

УДК 582.241+58:069.029 (470.331)

© А. В. Матвеев,¹ А. Н. Лебедев,² В. И. Гмошинский¹**РЕЗУЛЬТАТЫ МНОГОЛЕТНЕГО ИЗУЧЕНИЯ БИОТЫ МИКСОМИЦЕТОВ
БОТАНИЧЕСКОГО САДА ТВЕРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**MATVEEV A. V., LEBEDEV A. N., GMOSHINSKIY V. I. RESULTS OF LONG-TERM RESEARCH
OF MYXOMYCETES BIOTA IN THE TVER STATE UNIVERSITY BOTANICAL GARDEN¹ Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Россия² Научно-образовательный центр «Ботанический сад Тверского государственного университета», Россия¹ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia² Research and Education Center «Tver State University Botanical garden», Tver, Russia
andrmatveev@gmail.com

Изучение видового разнообразия миксомицетов на территории Ботанического сада Тверского государственного университета проводили методом полевых сборов в 2005—2013 гг., а также с использованием техники влажных камер в 2013—2014 гг. Составлен аннотированный список, включающий 50 видов миксомицетов. Обнаружено 16 новых видов для Тверской обл.: *Cribraria violacea*, *Diderma chondrioderma*, *Didymium flexuosum*, *Fuligo leviderma*, *Hemitrichia pardina*, *Licea belmontiana*, *L. kleistobolus*, *L. minima*, *L. operculata*, *L. parasitica*, *Macbrideola cornea*, *Paradiacheopsis fimbriata*, *Perichaena chrysosperma*, *P. vermicularis*, *Physarum auriscalpium*, *Ph. pusillum*. В опыте с влажными камерами наиболее часто выявляемыми видами являлись: *Didymium squamulosum* (15.3 % от общего числа образцов), *Perichaena corticalis* (10.2 %), *Trichia contorta* (8.8 %), *Perichaena chrysosperma* (7.3 %), *Cribraria violacea* (5.8 %), *Didymium difforme* (5.8 %), *Perichaena depressa* (5.1 %), *Arcyria cinerea* (4.4 %), *Licea parasitica* (3.6 %), *Echinostelium minutum* (2.9 %), *Licea biforis* (2.9 %), *L. operculata* (2.9 %), *Physarum serpula* (2.9 %). Наиболее широко на территории ботанического сада представлены порядки *Physarales* (17 видов/34 % от общего числа), *Trichiales* (13/26 %) и *Liceales* (12/24 %).

Ключевые слова: миксомицеты, слизевики, биота, биоразнообразие, ботанический сад, Тверская обл.

The study of the species diversity of myxomycetes in the Botanical Garden of Tver State University was conducted by field collections from 2005 till 2013, and using the technique of moist chamber in 2013—2014. An annotated checklist, which includes 50 species of slime molds, has been prepared. There are 16 species which are new for the Tver Region: *Cribraria violacea*, *Diderma chondrioderma*, *Didymium flexuosum*, *Fuligo leviderma*, *Hemitrichia pardina*, *Licea belmontiana*, *L. kleistobolus*, *L. minima*, *L. operculata*, *L. parasitica*, *Macbrideola cornea*, *Paradiacheopsis fimbriata*, *Perichaena chrysosperma*, *P. vermicularis*, *Physarum auriscalpium*, *Ph. pusillum*. Isolated by the moist chamber method, the following species were dominant: *Didymium squamulosum* (15.3 % of all samples), *Perichaena corticalis* (10.2 %), *Trichia contorta* (8.8 %), *Perichaena chrysosperma* (7.3 %), *Cribraria violacea* (5.8 %), *Didymium difforme* (5.8 %), *Perichaena depressa* (5.1 %), *Arcyria cinerea* (4.4 %), *Licea parasitica* (3.6 %), *Echinostelium minutum* (2.9 %), *Licea biforis* (2.9 %), *L. operculata* (2.9 %), *Physarum serpula* (2.9 %). The most common orders in the territory of the Botanical Garden were *Physarales* (17 species/34 % of the total), *Trichiales* (13/26 %) and *Liceales* (12/24 %).

Key words: botanical gardens, biota, biodiversity, slime molds, myxomycetes.

Ботанический сад Тверского государственного университета (ТвГУ) расположен в историческом центре г. Твери на правом берегу р. Тверцы близ ее слияния с р. Волгой. Усадебный парк, заложенный в 1879 г., за почти полуторавековую историю стал уникальным современным научным и учебно-просвети-

тельным ботаническим учреждением Верхневолжья. С одной стороны, Ботанический сад можно рассматривать в качестве старинного усадебного парка и зоны рекреации, с другой — он представляет собой природоохранную территорию, на которой присутствует множество редких охраняемых видов. С 1999 г. Бота-

ническому саду ТвГУ присвоен статус ООПТ регионального значения (History..., 2006). Ботанический сад занимает площадь в 2.6 га, содержит в коллекциях более 2.5 тыс. видов растений (Adonina et al., 2006).

Обилие различных по своим условиям микрониз, большое количество и разнообразие гниющей древесины разных пород деревьев создают подходящие условия для развития спороношений миксомицетов. Наличие проточного пруда с ручьями поддерживает уровень влажности на достаточном для развития плазмодиев уровне даже в засушливые периоды лета. Близость р. Тверцы также в некоторой степени повышает общую влажность, которая сохраняется не только за счет расположения сада в низине относительно окружающей территории, но и из-за обилия затененных участков, образованных высокой сомкнутостью крон.

Материалы и методы

В период с 2005 по 2013 г. А. Н. Лебедевым проводилось изучение видового разнообразия миксомицетов Ботанического сада ТвГУ методом полевых сборов. В 2009 г. была опубликована работа, в которой приводится список из 14 видов миксомицетов, относящихся к 6 семействам и 4 порядкам (Lebedev, Notov, 2009). Собранные образцы хранятся в гербарии Ботанического сада (TVBG) и частично депонированы в гербарии Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (LE).

Образцы субстратов для постановки влажных камер были собраны в августе 2012 и осенью 2013 г. С трех видов деревьев была отобрана только кора (*Aesculus hippocastanum* L. — aeshyp, *Corylus colurna* L. — corcol и *Cornus sanguinea* — corsan; после тире приведены сокращенные имена, используемые в качестве ссылки в аннотированном списке при указании типа субстрата). У растений следующих четырех видов был собран только опад — *Abies concolor* (Gordon et Glend.) Hildebr. — abicon, *Larix laricina* (Du Roi) K. Koch — larlar, *Picea koraiensis* Nakai — pickor, *Taxus baccata* L. — taxbac, так как посадки данных видов на территории Ботанического сада маловозрастны и сбор коры с них мог бы привести к существенным повреждениям молодых деревьев. С остальных 18 видов [*Abies holophylla* Maxim. — abihol, *Amelanchier canadensis* (L.) Medik. — amecan, *Chamaecyparis pisifera* (Siebold et Zucc.) Endl. — chapis, *Corylus avellana* L. — corave, *Juglans mandshurica* Maxim. — jugman, *Juniperus virginiana* L. — junvir, *Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen. — largme, *Larix sibirica* Ledeb. — larsib, *Prunus maackii* Rupr. — padmaa, *Phellodendron amurense* Rupr. — pheamu, *Picea abies* (L.) H. Karst. — picabi, *Pinus sylvestris* L. — pinsil, *Populus alba* L. — popalb, *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco — psemen, *Quercus robur* L. — querob, *Thuja occidentalis* L. — thuocc, *Thuja plicata* Donn ex D. Don — thupli, *Tsuga canadensis* Carriere — tsucan] были собраны и кора, и опад. Всего использовали субстрат 25 видов растений. Инкубацию во влажных камерах проводили в период с января по апрель 2013 и с февраля по май 2014 г. Субстрат из каждого конверта

распределяли на 3 влажные камеры, их осмотр совершали с интервалом в 10 суток в течение трех месяцев. Образцы спорокарпов, полученные из всех трех камер в течение одного периода инкубации, принадлежащие одному виду учитывали при анализе как один образец (Matveev et al., 2014a) и впоследствии заносили под одним инвентарным номером в коллекцию миксомицетов кафедры микологии и альгологии биологического факультета МГУ.

Определение видовой принадлежности проводили с использованием русскоязычных и зарубежных руководств (Martin, Alexopolous, 1969; Nannenga-Bremekamp, 1989; Novozhilov, 1993; Ing, 1999; Leontyev, 2010; Poulain, 2011a, 2011b; Gmoshinskiy, 2013).

Анализ таксономической структуры осуществляли в программной среде статистических вычислений R версии 3.2.1 (R Core Team, 2016). Для хранения исходной информации об образцах субстратов, результатах осмотров влажных камер, сведений об образцах спорофоров миксомицетов использована объектно-реляционная система управления базами данных PostgreSQL версии 9.4.4 (The PostgreSQL..., 2016).

Результаты и обсуждение

Далее приведен аннотированный список видов миксомицетов Ботанического сада ТвГУ. Таксономический статус и авторы таксонов представлены в соответствии с базой данных К. Ладос (Lado, 2005—2015). Названия расположены в алфавитном порядке.

После названия вида в строке, озаглавленной ВК, перечислены субстраты, на которых были выявлены спорокарпы методом влажных камер и номера образцов в коллекции миксомицетов кафедры микологии и альгологии биологического факультета МГУ.

Наименования таксонов растений приведены в соответствии с базой данных The International Plant Names Index (2015). После акронима через дефис указан тип субстрата — l (листовой опад) или b (кора).

В строке, озаглавленной ПС, указаны годы, в которые были обнаружены спорофоры данного вида в полевых условиях и номера образцов в гербарии Ботанического сада ТвГУ.

Виды, отмеченные звездочкой, впервые обнаружены на территории Тверской обл. на момент исследования.

Аннотированный список видов

Arcyria cinerea (Bull.) Pers., Syn. meth. Fung. 1: 184 (1801). — ВК: corsan-b 5694, larsib-b 5671, picabi-b 5666, popalb-b 5689, querob-b 5685, querob-b 5578.

A. incarnata (Pers. ex J. F. Gmel.) Pers., Observ. mycol. 1:58 (1796). — ПС: 2007 (TVBG-07095).

A. minuta Buchet, in Patouillard, Mém. Acad. Malgache 6:42 (1927). — ВК: popalb-b 5917.

A. pomiformis (Leers) Rostaf., Sluzowce monogr. 271 (1875). — ВК: largme-b 5682.

Badhamia capsulifera (Bull.) Berk., Trans. Linn. Soc. London 21(2):153 (1853). — ПС: 2006 (TVBG 06301).

B. macrocarpa (Ces.) Rostaf., Sluzowce monogr. 143 (1874). — ПС: 2005 (TVBG-05028).

Comatricha ellae Härk., Karstenia 18(1):23 (1978). — BK: popalb-b 6706.

C. laxa Rostaf., Sluzowce monogr. 201 (1874). — BK: popalb-b 5690, pheamu-l 6718.

C. nigra (Pers. ex J. F. Gmel.) J. Schröt., in Cohn, Krypt.-Fl. Schlesien 3(1):118 (1885). — ПС: 2003, 2005, 2006, 2008, 2012, 2013 гг. BK: picabi-b, упомянут в протоколах осмотров влажных камер, но в коллекцию не внесен.

C. cancellata (Batsch) Nann.-Bremek., Nederlandse Muxomyceten (Zutphen) 92 (1975). — ПС: 2006 (TVBG-06167), 2007, 2012 гг.

**C. violacea* Rex, Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia 43:393 (1891). — BK: chapis-l 5730, jugman-l 5727, pheamu-l 5737, thuocc-l 5738, jugman-b 5588. — ПС: 2012 г.

Dictydiaethalium plumbeum (Schumach.) Rostaf. in Lister, Monogr. mycetozoa, ed. 1, 157 (1894). — BK: corsan-b 5695.

**Diderma chondrioderma* (de Bary et Rostaf.) G. Lister in Lister, Monogr. mycetozoa, ed. 3, 258 (1925). — BK: corsan-b 5919, amecan-l 5918.

Спорофоры — сидячие спорангии (рис. 1) или короткие плазмодиокарпы, рассеянные по субстрату, 1—3 мм в диам., уплощенные (около 0.2 мм толщ.), белые или светло-серые. Перидий двухслойный: наружный слой белый, ломкий, скорлуповидный, состоит из округлых гранул извести около 1 мкм в диам., легко отделяется от внутреннего слоя, пленчатого, полупро-

зрачного или сероватого из-за включений извести. Ножка отсутствует. Гипоталлус незаметный. Колонка светло-желтоватая слабо развита, представлена утолщенным основанием спорангия. Капиллиций хорошо развит, прикрепляется к основанию спорангия и внутренней поверхности перидия, состоит из ветвящихся и анастомозирующих бледно-коричневых нитей с мембраноподобными расширениями в местах ветвления. Споры темно-коричневые в массе; светло-фиолетово-серые в проходящем свете, с равномерно утолщенной оболочкой, 12—13 мкм в диам., орнаментированные равномерно расположенными по всей поверхности бородавками. Плазмодий белый. Б. Инг сообщает, что плазмодий может становиться фиолетовым перед формированием спороношения (Ing, 1999).

Примечание. Наиболее характерными признаками этого вида является наличие двухслойного перидия, слабо развитой колонки, представленной расширенным основанием спорангия и мелкобородавчатых светлых спор с равномерно утолщенной оболочкой.

D. hemisphaericum (Bull.) Hornem., Fl. dan. 11(33): 13, tab. 1972 (1829). — BK: abihol-l 5733.

Didymium difforme (Pers.) Gray, Nat. arr. Brit. pl. 1:571 (1821). — BK: jugman-l 5728, larsib-l 5707, padmaa-l 5722, pheamu-l 5736, popalb-l 5719, jugman-l 5577, padmaa-l 5590, popalb-l 5584.

**Didymium cf. flexuosum* Yamash., J. Sci. Hiroshima Univ., Ser. B, Div. 2, Bot. 3:31 (1936). — BK: amecan-l 6711.

Спорофоры — удлинённые или кольцевидные плазмодиокарпы, рассеянные (рис. 2). Плазмодиокарпы заметно сдавленные с боков, удлинённые, 0.3 мм шир. и 0.5 мм выс., до 3 мм дл., сероватые из-за боль-

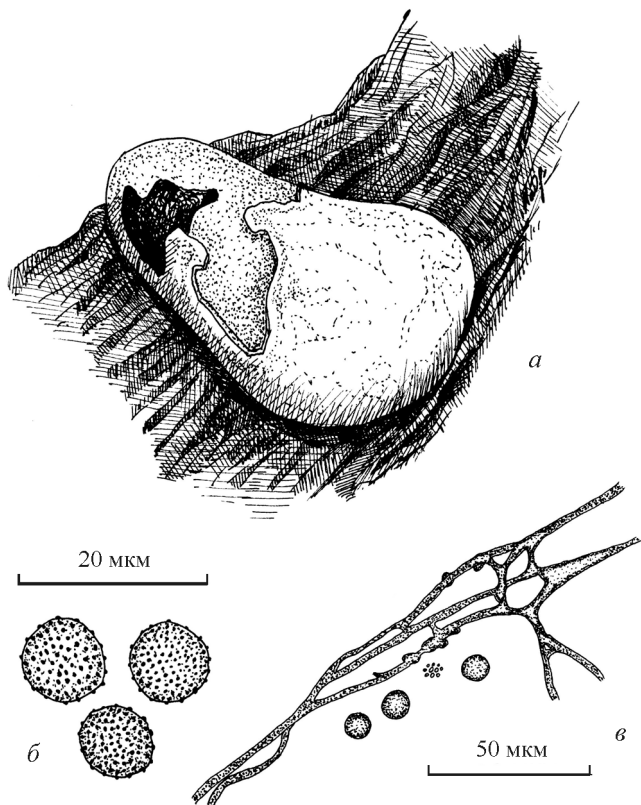


Рис. 1. *Diderma chondrioderma* (№ 5918): а — внешний вид спорокарпа, б — споры, в — фрагмент нитей капиллиция.

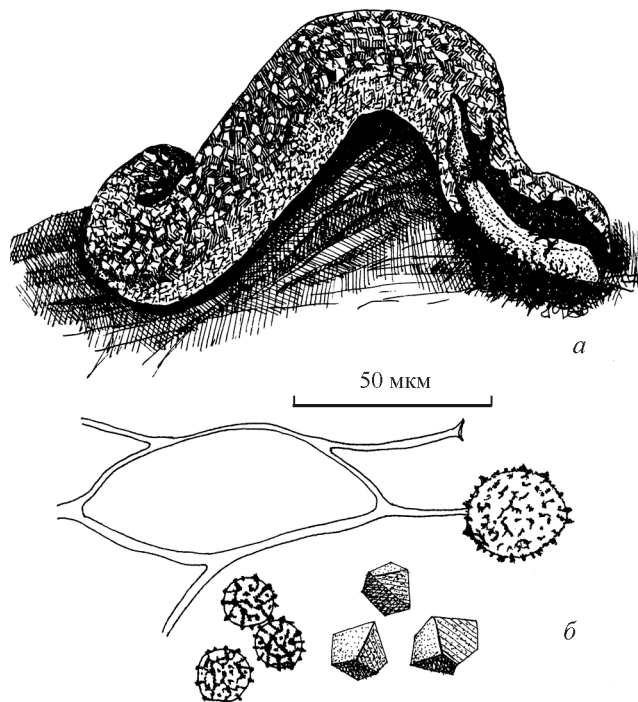


Рис. 2. *Didymium cf. flexuosum* (№ 6711): а — внешний вид плазмодиокарпа, б — фрагмент нитей капиллиция, споры, кристаллы извести.

шого количества извести. Перидий однослойный, тонкий, пленчатый, полупрозрачный, покрыт известковыми отложениями, образованными угловатыми кристаллами 8—12 мкм в диам. Гипоталлус слабо развит. Ножка отсутствует. Колонка хорошо развита, представлена тонким ребром цвета слоновой кости, достигающим практически вершины плазмодиокарпа на всем его протяжении. Капиллиций представлен тонкими, коричневыми, ветвящимися и анастомозирующими нитями, перемежающимися с крупными темно-коричневыми везикулярными телами (18—23 мкм в диам.), орнаментированными крупными бородавочками (более 1 мкм выс.), образующими подобие сети. Споры черные в массе; темно-коричневые в проходящем свете, с равномерно утолщенной оболочкой, 10—13 мкм в диам., орнаментированные крупными неравномерно расположенными бородавочками, достигающими 1 мкм выс., образующими подобие неправильной сети. Плазмодий неизвестен.

Примечание. Основными отличительными признаками этого вида является наличие удлинённых и уплощённых с боков плазмодиокарпов, наличие тонкой светлой колонки, которая практически достигает вершины спороношения и проходит по всей его длине, а также сравнительно крупных спор с темной, равномерно утолщенной оболочкой и характерной орнаментацией. В структурах капиллиция этого вида есть характерные везикулярные тела, представляющие собой спороподобные расширения большего диаметра, орнаментированные аналогично спорам, однако с несколько меньшей высотой бородавочек. Этот признак был не сразу замечен в наших образцах. Везикулярные тела в образце 6711 несколько напоминали недоразвитые споры. Кроме того, была слабо заметна их связь со структурами капиллиция. Еще одним немаловажным отличием нашего образца от типичных *D. flexuosum* является наличие извести на поверхности перидия в виде отдельных многогранных глыбок, которые по форме не напоминают звездчатые кристаллы, характерные для представителей рода *Didymium*. Скорее всего отличие нашего образца от типичного вызвано нарушениями морфогенеза при формировании спороношений в условиях влажной камеры.

D. iridis (Ditmar) Fr., Syst. mycol. 3:120 (1829) sensu Martin and Alexopoulos (1969). — ПС: TVBG-06241. На корнях *Juglans mandshurica* Max., на поверхности старого красного кирпича у земли и на земле, 2006 г. — ВК: larsib-l 5704, pickor-l 5925.

D. melanospermum (Pers.) T. Macbr., N. Amer. Sli-me-moulds, ed. 1, 88 (1899). — ПС: 2008 (TVBG-08020), 2012 гг. — ВК: popalb-b 6710.

D. squamulosum (Alb. et Schwein.) Fr. et Palmquist, Symb. Gasteromyc. 19 (1818). — ВК: abicon-l 5725, abihol-l 5732, amecan-l 5724, jugman-l 5729, chapis-l 5731, larlar-l 5716, larsib-l 5706, padmaa-b 5700, padmaa-l 5723, pheamu-l 5735, picabe-l 5715, pickor-l 5714, pinsil-l 5703, popalb-l 5720, psemen-l 5710, thuocc-b 5688, tsucan-l 5726, abihol-l 5579, corave-l 5580, padmaa-l 5585.

Echinostelium minutum de Bary in Rostafinski, Sluzowce monogr. 215 (1874). — ВК: larsib-b 5672, picabi-b 5670, psemen-b 5677, tsucan-b 5698.

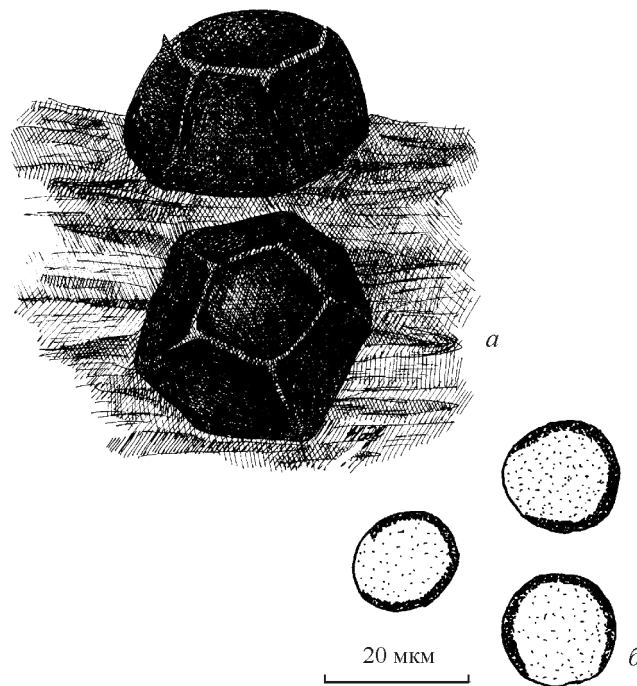


Рис. 3. *Licea belmontiana* (№ 5920): а — внешний вид спорокарпов, б — споры.

**Fuligo leviderma* H. Neubert, Nowotny et K. Baumann, Myxomyceten 2:211 (1995). — ПС: 2010—2013 гг.

Вид также отмечен как впервые обнаруженный в Тверской обл. в статье о видовом разнообразии миксомицетов в Центрально-Лесном государственном природном биосферном заповеднике (Lebedev et al., 2017), сбор материала для которой был произведен в 2014 г.

F. septica (L.) F. H. Wigg., Prim. fl. holsat. 112 (1780). — ПС: 2005—2013 гг.

**Hemitrichia pardina* (Minakata) Ing, Myxomycetes Britain and Ireland 132 (1999). [*Hemitrichia minor* var. *pardina* Minakata in G. Lister, Trans. Brit. Mycol. Soc. 5:82 (1915)]. — ВК: picabi-l 5718.

**Licea belmontiana* Nann.-Bremek., Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch., C. 69(3): 337 (1966). — ВК: querob-b 5920.

Спорофоры — сидячие спорангии, рассеянные, 0.05—0.15 мм в диам., темно-коричневые в высушенном состоянии. Спорангии шаровидные во влажном состоянии, однако при высыхании становятся многогранными, в результате чего перидий разделяется на отдельные пластинки, по которым происходит его растрескивание на отдельные доли (рис. 3). Края пластинок перидия гладкие, не утолщенные, без зубовидных выростов. Перидий однослойный, желтовато-коричневый в проходящем свете, с темными гранулярными включениями. Гипоталлус темно-коричневый, пленчатый, незаметный. Капиллиций отсутствует. Споры темно-коричневые в массе, от розово-коричневых до коричневых в проходящем свете, с неравномерно утолщенной оболочкой, гладкие, около 14—16 мкм в диам. Протоплазмодий водянистый.

Примечание. Наиболее характерными признаками этого вида является наличие гладких спор с

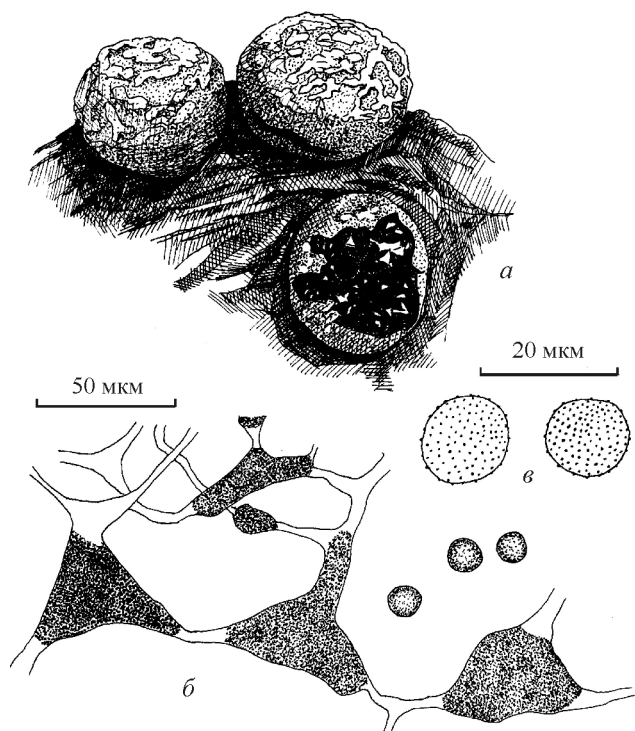


Рис. 4. *Physarum auriscalpium* (№ 6709): а — внешний вид спорокарпов, б — фрагмент капиллиция, в — споры.

неравномерно утолщенной оболочкой и пластинок перидия, лишенных зубовидных выростов. Наш образец имел споры около 16 мкм в диам., что соответствует верхней границе, характерной для данного вида, приведенной в работе Ю. Ямамото (Yamamoto, 2006).

L. biforis Morgan, J. Cincinnati Soc. Nat. Hist. 15(3—4):131 (1893). — BK: picabi-b 5667, psemen-b 5679, tsucan-b 5699.

**L. kleistobolus* G.W. Martin, Mycologia 34(6):702 (1942). — BK: amecan-b 5693, psemen-b 5921.

**L. minima* Fr., Syst. Mycol. 3:199 (1829). — BK: junvir-l 5922.

Вид также отмечен как впервые обнаруженный в Тверской обл. в статье о видовом разнообразии миксомицетов в Центральном лесном государственном природном биосферном заповеднике (Лебедев и др., 2017), сбор материала для которой был проведен в 2014 г.

**L. operculata* (Wingate) G. W. Martin, Mycologia 34(6):702 (1942). — BK: largme-b 5683, larsib-b 5674, picabi-b 5668, psemen-b 5678.

**L. parasitica* (Zukal) G. W. Martin, Mycologia 34(6):702 (1942). — BK: corcol-b 5676, junvir-b 5916, larsib-b 5673, psemen-b 5921.

L. tenera E. Jahn, Ber. Deutsch. Bot. Ges. 36:665 (1919). — BK: junvir-l 6708.

Lycogala epidendrum (L.) Fr., Syst. mycol. 3:80 (1829). — ПС: 2005 (TVBG-05064), 2006—2013 гг.

**Macbrideola cornea* (G. Lister et Cran) Alexop., Mycologia 59(1):112 (1967). — BK: был обнаружен на ropalb-b, но в коллекцию не занесен, так как единственный спорофор использован в ходе определения.

Metatrichia vesparia (Batsch) Nann.-Bremek. ex G. W. Martin et Alexop., Myxomycetes 143 (1969). — ПС: 2005, 2006 (TVBG-06299), 2007—2013 гг.

**Paradiacheopsis fimbriata* (G. Lister et Cran) Hertel ex Nann.-Bremek., Nederlandse Myxomyceten (Zutphen) 232 (1975). — BK: larsib-b, упомянут в протоколах осмотров влажных камер, спорофоры использованы в ходе определения.

**Perichaena chrysosperma* (Curr.) Lister, Monogr. mycetozoa, ed. 1, 196 (1894). — BK: abihol-l 5924, aeshyp-b 5931, corave-l 5711, jugman-b 5930, thupli-l 5923, abihol-l 5581, jugman-b 5591, jugman-b 5592.

P. corticalis (Batsch) Rostaf., Sluzowce monogr. 293 (1875). — BK: aeshyp-b 5931, corave-l 5712, corsan-b 5697, jugman-b 5930, junvir-b 5701, thupli-b 5686, jugman-l 5576, padmaa-b 5582, popalb-b 5589.

P. corticalis var. *liceoides* (Rostaf.) G. Lister in Lister, Monogr. Mycetozoa, ed. 2, 251 (1911). — BK: jugman-l 5583, junvir-l 5575.

P. depressa Lib., Pl. crypt. Arduenna 378 (1837). — BK: abihol-l 5929, junvir-l 5708, thuocc-b 5687, abihol-l 5586, jugman-l 5587.

**Perichaena vermicularis* (Schwein.) Rostaf., Sluzowce monogr. suppl. 34 (1876). — BK: padmaa-b 5582.

Physarum album (Bull.) Chevall., Fl. gén. env. Paris 1:336 (1826). — ПС: 2006 (TVBG-06242), 2007, 2012 гг.

**Ph. auriscalpium* Cooke, Ann. Lyceum Nat. Hist. New York 11:384 (1877). — BK: picabi-b 6709.

Спорофоры — сидячие спорангии или короткие плазмодиокарпы (рис. 4), собранные в небольшие группы, но не налегающие друг на друга, шаровидные, слегка подушковидные, на зауженном основании 0.6—0.8 мм в диам.; плазмодиокарпы до 1 мм дл., оранжевые, желтовато-коричневые, со слабо заметным зеленоватым оттенком. Перидий однослойный, пленчатый, полупрозрачный в проходящем свете, обильно инкрустирован рыжими гранулами извести, образующими довольно компактные чешуйки, которые сконцентрированы в верхней части спорангия, в результате чего основание спорофора необыкновенно, практически черное. Гипоталлус красновато-коричневый, пленчатый, практически незаметный. Ножка отсутствует. Колонка и псевдоколонка отсутствуют. Капиллий обильно развит, представлен крупными многоугольными рыжими обызвествленными узелками, соединенными тонкими бесцветными стекловидными трубочками. В некоторых частях препарата капиллий может иметь практически бадамиоидный тип. Споры черные в массе, от светло- до темно-коричневых в проходящем свете, шаровидные, с равномерно утолщенной оболочкой, орнаментированные отдельными бородавочками, образующими небольшие группы, 9—12 мкм в диам. Плазмодий оранжево-желтый, есть сообщения о том, что он может становиться светло-зеленым перед формированием споронеший (Ing, 1999).

Примечание. Это очень полиморфный вид. Тип споронешия может варьировать от коротких плазмодиокарпов до спорангиев на коротких черных морщинистых ножках. Наш образец был представлен только шаровидными или слегка уплощенными и удлиненными спорангиями. К этому виду по внешней

морфологии достаточно близки *Ph. serpula*, *P. decipiens*, с которыми он образует своеобразную группу (Farr, 1961). Наиболее характерные признаки этого вида — наличие отдельных известковых чешуек на поверхности перидия, равномерно утолщенная оболочка спор и наличие зеленой окраски несформированных спорангиев. Характерной особенностью нашего образца являлось наличие необызвествленного, черного основания спорангия, что может являться следствием их развития во влажных камерах.

Ph. compressum Alb. et Schwein., Consp. fung. Lusat. 97 (1805). — BK: larsib-l 5705.

Ph. leucopus Link, Ges. Naturf. Freunde Berlin Mag. Neuesten Entdeck. Gesammten Naturk. 3:27 (1809). — BK: corsan-b, упомянут в протоколах осмотров влажных камер, но в коллекцию не внесен.

**Ph. pusillum* (Berk. et M. A. Curtis) G. Lister, in Lister, Monogr. mycetoza, ed. 2, 64 (1911). — BK: querob-b 5684.

Спорофоры — спорангии на ножках, 0.8—1 мм выс., собранные в группы, изредка по несколько спорангиев на тесно прилегающих ножках (рис. 5). Спорангии 0.4—0.5 мм в диам., поникающие, шаровидные, несколько уплощенные, иногда с небольшим углублением в верхней части, сероватые, с белыми чешуйками извести, с более темным, слабо обызвествленным основанием. Перидий однослойный, пленчатый, светло-желтовато-коричневый в проходящем свете, обильно инкрустирован известью, которая образует на его поверхности компактные чешуйки; основание спорангия остается практически не обызвествленным; растрескивание неправильное, в верхней части спорангия. Ножка 0.6—0.7 мм выс., в два раза превышает диаметр спорангия, темная при основании и желтовато-коричневая в верхней части, морщинистая, расширенная при основании (до 0.15—0.2 мм в диам.) и зауженная вверху (около 0.05 мм в диам.). Гипоталлус желтовато-коричневый, пленчатый, необызвествленный, незаметный. Колонка отсутствует. Капиллиций обильно развит, представлен сетью из стекловидных трубочек с компактными округлыми белыми узелками извести в местах ветвления. Споры темно-коричневые в массе; темно-фиолетово-коричневые в проходящем свете, с равномерно утолщенной оболочкой, равномерно орнаментированные мелкими бородавочками. Плазмодий водянисто-белый.

Примечание. Этот вид очень похож на *Ph. album*, от которого отличается сетчатым капиллицием с шаровидными, а не веретеновидными узелками капиллиция. Наши образцы отличались от типичных представителей этого вида отсутствием утолщенного и необызвествленного перидия в основании спорангия, однако этот признак не является постоянным. Наш материал соответствует фотографиям *P. pusillum*, приведенным в работе М. Пуляна с соавторами (Poulain et al., 2011a, 2011b), где описаны спорангии с перидием, который сравнительно равномерно инкрустирован известью.

Ph. serpula Morgan, J. Cincinnati Soc. Nat. Hist. 19(1):29 (1896). — BK: amecan-l 5928, corsan-b 5927, larlar-l 5926, popalb-b 5691.

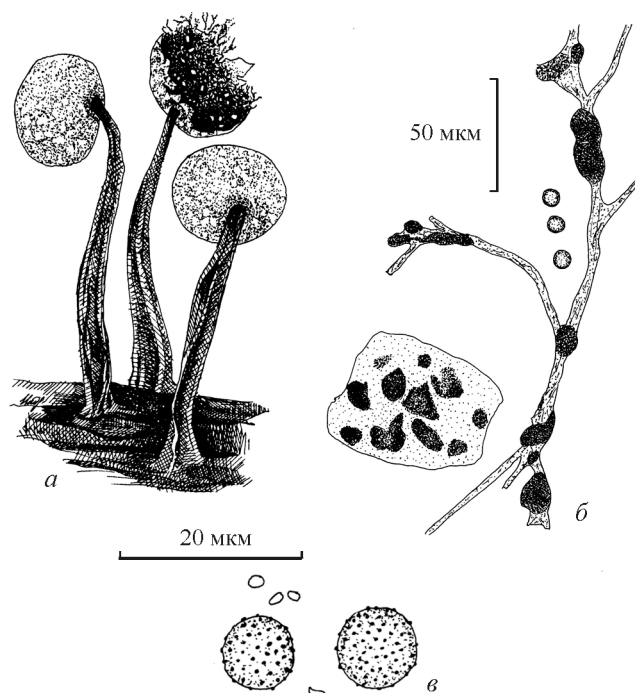


Рис. 5. *Physarum pusillum* (№ 5684): а — внешний вид спорокарпов, б — фрагмент капиллиция, в — споры.

Reticularia lycoperdon Bull., Herb. France 10(109—120):pl. 446, fig. 4 (1790). — PC: 2008, 2009, 2012, 2013 гг.

Stemonitis axifera (Bull.) T. Macbr., N. Amer. Slime-moulds, ed. 1, 120 (1899) [= *Stemonitis smithii* T. Macbr., Bull. Iowa Univ. Lab. Nat. Hist. 2(4):381 (1893)]. — PC: 2007 (TVBG-07096), 2012, 2013 гг.

S. splendens Rostaf., Sluzowce monogr. 195 (1874). — PC: 2008 (TVBG-08047), 2009, 2013 гг.

Trichia botrytis (J. F. Gmel.) Pers., Neues Mag. Bot. 1:89 (1794). — PC: 2005—2013 гг.

T. contorta var. *karstenii* (Rostaf.) Ing, Trans. Brit. Mycol. Soc. 48(4):647 (1965). — BK: abihol-b 5692, abihol-l 5734, aeshyp-b 5932, corcol-b 5675, corsan-b 5696, junvir-b 5702, junvir-l 5709, largme-l 5721, larlar-l 5717, pheamu-b 5681, pickor-l 5713, thuocc-l 5739.

T. verrucosa Berk. in Hooker, Fl. Tasman. 2(9):269 (1859) — PC: 2005, 2007 (TVBG-07001, TVGU-07002).

Виды *Didymium annellus* Morgan, *Licea pusilla* Schrad., *Physarum leucophaeum* Fr. et Palmquist, *Ph. vernum* Sommerf., упоминаемые для Ботанического сада в предварительной сводке (Matveev et al., 2014b) не имеют подтверждения гербарными образцами, так как спорофоры использованы в ходе определения, а точность идентификации вызывает у авторов сомнения, поэтому они не были включены в данный список и не использованы в дальнейшем анализе.

На территории Ботанического сада ТвГУ зарегистрировано 50 видов миксомицетов из 20 родов, 8 семейств и 5 порядков, что составляет 30.1 % от общего числа видов (166), известных для Тверской обл. на 2016 г. (Yachevskiy, 1907; Novozhilov, 1980a, 1980b, 2005; Novozhilov, Lebedev, 2006; Lebedev, 2007, 2008; Lebedev et al., 2008, 2017; Lebedev, Notov, 2009; Lebe-

dev, Gmshinskiy, 2012). В среднем в роде 2.5 вида, в семействе 2.5 рода и 6.25 вида, в порядке 4 рода и 10 видов. Ведущими родами являются *Licea* (7 видов/14 % от общего числа видов, обнаруженных в Ботаническом саду), *Physarum* (6/12 %), *Didymium* (5/10 %), *Arcyria* (4/8 %), *Perichaena* (4/9 %), *Comatricha* (3/6 %), *Trichia* (3/6 %). В десяти наиболее крупных родах содержится 76 % видов. По видовой насыщенности лидируют семейства *Trichiaceae* (13 видов/26 %), *Physaraceae* (10/20 %), *Didymiaceae* (7/14 %), *Liceaceae* (7/14 %), *Stemonitidaceae* (7/14 %). Остальные семейства представлены меньшим числом видов — *Reticulariaceae* (3/6 %), *Cribrariaceae* (2/4 %) и *Echinosteliaceae* (1/2 %). Наиболее крупными порядками являются *Physarales* (17 видов/34 %), *Trichiales* (13/26 %) и *Liceales* (12/24 %), в остальных число видов значительно меньше: *Stemonitales* (7/14 %) и *Echinosteliales* (1/2 %).

При сравнении метода полевых сборов и метода влажных камер можно сделать вывод о том, что они совершенно не являются взаимозаменяемыми, а дополняют друг друга, позволяя наиболее полно выявить биоту миксомицетов. Только четыре вида (8 % от общего числа обнаруженных на территории Ботанического сада ТвГУ), отмеченные ранее (*Comatricha nigra*, *Cribraria violacea*, *Didymium melanospermum*, *D. iridis*), были выявлены методом влажных камер, 14 видов (29.78 %) найдены только при полевых сборах.

Метод влажных камер (ВК) позволил обнаружить 36 видов, из которых 32 (88.9 %) впервые выявлены на территории сада и 15 (44.4 %) — в целом в Тверской обл.: *Cribraria violacea*, *Diderma chondrioderma*, *Didymium flexuosum*, *Hemitrichia pardina*, *Licea belmontiana*, *L. kleistobolus*, *L. minima*, *L. operculata*, *L. parasitica*, *Macbrideola cornea*, *Paradiacheopsis fimbriata*, *Perichaena chrysosperma*, *P. vermicularis*, *Physarum auriscalpium*, *Ph. pusillum*. Из этого числа ядро биоты (виды, частота встречаемости которых была более или равна 3 %) составляют 9 видов: *Didymium squamulosum* (15.3 %), *Perichaena corticalis* (10.2 %), *Trichia contorta* (8.8 %), *Perichaena chrysosperma* (7.3 %), *Cribraria violacea* (5.8 %), *Didymium difforme* (5.8 %), *Perichaena depressa* (5.1 %), *Arcyria cinerea* (4.4 %), *Licea parasitica* (3.6 %). Наибольшее число видов (21) относится к категории О по шкале Стефенсона (occasional, иногда встречающиеся); к категории А (abundant, обильно встречающиеся) — 9; к обычным (С, common) относится 6 видов; в категорию редких (R, rare) не попал ни один вид. Такое распределение указывает на малое число учетных единиц, что, по-видимому, связано с недостаточностью исследования, а также с особенностями трактовки понятия «образец из ВК», когда учетной единицей является совокупность всех спорофоров одного вида из трех камер (с одинаковым субстратом), собранных в течение всего периода инкубации (Matveev et al., 2014a).

В опыте с ВК в 76.8 % камер обнаружены спорофоры, 84.5 % камер были с положительным результатом, т. е. в них выявлены плазмодии, спорофоры, склероции и другие признаки присутствия миксомицетов.

Авторы выражают благодарность Ю. К. Новожилову за помощь в идентификации некоторых образцов, сотрудникам межкафедральной Лаборатории электронной микроскопии биологического факультета МГУ за помощь при работе с электронным микроскопом, а также Н. И. Киреевой за предоставленные рисунки внешних видов спороношений.

Работа по формированию коллекции миксомицетов кафедры микологии и альгологии биологического факультета МГУ выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ (проект № 14-50-00029). Работы по сбору и идентификации материала выполнены в рамках государственного задания МГУ, ч. 2 (тема № АААА- А16-116021660).

REFERENCES

- Adonina NP, Aparin SV, Ber MN, Bochkareva KN, Danilova NS, Egorov AA, Elifanov AV, Enaleyeva NK, Zinovyev VG, Karamuzov BS, Klinkova GY, Kotova LI, Kuzevanov VY, Kulikov YA, Ladeyshchikova VY, Lobastov SP, Lonshakova TR, Malakhovets PM, Matveyeva RN, Naumtsev YV, Nenashev AR, Nikitina VN, Novikov VS, Pirverdyan OL, Prokhorov AA, Redin IK, Retezum AA, Rozno SA, Selenina EA, Selikhovkin AV, Sidorenko VG, Sineva EV, Fedoseyeva GP, Shabanova GM, Shmakov AI, Shumikhin SA, Shcheglov DI, Shchenev AV, Yakovleva TA, Yanenko TG (2006) Botanical gardens and dendrological parks of higher educational institutions of the Russian Federation Ministry of Education and Science. *Hortus Botanicus* 3:28—104 (in Russ.)
- Farr ML (1961) *Badhamia decipiens* reinstated in *Physarum*. *Brittonia* 13:339—345
- Gmshinskiy VI (2013) Myxomycetes of Moscow and Moscow Region. Thesis of the degree of candidate of biological sciences, Moskva (in Russ.)
- History of Tver State University in the documents (2006) Smirnov SN, Yermoshkina OK. (eds), Tver (in Russ.)
- Ing B (1999) The myxomycetes of Britain and Ireland. The Richmond Publishing Co. Ltd.
- Lado C (2005—2015) An online nomenclatural information system of *Eumycetozoa*. Real Jardin Botánico, CSIC, Madrid <http://www.nomen.eumycetozoa.com>. Accessed 17 12 2015
- Lebedev AN (2007) Some results of the study of flora of Myxomycetes of Tver Region. *Vestnik TvGU. Biology and Ecology series* 5:138—140 (in Russ.)
- Lebedev AN (2008) *Myxomycetes* of Tver Region. Thesis ... Cand Biol, Moskva (in Russ.)
- Lebedev AN, Gmshinskiy VI (2012) Distribution of *Lycogala conicum* Pers. (*Myxomycetes*) in Russia. *Yaroslavl'skiy pedagogicheskiy vestnik* 3(3):115—117 (in Russ.)
- Lebedev AN, Gmshinskiy VI, Bukhtoyarova NY (2017) New data on species diversity of myxomycetes of CFSNBR (Nelidovo District, Tver Region). *Vestnik TvGU. Biology and Ecology series* (in Russ.)
- Lebedev AN, Notov AA (2009) An annotated checklist of the slime moulds from the Botanical garden of Tver State University. *Vestnik TvGU. Biology and Ecology series*. 13:186—192 (in Russ.)
- Lebedev AN, Notov AA, Korobkov AG (2008) Myxomycetes of Udomlya District of Tver Region. *Vestnik TvGU. Biology and Ecology series*. 8:136—142 (in Russ.)
- Leontyev DV (2010) Myxomycetes from the genera *Stemonitis*, *Stemonitopsis* and *Stemonaria* in Ukraine: Identification and distribution. *Mikologiya i fitopatologiya* 44(5):399—409 (in Russ.)

- Martin GW, Alexopoulos CJ (1969) The *Myxomycetes*. Univ of Iowa Press, Iowa City
- Matveev AV, Gmoshinskiy VI, Prokhorov VP (2014a) Using of method of moist chamber in discovery of myxomycetes biodiversity. Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological ser 119(5):36—45 (in Russ.)
- Matveev AV, Lebedev AN, Gmoshinskiy VI (2014b) First data on myxomycetes of Botanical garden of Tver State University, obtained by moist chamber method. In: Problems and perspectives of the plant world investigations International scientific and practical conference of the young scientists. Book of abstracts, Yalta, p 119 (in Russ.)
- Nannenga-Bremekamp NE (1991) A guide to temperate myxomycetes. Biopress Ltd., Bristol
- Novozhilov YuK (1980a) Myxomycetes of Central Forest State Reserve and Leningrad Region. Mikologiya i fitopatologiya 14(3):198—201 (in Russ.)
- Novozhilov YuK (1980b) New species of myxomycetes for the USSR. Mikologiya i fitopatologiya 14(4):314—318 (in Russ.)
- Novozhilov YuK (1993) Flora of the Fungi of Russia. Class *Myxomycetes*. Nauka, St Petersburg (in Russ.)
- Novozhilov YuK (2005) Myxomycetes of Russia: Taxonomic composition, ecology and geography. Thesis ... Dr Sci, St Petersburg (in Russ.)
- Novozhilov YuK, Lebedev AN (2006) Annotated check-list of lignicolous myxomycetes of the Tver Oblast. Mikologiya i fitopatologiya 40(3):236—245 (in Russ.)
- Poulain M, Meyer M, Bozonnet J (2011a) Les Myxomycètes. Tome 1, guide de détermination. Fédération mycologique et botanique Dauphiné-Savoie, Sévrier
- Poulain M, Meyer M, Bozonnet J (2011b) Les Myxomycètes. Tome 2, planches couleurs. Fédération mycologique et botanique Dauphiné-Savoie, Sévrier
- R Core Team (2016) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>. Accessed 11 10 2016
- The International Plant Names Index (2015) Published on the Internet. <http://www.ipni.org>. Accessed 17 12 2015
- The PostgreSQL Global Development Group (2016) PostgreSQL. <https://www.postgresql.org>. Accessed 11 10 2016
- Yamamoto Y (2006) Supplement of «The Myxomycete biota of Japan». The Japanese Society of Myxomycetology
- Yachevskiy AA (1907) Mycological flora of European and Asian Russia, Vol 2, Slime moulds, Moskov (in Russ.)
- Адолина Н. П., Апарин С. В., Бер М. Н., Бочкарева К. Н., Данилова Н. С., Егоров А. А., Елифанов А. В., Еналеева Н. Х., Зиновьев В. Г., Карамурзов Б. С., Клинова Г. Ю., Котова Л. И., Кузеванов В. Я., Куликов Ю. А., Ладейщикова Л. А., Лобастов С. П., Лоншакова Т. Р., Малаховец П. М., Матвеева Р. Н., Наумцев Ю. В., Ненашев А. Р., Никитина В. Н., Новиков В. С., Пирвердян О. Л., Прохоров А. А., Редин И. К., Ретеюм А. А., Розно С. А., Селенина Е. А., Селиховкин А. В., Сидоренко В. Г., Синева Е. В., Федосеева Г. П., Шабанова Г. М., Шмаков А. И., Шумихин С. А., Щеглов Д. И., Щенев А. В., Яковлева Т. А., Яненко Т. Г. (Adonina et al.) Ботанические сады и дендрологические парки высших учебных заведений Министерства образования и науки Российской Федерации // Hortus Botanicus: Междунар. журн. ботан. садов. 2006. Т. 3. С. 28—104.
- Гмошинский В. И. (Gmoshinsky) Миксомицеты Москвы и Московской области: Дис. ... канд. биол. наук. М., 2013. 690 с.
- История Тверского государственного университета в документах (History...) / Под ред. С. Н. Смирнова, О. К. Ермишкиной. Тверь, 2006. 264 с.
- Лебедев А. Н. (Lebedev) Некоторые итоги изучения флоры миксомицетов Тверской области // Вест. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2007. Вып. 5. С. 138—140.
- Лебедев А. Н. (Lebedev) Миксомицеты Тверской области. Дис. ... канд. биол. наук. М., 2008. 178 с.
- Лебедев А. Н., Гмошинский В. И. (Lebedev, Gmoshinsky) Распространение *Lycogala conicum* Pers. (Myxomycetes) в России // Ярославский педагогический вестник. 2012. Т. 3, вып. 3. С. 115—117.
- Лебедев А. Н., Гмошинский В. И., Бухтоярова Н. Ю. (Lebedev et al.) Новые данные о видовом разнообразии миксомицетов ЦЛГПБЗ (Нелидовский р-н, Тверская область) // Вест. ТвГУ. Сер. Биология и экология.
- Лебедев А. Н., Нотов А. А. (Lebedev, Notov) Аннотированный список миксомицетов Ботанического сада Тверского государственного университета // Вест. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2009. Вып. 13. С. 186—192.
- Лебедев А. Н., Нотов А. А., Коробков А. Г. (Lebedev et al.) Миксомицеты Удомельского района Тверской области // Вест. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2008. Вып. 8. С. 136—142.
- Леонтьев Д. В. (Leontyev) Миксомицеты из родов *Stemonitis*, *Stemonitopsis* и *Stemonaria* в Украине: идентификация и распространение // Микология и фитопатология. 2010. Т. 44, вып. 5. С. 399—409.
- Матвеев А. В., Гмошинский В. И., Прохоров В. П. (Matveev et al.) Использование метода влажных камер для выявления видового разнообразия миксомицетов // Бюл. Моск. общ-ва испытат. природы. Отдел биологический. 2014а. Т. 119, вып. 5. С. 36—45.
- Матвеев А. В., Лебедев А. Н., Гмошинский В. И. (Matveev et al.) Первые данные о миксомицетах ботанического сада Тверского государственного университета, полученные с использованием метода влажных камер // Перспективы исследования растительного мира. Матер. науч.-практ. конф. молодых ученых. Ялта, 2014б. С. 119.
- Новожилов Ю. К. (Novozhilov) Миксомицеты Центрального государственного заповедника и Ленинградской области // Микология и фитопатология. 1980а. Т. 14, вып. 3. С. 198—201.
- Новожилов Ю. К. (Novozhilov) Новые для СССР виды миксомицетов // Микология и фитопатология. 1980б. Т. 14, вып. 4. С. 314—318.
- Новожилов Ю. К. (Novozhilov) Определитель грибов России. Отдел Слизевика. Вып. 1. Класс Миксомицеты. СПб., 1993. 288 с.
- Новожилов Ю. К. (Novozhilov) Миксомицеты (класс *Myxomycetes*) России: таксономический состав, экология и география. Дис. ... докт. биол. наук. СПб., 2005. 377 с.
- Новожилов Ю. К., Лебедев А. Н. (Novozhilov, Lebedev) Аннотированный чек-лист ксилофитных миксомицетов (*Myxomycetes*) Тверской области // Микология и фитопатология. 2006. Т. 40, вып. 3. С. 236—245.
- Ячевский А. А. (Yachevskiy) Микологическая флора Европейской и Азиатской России. Т. 2. Слизевика. М.: Типо-литография В. Рихтера, 1907. 410 с.