фоне внесения 100 мг/кг БП; в– значение показателя на фоне внесения 300 мг/кг БП)

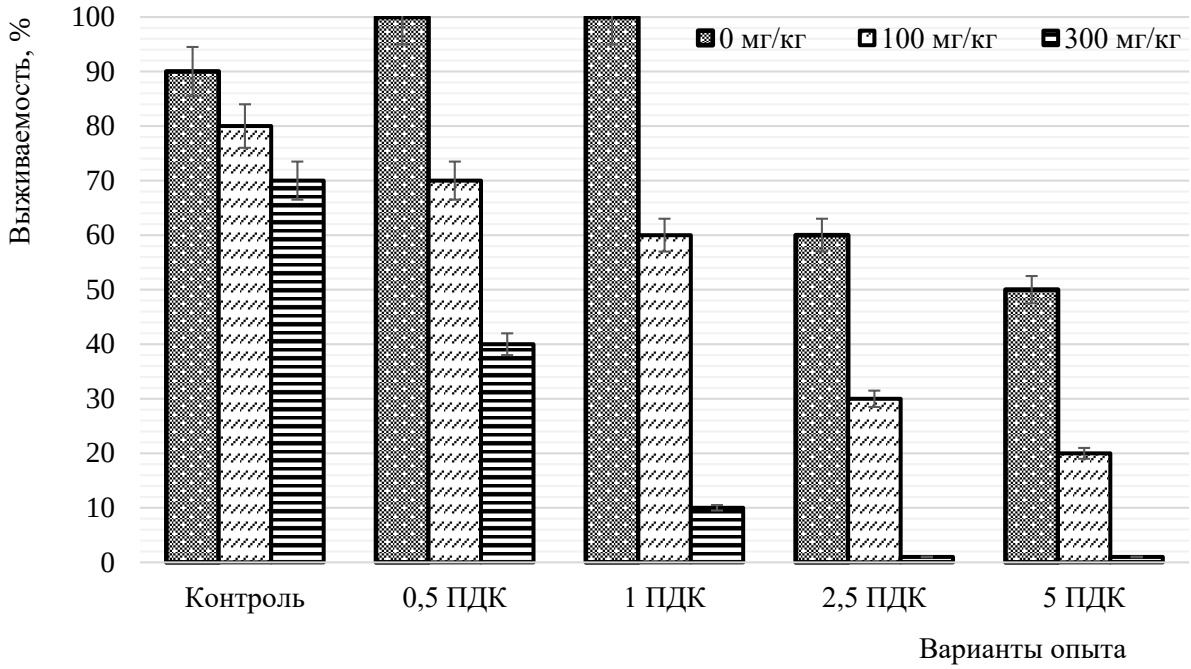


Рисунок 2
Выживаемость *Eisenia fetida* в условиях комплексного загрязнения черноземов

На фоне внесения антибиотика наблюдается ярко выраженный дозазависимый эффект при концентрации антибиотика 100 мг/кг, а при повышении до

300 мг/кг отмечено снижение выживаемости до нулевого значения при концентрации цинка 2,5 ПДК и выше.

При проведении фитотестирования в качестве тест-объектов были выбраны культуры *Triticum aestivum* (сорт «Учитель»), *Raphanus sativus* (сорт «Жара») и *Lepidium sativum (сорт «Забава»)* (рис. 3).

Результаты определения фитотоксичности загрязненных почв показали, что внесение цинка и БП снижает всхожесть пшеницы (рис. 3).

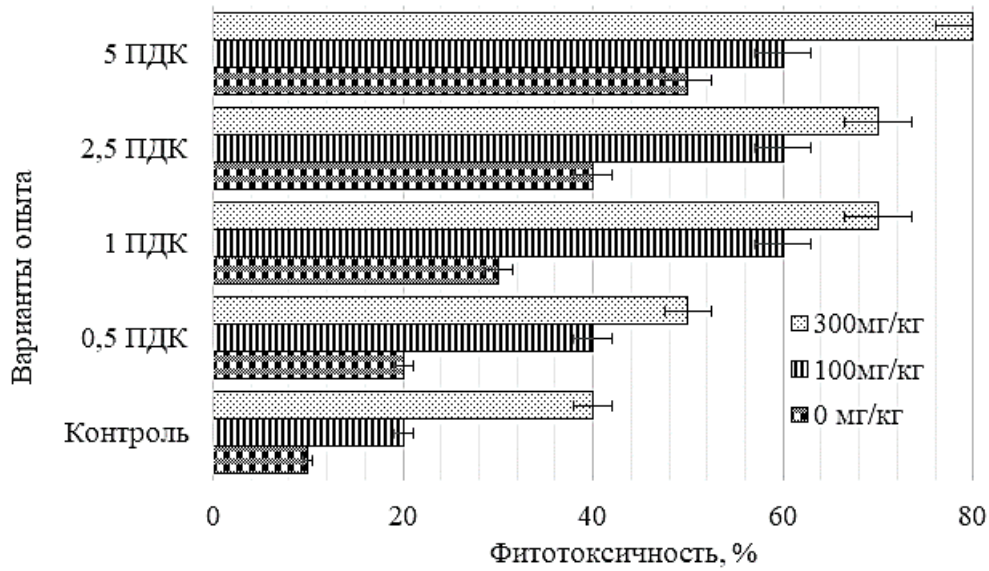


Рисунок 3

Фитотоксичность черноземов по отношению к *Triticum aestivum*

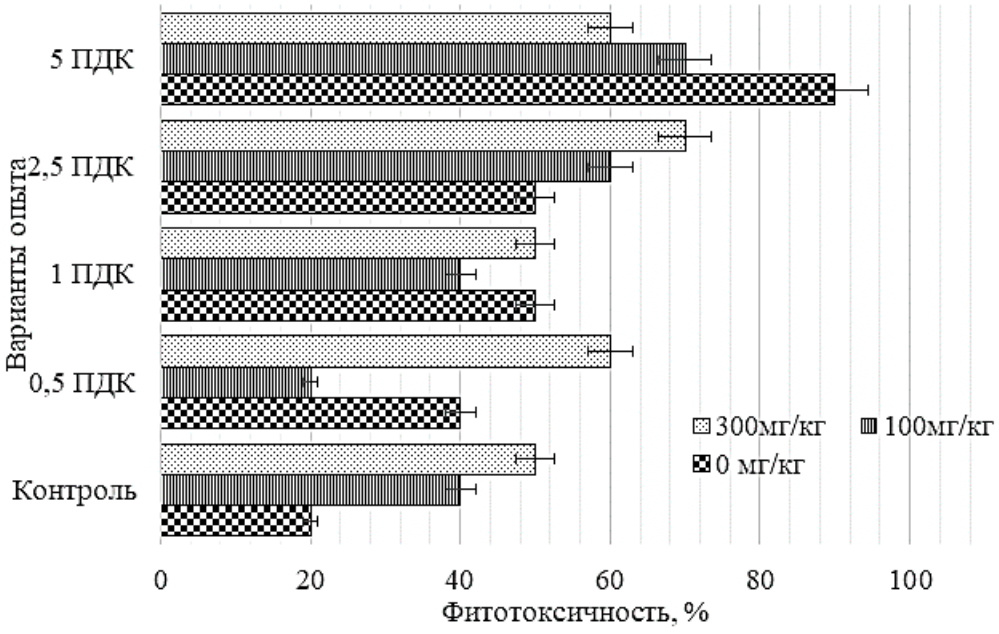


Рисунок 4

Фитотоксичность черноземов по отношению к *Raphanus sativus*

Подавление роста зерновок *Triticum aestivum* наблюдается как при увеличении дозы цинка до максимального значения в 50 %, так и на фоне использования антибиотика (до 80 %).

Аналогичные исследования с *Raphanus sativus* (сорт «Жара») и *Lepidium sativum (сорт «Забава»)* продемонстрировали схожую с *Triticum aestivum* дина-

мику, но такого ярко выраженного дозазависимого эффекта не отмечено (рис. 4, рис. 5).

В условиях концентрации цинка 5 ПДК максимальные значения фитотоксического эффекта для *Raphanus sativus* составили 80 %, а для *Lepidium sativum* при значении загрязнения Zn 2,5 и 5 ПДК на фоне дозы БП 300 мг/кг и составили 100 %.

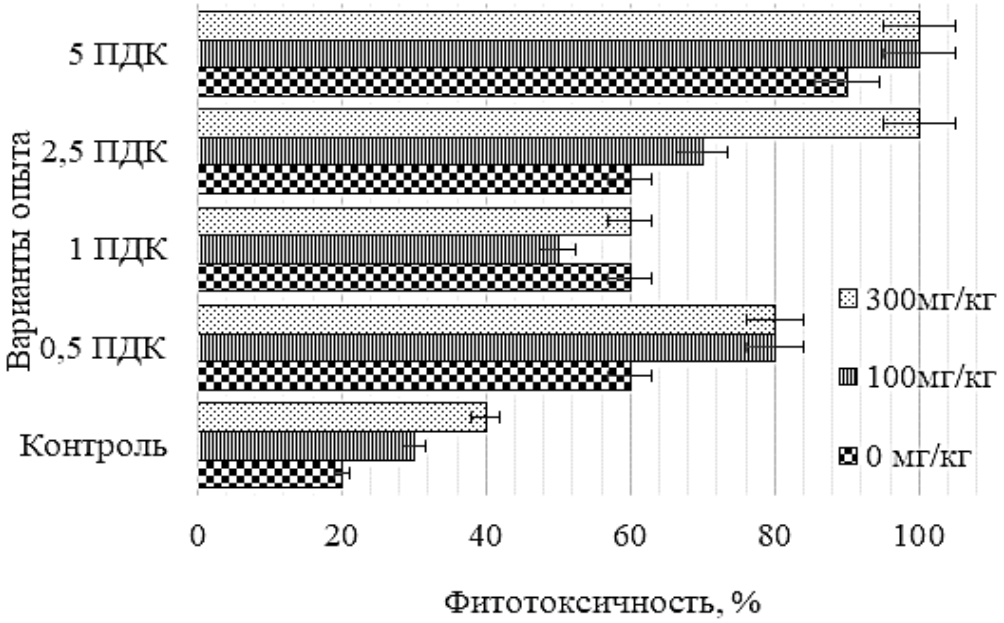


Рисунок 5

Фитотоксичность черноземов по отношению к *Lepidium sativum*

Выводы. Проведение исследования по изучению токсичности черноземов, загрязненных цинком и бензилпенициллином позволило сделать следующие выводы:

1. Изучение комплексного загрязнения чернозема выщелоченного методами микробиологической индикации, зоо- и фитотестирования показало их высокую информативность в оценке комплексного загрязнения.

2. Использование бактерий р. *Azotobacter* показало их зависимость от внутрипочвенных биологических процессов, которые могут изменить результаты и исказить представление о потенциальной опасности загрязнения.

3. Зоотестирование продемонстрировало большую чувствительность тест-объекта к данному характеру антропогенного воздействия, а главной особенностью поступления в почву цинка и бензилпенициллина является усиление токсического эффекта.

4. Использование метода фитотестирования, позволило выделить *Lepidium sativum* как наиболее чувствительную к комплексному загрязнению черноземов тест-культуру.

Библиографический список

1. Ostermann A., Gao J., Welp G., Siemens J., Roelcke M., Heimann L., Nieder R., Xue Q., Lin X., Sandhage-Hofmann A., Amelung W. Identification of soil contamination hotspots with veterinary antibiotics using heavy metal concentrations and leaching data a field study in China // Environmental Monitoring and Assessment. 2014. 186 (11):7693-707. doi: 10.1007/s10661-014-3960-x.

2. Zhao F., Yang L., Chen L., Li S., Sun L. Co-contamination of antibiotics and metals in peri-urban agricultural soils and source identification // Environmental Sci-

ence and Pollution Research. 2018. 25(34):34063-34075. doi: 10.1007/s11356-018-3350-y.

3. Zhou Y., Xu Y.B., Xu J.X., Zhang X.H., Xu S.H., Du Q.P. Combined toxic effects of heavy metals and antibiotics on a Pseudomonas fluorescens strain ZY2 isolated from swine wastewater// International Journal of Molecular Sciences. 2015. 27. 16 (2):2839-50. doi: 10.3390/ijms16022839.

4. Manyi-Loh C., Mamphweli S., Meyer E., Okoh A. Antibiotic Use in Agriculture and Its Consequential Resistance in Environmental Sources: Potential Public Health Implications. Molecules. 2018. 30;23(4):795. doi: 10.3390/molecules23040795.

5. Rensing C., Moodley A., Cavaco L.M., McDevitt S.F. Resistance to Metals Used in Agricultural Production // Microbiology spectrum. 2018. 6(2). doi: 10.1128/microbiolspec.ARBA-0025-2017.

6. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. Москва. 1991. 304 с.

7. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. Ростов н/Д. 2003. 204 с.

8. ISO 11268-1:2015 - Soil quality - Effects of pollutants on earthworms - Part 1: Determination of acute toxicity to Eisenia fetida/Eisenia andrei (ISO 11268-1:2012).

9. Raymond A. Wuana, Felix E. Okieimen. Heavy Metals in Contaminated Soils: A Review of Sources, Chemistry, Risks and Best Available Strategies for Remediation", International Scholarly Research Notices. Vol. 2011. ID402647. https://doi.org/10.5402/2011/402647.

Сведения об авторах

1. Галактионова Людмила Вячеславовна, ORCID 0000-0002-8571-4226, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и почвоведения, химико-биологического факультета, ФГБОУ ВО Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, пр-т Победы, стр. 13, e-mail: anilova.osu@mail.ru.

2. Терехова Надежда Алексеевна, магистр кафедры биологии и почвоведения химико-биологического факультета ФГБОУ ВО Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, пр-т Победы, стр. 13, e-mail: terehova_n99@mail.ru.

3. Котегова Августина Андреевна, магистр кафедры биологии и почвоведения химико-биологического факультета ФГБОУ ВО Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, пр-т Победы, стр. 13, e-mail: avgustina.kotegowa@yandex.ru.

Authors' personal details

1. Galaktionova Lyudmila Vyacheslavovna, ORCID 0000-0002-8571-4226, PhD in biology, associate professor of the Department of Biology and Soil Science, Faculty of Chemistry and Biology, Orenburg State University, Orenburg, Pobedy Avenue, p. 13, e-mail: anilova.osu@mail.ru.

2. Terekhova Nadezhda Alekseevna, Master of the Department of Biology and Soil Science, Faculty of Chemistry and Biology, Orenburg, Pobedy Avenue, p. 13, e-mail: terehova_n99@mail.ru.

3. Kotegova Avgustina Andreevna, Master of the Department of Biology and Soil Science, Faculty of Chemistry and Biology, Orenburg, Pobedy Avenue, p. 13, e-mail avgustina.kotegowa@yandex.ru.

УДК 632.122
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-142-149

Т.А. Дубровина, В.А. Брыков, Р.А. Брыкова, Э.А. Довлетярова,
Т.А. Федорова, И.А. Сморкалов, А.А. Неаман
T.A. Dubrovina, V.A. Brykov, R.A. Brykova,
E.A. Dovletyarova, T.A. Fedorova, A.A. Neaman

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия
Институт ботаники им. М.Г. Холодного НАН Украины, Киев, Украина
Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, Россия
Южный университет Чили, Вальдивия, Чили
RUDN University, Moscow, Russia
Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine
Institute of Plant and Animal Ecology,
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia
Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile

МЕЛИОРАЦИЯ ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИПСА: НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ
REMEDIATION OF INDUSTRIALLY CONTAMINATED SOILS WITH GYPSUM: UNDESIRABLE ENVIRONMENTAL IMPACTS

Аннотация. В данном исследовании мы изучали влияние гипсования техногенно загрязненных почв на развитие райграса пастбищного в лабораторных условиях. Было выявлено, что добавление гипса в почву является неудовлетворительной техникой при ремедиации почв, так как приводит к экологическим рискам.

Abstract. In the present study, we have grown perennial ryegrass on untreated and gypsum-treated soils under laboratory conditions. We found that gypsum represents an inadequate soil remediation option, as it aggravates environmental risks.

Ключевые слова: сульфат кальция; $CaSO_4$, токсичность; фитотоксичность; техногенно загрязненные почвы.

Keywords: calcium sulphate; CaSO4, toxicity; phytotoxicity; field-collected soils.

Введение. В последние десятилетия техногенное загрязнение почв металлами стало серьезной экологической угрозой [7]. Работа металлургических заводов вызывает особое беспокойство в связи с повышенным уровнем накопления металлов в окружающих почвах (Ettler [4] на основе информации из 160 исследований по всему миру). Гипсование почв ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) является потенциальным средством снижения токсичности металлов в почвах при поверхностном внесении. Были проведены исследования, в которых гипсование рекомендуется в качестве мелиоранта для снижения фитотоксичности металлов [3,9]. Однако, данные исследования проводились с использованием искусственно загрязнённых почв, т.е. в лабораторных условиях в почвы добавляли растворы металлов в повышенных концентрациях. Такой подход неоднократно подвергался критике из-за сложности с экстраполяцией результатов непосредственно на техногенно загрязненные почвы, подвергающиеся длительному загрязнению [7,11]. Тем не менее, мы не смогли найти исследований, чтобы подтвердить эффективность гипсования, как мероприятия для снижения фитотоксичности металлов в техно-

генно загрязненных почвах. К тому же, добавление гипса к загрязненной металлами почве может привести к высвобождению биодоступных форм металлов, и этот процесс создаст дополнительную экологическую опасность.

Целью исследования является изучение влияния гипсования техногенно загрязненных почв на рост растений на примере почв, отобранных в импактной зоне Среднеуральского медеплавильного завода.

Материалы и методика исследований. Для исследования были выбраны почвы, которые подвергались длительному аэральному воздействию (с 1940 г.) техногенных загрязнений Среднеуральского медеплавильного завода, расположенного в подзоне южной тайги, в районе г. Ревда, в 50 км от Екатеринбурга, Россия. Были отобраны образцы лесной подстилки (горизонт О, в зависимости от глубины) и гумусового горизонта почв (горизонт А, с глубины 10 см) на пяти участках отбора проб вдоль градиента загрязнения на расстоянии 1, 2, 6, 30 и 33 км к западу от медеплавильного завода.

Нами был проведен вегетационный эксперимент, в котором растения выращивались на отобранных образцах почв с добавлением гипса (3 %). Образцы почвы были высушены при 40º С, измельчены и просеяны через сито с отверстиями диаметром 2 мм. Химические свойства почвы (электропроводность, pH, ёмкость катионного обмена, обменный Ca) определены с помощью стандартных методов [2]. Почвы еженедельно увлажняли дистиллированной водой до достижения полной влагоемкости, а затем высушивали при комнатной температуре. Электропроводность образцов была определена в водной вытяжке, при соотношении почвы/раствора 1:25 (для горизонта О) или 1:5 (для горизонта А). В качестве экстрагента использовался раствор 0,01 М $CaCl_2$ при соотношении почва:раствор 1:2,5 (для горизонта А) или 1:25 (для горизонта О). Суспензии почвы центрифугировались и фильтровались через шприцевые фильтры 0,2 мкм. В качестве опытного растения использовался райграс пастбищный *(Lolium perenne* L.). Эксперимент проводился в четырехкратной повторности в соответствии со стандартным протоколом [5]. Элементный анализ проводился с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии на ICP-OES (PerkinElmer Avio 200) с использованием 0,01 М KNO_3 раствора в качестве экстрагента для почвенных и озоления при 600°C с использованием раствора 2 М HCl для растительных образцов [6,10].

Для оценки степени загрязнения исследуемых почв, нами были рассчитаны индексы загрязнения почвы по следующей формуле:

$$\mathrm{PI}_i = \frac{1}{\mathrm{n}} \sum_{j=1}^{\mathrm{n}} \left(\frac{\mathrm{C}_{ji}}{\mathrm{C}_{jb}} \right), \qquad [1],$$

где PI*i* - индекс загрязнения в *i*-й точке; C*ji* - общая концентрация *j*-го элемента в почве в *i*-й точке; C*jb* - общая фоновая концентрация *j*-го элемента в почве; и n - количество анализируемых элементов. Средние концентрации металлов на расстоянии 33 км от медеплавильного завода и отклики растений, выращенных на данных почвах, были использованы как фоновые значения.

Статистический анализ проводился с использованием программного обеспечения Minitab Express 1.5.2 и программного обеспечения RStudio 1.2.1335.

Результаты исследования. Анализ валовых концентраций металлов показал пространственную дифференциацию металлов в зависимости от расстояния до медеплавильного завода – в обоих горизонтах почвы содержание металлов имело тенденцию к уменьшению с увеличением расстояния от завода. Вместе с тем, актуальный pH исследуемых почв практически не менялся.

В гумусовом горизонте гипсование увеличивало электропроводность почвы до 2,5 мСм/м. Однако, данная степень электропроводности не влияет на рост райграса пастбищного, так как согласно литературным данным эффективная концентрация для этого вида, измеренная в водной вытяжке с тем же соотношением почва/вода, и ингибирующая 20 % роста растений (EC20) равна 4,96 мСм/м [12].

Как и в подстилке, так и в гумусовом горизонте рост растений на загрязненных почвах с добавлением гипса, был значительно ниже, чем в незагипсованных почвах (рисунок 1).

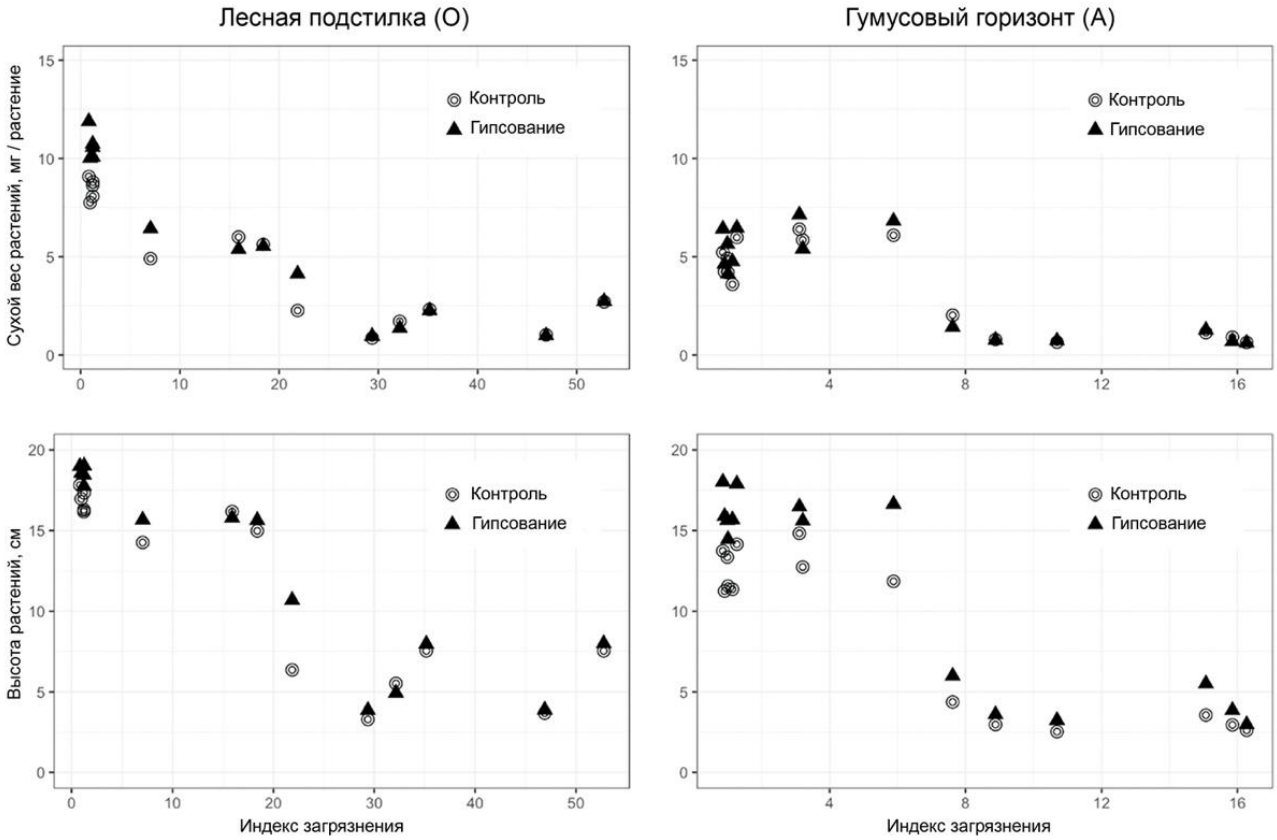


Рисунок 1
Влияние гипсования на отклики растений, выращенных
на лесной подстилке и гумусовом горизонте почвы с различными индексами загрязнения

Тем не менее, полумаксимальные эффективные концентрации (EC_{50}) индекса загрязнения для сухого веса наземной части и высоты растений статистически не различались в лесной подстилке и гумусовом горизонте почвы в зависимости от гипсования. Таким образом, гипсование оказалось неэффективным способом для снижения фитотоксичности металлов почв импактной зоны медеплавильного завода.

Как и ожидалось, концентрация кальция в побегах растений, выращенных на почвах с добавлением гипса, была значительно выше, чем на почвах без добавления гипса, Данная тенденция наблюдалась для растений выращенных, как на горизонте О, так и на горизонте А (Рисунки 2а и 3а). Несмотря на большее содержание элемента, влияние кальция на рост растений было незначительным.

В нашем исследовании были выявлены более высокие концентрации Mn, Cu, Cd и Zn в наземных частях растений, выращенных на почвах с добавлением

гипса по сравнению образцами без добавления гипса (рисунки 2 и 3). Причем большее накопление металлов наблюдалась для обоих горизонтов.

Выявленные закономерности можно объяснить вытеснением вышеуказанных катионов металлов кальцием из почвенного поглощающего комплекса. Стоит отметить, что результаты, полученные в настоящем исследовании, противоположны результатам, полученным в исследованиях Abbas и др. [3] и Rehman др. [9], в которых был выявлен смягчающий эффект гипса на фитотоксичность кадмия и свинца в искусственно загрязненных почвах.

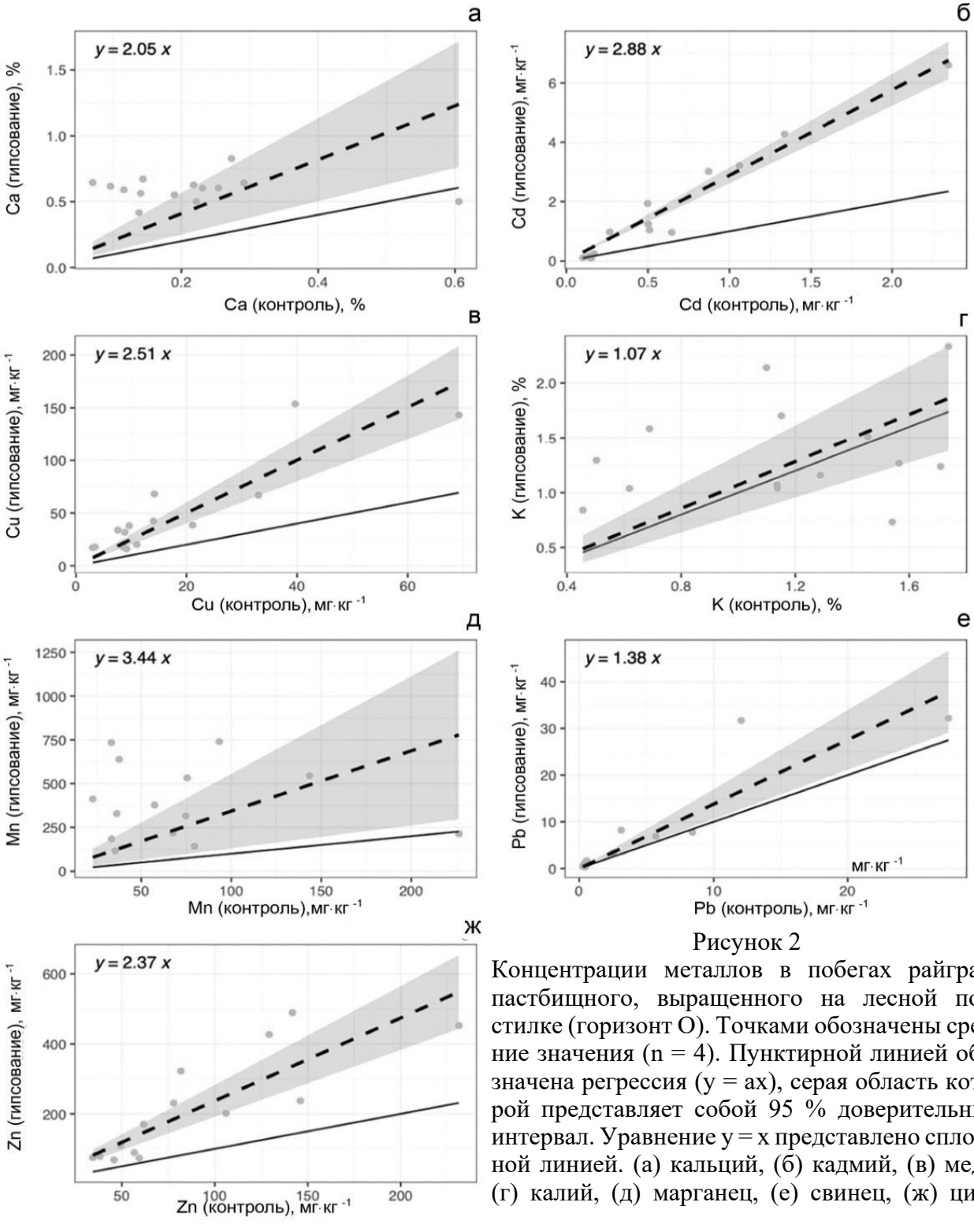


Рисунок 2

Концентрации металлов в побегах райграса пастбищного, выращенного на лесной подстилке (горизонт О). Точками обозначены средние значения (n = 4). Пунктирной линией обозначена регрессия (y = ax), серая область которой представляет собой 95 % доверительный интервал. Уравнение y = x представлено сплошной линией. (а) кальций, (б) кадмий, (в) медь, (г) калий, (д) марганец, (е) свинец, (ж) цинк

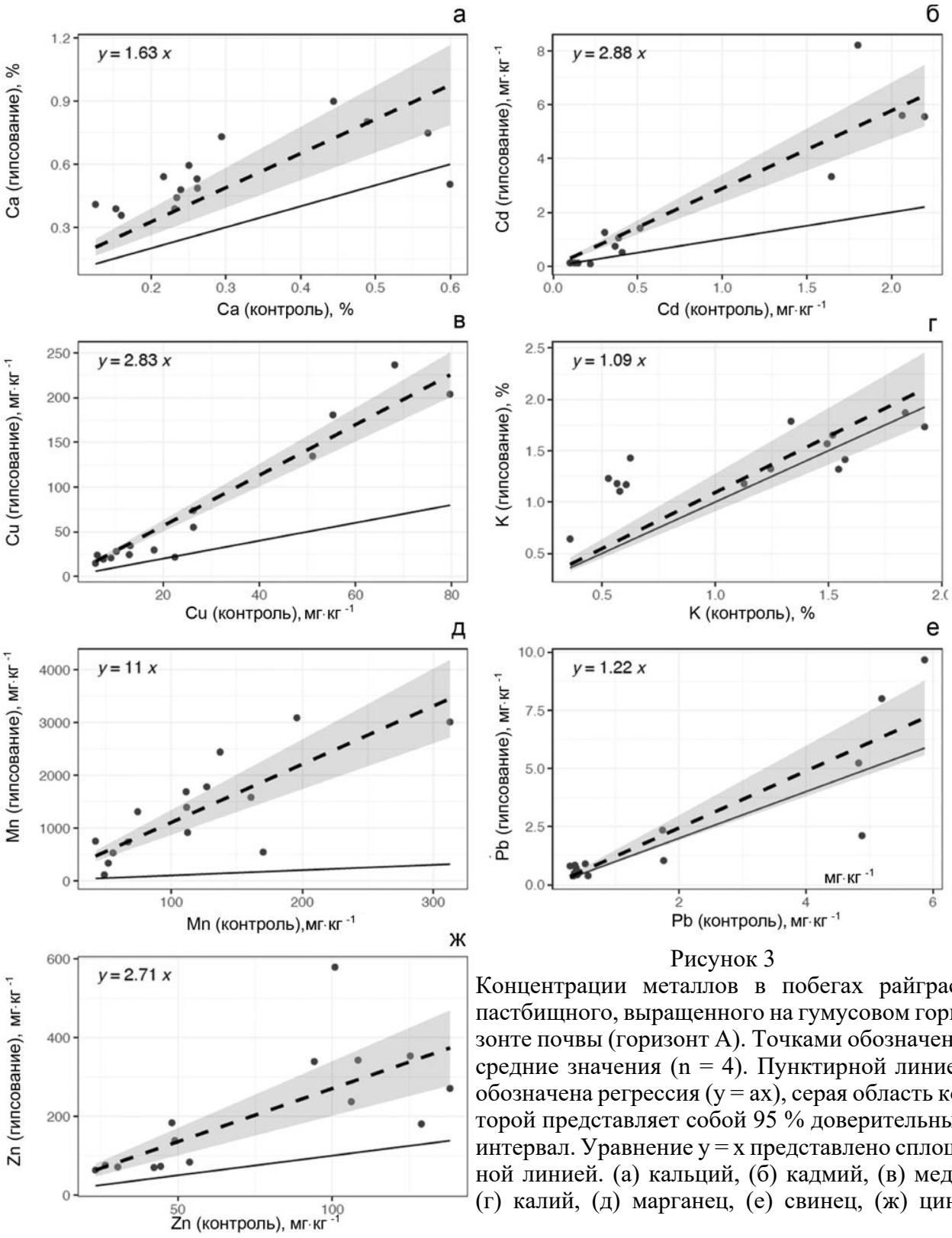


Рисунок 3

Концентрации металлов в побегах райграса пастбищного, выращенного на гумусовом горизонте почвы (горизонт А). Точками обозначены средние значения (n = 4). Пунктирной линией обозначена регрессия (y = ax), серая область которой представляет собой 95 % доверительный интервал. Уравнение y = x представлено сплошной линией. (а) кальций, (б) кадмий, (в) медь, (г) калий, (д) марганец, (е) свинец, (ж) цинк

Выводы. Гипсование техногенно загрязненной почвы не уменьшало фитотоксичность металлов в эксперименте, причем рост растений на загрязненных почвах с добавлением гипса был значительно ограничен по сравнению с контролем. Применение гипса привело к увеличению концентрации растворимого металла в почве и увеличило скорость поглощения металла растениями. В частности, это происходит из-за того, что ионы кальция из гипса вытесняют металлы в

почвенном поглощающем комплексе, но эти металлы не иммобилизуются в почвах, поскольку гипс является нейтральной солью.

Таким образом, гипс не только неэффективен в снижении фитотоксичности металла в техногенно загрязненных почвах, он представляет собой неприемлемую практику рекультивации почв, поскольку увеличивает опасность для окружающей среды. Результаты экспериментов подтверждают, что мелиоранты для восстановления почв на участках с длительным промышленным загрязнением следует выбирать в соответствии с исследованиями, проведенными на техногенно-загрязненных почвах, а не полагаться на искусственно загрязненные почвы.

Благодарность. Публикация выполнена при поддержке Программы стратегического академического лидерства РУДН. Авторы благодарят А.А. Чуракова за правку английского текста.

Библиографический список

1. Воробейчик Е.Л., Позолотина В.Н. Микромасштабное пространственное варьирование фитотоксичности лесной подстилки. // Экология. 2003. V. 6, P. 420-427.

2. Воробьева Л.А. Химический анализ почв. Москва: Издательство МГУ, 1998. pp. 272.

3. Abbas M.S., Akmal M., Ullah S., Hassan M.U., Farooq S. Effectiveness of zinc and gypsum application against cadmium toxicity and accumulation in wheat (*Triticum aestivum* L.). // Communications in Soil Science and Plant Analysis. 2017. V. 48, P. 1659-1668.

4. Ettler V. Soil contamination near non-ferrous metal smelters: A review. // Applied Geochemistry. 2016. V. 64, P. 56-74.

5. ISO 11269-2. Soil quality - Determination of the effects of pollutants on soil flora - Part 2: Effects of chemicals on the emergence and growth of higher plants. Genève, Switzerland: International Organization for Standardization, 2012. pp. 19.

6. Kalra Y.E. Handbook of Reference Methods for Plant Analysis. Boca Raton, FL, USA: Soil and Plant Analysis Council, CRC Press, 1998. pp. 300.

7. Neaman A., Selles I., Martínez C.E., Dovletyarova E.A. Analyzing soil metal toxicity: Spiked or field-contaminated soils? // Environmental Toxicology & Chemistry. 2020. V. 39, P. 513-514.

8. Rehman M.Z.U., Rizwan M., Ali S., Sabir M., Sohail M.I. Contrasting effects of organic and inorganic amendments on reducing lead toxicity in wheat. // Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 2017. V. 99, P. 642-647.

9. Sadzawka A., Carrasco M.A., Demanet R., Flores H., Grez R., Mora M.L., Neaman A. Métodos de análisis de tejidos vegetales. Segunda Edición. Serie actas INIA Nº 40. Santiago, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2007. pp. 140.

10. Santa-Cruz J., Vasenev I.I., Gaete H., Peñaloza P., Krutyakov Y.A., Neaman A. Metal ecotoxicity studies with spiked versus field-contaminated soils: Literature review, methodological shortcomings and research priorities. // Russian Journal of Ecology. 2021. (under review).

11. Venancio C., Pereira R., Lopes I. The influence of salinization on seed germination and plant growth under mono and polyculture. // Environmental Pollution. 2020. V. 260. P. 113993.

Сведения об авторах

1. Дубровина Татьяна Александровна, ORCID 0000-0002-8262-8402, аспирант Департамента ландшафтного проектирования и устойчивых экосистем,

Аграрно-технологический институт, Российский университет дружбы народов, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая 8/2, e-mail: dubrovina-ta@rudn.ru.

2. Брыков Василий Александрович, ORCID 0000-0002-3099-198X, старший научный сотрудник Института ботаники им. М.Г. Холодного, Национальная академия наук Украины, г. Киев, ул. Терещенковская, 2, e-mail: brykov_vo@nas.gov.ua.

3. Брыкова Рамилла Адим кызы, ORCID 0000-0003-1448-7238, младший научный сотрудник Центра математического моделирования и проектирования устойчивых экосистем, Аграрно-технологический институт, Российский университет дружбы народов, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая 8/2, e-mail: gadzhiagaeva-r@rudn.ru.

4. Довлетярова Эльвира Анварбековна, ORCID 0000-0003-4296-9015, доцент Департамента ландшафтного проектирования и устойчивых экосистем, Аграрно-технологический институт, Российский университет дружбы народов, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая 8/2, e-mail: dovletyarova-ea@rudn.ru.

5. Федорова Татьяна Александровна, ORCID 0000-0002-7861-7081, доцент Департамента ландшафтного проектирования и устойчивых экосистем, Аграрно-технологический институт, Российский университет дружбы народов, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая 8/2, e-mail: fedorova-ta@rudn.ru.

6. Сморкалов Иван Александрович, ORCID 0000-0002-6490-9673, научный сотрудник Лаборатории экотоксикологии популяций и сообществ, Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202, e-mail: ivan.a.smorkalov@gmail.com.

7. Неаман Александр Александрович, ORCID 0000-0002-1819-0872, профессор Института аграрной инженерии и почв, Факультет сельскохозяйственных и пищевых наук, Южный университет Чили, г. Вальдивия, Авеню Независимости 631, e-mail: alexander.neaman@uach.cl.

Authors' personal details

1. Tatyana A. Dubrovina, ORCID, Ph.D. student, Department of Landscape Design and Sustainable Ecosystems, Agrarian-Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Miklukho-Maklaya st. 8/2, e-mail: dubrovina-ta@rudn.ru.

2. Vasyl A. Brykov, ORCID 0000-0002-3099-198X, Senior Researcher, M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev, st. Tereschenkovskaya, 2, e-mail: brykov_vo@nas.gov.ua.

3. Ramilla A. Brykova, ORCID 0000-0003-1448-7238, Junior Researcher, Center for Mathematical Modeling and Design of Sustainable Ecosystems, Agrarian-Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Miklukho-Maklaya st. 8/2, e-mail: gadzhiagaeva-r@rudn.ru.

4. Elvira A. Dovletyarova, ORCID 0000-0003-4296-9015, Associate Professor, Department of Landscape Design and Sustainable Ecosystems, Agrarian-Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Miklukho-Maklaya st. 8/2, e-mail: dovletyarova-ea@rudn.ru.

5. Tatyana A. Fedorova, ORCID 0000-0002-7861-7081, Associate Professor, Department of Landscape Design and Sustainable Ecosystems, Agrarian-Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Miklukho-Maklaya st. 8/2, e-mail: fedorova-ta@rudn.ru.

6. Ivan A. Smorkalov, ORCID 0000-0002-6490-9673, Researcher, Laboratory of Population and Community Ecotoxicology, Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, 8 Marta st., 202, e-mail: ivan.a.smorkalov@gmail.com.

7. Alexander Neaman, ORCID 0000-0002-1819-0872, Full Professor, Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Av. Independencia 631, Valdivia, Chile, e-mail: alexander.neaman@uach.cl.

УДК 631.41
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-149-154

Т.А. Зубкова, В.Н. Кривцова, И.Г. Асылбаев
T.A. Zubkova, V.N. Krivtsova, I.G. Asylbaev

ФБГОУ ВО Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия
ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, Уфа, Россия
Moscow State University, Moscow, Russia
FSBEI HE Bashkir SAU, Ufa, Russia

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН
FEATURES OF HEAVY METALS THE DISTRIBUTION DEPENDING ON THE SOIL GRANULOMETRIC COMPOSITION OF THE BASHKORTOSTAN REPUBLIC

Аннотация. Для почв Республики Башкортостан (серые лесные, дерновые, лугово-чернозёмные, горные и чернозёмы) установлена закономерность в распределении тяжелых металлов по почвенному профилю в зависимости от гранулометрического состава почвы. В гумусовых горизонтах (0-20 см) средняя вероятность максимального накопления элемента выше в тяжелосуглинистых почвах по сравнению со среднесуглинистыми.

Abstract. For the soils of the Republic of Bashkortostan (gray forest, soddy, meadow-chernozem, mountain and chernozems), a regularity has been established in the distribution of heavy metals along the soil profile, depending on the granulometric composition of the soil. In humus horizons (0-20 cm), the probability of maximum accumulation of the element is, on average, higher in heavy loamy soils than in medium loamy soils.

Ключевые слова: тяжелые металлы, гранулометрический состав почв, почвы Башкирии.

Key words: heavy metals, granulometric composition of soils, soils of Bashkiria.

Введение. Загрязнение почв – одна из глобальных экологических проблем нашего времени. Оценка загрязнения осуществляется по содержанию токсичных химических веществ. Физические свойства почвы обычно оттесняются на второй план или вовсе игнорируются, хотя их существенная роль в почвообразовательных процессах вне сомнения. Например, форма и механические свойства агрегатов определяются грансоставом: в супесчаных и легкосуглинистых почвах не встречаются агрегаты с выраженными гранями, такие как призматические, оре-

ховатые или зернистые [2,3,5]. Транслокация тяжелых металлов в системе почва-растение также во многом определяется физическими свойствами почвы. Гранулометрический состав определяет не только гидрологические, реологические, адсорбционно-структурные и другие функции почвы, он также играет роль пропускного канала при трансляции химических свойств с молекулярного уровня на почвенные макроуровни, роль проводника и регулятора, от которого зависит отражение молекулярных свойств почвы в свойствах агрегатов, горизонта и целого профиля [2]. Значимость учета гранулометрического состава почвы показана и в нормативах ОДК: ОДК таких элементов, как Cd, Cu, As, Ni, Pb и Zn выше в суглинистых и глинистых почвах, по сравнению с песчаными и супесчаными почвами [6]. Именно гранулометрический состав почвы создает арену для всевозможных физико-химических взаимодействий (площадь удельной поверхности) и задает направление развития почвообразовательных процессов. В решении экологических проблем представляется существенной барьерная роль гранулометрического состава при аккумуляции загрязняющих веществ в почвенном профиле и защита ландшафта и грунтовых вод от загрязнения. Но с другой стороны, накопление поллютантов в верхних корнеобитаемых горизонтах резко снижает экологические функции самой почвы в условиях выращивания культурных растений. Все это свидетельствует о немаловажной роли физических свойств почвы в оценке ее загрязнения и создании прогнозных моделей.

Цель исследования - оценка роли гранулометрического состава в распределении тяжелых металлов по профилю почв Республики Башкортостан.

Объекты и методы исследования. В работе рассматривали особенности распределения в почвенном профиле тяжелых металлов (Pb, Hg, Cd, Se, As, Zn, Cu, Cr, Co, Ni, Mo, Ba, Sr, Mn, V, W) в зависимости от гранулометрического состава почв. Анализировали графики распределения тяжёлых металлов в почвенных профилях, представленных в диссертационной работе А.Г. Асылбаева [1]. Объекты исследования - почвы серые лесные, дерновые, лугово-чернозёмные, горные и чернозёмы геоморфологических районов Республики Башкортостан: Уфимское плато, Юрюзано-Айская предгорная равнина, Зауральский пенеплен, Белебеевская платообразная возвышенность, Зилаирское плато, Камско-Бельское равнинно-увалистое понижение. Все почвы были разделены на две группы по гранулометрическому составу: среднесуглинистые (физической глины 30-40 %) и тяжелосуглинистые (физической глины 40-50 %). Всего проанализировано 313 графиков распределения 16 тяжелых металлов по 62-м почвенным разрезам. Для каждого химического элемента были составлены таблицы, в которых выделены горизонты и глубина их залегания с максимальным содержанием элемента (пик). Также были рассчитаны частота встречаемости пиков на определённой глубине почвенного профиля (0-5, 6-20, 21-50 и >50 см) для каждого элемента и проведено сравнение вероятностей глубины максимальной аккумуляции по профилю в зависимости от гранулометрического состава почвы. Элементный состав почвы в работе Асылбаева [1] был определен методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой ICP-MS на масс-спектрометре марки VG Plasma Quad и Elan-6100 в стандартных условиях изменения с использованием импортных эталонных образцов.

Результаты и обсуждение. По характеру распределения тяжёлых металлов в профиле исследуемых почв, выделено три основных варианта распределе-

ния: равномерное распределение в профиле характерно для Pb и Zn, высокое содержание преимущественно в поверхностных горизонтах наблюдается для Mn, Mo и Cd, в нижних – для As, Ni, Cu, Cr и V. Для остальных элементов (Se, Sr, Co, Ba) общих закономерностей распределения, охватывающих все почвы, не выявлено.

На основе данных распределения тяжёлых металлов в каждом почвенном профиле, для каждого элемента были составлены таблицы с выделением глубины их максимального накопления в профиле и построены графики [4]. Также были рассчитаны вероятности встречаемости максимальной аккумуляции для каждого элемента в зависимости от гранулометрического состава почвы и глубины залегания горизонта (Таблица).

Таблица Усредненная частота встречаемости (%) максимальной аккумуляции тяжелого металла в профиле почв Республики Башкортостан на глубинах: 0-5 см, 6-20 см, 21-50 и ниже 50 см (100 % — встречаемость элемента во всех горизонтах почвенного профиля одного гранулометрического состава)

Элементы		Частота встречаемости максимальной аккумуляции химического элемента в профиле почвы (%)							
		Тяжелосуглинистые почвы, глубина, см				Среднесуглинистые почвы, глубина, см			
		0-5	6-20	21-50	> 50	0-5	6-20	21-50	> 50
I класс опасности	Свинец (Pb)	15	43	21	21	47	24	24	5
	Ртуть (Hg)	45	11	11	33	39	0	46	15
	Кадмий (Cd)	18	53	8	21	26	0	48	26
	Селен (Se)	30	8	8	54	12	19	44	25
	Мышьяк (As)	8	35	11	46	17	11	11	61
	Цинк (Zn)	12	64	7	17	17	28	22	33
II класс опасности	Медь (Cu)	15	44	12	29	12	6	23	59
	Хром (Cr)	7	23	20	50	11	24	24	41
	Кобальт (Co)	8	32	13	47	12	29	12	47
	Никель (Ni)	15	24	10	51	33	11	11	45
	Молибден (Mo)	8	61	5	26	53	20	0	27
III класс опасности	Барий (Ba)	8	47	15	30	21	11	21	47
	Стронций (Sr)	7	21	10	62	5	5	5	85
	Марганец (Mn)	50	0	17	33	19	56	19	6
	Ванадий (V)	9	30	16	45	11	17	17	55
	Вольфрам (W)	4	38	25	33	17	25	17	41
	Среднее	**16**	**33**	**13**	**38**	**21**	**18**	**21**	**40**

Для тяжелосуглинистых почв характерно два пика аккумуляции металла в почвенном профиле: в гумусовом горизонте 6-20 см и в нижних иллювиальных горизонтах ниже 50 см глубиной. Для среднесуглинистых почв – один пик аккумуляции в нижней части профиля, ниже 50 см (Рисунок). Но это общая усредненная тенденция по всем элементам и почвам в пределах одной группы гранулометрического состава. Однако частота встречаемости максимальной аккумуляции элемента на разной глубине почвенного профиля различная для каждого химического элемента (Таблица). По вероятности максимальной аккумуляции тяжёлых металлов в верхних горизонтах почв в зависимости от гранулометрического состава установлены достоверные различия для следующих элементов: свинец, ртуть, кадмий, селен, мышьяк, медь, никель, молибден, барий, марганец,

вольфрам. Однако для хрома, кобальта, стронция и ванадия различия оказались недостоверными.

В верхних горизонтах, 0-5 см, обычно это подстилка, вероятность аккумуляции тяжелых металлов почти одинаковая для тяжелосуглинистых и среднесуглинистых почвах с незначительным перевесом в среднесуглинистых. А в гумусовых горизонтах, залегающих на глубине 6-20 см, частота максимальной встречаемости элемента выше в тяжелосуглинистых почвах почти в 2 раза по сравнению со среднесуглинистыми (Рисунок).

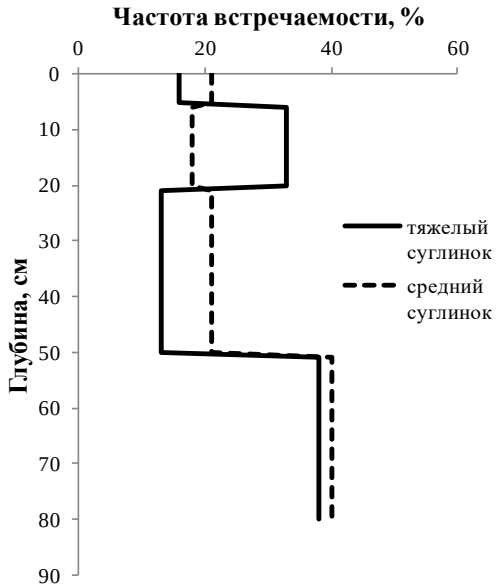


Рисунок
Усредненная частота встречаемости максимальной аккумуляции химического элемента в почвах разного гранулометрического состава на территории Республики Башкортостан

Таким образом, распределение тяжёлых металлов в почвенном профиле Республики Башкортостан связано с гранулометрическим составом почв. Установлена высокая вероятность аккумуляции в поверхностных гумусовых горизонтах и в породах (пермских глинах, известняках). Последнее обстоятельство чаще всего обусловлено изначально высоким содержанием металла в почвообразующей породе [1]. В верхних горизонтах (0-20 см) вероятность максимальной аккумуляции металлов составляет в среднем 49 % в тяжелосуглинистых почвах и 39 % в среднесуглинистых. Причем, в среднесуглинистых максимум приходится на слой 0-5 см, а в тяжелосуглинистых на 6-20 см. Поэтому глинистые и тяжелосуглинистые почвы представляют собой повышенный фактор риска аккумуляции тяжелых металлов по сравнению с почвами более легкого гранулометрического состава. И этот фактор риска следует включать в прогнозные экологические модели.

Выводы. Установлены следующие особенности распределения тяжёлых металлов в зависимости от гранулометрического состава почв Республики Башкортостан (серых лесных, торфянисто-перегнойных, аллювиальных, дерновых, дерново-карбонатных, чернозёмах, горных):

1. Для тяжелосуглинистых почв характерно два пика аккумуляции металла в почвенном профиле: в гумусовом горизонте 6-20 см и в нижних иллювиальных горизонтах ниже 50 см глубиной. Для среднесуглинистых почв – один пик аккумуляции в нижней части профиля, глубже 50 см.

2. В гумусовых горизонтах, залегающих на глубине 6-20 см, частота максимальной встречаемости тяжелых металлов выше в тяжелосуглинистых почвах почти в 2 раза по сравнению со среднесуглинистыми.

3. По вероятности максимальной аккумуляции тяжёлых металлов в верхних горизонтах почв (0-20 см) установлены достоверные различия в зависимости от гранулометрического состава для следующих элементов: свинец, ртуть, кадмий, селен, мышьяк, медь, никель, молибден, барий, марганец, вольфрам. Для хрома, кобальта, стронция и ванадия различия недостоверны.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по теме «Физические основы экологических функций почв: технологии мониторинга, прогноза и управления».

Библиографический список

1. Асылбаев И.Г. Оценка геохимического состояния почв Южного Урала: дисс. ... док. биол. наук: 03.02.13 / Асылбаев Ильгиз Галлямович; ФГБОУ «Башкирский государственный аграрный университет». – Уфа, 2015. – 448 с.

2. Зубкова Т.А. Матричная организация почв. / Т.А. Зубкова, Л.О. Карпачевский. - М.: РУСАКИ, 2001. - 296 с. ISBN5-93347-066-X.

3. Карпачевский Л.О. Экологическое почвоведение / Л.О. Карпачевский. - Москва: Изд-во МГУ, 1993. - 183 с.

4. Кривцова, В. Н. Роль физических свойств почв в перераспределении загрязняющих веществ в почвенном профиле [Электронный ресурс] / В.Н. Кривцова // Электронное научное издание Альманах Пространство и Время. – 2017. – Т. 15. – Вып. 1: Studia studiosorum: успехи молодых исследователей. – Стационарный сетевой адрес: 2227-9490e-aprovr_e-ast15-1.2017.12.

5. Манаенков И.В. Механическая прочность почвенных агрегатов разной формы / И.В. Манаенков, Т.А. Зубкова, Л.О. Карпачевский // Почвоведение. - 1997. - № 12. - с. 1438-1444.

6. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы. / М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. - 2009. - 10 с.

Сведения об авторах

1. Зубкова Татьяна Александровна, ORCID 0000-0002-4967-5776, доктор биологических наук, старший научный сотрудник факультета почвоведения ФБГОУ ВО Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Ленинские горы, д.1, стр.12, e-mail: dusy.taz@mail.ru.

2. Кривцова Виктория Николаевна, ORCID 0000-0002-8589-1580, аспирант факультета почвоведения ФБГОУ ВО Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Ленинские горы, д.1, стр.12, e-mail: owl-cat@mail.ru.

3. Асылбаев Ильгиз Галлямович, доктор биологических наук, доцент, декан факультета агротехнологий и лесного хозяйства, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, e-mail: ilgiz010@yandex.ru.

Authors' personal details

1. Zubkova Tatiana Aleksandrovna, ORCID 0000-0002-4967-5776, Doctor of Biological Sciences, Senior Researcher, Lomonosov Moscow State University, Faculty

of Soil Science, GSP-1, Leninskie Gory, 1, b.12. Moscow, Leninskie Gory, 1, p. 12, e-mail: dusy.taz@mail.ru.

2. Krivtsova Viktoria Nikolaevna, ORCID 0000-0002-8589-1580, postgraduate student of the Faculty of Soil Science, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Leninskie Gory, 1, b.12, e-mail: owl-cat@mail.ru.

3. Asylbaev Ilgiz Gallyamovich, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Agrotechnology and Forestry, Bashkir State Agrarian University, Ufa, st. 50th anniversary of October, 34, e-mail: ilgiz010@yandex.ru.

УДК 631
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-154-160

Г.Р. Ильбулова, Я.Т. Суюндуков, Р.Ф. Хасанова,
И.Н. Семенова, М.Б. Суюндукова, Х.М. Сафин
G.R. Ilbulova, Ya.T. Suyundukov, R.F. Khasanova,
I.N. Semenova, M.B. Suyundukova, Kh.M. Safin

Институт стратегических исследований Республики Башкортостан,
Сибайский филиал, г.Сибай, Россия
Академия наук Республики Башкортостан, г.Уфа, Россия
Institute of strategic studies of the Republic of Bashkortostan Sibay branch,
Sibay, Russia
Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, Ufa, Russia

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЧЕРНОЗЕМОВ БАШКИРСКОГО ЗАУРАЛЬЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL
ECOLOGICAL ASSESSMENT OF CHERNOZEMS OF THE BASHKIR TRANSAURAL REGION WITH THE USE OF THE NO-TILL TECHNOLOGY

Аннотация. Приведены результаты изучения экологической оценки технологии обработки почвы No-Till в сравнении с традиционной на основании таких показателей, как содержание гумуса, тяжелых и остаточные количества пестицидов на черноземах Башкирского Зауралья Республики Башкортостан. Установлено, что применение технологии No-Till способствует повышению гумуса в почве по сравнению с классической технологией обработки. В почвах, в том числе и на целине, отмечено повышенные концентрации цинка и кобальта, превышающие нормативные показатели. По содержанию в почве меди, цинка и кобальта технология No-Till существенно не отличается от классической технологии обработки. При обеих технологиях не выявлены остаточные количества пестицидов, превышающих ПДК.

Absract. The results of the study of the environmental assessment of the No-Till tillage technology in comparison with the traditional one on the basis of such indicators as the content of humus, heavy and residual amounts of pesticides on the chernozems of the Bashkir Trans-Urals of the Republic of Bashkortostan are presented. It was found that the use of No-Till technology contributes to an increase in humus in the soil in comparison with the classical processing technology. In the soils, including on virgin land, there were increased concentrations of zinc and cobalt, exceeding the standard indicators. In terms of the content of copper, zinc and cobalt in the soil, the No-Till

technology does not significantly differ from the classical processing technology. With both technologies, no residual amounts of pesticides exceeding the MPC were detected.

Ключевые слова: технология No-till, Башкирское Зауралье, гумус, остаточные количества пестицидов, микроэлементы.

Keyword: No-till technology, Bashkir Trans-Urals, humus, pesticide residues, microelements.

Основой земледелия является обработка почвы. Многочисленными исследованиями доказано, что ставшая традиционной обработка почв с отвальной вспашкой является не только ресурсоемким процессом, но и приводит к снижению содержания и запасов гумуса, уменьшению количества почвенной микрофлоры, к развитию эрозии и деградации почвы. В то же время многие авторы утверждают положительную роль технологии прямого посева, которая способствует сохранению ее плодородия, снижению эрозии, повышению гумуса и восстановлению почвенной микробной биомассы. Опыты применения данной технологии, особенно в США, Бразилии, Аргентине, Австралии, показала преимущества, прежде всего, в экономии ресурсов, повышении рентабельности сельского хозяйства и снижении деградационного воздействия на почву [10-13].

На территории Зауралья Республики Башкортостан (РБ) в СПК «Красная Башкирия» уже на протяжении более 10 лет широко используется технология No-Till. Несмотря на острозасушливый климат региона данное хозяйство является лидером по урожайности зерна.

Следует отметить, что в настоящее время недостаточно исследований по изучению влияния технологий No-Till на экологические функции почв. Данное обстоятельство особенно важно в комплексе почвенно-экологических исследований, проводимых в Башкирском Зауралье, в связи с тем, ощутимое негативное воздействие на почвенный покров здесь оказывает горнорудная промышленность. Территория СПК «Красная Башкирия» расположена в непосредственной близости от города Магнитогорск и испытывает влияние Магнитогорского металлургического комбината.

Цель исследования: оценка экологического состояния почв в условиях применения технологии No-till (на примере СПК «Красная Башкирия» Абзелиловского района РБ)

Исследования проводились в летний период 2020 г. Образцы почв были отобраны на пробных площадках (ПП), расположенных на сельскохозяйственных полях СПК «Красная Башкирия» из слоев почвы 0-10, 10-20 и 20-30 см в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83 [3]. ПП были заложены на полях, где применяется технология No-Till в следующих вариантах: яровая пшеница по люцерне, яровая пшеница по кукурузе, ячмень по гречихе, кукуруза по пару (сидерат - донник), яровая пшеница по подсолнечнику, ячмень+горох по люцерне. Для сравнения были заложены ПП на сельскохозяйственных полях с применением традиционной технологии обработки почв: лен по яровой пшенице и яровая пшеница по яровой пшенице. В качестве контроля была отобрана проба почвы на целине (пастбище), где доминирующей является разнотравно-типчаково-ковыльная растительность.

В почву, где применялась технология No-Till, в предпосевной период методом мелкодисперсного распыления вносился гербицид Торнадо 540 в дозе 1,5 л/га.

Экологическую оценку состояния почв при использовании нулевой технологии по сравнению с традиционной обработкой проводили на основании показателей почвенного плодородия – содержания гумуса, микроэлементов и остаточных количеств пестицидов. Содержание гумуса определяли по методу Тюрина И.В. [4], концентрации микроэлементов - методом атомно-абсорбционной спектрометрии с пламенным атомизатором «ацетилен-воздух» на аппарате Contr AA 300, остаточные количества пестицидов - хроматографическим методом гуминовых кислот по МУ 4383-87 [8].

Органическое вещество почвы или гумус является важным показателем её плодородия, так как в нем сосредоточено около 90 % валовых запасов азота, часть фосфора, серы, микроэлементов. Почвы с высоким содержанием гумуса имеют агрономически ценную структуру, большую емкость поглощения, большую буферность по отношению к кислотно-основным факторам воздействия. Гумусовые вещества могут также оказывать и непосредственное влияние на растения, стимулируя их рост и развитие [6].

Анализы показали, что все образцы почв имеют высокий [5] уровень содержания гумуса (рис. 1).

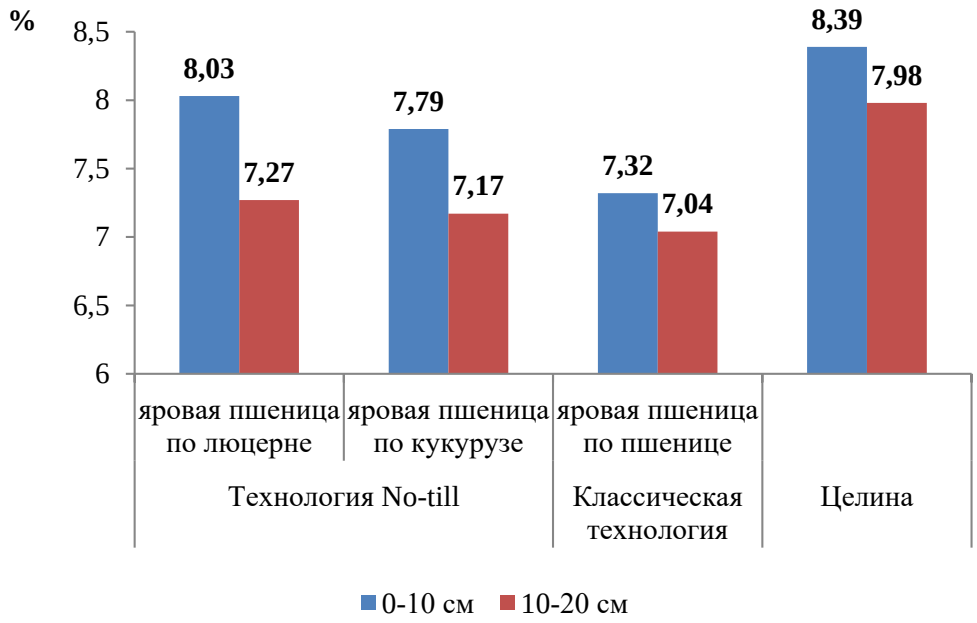


Рисунок 1
Влияние технологий обработки почвы на содержание гумуса

В варианте с классической технологией обработки отмечено заметное снижение гумуса по сравнению с целиной и с почвами с нулевой обработкой.

Результаты исследования накопления тяжелых металлов и микроэлементов в почвах Башкирского Зауралья представлены на рисунках 2,3,4.

Медь – микроэлемент, который тесно связан с компонентами почвы и с органическим веществом в результате окислительно-восстановительных процессов. ПДК для валовых форм меди в почвах составляет 55 мг/кг [1, 7].

Результаты определения содержания валовых форм меди в исследуемых почвенных образцах показал, что его концентрации не превышают ПДК. В слое почвы 0-30 см в почвах с системой No-Till оно варьирует в пределах от 29,00 до

44,00 мг/кг (Cv=9,77 %), в почвах с классической обработкой – от 36,00 до 40,00мг/кг (Cv=4,51 %), в целинной почве – от 30,00 до 36,00 мг/кг (Cv=9,94 %). Из рисунка очевидно некоторое превышение концентрации меди по сравнению с целиной и технологией No-Till (рис. 2).

Цинк – микроэлемент, накопление которого зависит от увлажнения почвы и окислительно-восстановительных процессов и имеет слабое сродство к органическому веществу.

Содержание валовых форм цинка во всех исследуемых пробах почв превышает значения ПДК, равной 100 мг/кг [1, 7, 9], от 1,7 до 2,2 раз. Его значение в почвах с нулевой обработкой варьирует от 166,00 до 247,00 мг/кг (Cv=10,61 %), с классической технологией - от 189,00 до 233,00 мг/кг (Cv=8,01 %), в целинной почве от 174,00 до 200,00 мг/кг (Cv=7,19 %). Наиболее высокие концентрации цинка в слое почвы 0-30 см также выявлены в почвах варианта с классической технологией обработки (рис. 3).

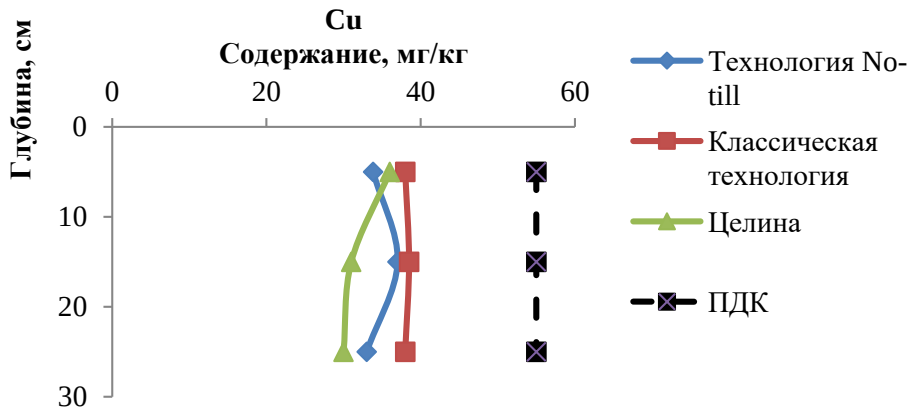


Рисунок 2
Профильное распределение валовых форм меди в почвах

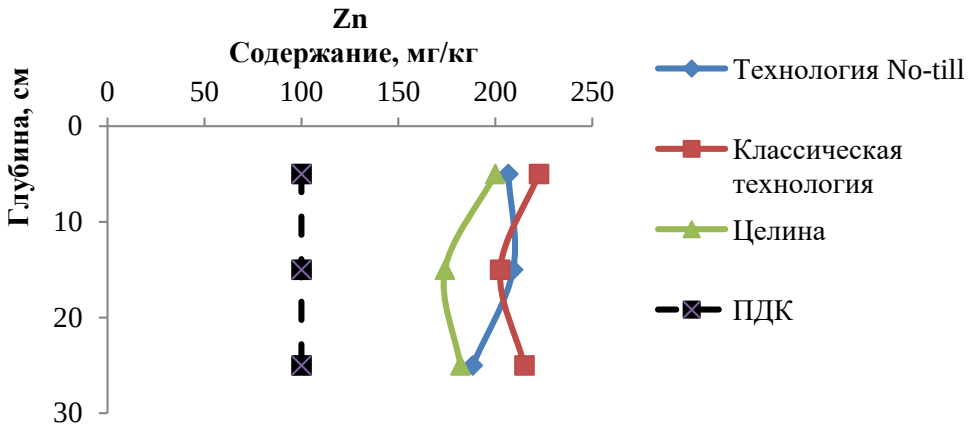


Рисунок 3
Профильное распределение валовых форм цинка в почвах

Кобальт относится к металлам с переменной валентностью, которые в условиях увлажнения почв интенсивно развивают восстановительные процессы с образованием сорбционных комплексов. Для валовых форм кобальта ПДК не установлена, фоновое содержание Co равно 15 мг/кг [9].

Концентрации Co во всех пробах почвы превышают фон (от 1,4 до 1,9 раз). В среднем его содержание в почвах не имеет значительных различий: в слое почвы 0-30 см в почвах с системой No-till оно варьирует в пределах от 19,00 до 26,00 мг/кг (Cv=8,07 %), в почвах с классической технологией обработки – от 23,00 до 31,00 мг/кг (Cv=10,79 %), в почвах целины – от 23,00 до 28,00 мг/кг (Cv= 9,93 %). В варианте с технологией No-Till отмечено наименьшее содержание кобальта (рисунок 4).

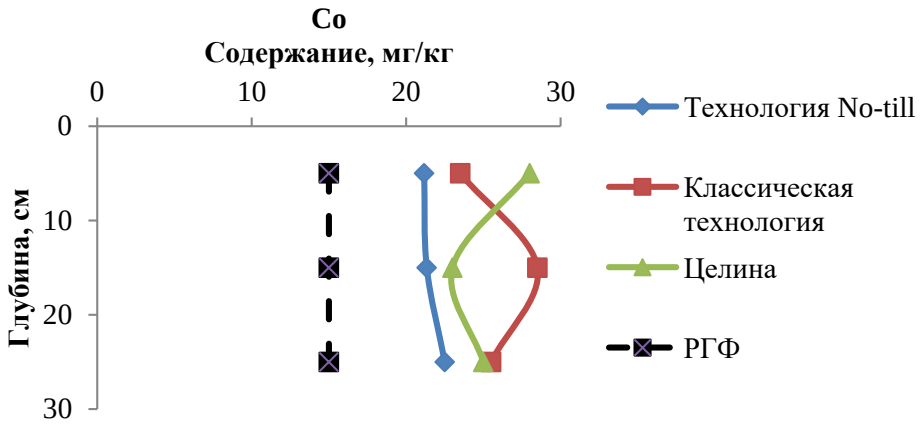


Рисунок 4
Профильное распределение валовых форм кобальта в почвах

Токсикологический анализ почв показал, что как в варианте с классической обработкой, так и при применении технологии No-Till содержание гексахлорциклогексана (ГХЦГ), ДДТ его метаболитов и 2,4 – Д кислоты не превышало значения соответствующих ПДК в почве [2].

Таким образом, исследованиями установлено, что применение технологии No-Till способствует повышению гумуса в почве по сравнению с классической технологией обработки. В почвах, в том числе и на целине, отмечено повышенное содержание цинка и кобальта, превышающее нормативные показатели. По концентрации в почве меди, цинка и кобальта технология No-Till существенно не отличается от классической технологии обработки. При обеих технологиях не выявлены остаточные количества пестицидов, превышающих ПДК.

Работа подготовлена за счет финансового обеспечения выполнения государственного задания ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан» на 2021 год (руководитель темы – Я.Т. Суюндуков).

Библиографический список

1. ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. – М: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006, - 3 с.

2. ГН1.2.3539-18 «Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень)».

3. ГОСТ 17.4.3.01-83 Общие требования к отбору проб. (СГ СЭВ 3347-82). - М.,1983.- 44 с.

4. ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества.

5. Гришина Л.А., Орлов Д.С. Система показателей гумусного состояния почв // Проблемы почвоведения. – М.: Наука, 1978. – С.24.

6. Кауричев И.С., Гречин И.П., Почвоведение. Москва: Колос, 1969, 543 с.

7. Методические указания по агрохимическому обследованию почв с.-х. угодий / ЦИНАО. – М., 1982. – 157 с.

8. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах М54 питания, кормах и внешней среде: Справочник. - Т. 1/Сост. Клисснко М. А., Калинина А. А., Новикова К. Ф. и др. - М.: Колос, 1992. - 567 с.

9. Опекунова М.Г., Алексеева-Попова Н.В., Арестова И.Ю., Грибалев О.В., Краснов Д.А., Бобров Д.Г., Осипенко О.А., Соловьева Н.И., Тяжелые в почвах и растениях Южного Урала. II Экологическое состояние антропогенно нарушенных территорий // Вестник СПбГУ. Сер.7. – 2002. – Вып.1 (№7). – с.63-71.

10. Экологическая оценка применения технологии No-Till в Ростовской области: монография / К. Ш. Казеев, Г. В. Мокриков, Ю. В. Акименко, М. А. Мясникова, С.И. Колесников; Южный федеральный университет; отв. ред. К.Ш. Казеев. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018. – 332 с.

11. Bogunovic I., Pereira P., Kisic I., Sajko K., Sraka M. Tillage management impacts on soil compaction, erosion and crop yield in Stagnosols (Croatia)// CATENA, 2018. V.160, pp. 376-384. https://doi.org/10.1016/j.catena.2017.10.009.

12. Peigné J., Vian J.-F., Payet V., Saby N.P.A. Soil fertility after 10 years of conservation tillage in organic farming// Soil and Tillage Research, 2018. V. 175, pp. 194-204. https://doi.org/10.1016/j.still.2017.09.008.

13. Yu Q., Wang H., Wen P., Wang S., Li J., Wang R., Wang X. A suitable rotational conservation tillage system ameliorates soil physical properties and wheat yield: An 11-year in-situ study in a semi-arid agroecosystem // Soil and Tillage Research, 2020. V. 199, https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104600.

Сведения об авторах

1. Ильбулова Г.Р., канд. биол. наук, доцент, Институт стратегических исследований Республики Башкортостан, Сибайский филиал, г.Сибай, Россия.

2. Суюндуков Я.Т., доктор биол. наук, профессор, Институт стратегических исследований Республики Башкортостан, Сибайский филиал, г.Сибай, Россия.

3. Хасанова Р.Ф., доктор биол. наук, доцент, Институт стратегических исследований Республики Башкортостан, Сибайский филиал, г.Сибай, Россия.

4. Семенова И.Н., доктор биол. наук, профессор, Институт стратегических исследований Республики Башкортостан, Сибайский филиал, г.Сибай, Россия.

5. Суюндукова М.Б., доктор биол. наук, профессор, Институт стратегических исследований Республики Башкортостан, Сибайский филиал, г.Сибай, Россия.

6. Сафин Х.М., доктор с.-х. наук, профессор, Академия наук Республики Башкортостан, г.Уфа, Россия

Authors' personal details

1. Ilbulova G. R., Institute of strategic studies of the Republic of Bashkortostan Sibay branch, Sibay, Russia.

2. Suyundukov Ya. T., Institute of strategic studies of the Republic of Bashkortostan Sibay branch, Sibay, Russia.

3. Khasanova R.F., Institute of strategic studies of the Republic of Bashkortostan Sibay branch, Sibay, Russia.
4. Semenova I.N., Institute of strategic studies of the Republic of Bashkortostan Sibay branch, Sibay, Russia.
5. Suyundukova M. B., Institute of strategic studies of the Republic of Bashkortostan Sibay branch, Sibay, Russia.
6. Safin Kh. M., Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, Ufa, Russia.

УДК 631.452
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-160-162

Л.А. Неменущая
L.A. Nemenushchaya

ФГБНУ «Росинформагротех», р. п. Правдинский, Россия
FGBNU "Rosinformagrotech", Pravdinsky v., Russia

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВНЕСЕНИЯ ИЗВЕСТКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ
PROMISING TECHNOLOGIES FOR APPLYING LIME MATERIALS

Аннотация. В статье рассмотрено положительное влияние известкования кислых почв на урожайность сельскохозяйственных культур и плодородие почвы. Показаны виды и способы внесения известковых материалов. Проанализирована информация об улучшении пахотных земель.

Abstract. The article considers the positive effect of liming of acidic soils on crop productivity and soil fertility. The types and methods of applying lime materials are shown. The information about the improvement of arable land is analyzed.

Ключевые слова: известкование, кислые почвы, эффективность, повышение, плодородие, известковые материалы

Keywords: liming, acidic soils, efficiency, increase, fertility, calcareous materials.

Введение. В зонах земледелия, характеризующихся промывным режимом, необходимо постоянно поддерживать физико-химические свойства почвы на оптимальном для сельскохозяйственных культур уровне при помощи регулярного известкования. Данная агрохимическая операция способствует снижению кислотности почвы, устранению вредного действия алюминия и марганца, повышению эффективности вносимых удобрений, оструктуриванию почвы.

Цель и задачи. Цель - содействие повышению эффективности использования сельскохозяйственных угодий во исполнение Госпрограммы эффективного вовлечения в оборот земель сельхозназначения и развития мелиоративного комплекса и Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации. Задачи - обработка, анализ и обобщение информации по влиянию материалов и технологий известкования на его эффективность.

Материалы и методика исследования. Исследование проводилось с помощью информационно аналитического мониторинга, анализа и обобщения открытых информационных источников о влиянии известкования на повышение эффективности растениеводства и технологиям проведения известкования почв.

Результаты исследования. В зависимости от экономических и технологических факторов известкование проводят тремя способами, представленными на рисунке 1.

Как показал анализ информационных источников, эффективность известкования подтверждается многочисленными опытными исследованиями, научные и производственные организации разрабатывают наиболее эффективные способы и технологии известкования, изучают оптимальные виды и дозы известковых удобрений. В таблице 1 представлены некоторые результаты подобных исследований.

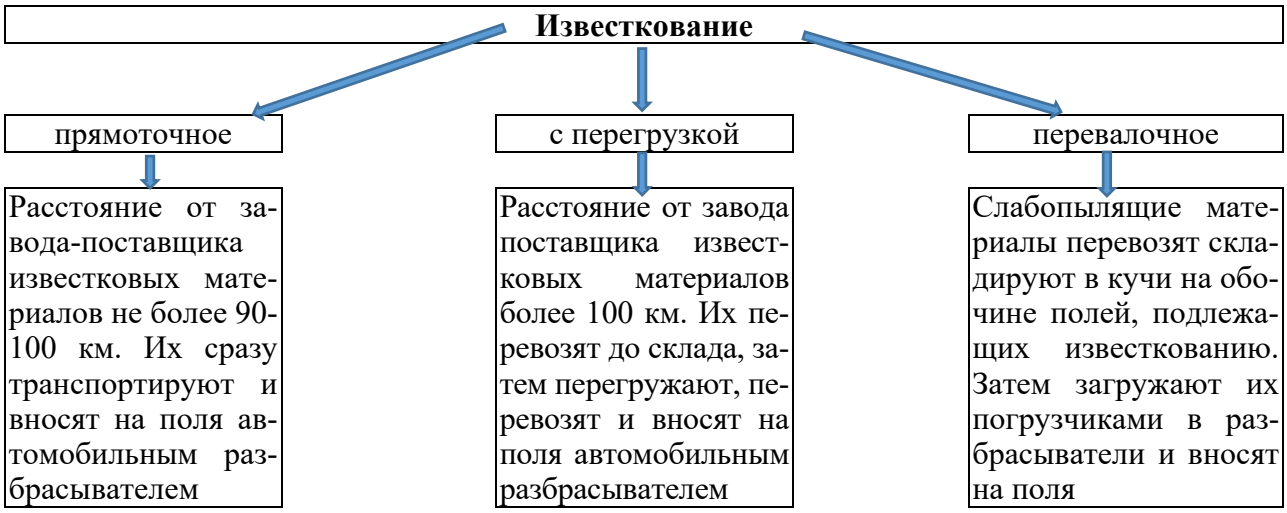


Рисунок 1
Особенности внесения известковых материалов

Таблица 1 Эффективные технологии известкования

Название	Характеристика
Технология известкования дренируемых минеральных почв	Учитывает вынос кальция и магния с дренажным стоком. В качестве известковых материалов, содержащих магний, используют местные материалы (известняки доломитизированные и доломиты, отходы местной промышленности). Реализация осуществлена на примере мелиоративного объекта «Вяхирево» в Тверской области [1].
Технология известкования с применением дисковых борон	Имеет преимущество перед поверхностным внесением и внесением при плужной обработке, так как известковый материал (доломитовая мука) распределяется более равномерно [2]
Технология известкования с применением сыромолотого доломита	Энергозатраты на производство сыромолотого доломита на 50–55 % ниже, чем доломитовой муки, снижаются потери Ca и Mg от вымывания, уменьшается запыленность воздуха, обеспечивается возможность внесения любыми центробежными разбрасывателями. Даже с учетом пониженной нейтрализующей способности и повышенной влажности общие энергозатраты на весь комплекс работ по использованию сыромолотого доломита на 30 % ниже, чем доломитовой муки [3]

Название	Характеристика
Технология известкования с применением конверсионного мела	Внесение обеспечивает быструю нейтрализацию кислотности в пахотном слое почвы. В сравнении с природной известняковой мукой положительный эффект от использования конверсионного мела наступает раньше, но продолжительность его мелиоративного воздействия меньше [4].
Технология известкования при возделывании сои	Известкование почвы благоприятно повлияло на фитосанитарное состояние агроценозов сои, способствуя в начальные фазы развития культуры снижению их засоренности в среднем по сортам на 6 %, а в последующие фазы –уменьшению массы сорных растений на 174,6 г/м2. Известкование почвы позволило повысить эффективность гербицидов с точки зрения их влияния на качественные параметры урожая [3].

Выводы. Для сохранения эффективности земледелия и плодородия почв необходима компенсация ежегодных потерь кальция и магния известкованием, иначе произойдут рост кислотности, активизация алюминия, снижение и ухудшение качества урожая, переход фосфатов в малодоступные для растений формы, уменьшение биологической активности почв, повысится засоренность посевов. Выбор способа внесения известковых материалов зависит от удаленности их завода-поставщика и вида материала. Для повышения плодородия почвы и эффективности известкования перспективно использование местных известковых удобрений, органики.

Библиографический список

1. Ксензов А.А. Мелиорация земель и эксплуатация мелиоративных систем в Нечернозёмной зоне Российской Федерации // Собрание научных и научно-методических трудов, сост. Г.Ю. Ксензова: Тверь, 2018. - Известкование дренируемых минеральных почв. - С. 101-108.

2. Кулаковская, Т.Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев / Т.Н. Кулаковская. – Минск: Ураджай, 1978. – 272 с.

3. Тиво П.Ф., Филиппов В.Н. К вопросу известкования кислых почв // Мелиорация. 2018. №2(84). С. 33-42.

4. Кислицына А.П. Использование конверсионного мела для поверхностного известкования многолетних трав // Утилизация отходов производства и потребления: инновационные подходы и технологии. материалы II Всероссийской научно-практической конференции. Киров, 2020. С. 234-240.

5. Лысенко Н.Н., Береговая Ю.В., Тычинская И.Л., Ботуз Н.И. Влияние известкования на засоренность сои и эффективность гербицидных обработок // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 5. С. 80-85.

Сведения об авторе

Неменущая Людмила Алексеевна, ORCID 0000-0001-7251-1545, ст. научный сотрудник отдел научно-информационного обеспечения инновационного развития АПК, ФГБНУ «Росинформагротех», р. п. Правдинский, ул. Лесная, 60, E-mail:nela-21@mail.ru.

Authors' personal details

Nemenushchaya Ljudmila Alekseevna, ORCID 0000-0001-7251-1545, Senior Researcher, Department of Scientific and Information Support of innovative development of the agro-industrial complex FGBNU "Rosinformagrotech", Pravdinsky v., Lesnaja str., 60, E-mail:nela-21@mail.ru.

УДК 631.453
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-163-169

Е.А. Парамонова, О.С. Безуглова, С.Н. Горбов, В.А. Чохели
E.A. Paramonova, O.S. Bezuglova, S.N. Gorbov, V.A. Chokheli

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, Россия
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

ГЕНОТОКСИЧНОСТЬ ПОЧВ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
SOIL GENOTOXICITY OF PROTECTED AREAS IN ROSTOV REGION

Аннотация. С использованием цитогенетических методов на растительных тест-объектах была оценена степень генотоксичности отдельных горизонтов почв из разрезов, заложенных на территории Ростовской области, Почвам дана экологическая оценка, а также выявлена связь уровня генотоксичности с содержанием тяжелых металлов и активностью радионуклидов.

Abstract. In this paper by cytogenetic parameters of plant test-organisms genotoxicity degree of individual soil horizons from soil profile cuts was assessed. Soil profile cuts were launched in Rostov Region. We conducted ecological assessment of soils and detected correlations between genotoxicity degree and content of heavy metals, radionuclide activity.

Ключевые слова: генотоксичность, анафазно-телофазный метод, черноземы, каштановые почвы, особо охраняемые природные территории.

Key words: genotoxicity, chernozems, kastanozems, protected areas.

Введение. Некоторые химические вещества, поступающие в почву, являются генотоксикантами, т.к. могут вызывать появление повреждений в структуре молекул ДНК живых организмов. Эти повреждения приводят к нарушению процессов, проходящих в клетке и, соответственно, отрицательно сказываются на состоянии всего организма [12]. В связи с этим, крайне важно уделять особое внимание оценке качества почвенного покрова, ведь здоровье человека напрямую зависит от его экологического состояния.

Одним из приемов биологического мониторинга состояния почв является анализ генотоксичности, который помогает оценить уровень мутагенной активности как почвы в целом, так и ее отдельных горизонтов [10]. Цитогенетические исследования широко применяются для определения генотоксического действия негативных факторов на окружающую среду [4] и являются достаточно эффективными способами ее оценки [9].

Цель. Определение уровня генотоксичности различных горизонтов почв Ростовской области с помощью растительных тест-объектов.

Объект исследования. В качестве объектов исследования выбраны отдельные горизонты почв из разрезов, заложенных в 2016-2018 гг. на территории Ростовской области (табл. 1). Разрезы закладывали на почвах особо охраняемых природных территорий. Их изучение было обусловлено необходимостью выбора эталонных почв для мониторинговых исследований. Изначально предполагалось, что это почвы незагрязненные антропогенными токсикантами, так как участки располагаются достаточно далеко от крупных городов и промышленных

предприятий (рис.1). Выбор почвенных горизонтов был обусловлен требованием получить информацию как о поверхностных гумусово-аккумулятивных слоях, так и распространенных на территории Ростовской области материнских породах – лессовидном суглинке, делювии сланца.

Таблица 1 Почвенные образцы, использованные в исследовании

Номер разреза, горизонт	Название почвы	Местоположение
1604 Ad	Чернозем сегрегационный мощный тучный легкоглинистый на желто-бурых глинах	ООПТ «Фоминская дача» Миллеровский район Ростовская область (49.01984°с.ш. /40.49797°в.д.)
1703 Ad	Чернозем миграционно-сегрегационный среднегумусированный карбонатный среднемощный тяжелосуглинистый на желто-буром лессовидном суглинке	Ботанический сад ЮФУ, Ростов-на-Дону (47.236620°с.ш./ 39.656863°в.д.)
1812 Ad	Чернозем текстурно- карбонатный слабосолонцеватый среднестолбчатый на элювии сланцев	ООПТ «Черная балка» Белокалитвенский район Ростовская область (48.11860°с.ш./40.72996°в.д.)
1701 Cca	Каштановая гидрометаморфизованная тяжелосуглинистая почва на желто-буром суглинке	Биосферный заповедник «Ростовский», участок Краснопартизанский, Ремонтненский район Ростовская область (46.467839°с.ш./43.006372°в.д.)
1806 [Cg]	Чернозем текстурно-карбонатный среднемощный на делювии сланца	ООПТ «Провальская степь», Каменский район Ростовская область (48.15314°с.ш./39.93363°в.д.)

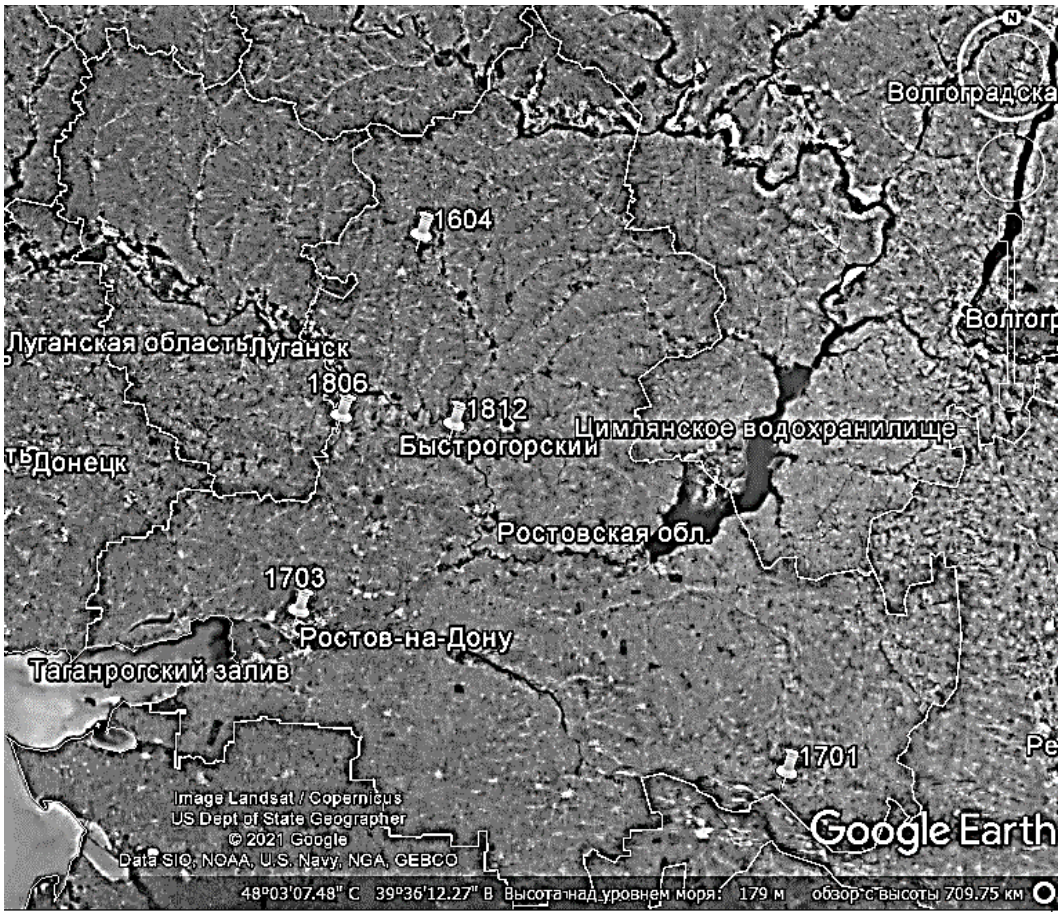


Рисунок 1
Картосхема расположения разрезов на территории Ростовской области

Материалы и методика исследования. Исследование генотоксичности проводили с использованием анофазно-телофазного метода на модельной тест-системе – горох посевной (*Pisum sativum*, L.). В качестве контроля использовали дистиллированную воду.

Семена гороха проращивали на почве и дистиллированной воде до достижения корешками длины равной 1 см. Корешки фиксировали в ацетаталкогольном фиксаторе Кларка. Материал хранили не более 7 дней в холодильнике при t=4°C. Затем корешки окрашивали 2 % ацетоорсеином. Давленные препараты готовили по стандартной методике [2].

Учёт хромосомных аберраций (Axp) проводили на стадии поздних анафаз и ранних телофаз, по 1000 анафаз для каждого определения, где регистрировали: фрагменты, мосты, отставания и множественные аберрации. Также выполнялся микроядерный тест вместе с анализом хромосомных аберраций, где регистрировали количество микроядер на стадии интерфазы.

Оценку состояния почвы проводили по учету уровня мутаций на основании документа «Нормы и правила проектирования комплексного благоустройства на территории г. Москвы», в соответствии с которым превышение числа аберраций по сравнению с контролем менее, чем в 2 раза, говорит об удовлетворительной ситуации, а превышение в 2–10 раз – об относительно удовлетворительной ситуации. Рост числа аберраций в 10–100 раз характеризует ситуацию как неудовлетворительную, в 100–1000 – как чрезвычайную экологическую ситуацию, а более, чем в 1000 раз – как экологическое бедствие [5].

Статистическую обработку проводили с использованием критерия Стьюдента и коэффициента корреляции Спирмена.

Результаты исследования. Биотестирование позволяет получить интегральную токсикологическую характеристику природных сред независимо от состава загрязняющих веществ. А растения являются хорошими биоиндикаторами, так как они играют важную роль в передаче энергии по пищевой цепи. Использование растений в качестве биоиндикатора для оценки генотоксичности сообщалось в различных исследованиях [1, 3, 11].

Статистически значимое превышение уровня цитогенетических нарушений наблюдалось практически для всех горизонтов исследуемых почв. При этом в спектре Axp преобладали одиночные фрагменты и мосты, стабильно встречались отставания (рис. 2).

При оценке генотоксичности диагностических горизонтов было выявлено, что состояние большинства образцов можно охарактеризовать как «относительно удовлетворительное» (табл. 2). Максимальный уровень Axp был зафиксирован для разреза 1812, горизонт Ad (превышение контрольных значений было в 13,4 раз). Почвы, имеющие состояние, характеризующееся как «чрезвычайная экологическая ситуация» и «экологическое бедствие» обнаружены не были.

Определение химического состава почвы с максимальными нарушениями генетического аппарата показало, что в горизонте Ad разреза 1812 избыточно высокое содержание Ni, Zn, Sr, Cr (табл. 3) что, вероятно, обусловлено специфическим минералогическим составом этой породы, так как известно, что углистые сланцы обогащены U, V, Pb, Ag, Zn и другими тяжелыми металлами.

И с увеличением содержания этих металлов в почве, растет частота аберрантнных анафаз и микроядер в клетках апикальной меристемы гороха. А.И. Федорова с соавторами [7] определяли генотоксический эффект почв придорожных склонов города Воронеж, загрязненных тяжелыми металлами, на черенки традесканции (*Zebrina pendula Schnizl*) Было обнаружено, что содержание тяжелых металлов в почве коррелировало с увеличением количества ядрышек в клетках.

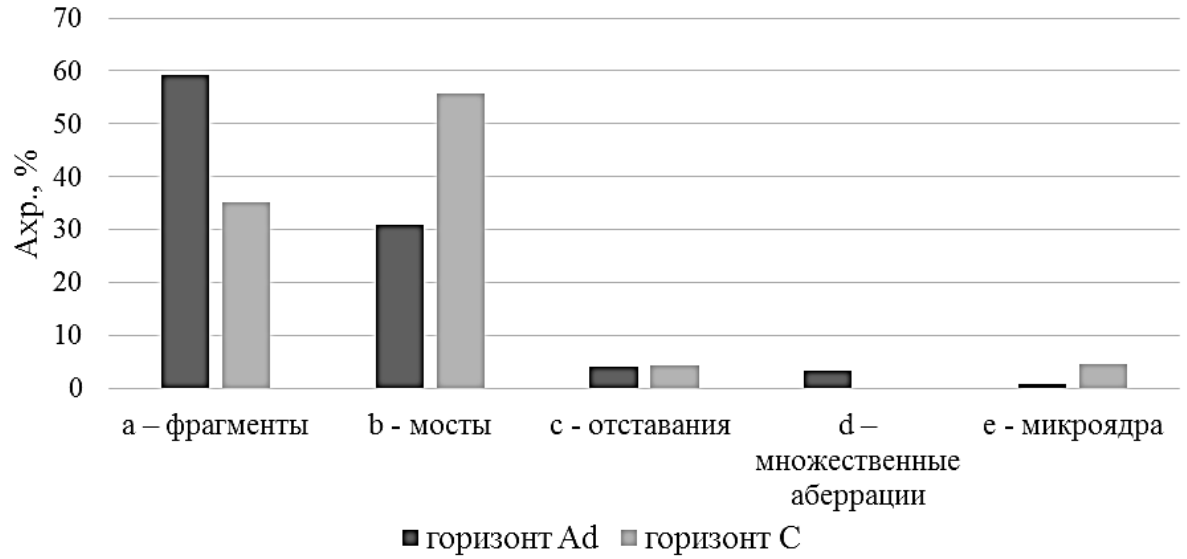


Рисунок 2
Спектр мутаций в корневой меристеме гороха посевного (*P. sativum*, L.) с использованием анафазно-телофазного метода, пророщенного на почвах Ростовской области

Таблица 2 Уровень мутаций в корневой меристеме гороха посевного (*P. sativum*, L.) с использованием анафазно-телофазного метода, пророщенного на почвах Ростовской области

Разрез	Горизонт	Axp (%)	Типы мутаций (%)				
			a	в	c	d	e
Контроль	Дист. вода	0,7 ± 0,26	15,48	61,90	0,00	0,00	22,62
1604	Ad	1,3 ± 0,36	42,31	26,92	11,54	11,54	3,85
1703	Ad	2,7 ± 0,52***	75,93	25,93	0,00	0,00	0,00
1812	Ad	9,4 ± 0,92***	57,98	36,70	2,69	2,11	0,53
1701	Cca	3,3 ± 0,57***	34,85	54,55	0,00	0,00	9,09
1806	[Cg]	3,5 ± 0,58***	35,71	57,14	8,57	0,00	0,00

* P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001 – уровни значимости; a – фрагменты, %; b – мосты, %; c – отставания, %; d – множественные аберрации, %; e – микроядра, %.

Таблица 3 Микроэлементный состав почв Ростовской области

Номер разреза, горизонт	Микроэлементный состав, мг/кг (ppm)							
	V	Cr	Ni	Sr	Co	Zn	Pb	Cu
1604К Ad	94,27	127,83	49,48	182,51	21,18	98,06	32,44	54,75
1703 Ad	116,59	107,33	54,20	149,62	15,20	101,96	35,99	55,57
1812 Ad	141,29	122,22	82,80	546,00	56,38	122,23	61,25	74,78
1701 Cca	111,89	111,89	48,39	257,85	20,70	84,44	23,33	63,45
1806 [Cg]	156,79	108,64	54,70	220,34	24,20	85,77	34,48	46,64
ПДК /ОДК	150	100	80	-	50	220	130	132
Фон	67	100	45	300	8	65	20	30

Активность радионуклидов в исследованных образцах приведена в табл. 4. В опыте С.В. Пятковой и др. [6] почва с повышенным содержанием радионуклидов характеризовалась достоверным проявлением генотоксического эффекта в клетках корешков лука (*Allium cepa*, L.). При сопоставлении данных анализа между частотой мутаций и содержанием V, Ni, Sr, Co была выявлена сильная положительная корреляционная зависимость (табл. 5). Сильная корреляция обнаружена также между показателем генотоксичности и активностью ^{226}Ra и ^{232}Th.

Таблица 4 Активность радионуклидов в почвах Ростовской области

Разрез	Горизонт	Ауд, Бк/кг			
		^{137}Cs	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K
1604	Ad 0-6	129,40	12,87	27,20	353,00
1703	Ad 0-15	14,30	27,20	28,20	430,00
1812	A1 3-10	2,2	63,2	37,2	458,0
1701	Cca 120-150/дно	0	19,80	32,50	323,00
1806	[Cg] 150-190	4,0	32,6	43,6	815,0

Таблица 5 Анализ связи частоты мутаций
с уровнем загрязнения тяжелыми металлами и радионуклидами

Разрез	Горизонт	Частота мутаций (ср.), %	Коэффициент корреляции Спирмена, r											
			Тяжелые металлы								Радионуклиды			
Контроль	Дист. вода	0,7	V	Cr	Ni	Sr	Co	Zn	Pb	Cu	^{137}Cs	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K
1604	Ad	1,3	0,8	-0,1	0,7	0,8	0,7	0,2	0,5	0,4	-0,7	0,9	0,9	0,6
1703	Ad	2,7												
1812	Ad	9,4												
1701	Cca	3,3												
1806	[Cg]	3,5												

В разрезе 1604 было обнаружено загрязнение ^{137}Cs. Вероятно, это последствия аварии на Чернобыльской АЭС. Однако в ходе анализа выявлена сильная отрицательная зависимость между активностью ^{137}Cs и показателем генотоксичности, что свидетельствует о стимулирующем влиянии радионуклида на процесс митоза при данном уровне содержания. Эффект гормезиса известен давно. Сообщалось о стимулирующем действии умеренных доз радиации многими исследователями [8, 13, 15], а некоторые исследователи наблюдали не только увеличение всхожести и роста, но также и увеличение митотического индекса [14].

Выводы. Таким образом, по показателям генотоксичности состояние исследованных почв Ростовской области характеризуется как «удовлетворительное» и «относительно удовлетворительное», лишь в единичном случае зафиксирован максимальный уровень цитогенетических нарушений, где ситуация по генотоксичности характеризуется как «неудовлетворительная». Это позволяет сделать вывод о допустимости рекомендовать исследованные почвы особо охраняемых природных территорий Ростовской области в качестве эталонных для целей мониторинга состояния почв.

Выявлена сильная корреляционная положительная зависимость между содержанием V, Ni, Sr, Co, активностью ^{226}Ra и ^{232}Th и показателем генотоксичности в горизонтах исследуемых почв.

Также выявлена сильная отрицательная зависимость между активностью ^{137}Cs и показателем генотоксичности, что свидетельствует о стимулирующем влиянии при данном уровне содержания радионуклида на процесс митоза.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (№ 0852-2020-0029). Исследование выполнено с использованием оборудования лаборатории клеточных и геномных технологий растений Ботанического сада ЮФУ и ЦКП «Биотехнология, биомедицина и экологический мониторинг».

Библиографический список

1. Быковская Н.В., Шишлова М.А., Шишлова Т.М. Использование растительной генетической тест-системы сои для оценки состояния водотоков урбанизированных территорий // Успехи современного естествознания. – 2020. – № 4. – С. 68-72.

2. Гостимский С.А., Дьяков М.И., Ивановская Е.В., Монахова М.А. Практикум по цитогенетике. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1974. С. 275.

3. Дикарев В.Г., Гераськин С.А., Дикарев А.В., Дикарева Н.С. Сравнительный анализ эффективности использования интеркалярных и апикальных меристем ячменя для биоиндикации генотоксического действия свинца // Экологическая генетика. – 2018. – Т. 16. – № 3. – С. 37–46.

4. Ладнова Г.Г., Истомин А.В., Курочицкая М.Г., Силютина В.В. Цитогенетические показатели буккального эпителия школьников, проживающих на территориях с разным уровнем загрязнения атмосферного воздуха // Гигиена и санитария. 2016. Т.95. N5. С. 428–431.

5. Нормы и правила проектирования комплексного благоустройства на территории города Москвы. – М., 2006.

6. Пяткова С.В., Гераськин С.А., Васильева А.Н., Козьмин Г.В., Лянной Н.Н. Особенности использования allium-теста для оценки токсичности образцов воды и почвы с радиоактивно загрязненных территорий // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика, 2009. № 3. – С. 50-57.

7. Федорова А.И., Калаев В.Н., Просвирина Ю.Г., Горяйнова С.А. Мутагенная активность тяжелых металлов в почвах придорожной полосы // Почвоведение, 2007. № 8. – С. 998-1005.

8. Charbaji T., Nabulsi I. Effect of low doses of gamma irradiation on in vitro growth of grapevine. // Plant Cell Tissue Organ Cult. – 1999. - № 57. – P.129-132.

9. Gears'kin SA, Evseeva T, Oudalova A. Plants as a tool for the environmental health assessment. In: Encyclopedia of Environmental Health (Second Edition). Ed by J.O. Nriagu. Burlington: Elsevier; 2019. P. 239-248.

10. Gorbov S.N., Bezuglova O.S., Varduni T.V., Gorovtsov A.V., Tagiverdiev S.S., Hildebrant Yu.A. Genotoxicity and Contamination of Natural and Anthropogenically Transformed Soils of the City of Rostov-on-Don with Heavy Metals // Eurasian Soil Science, 2015, Vol. 48, No. 12, pp. 1383–1392. ISSN 1064-2293, DOI: 10.1134/S106422931512008X.

11. Grant W. F. The present status of higher plant bioassays for the detection of environmental mutagens. // Mutation Research. – 1994. – № 310. – P. 175-185.

12. Knasmuller S., Gottmann E., Steinkellner H., Fomin A., Pickl C., Paschke A., God R., Kundi M. Detection of genotoxic effects of heavy metal contaminated soils with plant bioassays. // Mutat. Res. – 1998. - № 420. – P.37-48.

13. Kuzin A.M., Vagabova M.E., Vilenchik M.M., Gogvadze V.G. Stimulation of plant growth by exposure to low-level gamma radiation and magnetic field, and their possible mechanism of action. // Environ. Exp. Bot. – 1986. - № 26. – P.163-167.

14. Okamoto H., Tatara A. Effects of low-dose 7-irradiation on the cell cycle duration of barley roots. // Environmental and Experimental Botany. – 1995. - Issue 3. - P. 379-388.

15. Sheppard S.C., Evenden W.G. Factors controlling the response of field crops to very low doses of gamma irradiation of the seed. // Can. J. Plant Sci. – 1986. - № 66. – P.431-441.

Сведения об авторах

1. Парамонова Екатерина Александровна, студент кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов, ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105, e-mail: keito.paramonova@mail.ru.

2. Безуглова Ольга Степановна, ORCID 0000-0003-4180-4008, доктор биологических наук, профессор кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов, ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105, e-mail: lola314@mail.ru.

3. Горбов Сергей Николаевич, доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники, ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105, e-mail: gorbow@mail.ru.

4. Чохели Василий Александрович, младший научный сотрудник, заведующий лабораторией клеточных и геномных технологий растений Ботанического сада, ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону, пер. Ботанический спуск, 7, e-mail: vachokheli@sfedu.ru.

Authors' personal details

1. Paramonova Ekaterina Alexandrovna, student of the Department of Soil Science and Assessment of Land Resources, Southern Federal University, Rostov-on-Don, st. Bolshaya Sadovaya, 105, e-mail: keito.paramonova@mail.ru.

2. Bezuglova Olga Stepanovna, ORCID 0000-0003-4180-4008, Doctor of Sciences in Biology, professor of the Department of Soil Science and Assessment of Land Resources, Southern Federal University, Rostov-on-Don, st. Bolshaya Sadovaya, 105, e-mail: lola314@mail.ru.

3. Gorbov Sergey Nikolayevich, ORCID 0000-0002-0174-1631, Doctor of Sciences in Biology, professor of the Department of Soil Science and Assessment of Land Resources, Southern Federal University, Rostov-on-Don, st. Bolshaya Sadovaya, 105, e-mail: gorbow@mail.ru.

4. Chokheli Vasiliy Alexandrovich, ORCID 0000-0002-4905-120X, scientific researcher, Head of the Laboratory of Plant Cellular and Genomic Technologies of the Botanic Gardens, Southern Federal University, Rostov-on-Don, ln. Botanicheskiy Spusk, 7, e-mail: vachokheli@sfedu.ru.

УДК 631.41
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-170-175

А.М. Русанов, К.Р. Мухамадеева, Н.А. Терехова, Д.Г. Поляков
A.M. Rusanov, K.R. Muhamadeeva, N.A. Terekhova, D.G. Polyakov

ФГБОУ ВО Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, Россия
Институт степи УрО РАН
Orenburg State University, Orenburg, Russia
Steppe Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ И ГУМУС ПОЧВ
INFLUENCE OF HEAVY METALS ON BIOLOGICAL ACTIVITY AND SOIL HUMUS

Аннотация. Исследовано влияния эксплуатации карьера по добыче руд на сопредельные территории. Установлено высокое содержание в почвах тяжелых металлов с превышением значений ПДК, оказывающие ингибирующее воздействие на почвенную биоту, снижающие активность ферментативных и других физико-химических реакция, от которых зависит состав гумуса.

Abstract. The influence of the operation of an open pit for the extraction of ores on the adjacent territories has been investigated. A high content of heavy metals in soils with an excess of MPC values has been established, which have an inhibitory effect on soil biota, reduce the activity of enzymatic and other physicochemical reactions, on which the composition of humus depends.

Ключевые слова: чернозем, тяжелые металлы, биологическая активность почв, гумусовые вещества, ПДК.

Keywords: chernozem, heavy metals, biological activity of soils, humic substances, maximum permissible concentration.

Введение. Процесс трансформации ландшафтов под влиянием различных видов производственной деятельности человека, техногенез, за последние десятилетия превратился в явление, существенно меняющее эколого-геохимического состояния территории. Одним из его проявлений стали значительные перемены в распределении многих химических элементов в поверхностном слое почв.

В первую очередь это связано с накоплением в почвах тяжелых металлов, особой группы элементов, обладающих высокой токсичностью по отношению к живым организмам, среди них кадмий, хром, свинец. В отличие от многих других загрязнителей тяжелые металлы не разрушаются под влиянием внешней среды, а способны включаться в состав оксидов, солей, других соединений и надолго задерживаться в биогеоценозах разного уровня.

Установлено, что концентрация тяжелых элементов в верхних горизонтах почв приводит к изменению их важнейших химических свойств, ухудшению состояния микробоценозов. Снижается биологическая активность и чувствительность почвенных микроорганизмов. Сокращается их биоразнообразие [8]. Меняется видовой состав и обилие почвенной фауны [6,7]. Все эти изменения свойственны как естественным и аграрным ландшафтам, так и селитебным территориям [4].

Ранее выявлено, что при движении вниз по почвенному профилю тяжелые металлы и их соединения, встречаясь с почвенно-геохимическими барьерами, к которым относятся карбонатные, гипсовые, и иллювиально-железисто-гумусовые горизонты, аккумулируются в них [3].

Цель. Анализируя все перечисленные изменения в биологии почв, связанные с аккумуляцией в них тяжелых металлов, нетрудно заметить, что все они в той или иной степени являются факторами (условиями), влияющими на процессы гумусообразования.

В этой связи целью настоящего исследования является определение влияние длительного периода загрязнения почв тяжелыми металлами на их биологическую активность и, как следствие, на свойства гумуса.

Объект и методы исследования. Объектом работ послужили почвы урочища Яман-Касы, расположенного в пределах распространения черноземов обыкновенных, тяжелосуглинистых, маломощных, карбонатных, сформировавшихся на лёссовидных суглинках и приуроченных к правобережью реки Сакмары.

В центре урочища расположен карьер по добыче полиметаллических руд, эксплуатация которого продолжалась не менее 20 лет; последние годы карьер является заброшенным. Окружающая карьер территория представлена типичным степным ландшафтом со слабопологим рельефом и хорошо сохранившимся фитоценозом с доминированием ковыля Лессинга (*Stipa lessingiana L.)*, овсяницы бороздчатой (*Festuca sulcata Hack*.) и мятлика обыкновенного (*Poa triviális L.*), единично встречается ковыль красивейший (*Stipa pulcherrima K. Koch*), занесенный в красную Книгу России. Общее проективное покрытие травостоя составило 60-75 %.

В процессе работ на разном расстоянии от карьера были заложены четырнадцать почвенных разрезов для определения в образцах почв содержания тяжелых металлов и фракционно-группового состава гумуса [5] с последующей оценкой некоторых показателей гумусного состояния почв по методу Орлова и Гришиной [2]. Одновременно вблизи каждого разреза для определения биологической активности почв методом аппликаций на глубину 20 см и на период в 21 день в трехкратной повторности были помещены образцы льняной ткани [1].

На первом этапе работ были определены тяжелые металлы, находящиеся в почвенном покрове объекта исследования. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Результаты исследования. По результатам химического анализа почв была составлена схематическая карта объекта работ по степени содержания в верхнем горизонте черноземов подвижных форм тяжелых металлов (Рисунок 1).

В почвах, расположенных на значительном удалении от карьера (7 - 8 км, контур 1) среднее их содержание составило 58,78 мг/кг; при этом ни по одному из них не отмечено превышение ПДК. В границах второго контура среднее содержание металлов возросло до 142,56 мг/кг, а по свинцу и кадмию выявлено двукратное превышение ПДК. По мере движения к карьеру (контур – 3) общая нагрузка металлов на почвы возросла до 326.36 мг/кг, а к химическим элементам, содержание которых превысило ПДК, добавились медь и марганец.

Максимальная нагрузка металлов на почвы выявлена на территории, непосредственно примыкающей к карьеру. Она составила 382.49 мг/кг чернозема. К

металлам, отмеченных на других территориях с превышением ПДК на этой площади добавился цинк.

Таблица 1 Результаты химического анализа образцов почв земель, расположенных на разном удалении от карьера Яман-Касы

№ почвенного разреза	Глубина взятия образца, см	Тяжелые металлы (подвижная форма), мг/кг ПДК металла							
		Cu 3,0	Zn 23,0	Co 5,0	Mn 140,0	Ni 4,0	Pb 6,0	Cd 0,3	Cr 6,0
1	0-20	0,10	1,00	0,97	18,75	0,35	0,32	0,14	1,90
	20-40	0,20	3,00	0,50	18,75	0,30	0,89	0,20	1,10
2	0-20	0,04	0,84	0,65	12,40	1,15	0,76	0,17	3,35
	20-40	0,07	0,13	0,07	18,73	1,20	0,62	0,15	1,17
3	0-20	0,20	1,00	0,55	20,73	0,30	0,88	0,14	1,30
	20-40	0,15	1,50	0,30	15,18	0,83	0,95	0,12	1,20
4	0-20	0,47	1,17	0,53	51,95	0,70	9,65	0,56	2,10
	20-40	0,31	0,70	0,50	38,85	0,95	9.90	0,65	0,95
5	0-20	0,63	5,38	0,40	45,70	2,07	2,49	0,22	2,20
	20-40	0,31	1,11	1,23	37,80	0,25	0,90	0,18	1,95
6	0-20	4,45	11,25	0,70	167,58	0,90	13,32	0,82	2,30
	20-40	2,17	3,00	0,20	35,75	0,50	9,40	0,67	0,75
7	0-20	5,44	4,81	0,60	91,45	0,65	11,57	0,75	1,40
	20-40	4,19	1,35	0,40	32,70	0,35	10,40	0,84	1,25
8	0-20	6,47	8,29	0,40	186,53	1,00	6,67	0,48	2,00
	20-40	7,07	0,93	0,00	97,88	1,03	8,60	0,77	0,80
9	0-20	3,56	3,52	0,18	128,28	1,30	6,76	0,59	2,35
	20-40	8,09	10,39	0,10	147,13	0,45	0,85	0,18	1,75
10	0-20	20,00	25,50	1,30	171,28	1,85	9,79	1,53	2,05
	20-40	21,70	12,50	0,15	145,48	1,65	12,85	0,96	1,30
11	0 -20	9,10	28,50	0,75	145,33	1,70	6,33	0,92	1,20
	20-40	0,20	12,00	0,45	29,40	0,20	5,05	0,12	0,80
12	0-20	56,18	143,20	0,40	52,10	2,55	9,07	1,23	1,80
	20-40	0,70	2,75	0,25	70,18	0,40	0,18	0,14	1,70
13	0-20	4,37	75,09	0,70	159,65	1,25	12,81	1,35	1,63
	20-40	0,11	2,05	0,60	129,00	0,90	0,86	0,16	1,30
14	0-20	10,07	107,63	1,43	185,55	2,17	14,83	1,42	1,73
	20-40	10,25	1,94	0,65	123,40	1,50	10,41	0,45	2,00

Результаты определения уровня биологической активности почв методом аппликации, опосредованного способа получения общего представления о микробиологической и ферментативной активности почв, дали следующие результаты. На участке, принятом в качестве условного эталона, биологическая активность, судя по уменьшению веса ткани, составила 47 %. При движении в сторону

карьера этот показатель снизился до 41 – 45 % (контур 2) и, продолжая уменьшаться, достиг средних значений 37 и 29 % соответственно в границах контуров 3 и 4.

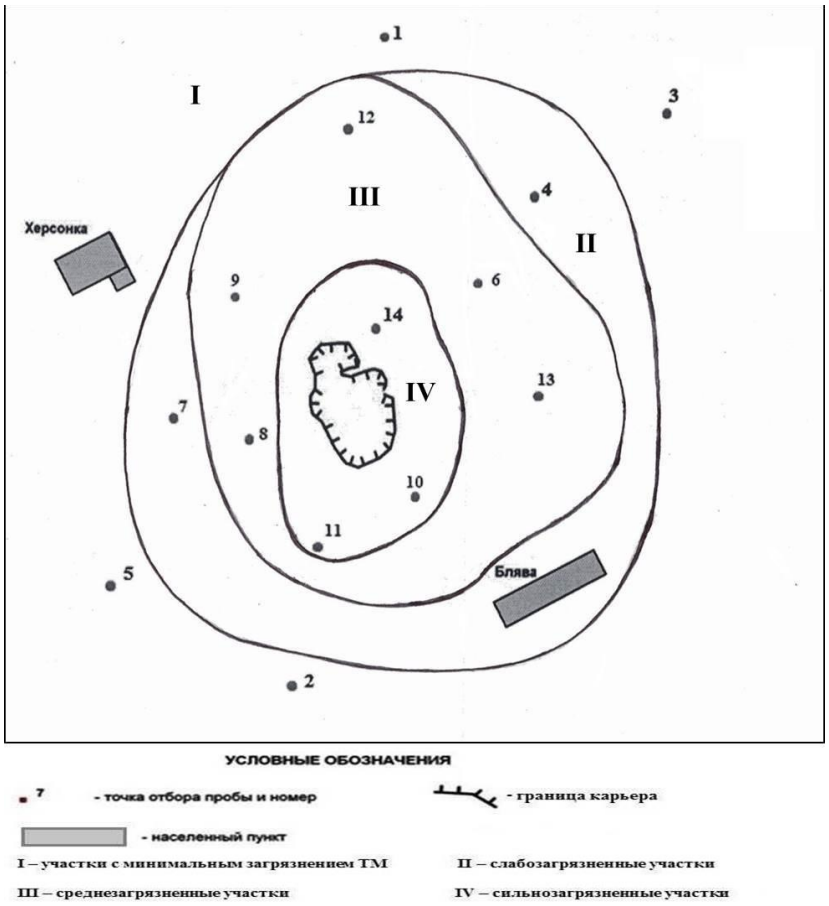


Рисунок 1
Схема расположения мест отбора почв на сопредельных с карьером землях

Исследование гумуса почв изучаемого объекта дали следующие результаты. Содержание общего гумуса в изучаемом ряду черноземов составило 6,5 – 6,7 – 5,5 – 4,8 %. Такая динамика органического вещества почв, исходя из возрастания в указанной последовательности содержания тяжелых металлов, превышения по некоторым из них уровня ПДК и, как следствие, снижения биологической активности почв, является вполне ожидаемой. Закономерность противоположной направленности выявлена при определение качественного состава гумуса [2]. Степень гумификации органического вещества почв возрастала от 25 % на удаленной от карьера территории, условно принятой за эталон, достигла 28 и 34 % в границах соответственно 2 и 3 площадки и достигла максимума - 38 % - в непосредственной близости от карьера. Такое развитие событий связано, вероятно, со следующими обстоятельствами. На участках 1 и 2 в условиях высокой биологической (ферментативной) активности почв процесс формирования фульвокислот из растительных остатков обеспечивал их высокую долю в органическом веществе почв. Понижение биологической активности черноземов на соседних с карьером территориях выразилось в снижении активности образования фульфокислот при высокой устойчивости к внешним факторам со стороны гуминовых кислот, что и обеспечило относительное повышение степени гумификации органического вещества черноземов исследуемой зоны.

Выводы. Длительный период открытой добычи полиметаллических руд в урочище Яман-Касы сопровождался аккумуляцией в верхнем слое черноземов тяжелых металлов. Их общее содержание вблизи карьера в 7.1 раз превышало аналогичный показатель в почвах, расположенных вне влияния промышленной площадки. При этом содержание четырех металлов, среди них таких токсичных, как кадмий и свинец, в несколько раз превосходило их показатель на относительно чистой территории. Следствием высокого загрязнения почв тяжелыми металлами стало снижение биологической активности почв, что естественным образом отразилось на показателях гумусного состояния черноземов, выразившееся в снижении процентного содержания гумуса и в одновременном повышении степени гумификации органического вещества почв.

Библиографический список

1. Востров Н.С., Петрова А.Н. Определение биологической активности почв различными методами // Микробиология. 1961. Т. 30. С. 665–672.

2. Гришина Л.А., Орлов Д.С. Система показателей гумусного состояния почв / Проблемы почвоведения. – М.: Наука, 1978. – С. 42–55.

3. Джуверикян Х.А., Щеглов Д.И., Горбунова Н.С. Загрязнение почв тяжелыми металлами. Способы контроля и нормирования загрязнения. Учебно-методическое пособие для вузов. - Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2009. - 21с.

4. Климентьев, А.И., Поляков Д.Г. Оценка эколого-геохимического состояния поверхностного слоя почв селитебных территорий Оренбургской области. Оренбург: Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2013 (2): 1-7. (https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20449426).

5. Мамонова В.Г., Гладких А.А., Кузелев М.Х. Практическое руководство по химии почв// Учебное пособие. - МСХ РФ; МСХА им. К.А.Тимирязева, 2012. – 228с.

6. Мотузова Г.В., Безуглова О.С. Экологический мониторинг почв . – М. : Академический Проект ; Гаудеамус, 2007. – 237с.

7. Русанов А.М., Булгакова М.А. Состав и численность почвенной мезофауны пастбищных экосистем степной зоны //Экология,-2006.№1.С.56 –61.

8. Сердюкова А.Ф., Барабанщиков Д.А. Последствия загрязнения почвы тяжелыми металлами // Молодой ученый. – 2017. – № 51 (185). – С. 131-135.

Сведения об авторах

1. Русанов Александр Михайлович, доктор биологических наук, профессор кафедры биологии и почвоведения, ФГБОУ ВО Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, проспект Победы, 13, e-mail: soilec@mail.ru.

2. Мухамадеева Карина Рафаиловна, магистр кафедры биологии и почвоведения, ФГБОУ ВО Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, проспект Победы, 13, e-mail: sagataev_v@mail.ru.

3. Терехова Надежда Алексеевна, магистр кафедры биологии и почвоведения, ФГБОУ ВО Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, проспект Победы, 13, e-mail: terehova_n99@mail.ru.

4. Поляков Дмитрий Геннадьевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института степи Уральского отделения РАН, г. Оренбург, ул. Пионерская,11, e-mail: polakovdg@yandex.ru.

Authors' personal details

1. Rusanov Alexander Mikhailovich, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Biology and Soil Science, Orenburg State University, Orenburg, Pobedy Avenue, 13, e-mail: soilec@mail.ru.

2. Mukhamadeeva Karina Rafailovna, Master of the Department of Biology and Soil Science, Orenburg State University, Orenburg, Prospekt Pobedy, 13, e-mail: sagataev_v@mail.ru.

3. Terekhova Nadezhda Alekseevna, Master of the Department of Biology and Soil Science, Orenburg State University, Orenburg, Pobedy Avenue, 13, e-mail: terehova_n99@mail.ru.

4. Polyakov Dmitry Gennadyevich, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Steppe Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Pionerskaya str., 11, e-mail: polakovdg@yandex.ru.

УДК 631.45(614)
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-175-180

И.Н. Семенова, Ю.С. Рафикова, Г.Р. Ильбулова,
Р.Ф. Хасанова, М.Б. Суюндукова, Я.Т. Суюндуков
I.N. Semenova, Yu.S. Rafikova, G.R. Ilbulova,
R.F. Khasanova, M.B. Suyundukova, Ya.T. Suyundukov

Институт стратегических исследований Республики Башкортостан,
Сибайский филиал, г.Сибай, Республика Башкортостан, Россия
Institute for Strategic Studies of the Republic of Bashkortostan,
Sibay Branch, Sibay, Republic of Bashkortostan, Russia

РОЛЬ ПОЧВ В ФОРМИРОВАНИИ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ БАШКИРСКОГО ЗАУРАЛЬЯ
THE ROLE OF SOILS IN SHAPING THE HEALTH OF THE POPULATION OF THE BASHKIR TRANS-URALS

Аннотация. Изучена связь показателей заболеваемости населения горнорудного региона с уровнем загрязнения почв тяжелыми металлами и уровнем бонитета почвы. В районах с функционирующими горнорудными предприятиями с более высоким загрязнением почв ТМ заболеваемость населения была выше по сравнению с районами, в почвах которых отсутствовало значительное превышение ПДК поллютантов. Выявленная зависимость была статистически значимой при $p < 0,05$ в отношении общей заболеваемости детей в возрасте от 0 до 14 лет ($R^2=0,7$) и подростков ($R^2=0,6$), болезней нервной ($R^2=0,6$) и костно-мышечной системы и соединительной ткани ($R^2=0,5$) у детей. Также была выявлена корреляционно-регрессионная зависимость между уровнем бонитета почв и заболеваемостью населения. Выявленные связи являлись статистически значимыми при $p < 0,05$ в случае болезней костно-мышечной системы ($R^2=0,5$) и органов пищеварения ($R^2=0,8$) у детей и болезней нервной системы ($R^2=0,8$) у взрослых.

Abstract. The relationship between the indicators of morbidity of the population of the mining region with the level of soil contamination with heavy metals and the level of soil bonitet was studied. In areas with functioning mining enterprises with

higher soil contamination with HM, the incidence of the population was higher than in areas in the soils of which there was no significant excess of the MPC of pollutants. The revealed dependence was statistically significant at $p < 0.05$ in relation to the general morbidity of children aged 0-14 years ($R^2 = 0.7$) and adolescents ($R^2 = 0.6$), nervous diseases ($R^2 = 0.6$) and musculoskeletal system and connective tissue ($R^2 = 0.5$) in children. Also, a correlation-regression relationship was revealed between the level of soil bonitet and the incidence of the population. The revealed relationships were statistically significant at $p < 0.05$ in the case of diseases of the musculoskeletal system ($R^2 = 0.5$) and digestive organs ($R^2 = 0.8$) in children and diseases of the nervous system ($R^2 = 0.8$) in adults.

Ключевые слова: тяжелые металлы, здоровье, бонитет почв.

Key words: heavy metals, health, soil quality.

Введение. Являясь одним из важных компонентов биосферы и выполняя экологические функции, почва выступает и в роли природного фактора, оказывающего влияние на формирование здоровья населения [1]. Она способствует разложению органических остатков и, обладая антисептическими свойствами, препятствует развитию патогенных микроорганизмов [3].

В то же время благодаря высокой поглотительной способности в почве происходит накопление различных загрязнителей природного и техногенного характера, что может отрицательно сказаться на состоянии животных и здоровье человека. Миграция поллютантов из почвы в растения и воду косвенно также влияет на здоровье человека [2].

Целью настоящего исследования явилось выявление экологической роли почв горнорудной территории в формировании здоровья проживающего населения.

Материалы и методика исследования. Исследования проведены на территории муниципальных районов восточной и юго-восточной частей Республики Башкортостан (РБ), граничащей со степными районами Оренбургской и Челябинской областей.

В регионе преобладают черноземы, а также распространены темно- и светло-серые лесные, горно-лесные серые почвы.

Почвенные образцы отбирали в 2016-2019 гг. из верхнего слоя (от 0 до 20 см) в соответствии с принятыми в почвоведении методиками. Содержания токсичных металлов (меди, цинка, железа, никеля, марганца, свинца, кадмия, кобальта) в почве были определены методом атомной абсорбции. Степень загрязнения почв тяжелыми металлами сравнивали с нормативными показателями (ПДК, РГФ) и оценивали с помощью индекса суммарного загрязнения (Zc) [8, 9].

Агрохимическая характеристика почв и оценка качества в баллах бонитета основывалась на данных, предоставленных станцией агрохимической службы «Ишимбайская»: содержание гумуса (%), подвижного фосфора и обменного калия (мг/кг), pH, сумма обменных оснований (S, мг.-экв./100 г почвы). Оценка плодородия почв по природным свойствам проводилась по региональным методикам [4,11], с использованием основных положений инструкции по бонитировке почв Почвенного института им. В.В.Докучаева [5,6].

Для анализа взаимосвязи между качеством почвы с показателями заболеваемости населения были использованы данные государственной статистической отчетности лечебно-профилактических учреждений по форме №12) и офи-

циальная отчетность Медицинского информационно-аналитического центра Республики Башкортостан.

Результаты исследования. Были обобщены данные о содержании ТМ в почвах районов Зауралья РБ, полученные в результате проведенных в 2011-2019 гг. исследований [7,10,12,13]. Среднее содержание многих металлов варьировало в значительных пределах: меди – от 14,6 до 108,2 мг/кг при ПДК, равной 55,0, цинка – от 25,2 до 479,9 (ПДК 100,0), железа – от 11098 до 81616 мг/кг (РГФ 25000). Относительно выровненные данные получены по содержанию никеля (29,8÷58,4 при ПДК, равной 85,0), марганца (845,0÷2110,5 при ПДК 1500,0), кадмия (0,7÷3,0 при ПДК 2,0) и кобальта (11,8÷32,5 при ГРФ 15,0 мг/кг).

Значения индекса суммарного загрязнения почвы (Zc) свидетельствуют о допустимой категории загрязнения почв Абзелиловского (3,3), Баймакского (11,3), Бурзянского (9,5), Зилаирского (5,5), Зианчуринского (12,1), Учалинского (16,0) и Хайбуллинского (14,4) районов. Степень загрязнения почв в Белорецком районе соответствовала умерено опасной категории (Zc=18,2).

В качестве наиболее информативных показателей здоровья населения была исследована заболеваемость детей. Выявлено, что в тех районах (Учалинский, Хайбуллинский, Белорецкий), где в настоящее время функционируют горнорудные предприятия (Учалинский ГОК, Бурибаевский ГОК, Башмедь, Белорецкий металлургический комбинат и др.) и более высокий уровень загрязнения почв ТМ, заболеваемость населения выше по сравнению с районами, в почвах которых отсутствовало значительное превышение ПДК поллютантов. Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о наличии прямой связи между показателями заболеваемости детского населения и уровнем загрязнения почв ТМ. Выявленная связь была статистически значимой при $p < 0,05$ для показателей общей заболеваемости детей в возрасте от 0 до 14 лет ($R^2=0,7$) и подростков ($R^2=0,6$) (рис. 1), а также болезней нервной ($R^2=0,6$) и костно-мышечной системы и соединительной ткани ($R^2=0,5$) у детей.

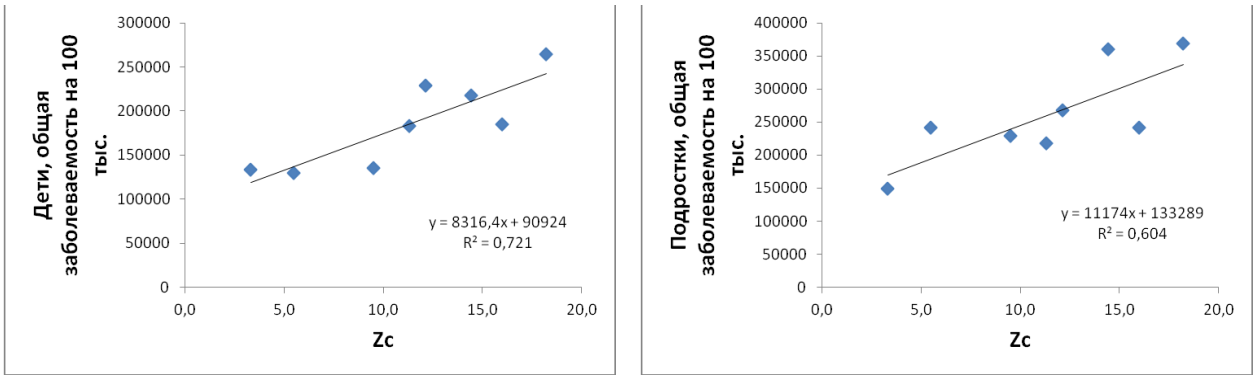


Рисунок 1

Показатели заболеваемости населения в зависимости от уровня загрязнения почв ТМ

Нами была предпринята также попытка выявления связи между уровнем плодородия (бонитета) почв и заболеваемости населения. В работе были использованы баллы бонитета, рассчитанные на основе конкретных показателей химических и физико-химических свойств почв с учетом эродированности и каменистости. Значения баллов бонитета почв для районов таковы: Абзелиловского - 62, Баймакского - 59, Бурзянского - 54, Зианчуринского - 58, Учалинского – 69, Хайбуллинского – 48 и Белорецкого - 45.

Исследованиями выявлено наличие обратной связи между бонитетом почв и заболеваемостью всего населения, а также различных возрастных групп по отдельности. При этом выявленные связи статистически достоверны при $p < 0,05$ в случае болезней костно-мышечной системы ($R^2=0,5$) и органов пищеварения ($R^2=0,8$) у детей и нервной системы ($R^2=0,8$) - у взрослых.

Заключение. Исследованиями показано наличие корреляции заболеваемости населения горнорудного региона Республики Башкортостан с качеством почвенного покрова. На почвах более высокого качества и с меньшим загрязнением ниже уровень детской, подростковой и взрослой заболеваемости.

Статья подготовлена в рамках поддержанного РФФИ и Правительством Республики Башкортостан научного проекта 19-413-020003 р_а.

Библиографический список

1. Ашинов Ю.Н., Зубкова Т.А. Балл почвы как оценка качества почвенного покрова. Вестник Оренбургского государственного университета. 2007. № 9. С. 178–182.

2. Гичев Ю.П. Загрязнение окружающей среды и экологическая обусловленность патологии человека: аналит. обзор. ГПНТБСОРАН. Новосибирск. 2003. 138 с.

3. Добровольский Г. В., Никитин Е. Д. Экологические функции почвы: Учеб, пособие. М.: Изд-во МГУ,1986. 1136. 1986.

4. Ишемьяров А.Ш. Качественная оценка земель / Учебное пособие. Ульяновск. 1985. 57 с.

5. Карманов И.И., Фриев Т.А. Бонитировка почв на основе почвенно-экологических показателей. Почвоведение. 1982. №5. С. 12-21.

6. Карманов И.И. Плодородие почв СССР (природные закономерности и количественная оценка). М.: Колос, 1980. 224 с.

7. Опекунова М.Г., Сомов С.С., Папян Э.Э. Загрязнение почв в районе воздействия горнорудных предприятий Башкирского Зауралья. Почвоведение. 2017. №6. С.744-748.

8. Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. 15 с.

9. Сает Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. Геохимия окружающей среды. М.: Недра. 1990. 335 с.

10. Серегина Ю.Ю., Семенова И.Н., Кужина Г.Ш. Комплексная оценка загрязнения тяжелыми металлами почвенного покрова прибрежной зоны р. Белая Белорецкого района Республики Башкортостан [Электронный ресурс]. Живые и биокосные системы. 2013. № 3. URL: http://www.jbks.ru/archive/issue-3/ article-4 (дата обращения: 20.04.2021).

11. Тайчинов С.Н. Бонитировка почвы и качественная оценка земель: учеб. пособие для вузов. Ульяновск, 1977. 80 с.

12. Semenova I.N., Rafikova Yu.S., Khasanova R.F., Suyundukov Ya.T. Analysis of metal content in soils near abandoned mines of Bashkir Trans Urals and in the hair of children living in this territory. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 2018; 50: 664–70. Doi: 10.1016.

13. Semenova I.N., Rafikova Yu.S., Suyundukov Ya.T., Biktimerova G.Ya. Regional peculiarities of microelement accumulation in objects in the Trans ural region of the Republic of Bashkortostan. In: Biogenic-Abiogenic Interactions in Natural and Anthropogenic Systems. Lecture Notes in Earth System Sciences. Switzerland. 2016: 179-87. /j.jtemb.2018.06.017.

Сведения об авторах

1. Семенова Ирина Николаевна, доктор биологических наук, профессор кафедры естественных наук, Сибайский филиал ФГБОУ ВО Башкирский государственный университет, г. Сибай, ул. Белова, 21; тел. 8 (347) 7752246, e-mail: alexa-94@mail.ru.

2. Рафикова Юлия Самигулловна, кандидат биологических наук, доцент, ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан» Сибайский филиал, г.Сибай, ул. Кутузова, 1, тел. 8(34775) – 52422; e-mail: shagit67@mail.ru.

3. Суюндуков Ялиль Тухватович, академик Академии наук Республики Башкортостан, доктор биологических наук, профессор, Институт стратегических исследований Республики Башкортостан, Сибайский филиал, г.Сибай, ул.Кутузова, 1, тел. 8(34775) – 52422; e-mail: yalil_s@mail.ru.

4. Хасанова Резеда Фиргатовна, доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан», Сибайский филиал, г.Сибай, ул.Кутузова, 1, тел. 8(34775) – 52422, e-mail: rezeda78@mail.ru.

5. Суюндукова Мунира Басимовна, доктор биологических наук, профессор, Институт стратегических исследований Республики Башкортостан, Сибайский филиал, г.Сибай, ул. Кутузова, 1, тел. 8(34775) – 52422, e-mail: munira. suyundukova@mail.ru.

6. Ильбулова Гульназ Ражаповна, кандидат биологических наук, доцент, ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан» Сибайский филиал, г.Сибай, ул. Кутузова, 1, тел. 89279405307, e-mail: ilbulova @mail.ru.

Authors' personal details

1. Semenova Irina Nikolaevna, Dr. of Biological Sciences, professor, Sibay branch of Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education Bashkir State University Sibay, st. Belova, 21; tel. 8 (347) 7752246, e-mail: alexa-94 @mail.ru.

2. Rafikova Yulia Samigullovna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Institute for Strategic Studies of the Republic of Bashkortostan, Sibay Branch, Sibay, st. Kutuzova, 1, tel. 8 (34775) - 52422; e-mail: shagit67@mail.ru.

3. Suyundukov Yalil Tukhvatovich, Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, Doctor of Biological Sciences, Professor, Institute for Strategic Studies of the Republic of Bashkortostan, Sibay Branch, Sibay, str. Kutuzov, 1, tel. 8 (34775) - 52422, e-mail: yalil_s@mail.ru.

4. Khasanova Reseda Firgatovna, Dr. of Biological Sciences, Associate Professor, Leading Researcher at the Institute for Strategic Studies of the Republic of Bash-

kortostan, Sibay Branch, Sibay, str. Kutuzov, 1, tel. 8 (34775) - 52422; e-mail: rezeda78@mail.ru.

5. Suyundukova Munira Basimovna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Institute for Strategic Studies of the Republic of Bashkortostan, Sibay branch, Sibay, Kutuzova, str., 1, tel. 8 (34775) - 52422, e-mail: munira.suyundukova@mail.ru.

6. Ilbulova Gulnaz Razhapovna, candidate of biological sciences, associate professor, Institute of strategic studies of the Republic of Bashkortostan Sibay branch, Sibay, Kutuzova str., 1, tel. 89279405307, e-mail: ilbulova@mail.ru.

УДК 631.41
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-180-184

Я.Т. Суюндуков, Г. Самбуу, Р.Ф. Хасанова, И.Н. Семенова, Г.Р. Ильбулова
Ya.T. Suyundukov, Gantumur Sambuu, R.F. Khasanova, I.N. Semenova, G.R. Ilbulova

Башкирский государственный университет, Сибайский институт (филиал), г. Сибай, Россия
Монгольский государственный университет науки и технологии, Улаанбаатар, Монголия
Bashkir State University, Sibay Institute (branch), Sibay, Russia
Mongolian State University of Science and Technology, Ulaanbaatar, Mongolia

К ПРОБЛЕМЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ЭРДЭНЭТСКОГО МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОГО КОМБИНАТА (МОНГОЛИЯ)
ON THE PROBLEM OF SOIL CONTAMINATION WITH HEAVY METALS IN THE ZONE OF INFLUENCE OF THE ERDENET COPPER-MOLYBDENUM COMBINE (MONGOLIA)

Аннотация. Дан краткий обзор литературы по проблеме загрязнения почв тяжелыми металлами под влиянием промышленных предприятий, в том числе в Монголии. В зоне влияния Эрдэнэтского медно-молибденового комбината в пробах почв с высоким содержанием гумуса и пылевато-глинистых фракций гранулометрического состава отмечено более высокое содержание тяжелых металлов.

Summary. A brief review of the literature on the problem of soil contamination with heavy metals under the influence of industrial enterprises, including in Mongolia, is given. In the zone of influence of the Erdenet copper-molybdenum combine, a higher content of heavy metals was found in soil samples with a high content of humus and dust-clay fractions of granulometric composition.

Ключевые слова: почвы, загрязнение, тяжелые металлы, Монголия.
Keywords: soils, pollution, heavy metals, Mongolia.

Добыча полезных ископаемых и развитие перерабатываемых отраслей промышленности приводит к огромным экологическим последствиям, вовлекая в миграционные потоки огромные количества токсикантов, в том числе тяжелых металлов (ТМ). Техногенный пресс на природные объекты (воздух, вода, почвы),

а также и его вредное воздействие на живые организмы является предметом изучения ряда исследователей [1,4,7,8,11,13,14,19,20,22,23].

Проблема загрязнения почв ТМ остро стоит и для городов Монголии [5,6,10,12,15-18,24].

Город Эрдэнэт расположен в междуречье рек Селенги и Орхона в зоне с чередованием горных степей и лесов. Почвенный покров вершин склонов представлен темно-каштановыми почвами от несолонцеватых до глубокосолонцеватых, на которых произрастает разнотравно-злаковая растительность с обильным присутствием видов полыни. Почвы пойм рек представлены лугово-каштановыми и луговыми слабозасоленными почвами. Почвенный покров подвергнут достаточно сильному воздействию горно-обогатительного комбината «Эрдэнэтский медно-молибденовый комбинат» (ЭММК) с карьером, обогатительной фабрикой, хвостохранилищем и отвалами вскрышных пород. Кроме того, в городе функционирует теплоэлектроцентраль (ТЭЦ), которая в качестве топлива использует бурый уголь.

Одним из главных факторов распространения тяжелых металлов в зоне влияния комбината выступает ветровая эрозия с промплощадок, главным образом из осушенной поверхности хвостохранилища и отвалов вскрышных пород, откуда обогащенные металлами тонкие частицы поступают на поверхность почвы. Некоторую роль в данном процессе играют также золоотвалы ТЭЦ [6].

Нами рассмотрены свойства темно-каштановых почв и содержание ряда металлов в них в зоне влияния ЭММК. Пробы почвы были отобраны в районе шахты в августе 2020 года в слое 0-10 см. Проба ХУ-406 отобрана в 30 м к юго-востоку от забора шахты на участке почвы с ненарушенным сложением. Проба ХУ-410 отобрана в 10 м западнее от забора шахты на обочине дороги, почва с ненарушенным сложением, подвергнута механическому антропогенному воздействию. Содержания тяжелых металлов определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии в соответствие с методикой ISO/TC190/SC3/WG1 на приборе Perkin Elmer–5000. Для сравнительной оценки степени загрязнения почв ТМ были использованы установленные нормативные значения ПДК, РГФ либо ОДК в Российской Федерации (РФ) [2,3,9], а также ПДК в Монголии [21].

Анализы показали, что проба ХУ-406 характеризуется высоким содержанием гумуса (9,98 %), значение $pH_{вод}$ составляет 6,2 ед., содержание подвижных форм фосфора (P_2O_5) 3,24 мг/100 г. почвы, обменного калия (K_2O) – 55,1 мг/100 г. почвы. Почва некаменистая, гранулометрический состав: песок (2,0 – 0,05 мм) - 49,9 %, пыль (0,05 – 0,002 мм) – 39,2 %, глина (<0,002 мм) – 10,9 %.

Характеристики пробы ХУ-410 значительно отличаются: содержанием гумуса 0,89 %, $pH_{вод}$ 7,9 ед., подвижного фосфора 1,21, обменного калия – 17,6 мг/100 г. почвы. Содержание камня (>2 мм) составляет 15,2 %, песка - 73,0 %, пыли – 15,8 %, глины – 11,2 %.

Полученные данные по содержанию ТМ в почвенных пробах представлены в таблице 1.

Из таблицы очевидно, что нормативы содержания металлов в РФ значительно таковых, принятых в Монголии. Концентрация обнаруженных элементов, за исключением меди в пробе ХУ-406, меньше ПДК, принятых в Монголии. При

сопоставлении данных с ПДК, принятыми в России, концентрации свинца, цинка, никеля, кадмия соответствуют нормативам. Содержание меди в пробе ХУ-406 превышает ПДК (по РФ) почти в 4 раза, в пробе ХУ-410 – в 1,6 раза, в то время как по нормативам Монголии в пробе ХУ-406 превышает ПДК более чем в 2 раза, в пробе ХУ-410 – ниже ПДК. Кроме того, по содержанию кобальта в пробе ХУ-406 отмечено превышение ПДК (по РФ) в 1,3 раза. Концентрация практически всех металлов в пробе ХУ-406 выше.

Таблица 1 Содержание тяжелых металлов в пробах почве, мг/кг

Номер пробы	Элемент						
	Co	Cu	Pb	Zn	Ni	Cd	Cr
ХУ-406	21	205	15	86	29	<1	60
ХУ-410	16	89,2	7	54	16	<1	26
ПДК (РФ)	16,2*	55	32	100	85	2**	6
ПДК (Монголия)	50	100	100	300	150	3	150

Примечание: *РГФ, **ОДК.

Таким образом, несмотря на то, что пробы почвы были отобраны на небольшом удалении друг от друга, содержание металлов в них различное. Повышенная концентрация ТМ в пробе ХУ-406 связано с гумусированностью почвы, а также относительно высоким содержанием пылевато-глинистых фракций гранулометрического состава, способствующих связыванию металлов.

Библиографический список

1. Авессаломова И.А. Функционирование и динамика горных ландшафтов // География, общество, окружающая среда. Т. II. Функционирование и современное состояние ландшафтов. М.: Городец, 2004. С. 154–170.

2. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве», утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ 23.01.2006 г.

3. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2511-09 «Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве», утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ 18.05.2009.

4. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. Новосибирск.: Наука, 1991. 151 с.

5. Кошелева Н.Е., Касимов Н.С., Бажа С.Н., Гунин П.Д., Голованов Д.Л., Ямнова И.А., Энхамгалан С. Загрязнение почв тяжелыми металлами в промышленных городах Монголии // Вестник московского университета. Серия 5. География. 2010. № 3. С. 20-27.

6. Кошелева Н.Е., Тимофеев И.В., Касимов Н.С. Распределение тяжелых металлов и металлоидов в почвенных катенах горнопромышленных ландшафтов на примере Закаменска (Россия) и Эрдэнэта (Монголия) // Вестник московского университета. Серия 5. География. 2019. № 2. С. 16-32.

7. Ладонин Д.В., Михайлова А.П. Тяжелые металлы и мышьяк в почвах и уличной пыли юго-восточного административного округа г. Москвы: результаты многолетних исследований // Почвоведение. 2020. № 11. С. 1401-1411. DOI: 10.31857/S0032180X2011009X.

8. Лукин С.В., Жуйков Д.В. Мониторинг содержания марганца, цинка и меди в почвах и растениях Центрально-Черноземного района России // Почвоведение. 2021. №1. С. 60-69.DOI: 10.31857/S0032180X21010093.

9. Максимович Н.Г., Хайрулина Е.А. Геохимические барьеры и охрана окружающей среды: учеб. пособие. Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 2011. 248 с.

10. Самбуу Гантумур. Геоэкологическая оценка территории г.Улан-Батор. М.: "Буки Веди", 2016. 160 с.

11. Семенова И.Н., Суюндуков Я.Т., Севрякова О.А. Экологическая оценка почв в зоне размещения отвалов карьеров медно-колчеданных месторождений (на примере города Сибай). Уфа.: Гилем, 2013. 127 с.

12. Суюндуков Я.Т., Гантумур С., Суюндукова М.Б., Хасанова Р.Ф., Семенова И.Н., Рафикова Ю.С. К вопросу о химической деградации почв урбоэкосистем // Устойчивое развитие территорий: теория и практика. Материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. В 2-х томах. 2019. С. 247-249.

13. Тимофеев И.В., Касимов Н.С., Кошелева Н.Е. Геохимия почвенного покрова горнопромышленных ландшафтов на юго-западе Забайкалья (город Закаменск) // География и природные ресурсы. 2016. № 3. С. 49–61.

14. Anawar H.M., Freitas M.C., Canha N. et al. Arsenic, antimony, and other trace element contamination in a mine tailings affected area and uptake by tolerant plant species // Environ. Geochem. Health. 2011. V. 33. № 4. P. 353–362.

15. Batjargal T., Otgonjargal E., Baek K., Yang J-S. (2010). Assessment of metals contamination of soils in Ulaanbaatar, Mongolia // Journal of Hazardous Materials. 2010. – 184(1–3). – P. 872-876.

16. Dorzhgotov D., Bathishig A. Hөrsnij chanar. Hөrs bohirdyylagch, zөvshөөrgdөh jelementuudijn bodis high amount. Mongol ulsyn standard-standard-chilal, hjemzhilzyjn yndjesnij tөv. – Ulaanbaatar, 2008. – 8 p.

17. Kasimov N.S., Kosheleva N.E., Sorokina O.I., Bazha S.N., Gunin P.D., Enkh-Amgalan S. Ecological-geochemical state of soils in Ulaanbaatar (Mongolia) // Eurasian Soil Science. 2011. – 44(7). – P. 709-721.

18. Kosheleva N.E., Kasimov N.S., Timofeev I.V. Potentially toxic elements in urban soil catenas of W-Mo (Zakamensk, Russia) and Cu-Mo (Erdenet, Mongolia) mining areas // J. Soils and Sediments.2018. V. 18. № 6. P. 2318–2334.

19. Li Z., Ma Z., van der Kuijp T.J. et al. A review of soil heavy metal pollution from mines in China: Pollution and health risk assessment // Sci. Total Environ. 2014. V. 468–469. P. 843–853.

20. Mileusnić M., Mapani B.S., Kamona A.F. et al. Assessment of agricultural soil contamination by potentially toxic metals dispersed from improperly disposed tailings, Kombat mine, Namibia // J. Geochemical Explor. 2014. V. 144. P. 409–420.

21. MNS 5850: 2008. Хөрсний чанар. Хөрс бохирдуулагч бодис, элементүүдийн зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ / Soil quality. Soil pollutants elements and substance.

22. Opekunova M.G., Opekunov A.Y., Kukushkin S.Y., Ganul A.G. Background contents of heavy metals in soils and bottom sediments in the north of Western Siberia // Eurasian Soil Science. 2019. Т. 52. № 4. С. 380-395.

23. Opekunova M.G., Somov V.V., Papyan E.E. Soil contamination in the impact zone of mining enterprises in the Bashkir Transural region // Eurasian Soil Science. 2017. T. 50. № 6. C. 732-745.

24. Sambuu G., Gantumur H., Kharitonova G. V. Soils pollution with oil products (Ulaanbaatar, Mongolia) // Biogeosystems Technique. – 2018. – 5(1). – P. 129-140.

Сведения об авторах

1. Суюндуков Ялиль Тухватович, академик Академии наук Республики Башкортостан, доктор биологических наук, профессор, Институт стратегических исследований Республики Башкортостан, Сибайский филиал, г.Сибай, ул.Кутузова, 1, тел. 8(34775) – 52422; e-mail: yalil_s@mail.ru.

2. Самбуу Гантумур, кандидат географических наук, профессор, Монгольский государственный университет науки и технологии, Улан-Батор, Монголия, тел.+976-96668587, e-mail: gntmr2000@must.edu.mn.

3. Хасанова Резеда Фиргатовна, доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан», Сибайский филиал, г.Сибай, ул.Кутузова, 1, тел. 8(34775) – 52422, e-mail: rezeda78@mail.ru.

4. Семенова Ирина Николаевна, доктор биологических наук, профессор кафедры естественных наук, Сибайский филиал ФГБОУ ВО Башкирский государственный университет, г. Сибай, ул. Белова, 21; тел. 8 (347) 7752246, e-mail: alexa-94@mail.ru.

5. Ильбулова Гульназ Ражаповна, кандидат биологических наук, доцент, ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан» Сибайский филиал, г.Сибай, ул. Кутузова, 1, тел. 89279405307, e-mail: ilbulova@ mail.ru.

Authors' personal details

1. Suyundukov Yalil Tukhvatovich, Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, Doctor of Biological Sciences, Professor, Institute for Strategic Studies of the Republic of Bashkortostan, Sibay Branch, Sibay, str. Kutuzov, 1, tel. 8 (34775) - 52422, e-mail: yalil_s@mail.ru.

2. Sambuu Gantumur – Ph.D, Professor of Mongolian University of Science and Technology, Ulaanbaatar. Mongolia. Tel. +976-96668587, e-mail: gntmr2000@must. edu.mn.

3. Khasanova Reseda Firgatovna, Dr. of Biological Sciences, Associate Professor, Leading Researcher at the Institute for Strategic Studies of the Republic of Bashkortostan, Sibay Branch, Sibay, str. Kutuzov, 1, tel. 8 (34775) - 52422, e-mail: rezeda 78@mail.ru.

4. Semenova Irina Nikolaevna, Dr. of Biological Sciences, professor, Sibay branch of Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education Bashkir State University Sibay, st. Belova, 21; tel. 8 (347) 7752246, e-mail: alexa-94@ mail.ru.

5. Ilbulova Gulnaz Razhapovna, candidate of biological sciences, associate professor, Institute of strategic studies of the Republic of Bashkortostan Sibay branch, Sibay, Kutuzova str., 1, tel. 89279405307, e-mail: ilbulova@mail.ru.

УДК 582
DOI: 10.31563/3-6-6-2021-185-188

М.Ю. Шарипова, И.Е. Дубовик
M.Ju. Sharipova, I.E. Dubovic

ФГБОУ ВО Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия
Bashkir State University, Ufa, Russia

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ФУНГИЦИДОВ МЕТОДОМ АЛЬГОИНДИКАЦИИ
ASSESSMENT OF FUNGICIDE TOXICITY BY ALGOINDICATION METHOD

Аннотация. Проведена оценка действия биофунгицида Метабактерин и системного фунгицида Топаз на цианобактериально-водорослевые ценозы почв. Под влиянием биофунгицида в исследуемых концентрациях (1, 5, 25 и 50 г/л) количество видов уменьшалось обратно пропорционально величине концентрации вносимого фунгицида. Наблюдали сокращение спектра экобиоморф до 3 форм: $Ch_2CF_2NF_1$ и $CF_2Ch_1NF_1$ после внесения «Метабактерина» в концентрациях 25 и 50 г/л соответственно. При обработке пенконазолом в исследуемых концентрациях (0,05, 0,2 и 0,8 мл/л) выявили сокращение таксономического состава и спектра экобиоморф. Резистентными к пенконазолу оказались представители цианобактерий 3 видов.

Abstract. The effect of the biofungicide Metabacterin and the systemic fungicide Topaz on cyanobacterial-algal soil cenoses was evaluated. Under the influence of biofungicide in the studied concentrations (1, 5, 25 and 50 g/l), the number of species decreased inversely proportional to the value of the concentration of the applied fungicide. A reduction in the spectrum of ecobiomorphs to 3 forms was observed: Ch2CF2NF1 and CF2Ch1NF1 after the addition of "Metabacterin" at concentrations of 25 and 50 g/l, respectively. When treated with penconazole in the studied concentrations (0.05, 0.2 and 0.8 ml/l), a decrease in the taxonomic composition and spectrum of ecobiomorphs was revealed. Representatives of cyanobacteria of 3 species were found to be resistant to penconazole.

Ключевые слова: фунгициды, водоросли, цианобактерии.
Keywords: fungicides, algae, cyanobacteria.

Введение. В наше время все большую роль приобретают такие средства защиты от патогенных грибов, как фунгициды. Они бывают разного состава и природы, могут по-разному влиять на возбудителей болезней и имеют разные объекты воздействия. Например, растительные фунгициды бывают системные – проникающие в ткани растения и разрушающие болезнь изнутри и контактные – остающиеся на обрабатываемой поверхности и таким образом предотвращающие заболевание растений. Однако, их применение требует оценки токсичности для фототрофного звена почв. Цианобактерии и водоросли являются надежными биоиндикаторами в оценке состояния природных сред, и объектами для оценки фитотоксичности препаратов [3-5].

Цель. Изучить действие биофунгицида «Метабактерин» и системного фунгицида «Топаз» на цианобактериально-водорослевые ценозы (ЦВЦ) почв.

Материалы и методика исследования. В работе использовали фунгициды: «Метабактерин» – биофунгицид на основе лиофилизированной культуральной жидкости грамотрицательных бактерий, разработанный во ВНИИ «Фитопатологии». Органический системный фунгицид «Топаз» на основе пенконазола. Пенконазол ($C_{13}H_{15}Cl_2N_3$) относится к классу триазолов; это белый кристаллический порошок, плохо растворимый в воде, но для использования в хозяйстве выпускается его 10 %-ный концентрат эмульсии. Наиболее эффективен против мучнистой росы, серой и плодовой гнили. Предельно допустимая концентрация в почве составляет 0,1 мг на 1 кг почвы, в воде водоемов – 0,003 мг на 1 дм^3 воды [6]. Биофунгицид метабактерин испытывали в концентрациях 1; 5; 25 и 50 г/л. Почвенные пробы обрабатывали раствором пенконазола в рекомендуемой концентрации, меньшей и превышающей рекомендуемую в 4 раза – 0,2 мл/л, 0,05 мл/л и 8 мл/л соответственно. В опытах использовали пробы почвы, отобранной в Иглинском районе Республики Башкортостан. Использовали метод со «стёклами обрастания» [1]. Данный модельный опыт проводился в трех повторностях. Затем проводили прямое микроскопирование образцов. Количественное обилие видов оценивали по 3-балльной шкале: 1 балл (редко) – встречены отдельные особи вида в нескольких полях зрения; 2 балла (средне) – вид встречен приблизительно в половине всех полей зрения, 3 балла (масса) – особи вида встречены почти в каждом поле зрения. Систематическое положение устанавливали, пользуясь интернет-источником – Algaebase, а также определителем цианобактерий [2].

Результаты исследования. Всего в отобранных нами почвенных образцах Иглинского района в почве до обработки фунгицидами было выявлено 20 таксонов цианобактерий и водорослей рангом ниже рода (19 видов и одна разновидность), относящихся к 4 отделам: Cyanobacteria – 8 видов, Bacillariophyta – 2 вида и 1 разновидность, Ochrophyta – 3 вида, Chlorophyta – 7 видов. Ярко выраженными доминантами по обилию являются: *Hantzschia amphioxys, Hantzschia amphioxys var. capitata, Cylindrospermum stagnale, Neochlorosarcina minor, Bracteacoccus minor, Pleurochloris imitans*. Спектр жизненных форм отвечал формуле: $P_3B_3Ch_6CF_2C_4X_1M_1NF_1$, был достаточно многочленным, что свидетельствует о сбалансированности ЦВЦ.

Следует отметить, что на следующий день после внесения биофунгицида Метабактерина (концентрация 5 г/л) в этих чашках наблюдался активный рост зигомицетов *Mucor sp*., которые лизировались в течение 23 дней на 90 %. После обработки фунгицидами обоих видов состав ЦВЦ значительно изменился; также поменялся комплекс доминантных видов: во всех вариантах опыта с внесением как биофунгицида метабактерина, так и пенконазола стали преобладать цианобактерии *N. commune, N. punctiforme* и *C. stagnale.* Рост и развитие большинства видов, выявленных до обработки фунгицидами, отмечен не был.

После обработки биофунгицидом в концентрации 1 г/л спектр поменялся незначительно: $Ch_5C_3P_2B_1CF_2X_1NF_1$. Обработка почвы раствором в концентрации 5 г/л ощутимо изменила состав жизненных форм: $Ch_4CF_2B_1X_1NF_1$. Он стал менее разнообразным с преобладанием убиквистов. Под действием «Метабактерина» в концентрациях 25 и 50 г/л спектр экобиоморф стал малочленным и включал только представителей Ch-, CF- и NF-форм ($Ch_2CF_2NF_1$ и $CF_2Ch_1NF_1$ соответственно). Обработка биофунгицидом заметно снизила видовое разнообразие цианобактерий и водорослей. Остались виды, принадлежащие отделам Cyanobacteria и Chlorophyta. В составе доминирующих видов стали преобладать цианобактерии *Nostoc com-*

mune, Nostoc punctiforme и *Cylindrospermum stagnale*. Вероятно, слизистые колонии более устойчивы к фунгицидам. Спектр жизненных форм после обработки биофунгицидом включал виды-убиквисты и виды, способные к азотфиксации.

Таблица Обилие цианобактерий и водорослей после обработки пенконазолом и «Метабактерином»

	Ж.ф.	К	Биофунгицид (г/л)				Пенконазол (мл/л)		
			1	5	25	50	0,05	0,2	0,8
Cyanobacteria									
Cylindrospermum stagnale	*CF*	3,00	2,67	2	2,33	1,67	2	1	0,5
Nostoc commune	*NF*	2,33	2	2	1,67	1,67	3	2	0
Nostoc punctiforme	*CF*	2,33	2	1,33	0,67	0,67	1,5	2	0
Microcoleus amoenus	*P*	1,50	0,33	0	0	0	0	0	0
Microcoleus vaginatus	*M*	1,67	0	0	0	0	0	0	0
Phormidium breve	*P*	2,00	0,33	0	0	0	0	0	0
Leptolyngbya boryana	*P*	2,00	0	0	0	0	0	0	0
Synechococcus elongatus	*Ch*	2,00	0,33	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyta									
Hantzschia amphioxys	*B*	2,67	0,33	0	0	0	0	0	0
Hantzschia amphioxys var.capitata	*B*	2,33	0	0	0	0	0	0	0
Mayamaea atomus	*B*	1,00	0	0,33	0	0	0	0	0
Ochrophyta									
Botrydiopsis arhiza	*Ch*	2,00	0	0	0	0	0	0	0
Pleurochloris imitans	*X*	2,50	1,33	0,33	0	0	0	0	0
Chlorophyta									
Planophila bipyrenoidosa	*Ch*	1,50	1,67	1	0	0	0	0	0
Chlamydomonas debaryana var. atactogama	*C*	1,00	0,33	0	0	0	0	0	0
Chlamydomonas elliptica	*C*	1,50	0,33	0	0	0	0	0	0
Chlamydomonas oblongella	*C*	1,67	0,33	0	0	0	0	0	0
Chlorococcum infusionum	*Ch*	2,00	1	0,33	0	0	0	0	0
Neochlorosarcina minor	*Ch*	2,67	2	0,67	0,33	0	0	0	0
Bracteacoccus minor	*Ch*	2,67	2,33	1	0,67	0,67	0	0	0

Примечание: ж.ф. – жизненные формы цианобактерий и водорослей, К – контроль.

После использования фунгицида пенконазола разнообразие цианобактериально-водорослевых ценозов сократилось до трех видов: *Nostoc commune, Nostoc punctiforme* и *Cylindrospermum stagnale.* Спектры экобиоморф, встреченных после обработки пенконазолом в концентрациях 0,05 и 0,2 мл/л, совпадают: CF_2NF_1 (таблица). После обработки пенконазолом в концентрации 0,8 мл/л сохранил жизнеспособность только один представитель, относящийся к CF-форме – *Cylindrospermum stagnale*. Можно сделать общий вывод о том, что цианобактерии, имеющие слизистые капсулы (например, *Nostoc sp*.) в почвенных культурах, имитирующих их местообитание в природе, и в естественных экосистемах образуют макроскопические разрастания на поверхности почвы – биопленки, которые, возможно, могут сорбировать фунгициды. Кроме того, цианобактерии в составе почвенных микробиологических сообществ производят экзометаболиты, которые позволяют микробной биопленке существовать как целостной структуре.

Выводы: фунгициды оказывают значительное влияние на почвенную альгофлору, снижая ее разнообразие и вызывая перестройки в доминантном комплексе и спектре жизненных форм. Под влиянием биофунгицида в исследуемых

концентрациях количество видов уменьшалось обратно пропорционально величине концентрации вносимого фунгицида. Наблюдали сокращение спектра экобиоморф – с 8 жизненных форм в контроле до 3 форм: $Ch_2CF_2NF_1$ и $CF_2Ch_1NF_1$ после внесения «Метабактерина» в больших концентрациях (25 и 50 г/л). При внесении в почву пенконазола выявили сокращение таксономического состава и спектра экобиоморф. Резистентными к пенконазолу оказались представители цианобактерий 3 видов: *Nostoc commune, Nostoc punctiforme* и *Cylindrospermum stagnale*. Существенное увеличение в спектре жизненных форм азотфиксирующих видов цианобактерий свидетельствует о возможности потенциального восстановления нарушенных ЦВЦ.

Библиографический список

1. Дубовик И.Е., Шарипова М.Ю. Структурно-функциональное состояние альгоценозов чернозема обыкновенного. В книге: Рациональное природопользование - основа устойчивого развития. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2020. С. 130-133.

2. Дубовик И.Е., Шарипова М.Ю., Габидуллина Г.Ф., Гуламанова Г.А., Турьянова Р.Р. Краткий определитель цианопрокариот Республики Башкортостан Уфа, 2020. 124с.

3. Егупова Е.Ю., Шарипова М.Ю., Дубовик И.Е. Использование цианобактерий в качестве тест-обьектов при применении фунгицидов в сельском хозяйстве//Известия Уфимского научного центра РАН. 2018. № 3-4. С. 17-22.

4. Фокина А. И., Огородникова С. Ю., Домрачева Л. И., Лялина Е. И., Горностаева Е. А., Ашихмина Т. Я., Кондакова Л. В. Цианобактерии как тест-организмы и биосорбенты // Почвоведение. 2017. No 1.С. 77–85.

5. Шарипова М.Ю., Егупова Е.Ю., Дубовик И.Е., Высоцкая Л.Б., Абдуллин Ш.Р. Биопрепараты но основе цианобактерий *Nostoc punctiforme и Roholtiella sp.* // Безопасность жизнедеятельности. 2019. № 11 (227). С. 32-38.

6. ГН 1.2.2701-10 «Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень)» [Электронный ресурс]: Информационный портал «ОХРАНА ТРУДА В РОССИИ»: Библиотека технических нормативов. – Электрон. текст. дан. Режим доступа: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/59/59215/, свободный (дата обращения: 29.01.2021).

Сведения об авторах

1. Шарипова Марина Юрьевна, ORCID 0000-0003-0907-5984, доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии и общей биологии, ФГБОУ ВО Башкирский ГУ, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32, e-mail: sharipovamy@mail.ru.

2. Дубовик Ирина Евгеньевна, ORCID 0000-0002-0832-6983, доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии и общей биологии, ФГБОУ ВО Башкирский ГУ, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32, e-mail: dubovikie@mail.ru.

Authors' personal details

1. Sharipova Marina Yurievna, ORCID 0000-0001-5923-1231, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Physiology and General Biology, Bashkir State University, Ufa, st. Zaki Validi, 32, e-mail: sharipovamy@mail.ru.

2. Dubovik Irina Evgenievna, ORCID 0000-0001-5923-1231, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Physiology and General Biology, Bashkir State University, Ufa, st. Zaki Validi, 32, e-mail: dubovikie@mail.ru.

СОДЕРЖАНИЕ

ОЦЕНКА И ВОСПРОИЗВОДСТВО ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

Т.Т. Гарипов
ВЛИЯНИЕ СПЛАВИНЫ НА ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ ЭРОДИРОВАННОГО АГРОЧЕРНОЗЕМА 3

Л.А. Гафурова, Д.А. Кадирова, М.Б. Алимджанов, О.Х. Эргашева
БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПОЧВ ЮЖНОГО УЗБЕКИСТАНА 7

С.Л. Добрянская
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЕ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЁМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО НОВОСИБИРСКОГО ПРИОБЬЯ 14

Е.В. Жангуров, Е.В. Шамрикова, М.А. Королев
МОРФОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОСТПИРОГЕННЫХ ПОЧВ ПОЛЯРНОГО УРАЛА 18

А.Ж. Исмонов, Г.Н. Каттаева, У.Х. Мамажанова, Н.Н. Каландаров
ЗЕМЕЛЬНЫЙ ФОНД ПОЧВ РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН И ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 25

А.Я. Кунгурцев, Р.Р. Сулейманов, Г.Т. Обыденнова
НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЧВ АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО ПАМЯТНИКА ТЯТЕР-АРСЛАНОВСКАЯ СТОЯНКА (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН) 32

Г.М. Мамедов, Р.И. Османов, Р.А. Пашаев, З.Б. Мамедбекова
АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ЛУГОВО-ЛЕСНЫХ ПОЧВ КУБА-ХАЧМАЗСКОЙ ЗОНЫ АЗЕРБАЙДЖАНА 37

А.Ф. Осипов, А.А. Дымов
ЗАПАСЫ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ ОСНОВНЫХ ГРУПП ТИПОВ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ 42

З.С. Чурагулова, Р.А. Миндибаев, М.Г. Ишбулатов, Б.С. Мурзабулатов
РОЛЬ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ КРУТОСКЛОНОВЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРЕДУРАЛЬСКОЙ СТЕПИ БАШКОРТОСТАНА 47

АГРОХИМИЯ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

Е.А. Бочарникова
ПОВЫШЕНИЕ ДОСТУПНОСТИ РАСТЕНИЯМ ФОСФОРА В ПОЧВАХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КРЕМНИЕВЫХ УДОБРЕНИЙ 55

Л.А. Гафурова, О.Х. Эргашева
РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕЗОФАУНЫ ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ В ПРЕДГОРЬЯХ И НИЗКОГОРЬЯХ АРИДНЫХ РЕГИОНОВ 59

Д.Р. Исламгулов, Г.Г. Бикбаева, Э.Н. Каримова
МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ КОНОПЛИ ПОСЕВНОЙ 63

А.Т. Канаев, А.Т. Смагали, Т.А. Диппель, А.Р. Ринар
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛОТОНОСНОЙ РУДЫ ПО КЛАССАМ КРУПНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА 67

А.А. Киселева, Н.Г. Курмашева, И.Г. Асылбаев
ОЦИФРОВКА И КОРРЕКТИРОВКА ПОЧВЕННЫХ КАРТ ИГЛИНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН 70

В.В. Матыченков
ТЕОРИЯ ПРИМЕНЕНИЯ КРЕМНИЕВЫХ УДОБРЕНИЙ И ОПЫТ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В БАШКОРТОСТАНЕ 77

Л.Е. Тучкова, И.А. Верховец, Е.С. Чувашева, М.Г. Фёдоров
АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ В ГРАНИЦАХ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ООО «ДУБОВИЦКОЕ» МАЛОАРХАНГЕЛЬСКОГО РАЙОНА 81

Р.Ф. Хасанова, Г.Т. Исанбаева, И.Н. Семенова,
М.Б. Суюндукова, Г.Р. Ильбулова, Ю.С. Рафикова
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВСКРЫШНЫХ ПОРОД И ПЕРВИЧНОЕ ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ НА ОТВАЛАХ МЕДНО-КОЧЕДАННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ 86

Е.Ю. Чебыкина, Е.В. Абакумов
ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ РЕЖИМОВ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ПОЧВЫ 91

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Г.Р. Ильбулова, Я.Т. Суюндуков, М.Б. Суюндукова, Х.М. Сафин
ТЕХНОЛОГИЯ NO-TILL И ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ БАШКИРСКОГО ЗАУРАЛЬЯ 98

Р.Ш. Иргалина, Д.С. Аюпов
ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРЕНИЙ ИЗАГРИ НА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЕ В УСЛОВИЯХ ПРЕДУРАЛЬСКОЙ СТЕПНОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН 102

А.Т. Канаев, А.С. Акмуллаева, Г.М. Талгарбаева, М.С. Әбілмажін
ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ СЕМЯН СОИ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ 105

Т.Э. Остонакулов, Г.С. Турсунов
ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ И СОХРАНЯЕМОСТЬ НОВЫХ СОРТОВ БАТАТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ВЫСАДКИ РАССАДЫ 109

Т.Э. Остонакулов, Н.Н. Усмонов, М.К. Рузиева
ВЛИЯНИЕ СИДЕРАТНЫХ КУЛЬТУР НА ЭЛЕМЕНТЫ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ 114

А.Б. Хани, А.Т. Канаев, М.Е. Исмаилова
ТЕХНОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР АНАНАСА В ТЕПЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ В КАЗАХСТАНЕ 118

М.Г. Юркевич, Р.Р. Сулейманов
ВЛИЯНИЕ ЛИГНОСУЛЬФОНАТА НАТРИЯ НА СУГЛИНИСТУЮ ПОЧВУ И РАСТЕНИЯ ОГУРЦА 124

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОГРАФИИ И ЭКОЛОГИИ ПОЧВ

Р.Р. Абдулвалеев, Р.Р. Исмагилов, С.А. Тимербаев
ИМЯ ВЕЛИКОГО УЧЕНОГО ПОЧВОВЕДА Н. М.СИБИРЦЕВА УВЕКОВЕЧЕНО В НАИМЕНОВАНИИ АКСЕНОВСКОГО АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОЛЛЕДЖА 129

Л.В. Галактионова, Н.А. Терехова, А.А. Котегова
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ БИОДИАГНОСТИКИ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ ПОЧВ ЦИНКОМ И БЕНЗИЛПЕНЕЦИЛЛИНОМ 135

Т.А. Дубровина, В.А. Брыков, Р.А. Брыкова, Э.А. Довлетярова,
Т.А. Федорова, И.А. Сморкалов, А.А. Неаман
МЕЛИОРАЦИЯ ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИПСА: НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ 142

Т.А. Зубкова, В.Н. Кривцова, И.Г. Асылбаев
ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН 149

Г.Р. Ильбулова, Я.Т. Суюндуков, Р.Ф. Хасанова,
И.Н. Семенова, М.Б. Суюндукова, Х.М. Сафин
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЧЕРНОЗЕМОВ БАШКИРСКОГО ЗАУРАЛЬЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL 154

Л.А. Неменущая
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВНЕСЕНИЯ ИЗВЕСТКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ 160

Е.А. Парамонова, О.С. Безуглова, С.Н. Горбов, В.А. Чохели
ГЕНОТОКСИЧНОСТЬ ПОЧВ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ 163

А.М. Русанов, К.Р. Мухамадеева, Н.А. Терехова, Д.Г. Поляков
ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ И ГУМУС ПОЧВ 170

И.Н. Семенова, Ю.С. Рафикова, Г.Р. Ильбулова,
Р.Ф. Хасанова, М.Б. Суюндукова, Я.Т. Суюндуков
РОЛЬ ПОЧВ В ФОРМИРОВАНИИ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ БАШКИРСКОГО ЗАУРАЛЬЯ 175

Я.Т. Суюндуков, Г. Самбуу, Р.Ф. Хасанова, И.Н. Семенова, Г.Р. Ильбулова
К ПРОБЛЕМЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ЭРДЭНЭТСКОГО МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОГО КОМБИНАТА (МОНГОЛИЯ) 180

М.Ю. Шарипова, И.Е. Дубовик
ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ФУНГИЦИДОВ МЕТОДОМ АЛЬГОИНДИКАЦИИ 185

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

ПОЧВЫ УРАЛА И ПОВОЛЖЬЯ: ЭКОЛОГИЯ И ПЛОДОРОДИЕ

МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
ПОЧВОВЕДОВ, АГРОХИМИКОВ И ЗЕМЛЕДЕЛОВ, ПОСВЯЩЕННОЙ
90-ЛЕТИЮ ПОЧВОВЕДЕНИЯ НА УРАЛЕ

3–6 июня 2021 года

Технический и художественный редактор: А. Е. Дерсева

Подписано в печать 01.06.2021. Усл.-печ. л. 11,16. Заказ 309. Тираж 100 экз.
Формат бумаги 60×84 1/16. Бумага офсетная. Печать трафаретная. Гарнитура «Таймс»

РИО ФГБОУ ВО БГАУ, 450001, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34