

УДК (581.96+581.95)582.282

Находки новых и редких видов для микобиоты юго-востока Казахстана

Е. В. Рахимова^{1,4}, Г. Сыпабеккызы^{1,2,5*}, М. Седларжова^{3,6}, А. М. Асылбек^{1,7}, Л. А. Кызметова^{1,8}

¹ Институт ботаники и фитоинтродукции, ул. Тимирязева, д. 36Д, г. Алматы, 050040, Казахстан

² Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, пр. Аль-Фараби, д. 71, г. Алматы, 050040, Казахстан

³ Палацкий университет, ул. Кржижковского, д. 511/8, г. Оломоуц, 77900, Чехия

⁴ E-mail: evrakhim@mail.ru; ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1112-1214>

⁵ E-mail: gulnaz_92_21@mail.ru; ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-3943-2532>

⁶ E-mail: michaela.sedlarova@upol.cz; ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0031-2319-1033>

⁷ E-mail: a-asema-89@mail.ru; ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-8415-1946>

⁸ E-mail: lyzka79@mail.ru; ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-4816-1589>

* Автор для переписки

Ключевые слова: апотеций, аскоспора, микокалициевый гриб, микромицет, паразит, пикнида, сапротроф, сумка, эндемик.

Аннотация. В предлагаемой статье приводятся данные о двух новых для Казахстана видах (*Phaeocalicium ahtii* (Titov et Baibul.) Titov и *Libertella rosae* Desm.) и редком микромицете (*Schwarzmannia goebeliae* Pisareva). *Phaeocalicium ahtii* является факультативным сапротрофом, в Казахстане обнаружен в Центральном Тянь-Шане на территории хребта Терской Алатау, на высоте 2277 м над ур. м, на веточках *Lonicera stenantha* Rojark. Вид является климатическим эндемиком, на территории Казахстана его сохранность как редкого вида с ограниченным ареалом (категория 3 (R)) может быть обеспечена внесением его в Красную книгу Алматинской области и охраной его естественной среды обитания. Микромицет *Libertella rosae*, сапротроф, достаточно широко распространенный в Северном полушарии, в Казахстане обнаружен в южной оконечности Джунгарского Алатау, на высоте 1108 м над ур. м., на веточках *Spiraea* sp. На территории с жарким и сухим климатом *Libertella rosae* отмечена также в подгорной равнине Центрального Копетдага, в Центральном ботаническом саду г. Ашхабада. Редкий паразитный вид *Schwarzmannia goebeliae* является эндемом Казахстана, обнаружен в предгорьях хребта Малайсары и на заболоченном участке между реками Чарын и Или, на высоте 514–655 м над ур. м., на листьях *Pseudosiphora alopecuroides* (L.) Sweet. Эндемичный род *Schwarzmannia* Pisareva включает два вида – *S. goebeliae* и *S. ammodendri*. В настоящее время данные о геномной последовательности отсутствуют, поэтому таксономическое положение рода является неопределенным.

Records of new and rare species for mycobiota of southeastern Kazakhstan

Y. V. Rakhimova¹, G. Sypabekkyzy^{1,2}, M. Sedlářová³, A. M. Asylbek¹, L. A. Kyzmetova¹

¹ Institute of Botany and Phytointroduction, Timiryazev St., 36D, Almaty, 050040, Kazakhstan

² Kazakh National University named after Al-Farabi, Al-Farabi Ave., 71, Almaty, 050040, Kazakhstan

³ Palacky University, Křížkovského St., 511/8, Olomouc, 77900, Czech Republic

Keywords: apothecium, ascospore, ascus, endemic, micromycete, mycocaliciaceous fungus, parasite, pycnidium, saprotroph.

Summary. The proposed article provides data on two species new to Kazakhstan (*Phaeocalicium ahtii* (Titov et Baibul.) Titov and *Libertella rosae* Desm.) and a rare micromycete (*Schwarzmannia goebeliae* Pisareva). *Phaeocalicium*

ahtii is a facultative saprotroph found in Kazakhstan in the Central Tien Shan on the territory of the Terskey Alatau ridge, at an altitude of 2277 m above sea level, on the branches of *Lonicera stenantha* Pojark. The species is a climatic endemic, on the territory of Kazakhstan its preservation as a rare species with a limited range (category 3 (R)) can be ensured by its inclusion in the Red Book of the Almaty region and the protection of its natural habitat. Micromycete *Libertella rosae*, saprotroph, quite widespread in the Northern hemisphere, in Kazakhstan found in the southern tip of the Dzungarian Alatau, at an altitude of 1108 m above sea level, on the branches of *Spiraea* sp. In the territory with a hot and dry climate, *Libertella rosae* was also noted in the foothill plain of the Central Kopetdag, in the Central Botanical Garden of Ashgabat. The rare parasitic species *Schwarzmannia goebeliae* is endemic to Kazakhstan, found in the foothills of the Malaysary ridge, and in the swampy area between the Charyn and Ili rivers, at an altitude of 514–655 m above sea level, on the leaves of *Pseudosophora alopecuroides* (L.) Sweet. The genus *Schwarzmannia* Pisareva includes two species, *S. goebeliae* and *S. ammodendri*. Currently, genomic sequence data are absent, so the taxonomic position of the genus is uncertain.

Введение

На юго-востоке Казахстана отмечено более 1 500 видов грибов, относящихся к отделу Ascomycota (с учетом последних изменений в таксономии) (Byzova et al., 1970; Shvartsman et al., 1971; Chlebicki 2009; Rakhimova et al., 2017). Отдел насчитывает 9 классов, среди которых наиболее крупный класс Dothideomycetes с 837 видами. Из класса Sordariomycetes встречаются 229 видов. В классе Leotiomycetes с 198 видами наиболее значимыми являются представители семейства Erysiphaceae (103 вида). Класс Eurotiomycetes насчитывает 50 видов. При инвентаризации микобиоты юго-востока Казахстана и дополнительных обследованиях были обнаружены новые для данной территории и редкие виды грибов из родов *Phaeocalicium* A. F. W. Schmidt., *Libertella* Desm. и *Schwarzmannia* Pisareva.

Род *Phaeocalicium* (Mycocaliciaceae, Mycocaliciales, Eurotiomycetes, Ascomycota) был описан в 1970 г. на основании традиционных морфологических признаков, а также анатомии плодовых тел и характера апикального аппарата сумок (Titov, 2006). Представители микокалициевых грибов занимают промежуточное положение между грибами и лишайниками, и ранее традиционно входили в группу порошокплодных лишайников, образующих мазедий – массу спор на поверхности диска апотециев.

Согласно монографической обработке рода (Titov, 2006), а также современным данным, в настоящее время известно 22 вида рода *Phaeocalicium*. *Phaeocalicium betulinum* (Nyl.) Tibell, *Ph. compressulum* (Nyl. ex Vain.) A. F. W. Schmidt, *Ph. flabelliforme* Tibell, *Ph. interruptum* (Nyl.) Tibell, *Ph. mildeanum* (Hepp ex Arnold) Puntillo, *Ph. populneum* (Brond. ex Duby) A. F. W. Schmidt, *Ph. praecedens* (Nyl.) A. F. W. Schmidt, *Ph. tibellii* Kalb; *Ph. tremulicola* (Norrl. ex Nyl.) Tibell характерны для высоких широт северно-

го полушария (Tibell, 1996; Titov, 2006; Puntillo, Puntillo, 2009; Bjerke et al., 2011; Peterson, 2012; Nimis, 2016; Westberg et al., 2021; Kharpukhayeva, 2021); *Ph. boreale* Tibell распространен в Евразии (Tibell, 1996; Titov, 2006); *Ph. cercocarpicola* E. B. Peterson et Titov, *Ph. curtisii* (Tuck.) Tibell, *Ph. matthewsianum* Selva et Tibell, *Ph. minutissimum* (G. Merr.) Selva встречаются только в Северной Америке (Selva, 2013); *Ph. pinaceum* Titov распространен в Сибири и на Дальнем Востоке; *Ph. ahtii* (Titov et Baibul.) Titov – в аридных регионах Центральной Азии; *Ph. gracile* Titov и *Ph. tibeticum* Titov характерны для Восточного Тибета (Titov, 2000, 2006); *Ph. asciiforme* Tibell эндемичен для Новой Зеландии; *Ph. fuegensis* Tibell встречается только в Южной Америке; *Ph. triseptatum* Tibell – в Японии. Виды рода обитают как сапрофиты или паразиты на коре и живых тонких веточках лиственных, реже хвойных пород, в большинстве случаев во влажных и затененных местобитаниях (Titov, 2006). *Ph. polyporaenum* (Nyl.) Tibell встречается исключительно на плодовых телах трутовых грибов, предпочитает регионы с океаническим климатом и высотами 0–400 м над ур. м., распространен на Кавказе, Дальнем Востоке, в Европе и бореальной Северной Америке (Himelbrant, Titov, 2007; Muchnik et al., 2018), в Китае (Wei, Titov, 2001), Ленинградской и Тверской областях (Himelbrant et al., 2011), Южном Прибайкалье (Titov et al., 2002) и в Республике Мордовия (Urbanavichene, Urbanavichus, 2016). Вид характерен для влажных, темнохвойных лесов заповедных или малонарушенных территорий (Urbanavichene, 2010). В 2022 г. был описан еще один вид *Phaeocalicium atenitikon* Ladd et C. A. Morse, растущий на веточках черного ореха (*Juglans nigra* L.) в центральной Северной Америке (Ladd, Morse, 2022) и не внесенный пока в базу данных Index Fungorum.

Род *Libertella* Desm. (Diatrypaeae, Xylariales, Sordariomycetes, Ascomycota) был введен

J. B. H. J. Desmazières в 1830 г. для размещения описанных им видов *L. betulina* Desm., *L. faginea* Desm. и *L. rosae* Desm. (Desmazières, 1830). В настоящее время, согласно базе данных Index Fungorum (Index Fungorum, 2023), известно 33 вида рода *Libertella*, часть видов была перенесена в роды *Diatrype* Fr., *Eutypa* Tul. et C. Tul., *Eutypella* (Nitschke) Sacc., *Polystigma* DC. и *Phomopsis* Sacc. et Roum. Сравнивая родовые названия половой и бесполой стадий представителей рода *Libertella*, некоторые авторы (Réblová et al., 2016) рекомендуют употреблять название по половой стадии – *Diatrype*.

На территории Казахстана до наших исследований отмечался всего один представитель рода *Libertella* – *L. betulina* на стволах и ветвях видов рода *Betula* L. (Shvartsman et al., 1971). В качестве местонахождений приведены северные регионы Казахстана. Общее распространение – Европа, Англия, Северная Америка. Этот вид обнаружен также в Сибири и Якутии (Benoit, Карпова-Benoit, 1983), на территории Белорусско-Валдайского поозерья (Псковское поозерье и Мстинский район) (Porov et al., 2012). В Московской области и г. Москве гриб вызывал некроз берез в посадках (Sokolova et al., 2006; Pisareva, Mislavsky, 2015). На территории Чехии отмечены следующие виды рода *Libertella*: *L. betulina*, *L. disciformis* Höhn., *L. faginea* Desm. (Holec et al., 2015), а на территории Словакии – *L. betulina*, *L. faginea* и *L. quercina* Tul. (Adamčíková et al., 2011). Последний вид, *L. quercina* обнаружен также в Иране (Mehrabi, Nemmati, 2013). Изолят *Libertella* sp. выделен из растений винограда, произрастающих в Южной Африке (Mostert et al., 2001).

Род *Schwarzmannia* Pisareva (Insertae sedis, Pezizomycotina, Ascomycota), занимающий неясное систематическое положение, был описан в 1968 г. и в настоящее время объединяет 2 вида (согласно базе данных Index Fungorum (Index Fungorum, 2023): *Schwarzmannia ammodendri* Kusnezova и *S. goebeliae* Pisareva (Byzova et al., 1970). Оба вида являются эндемиками Казахстана. Вид *S. ammodendri* описан на основании образцов, собранных в 1938 г. в Алматинской области; *S. goebeliae* – на основании образцов 1959–1963 гг. из Кустанайской, Карагандинской и Актюбинской областей (Byzova et al., 1970). Спустя почти 60 лет вид *S. goebeliae* был обнаружен в Алматинской области на территории хребта Малайсары (Rakhimova et al., 2017, 2020).

Целью нашей работы было провести инвентаризацию микобиоты юго-востока Казахстана,

выявить новые и редкие виды грибов и привести данные по их биологии, местонахождениям и кругу растений-хозяев.

Материалы и методы

Материалом для статьи послужили собственные сборы авторов, образцы были собраны в полевой период 2021–2022 гг. при микологическом обследовании территории хребта Терской Алатау, гор Малайсары, южной части Джунгарского Алатау, а также засоленной низины между реками Чарын и Или.

Географическое положение места сбора образцов обозначено с использованием GPS (Germin). Приготовление и микроскопирование временных препаратов проведено по стандартной методике (Poliksenova et al., 2004). Образцы изучались и фотографировались с помощью фотомикроскопа Polyvar (Reichert-Jung, Австрия) с интерференционной оптикой Номарского. Виды идентифицированы с использованием монографических работ по микокалициевым (Titov, 2006) и целомицетным (Melnik, 1997) грибам. Названия видов и авторы приведены в соответствии с базами данных Index Fungorum (Index Fungorum, 2023) и MycoBank (MycoBank, 2023). Для всех видов приведены оригинальные описания и точки конкретных местонахождений (с указанием даты сбора и фамилии коллектора). Дополнительно были привлечены литературные сведения о распространении и экологии.

Результаты и обсуждение

Phaeocalicium ahtii (Titov et Baibul.) Titov, in Wei et Titov, 2001, Nov. Sist. Niz. Rast. 34: 107.

Изученные образцы: «Казахстан, Алматинская обл., Раимбекский р-н, хр. Терской Алатау, к югу от пос. Нарынкол, ущ. Шокпарбай, еловый лес, на *Lonicera stenantha* Pojark., т. 295, 2277 м над ур. м., 42°35'51.9" с. ш. 79°59'02.5" в. д. 09 IX 2021. Собр. А. М. Асылбек, опр. Е. В. Рахимова».

Описание. Апотеции до 1 мм высотой, с черными или темно-коричневыми ножками 0,07–0,1 мм в диаметре (рис. 1а, б). Наружные слои ножки состоят из толстостенных клеток, внутренние – образованы темными переплетающимися гифами. Головки апотециев обратно конические, темные, до 0,3 мм в диаметре. Эпитеций 15–20 мкм толщиной, клетки гипотеция характеризуются многочисленными масляными включениями. Эксципул представляет собой продолжение

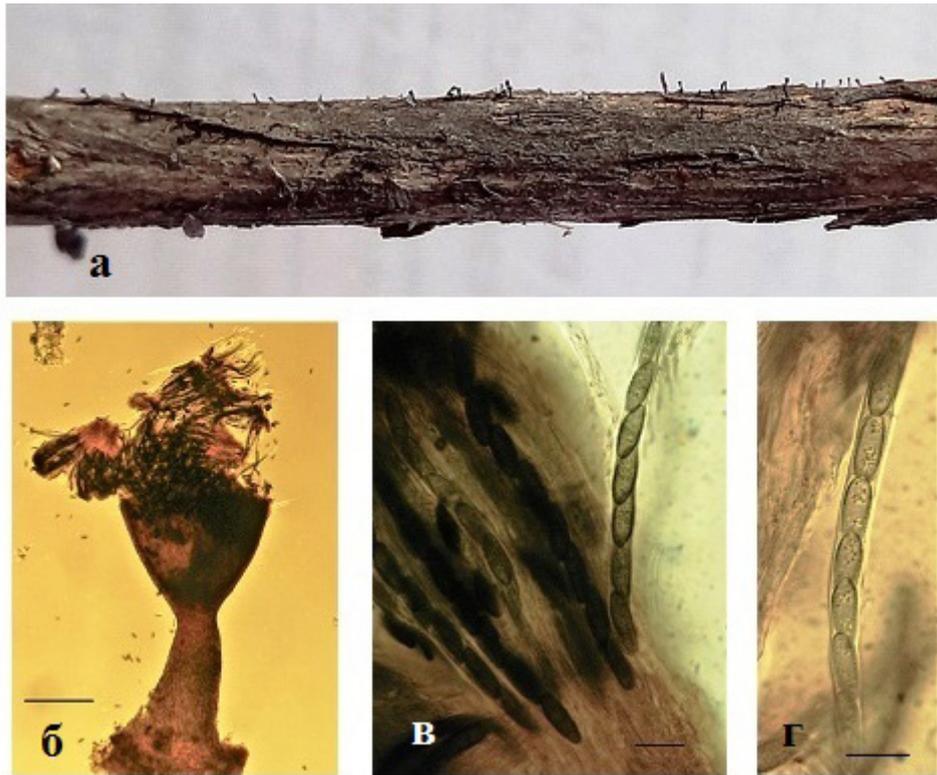


Рис. 1. *Phaeocalicium ahtii*: а – плодовые тела на веточке *Lonicera stenantha*; б – отдельное плодовое тело, шкала – 130 мкм; в – сумки, аскоспоры и парафизы, шкала – 10 мкм; г – сумки и аскоспоры, шкала – 10 мкм.

наружных слоев ножки и состоит из одного слоя светлых, удлинённых клеток. Толщина слоя составляет 7–10 мкм. Цилиндрические сумки размером 130–145 × 5–7 мкм (рис. 1в, г). В апикальном утолщении как незрелых, так и созревших сумок имеется канал. Парафизы тонкие. Споры расположены в один косой ряд, 4–7 клеточные, темно-коричневые, эллипсоидные, размером 24–27 × 5–8 мкм (рис. 1в, г). Поверхность зрелых спор орнаментирована беспорядочно расположенными бороздами. В аскоспорах отмечены капли масла, причем для незрелых спор характерно полярное расположение капель, а в зрелых спорах они распределяются более или менее равномерно.

Экология и распространение. Факультативный сапротроф на коре или тонких веточках *Lonicera* spp. Характерен для зарослей жимолости (*Lonicera* spp.) по поймам рек, в еловых лесах и арчевниках, на склонах гор в аридной зоне, на высоте 1000–1800 м над ур. м. Встречается на территории Центральной Азии: в Западном Тянь-Шане (Titov, 1994), в Восточном Тянь-Шане (Синьцзян) (Wei, Titov, 2001), на Алтае (Titov et al., 2002). *Ph. ahtii* можно отнести к так называемым климатическим эндемикам: его распростра-

нение определяется чувствительностью к уровню континентальности климата, среднегодовой температуре и влажности. Ареал этого ксеромезофильного вида ограничен с севера мезофильными лесами, с юга – пустынями (Titov, 2006).

Phaeocalicium ahtii отмечен ранее в Западном и Восточном Тянь-Шане (Titov, 1994; Wei, Titov, 2001), и на Алтае (Titov et al., 2002). На территории Казахстана гриб обнаружен в Центральном Тянь-Шане (хр. Терской Алатау), что несколько расширяет данные о распространении этого вида. Считается, что *Phaeocalicium ahtii* характерен для высот 1000–1800 м над ур. м., однако мы обнаружили его на высоте 2277 м над ур. м.

Согласно литературным данным (Andreyeva, 1978), до наших исследований, на территории Казахстана отмечен только один представитель микокалициевых грибов – *Mycocalicium subtile* (Pers.) Szatala, обнаруженный на территории Алтая.

Примечание. Первоначально гриб был описан как *Stenocybe ahtii* Titov et Baibul. (Titov, 1994), но впоследствии перенесен в род *Phaeocalicium*, как и *S. tremulicola* Norrlin ex Nyl. и некоторые другие виды.

Многие виды микокалициевых грибов являются редкими и внесены в Красные книги Шве-

ции (Aronsson et al., 1995), Финляндии (Kuusinen et al., 1995), Дании (Stoltze, Pihl, 1998) и др. По мнению некоторых авторов (Titov, 2006), 57 видов микокалицевых грибов можно рекомендовать к занесению в региональные Красные книги. На территории Казахстана сохранность редкого вида *Ph. ahtii* с ограниченным ареалом (категория 3 (R)) может быть обеспечена внесением его в Красную книгу Алматинской области и охраной его естественной среды обитания.

Libertella rosae Desm., Anns Sci. Nat., sér. 1, 1830, 19: 277.

Изученные образцы: «Казахстан, Алматинская область, Панфиловский р-н, хр. Джунгарский Алатау, ущ. Большой Усек, смешанный лес, на *Spiraea* sp., т. 307, 1108 м над ур. м., 44°26'25.6" с. ш. 79°49'40.3" в. д. 14 IX 2021. Собр. У. К. Джетигонова, опр. Е. В. Рахимова».

Описание. Пикниды субэпидермальные, рассеянные, иногда плохо заметные, темно-окрашенные, диаметром до 700 мкм (рис. 2а). Наружная часть стенки пикниды (рис. 2б) бледно-коричневая, из 3–5 слоев угловатых клеток, толщиной до 15 мкм, внутренняя часть стенки пикниды неокрашенная, толщиной также до 15 мкм, однако внутренние клетки гораздо крупнее. Вокруг пикниды наблюдается рост гиф.

Конидиеносцы цилиндрические, разветвленные, размером 15–20 × 1–2 мкм, конидиогенные клетки цилиндрические, сужающиеся к вершине, размером 10–15 × 1–2 мкм, образуются при симподиальной пролиферации. Конидии изогнутые или крючковатые (рис. 2в), несептированные, бесцветные, размером 16–19 × 1 мкм.

Экология и распространение. Сапротроф, развивается на ветвях и стволах деревьев и кустарников семейства Rosaceae Juss. Встречается в Великобритании (*Libertella rosae* Desm., 2023a),

Северной Америке (Ramirez et al., 2022), Бельгии (*Libertella rosae* Desm., 2023b). Вид также отмечен в подгорной равнине Центрального Копетдага, в Центральном ботаническом саду г. Ашхабада, на сухих ветвях *Spiraea* sp. (Koschkelova, 1973).

Примечание. Основное отличие рода *Libertella* заключается в режиме конидиогенеза, при котором наблюдается характерная симподиальная пролиферация.

Schwarzmannia goebeliae Pisareva, 1968, Botanicheskie Materialy Gerbariya Instituta Botaniki, Akademiya Nauk Kazakhskoi SSR 5: 72.

Изученные образцы: «Казахстан, Алматинская область, предгорья хр. Малайсары, вдоль трассы Алматы-Баканас, на *Pseudosophora alopecuroides* (L.) Sweet, 655 м над ур. м., 44°33'39.5" с. ш. 77°26'53.7" в. д. 24 VII 2016. Собр. Л. А. Кызметова, опр. Л. А. Кызметова»; там же, «Уйгурский р-н, заболоченный участок между р. Чарын и р. Или, на *Pseudosophora alopecuroides* (L.) Sweet, т. 454, 514 м над ур. м., 43°52'40.7" с. ш. 79°26'57.5" в. д. 14 IX 2021. Собр. Е. В. Рахимова, опр. Е. В. Рахимова»; там же, «хр. Кетмень, ущ. Большой Аксу, смешанный лес, т. 6, 1465 м над ур. м., 43°19'25.8" с. ш. 79°37'16.6" в. д. 01 VIII 2022. Собр. Ж. Айтымбет, опр. Л. А. Кызметова».

Описание. Конидиомы располагаются на ясно выраженных светло-желтых пятнах, на нижней, реже верхней стороне листовой пластинки (рис. 3а, б), рассеянные или чаще скупенные, пикнидиальные, погруженные, субэпидермальные, темно-бурые, шаровидные или кувшиновидные, до 200 мкм в диаметре, при созревании широко открывающиеся. Стенки пикнид из темно-бурых толстостенных клеток, до 30 мкм толщиной.

Конидиеносцы не обнаружены, конидиогенные клетки аннелидные, цилиндрические, блед-

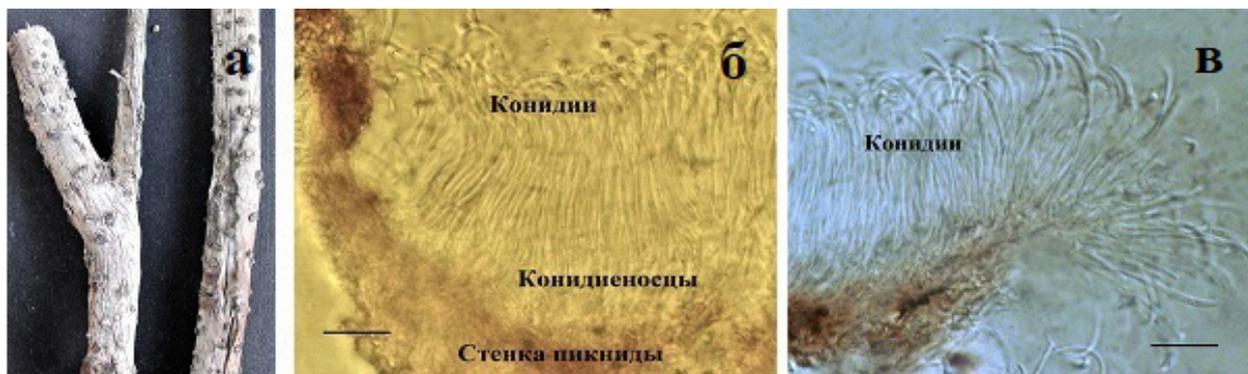


Рис. 2. *Libertella rosae*: а – на веточках *Spiraea* sp.; б – срез через пикниду, шкала – 10 мкм; в – конидии, шкала – 15 мкм.



Рис. 3. *Schwarzmannia goebeliae*: а – на листьях *Pseudosophora alopecuroides*; б – пятна поражения; в – конидии, шкала – 15 мкм.

но-бурые, или оливково-коричневые, с одной пролиферацией, размером $10\text{--}15 \times 3$ мкм. Конидии шаровидные или обратно грушевидные, тонкостенные, бородавчатые, светло-бурые, одноклеточные или с одной перегородкой (рис. 3в), размером $13\text{--}15 \times 8\text{--}10$ мкм.

Половая стадия гриба неизвестна.

Экология и распространение. *Schwarzmannia goebeliae* является паразитом на листьях *Pseudosophora alopecuroides* – представителя бобовых растений (Byzova et al., 1970; Melnik, 1997), по мнению некоторых исследователей (Wijayawardene et al., 2016) гриб относится к эндофитам. Распространен в Казахстане, является эндемиком. До наших сборов вид не отмечался в Алматинской области, в качестве местонахождений в Казахстане приведены: Кустанайская, Карагандинская и Актюбинская области (Byzova et al., 1970).

Примечание. В род *Schwarzmannia* изначально входили два вида: *S. goebeliae* и *S. ammodendri*

(Byzova et al., 1970). В дальнейшем Sutton (1980), изучив изотипы обоих видов, заявил, что они идентичны. Таким образом, последний вид был сокращен под типовым видом. С мнением Sutton (1980) соглашался В. А. Мельник (Melnik, 1997), считая род *Schwarzmannia* монотипическим. Однако в базах данных Index Fungorum и MycoBank названия обоих видов считаются легитимными. В настоящее время данные о геномной последовательности отсутствуют, поэтому таксономическое положение рода является неопределенным.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке научно-технической программы «Кадастровая оценка современного экологического состояния флоры и растительных ресурсов Алматинской области как научная основа для эффективного управления ресурсным потенциалом» (BR10264557).

REFERENCES / ЛИТЕРАТУРА

- Adamčíková K., Juhásová G., Kobza M. 2011. The first report of *Libertella* spp. on Fagaceae in Slovakia. *Mycoscience* 52: 268–270.
- Andreyeva Y. I. 1978. Flora sporovykh rasteniy Kazakhstana. Lishayniki. Sferialnyye (Sphaeriales) – Letsideyevyye (Lecidiales) [Flora of spore plants in Kazakhstan. Lichens. Sphaeriales – Lecidiales]. Vol. 11(1). Alma-Ata: Publishing house “Science”. 264 pp. [In Russian and Latin] (Андреева Е. И. Флора споровых растений Казахстана. Лишайники. Сферияльные (Sphaeriales) – Лецидеевые (Lecidiales). Т. 11(1). Алма-Ата: Изд-во «Наука», 1978. 264 с.).
- Aronsson M., Hallingbäck T., Mattsson J. E. 1995. Rödlistade växter i Sverige. Uppsala: ArtDatabanken. 272 pp. [In Swedish]
- Benoit K. A., Karpova-Benoit E. I. 1983. Materials on the fungal flora of Siberia and Yakutia. *Novosti sistematiki nizshikh rasteniy* [Novit. Syst. Pl. non Vasc.] 20: 62–66. [In Russian] (Бенуа К. А., Карпова-Бенуа Е. И. Материалы к флоре грибов Сибири и Якутии // Новости сист. низш. раст., 1983. Т. 20. С. 62–66).

- Bjerke J. W., Mathiassen G., Granmo A. Tibell L.** 2011. *Phaeocalicium compressulum* new to North Norway. *Graphis Scripta* 23: 33–35.
- Byzova Z. M., Vasyagina M. P., Deyeva N. G., Kalymbetov B. K., Pisareva N. F., Shvartsman S. R.** 1970. *Flora sporovykh rasteniy Kazakhstana. Nesovershennyye griby. 3. Sferopsidnyye* [Flora of spore plants in Kazakhstan. Imperfect fungi. 3. Spheropsidae]. Vol. 5(3). Alma-Ata: Publishing house "Science". 557 pp. [In Russian] (**Бызова З. М., Васягина М. П., Деева Н. Г., Калымбетов Б. К., Писарева Н. Ф., Шварцман С. Р.** Флора споровых растений Казахстана. Несовершенные грибы. 3. Сферопсидные. Т. 5(3). Алма-Ата: Изд-во «Наука», 1970. 557 с.).
- Chlebicki A.** 2009. Fungi on higher plants of the upper limit of alpine zone: new species from Tian Shan. *Mycotaxon* 110: 443–450.
- Desmazières J. B. H. J.** 1830. Monographie du genre Naemaspora des auteurs modernes, et du genre *Libertella* Desmaz., Pl. crypt. du nord de la France, fascicule x. *Annales des Sciences Naturelles* 19: 269–279.
- Himelbrant D. E., Notov A. A., Stepanchikova I. S.** 2011. Additions to the lichen flora of the Tver region. *Bulletin of Tver State University. Series: Biology and Ecology* 21, 2: 157–167. [In Russian] (**Гимельбрант Д. Е., Нотов А. А., Степанчиковая И. С.** Дополнения к лишайнофлоре Тверской области // Вестник ТвГУ. Серия Биология и экология. 2011. Вып. 21, № 2. С. 157–167).
- Himelbrant D. E., Titov A. N.** 2007. Unexpected discover of *Phaeocalicium polyporaеum* (Nyl.) Tibell in the North-Western European Russia. *Novosti sistematiki nizshikh rasteniy* [Novit. Syst. Pl. non Vasc.] 41: 193–195. [In Russian] (**Гимельбрант Д. Е., Титов А. Н.** Неожиданная находка *Phaeocalicium polyporaеum* (Nyl.) Tibell на Северо-Западе Европейской России // Новости сист. низш. раст., 2007. Т. 41. С. 193–195). DOI: 10.31111/nsnr/2007.41.193
- Holec J., Landa J., Kříž M., Daneš P.** 2013. Index to fungal genera and species published in Czech Mycology, formerly Česká Mykologie, Volumes 1–64. *Czech Mycology* 62(2): 103–384.
- Index Fungorum* [2023]. URL: <http://www.indexfungorum.org/> (Accessed 23 January 2023).
- Kharpukhaeva T. M.** 2021. Findings of new and rare lichen species for Eastern Siberia. *Turczaninowia* 24, 3: 24–35. [In Russian] (**Харпухаева Т. М.** Находки новых и редких видов лишайников для Восточной Сибири // Turczaninowia, 2021. Т. 24, № 3. С. 24–35). DOI: 10.14258/turczaninowia.24.3.2
- Koschkelova E. V.** 1973. New species of fungi for Turkmenistan. *Novosti sistematiki nizshikh rasteniy* [Novit. Syst. Pl. non Vasc.] 10: 92–97. [In Russian] (**Кожкелова Е. В.** Новые виды грибов для Туркмении // Новости сист. низш. раст., 1973. Т. 10. С. 92–97).
- Kuusinen M., Kaipainen H., Puolasmaa A., Ahti T.** 1995. Threatened lichens in Finland. *Cryptogamic Bot.* 5: 247–251.
- Ladd D., Morse C. A.** 2022 A new species of *Phaeocalicium* (Mycocaliciaceae) on black walnut in central North America. *The Bryologist* 125(1): 36–42. DOI: 10.1639/0007-2745-125.1.036
- Libertella rosae* Desm. [2023a]. In: *British Mycological Society. Fungal Records Database of Britain and Ireland.* Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/ietmop> accessed via GBIF.org on 2023-01-18. <https://www.gbif.org/occurrence/3438913386>
- Libertella rosae* Desm. [2023b]. In: *GBIF Secretariat. GBIF Backbone Taxonomy.* Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org on 2023-12-10. URL: <https://www.gbif.org/species/5254370>
- Mehrabi M., Hemmati R.** 2013. First report of the genus *Libertella* in Iran. *Iran. J. Plant Path* 49(3): 119.
- Mel'nik V. A.** 1997. *Opredelitel' gribov Rossii. Vyp. 1. Klass Coelomycetes. Redkiye i maloizvestnyye rody* [Key to fungi in Russia. Issue. 1. Class Coelomycetes. Rare and little known genera]. St. Petersburg: Science. 281 pp. [In Russian] (**Мельник В. А.** Определитель грибов России. Вып. 1. Класс Coelomycetes. Редкие и малоизвестные роды. СПб.: Наука, 1997. 281 с.).
- Mostert L., Crous P. W., Kang J.-Ch., Phillips A. J. L.** 2001. Species of *Phomopsis* and a *Libertella* sp. occurring on grapevines with specific reference to South Africa: morphological, cultural, molecular and pathological characterization. *Mycologia* 93(1): 146–167.
- Muchnik E. E., Blagoveshchenskaya E. Yu., Volosnova L. F.** 2018. On the distribution of *Phaeocalicium polyporaеum* (Mycocaliciaceae, Ascomycota) in the European part of Russia. *Mycology and Phytopathology* 52(2): 150–152. [In Russian] (**Мучник Е. Э., Благовещенская Е. Ю., Волоснова Л. Ф.** К распространению *Phaeocalicium polyporaеum* (Mycocaliciaceae, Ascomycota) в европейской части России // Микология и фитопатология, 2018. Т. 52, № 2. С. 150–152).
- Mycobank* [2023]. URL: <http://www.mycobank.org/page/Simple%20names%20search> (Accessed 9 January 2023).
- Nimis P. L.** 2016. *The Lichens of Italy. A Second Annotated Catalogue.* Trieste: Edizioni Università di Trieste. 745 pp.
- Peterson E. B.** 2012. *Checklist of Calicioid Lichens and Fungi for Genera with Members in Temperate Western North America.* Draft: 2012-03-13 URL: <https://www.crustose.net/wp/wp-content/uploads/2012/03/Peterson-ChecklistForAllCalicioidSppwInTemperateNoAmGenera.doc.pdf>
- Pisareva S. D., Mislavsky A. N.** 2015. Survival of cultures of the birch in the increased moisture. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International research journal] 11(42): 94–96. [In Russian] (**Писарева С. Д., Миславский А. Н.** Выживаемость культур березы в условиях повышенной влажности // Международный научно-исследовательский журнал, 2015. Вып. 11(42): 94–96).

Poliksenova V. D., Khrantsov A. K., Piskun S. G. 2004. *Metodicheskiye ukazaniya k zanyatiyam spetspraktikuma po razdelu «Mikologiya. Metody eksperimentalnogo izucheniya mikroskopicheskikh gribov»* [Guidelines for the special workshop on the section “Mycology. Methods for the experimental study of microscopic fungi]. Minsk: BSU Publishing House. 36 pp. [In Russian] (**Поликсенова В. Д., Храпцов А. К., Пискун С. Г.** Методические указания к занятиям спецпрактикума по разделу «Микология. Методы экспериментального изучения микроскопических грибов». Мн.: Изд-во БГУ, 2004. 36 с.).

Porov E. S., Kovalenko A. E., Gapienko O. S., Kolmakov P. Yu., Melnik V. A., Morozova O. V., et al. 2012. *Mikobiota Belorussko-Valdajskogo poozerya* [Mycobiota of the Belarusian-Valdai lake region]. Moscow; St. Petersburg: KMK Scientific Press Ltd. 368 pp. [In Russian and Latin] (**Попов Е. С., Коваленко А. Е., Гапиенко О. С., Колмаков П. Ю., Мельник В. А., Морозова О. В., и др.** Микобиота Белорусско-Валдайского поозерья. М.; СПб.: Тов-во науч. изд. КМК, 2012. 368 с.).

Puntillo D., Puntillo M. 2009. Calicioid lichens and fungi of Italy: A State of the Art. *Flora Mediterranea* 19: 251–260.

Rakhimova Y. V., Nam G. A., Yermekova B. D., Dzhetingenova U. K., Kyzmetova L. A., Yessengulova B. J. 2017. *Raznoobraziye gribov pustynnykh nizkogoriy yugo-vostoka Kazakhstana i khrehta Ketmen* [The diversity of fungi in the desert lowlands of southeastern Kazakhstan and the Ketmen range] Almaty: Luxe Media. 296 pp. [In Russian] (**Рахимова Е. В., Нам Г. А., Ермекова Б. Д., Джетигенова У. К., Кызметова Л. А., Есенгулова Б. Ж.** Разнообразие грибов пустынных низкогорий юго-востока Казахстана и хребта Кетмень. Алматы: Изд-во Luxe Media, 2017. 296 с.).

Rakhimova Y. V., Yermekova B. D., Kyzmetova L. A., Jetigenova U. K., Assylbek A. M. 2020. Spatial differentiation of Ascomycetes of the Malaisary ridge (Kazakhstan). *Open Access Journal of Mycology & Mycological Sciences* 3(1): 000118

Ramirez J., Watson K., McMillin L., Gjeli E., Sessa E. 2022. *The New York Botanical Garden Herbarium (NY)*. Version 1.56. The New York Botanical Garden. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/6e8nje> accessed via GBIF.org on 2023-01-18. <https://www.gbif.org/occurrence/1929940549>

Réblová M., Miller A. N., Rossman A. Y., Seifert K. A., Crous P. W., Hawksworth D. L., et al. 2016. Recommendations for competing sexual-asexually typified generic names in *Sordariomycetes* (except *Diaporthales*, *Hypocreales*, and *Magnaporthales*). *IMA Fungus* 7(1): 131–153.

Selva S. B. 2013. The calicioid lichens and fungi of the Acadian Forest Ecoregion of northeastern North America, I. New species and range extensions. *The Bryologist* 116(3): 248–256.

Shvartsman S. R., Vasyagina M. P., Pisareva N. F., Byzova Z. M. 1971. *Flora sporovykh rasteniy Kazakhstana. Nesovershennyye griby. Melankonialnyye* [Flora of spore plants in Kazakhstan. Imperfect fungi. Melanconiales]. Vol. 7. Alma-Ata: Publishing house “Science”. 262 pp. [In Russian] (**Шварцман С. Р., Васягина М. П., Писарева Н. Ф., Бызова З. М.** Флора споровых растений Казахстана. Т. 7. Несовременные грибы. Меланконияльные. Алма-Ата: Изд-во «Наука», 1971. 262 с.).

Sokolova E. S., Kolganikhina G. B., Galasyeva T. V., Strepenyuk L. P., Semenova M. A. 2006. Species composition and distribution of dendrotrophic fungi in different categories of green spaces in Moscow. *Lesnoy vestnik* [Forest Herald] 2(44): 98–116. [In Russian] (**Соколова Э. С., Колганихина Г. Б., Галасьева Т. В., Стрепенюк Л. П., Семенова М. А.** Видовой состав и распространение дендротрофных грибов в разных категориях зеленых насаждений Москвы. Лесной вестник, 2006. Т. 2(44). С. 98–116).

Stoltze M., Pihl S. 1998. *Rødliste 1997 over planter og dyr i Danmark*. København: Miljø- og Energiministeriet. 74 pp. [In Danish]

Sutton B. C. 1980. *The Coelomycetes. Fungi imperfecti with pycnidia, acervuli and stromata*. Kew: Commonwealth Mycological Institute. 696 pp.

Tibell L. 1996. *Phaeocalicium* (Mycocaliciaceae, Ascomycota) in Northern Europe. *Ann. Bot. Fennici* 33: 205–221.

Titov A. N. 1994. A new *Stenocybe* species from central Asia. *Acta Botanica Fennica* 150: 197–199.

Titov A. 2000. Notes on calicioid lichens and fungi from the Gongga Mountains (Sichuan, China). *The Lichenologist* 32(6): 553–569. DOI: 10.1006/lich.2000.0296

Titov A. N. 2006. *Mikokalitsiyevyye griby (poryadok Mycocaliciales) Golarktiki* [Mycocalic fungi (order Mycocaliciales) of the Holarctic]. Moscow: KMK Scientific Press Ltd. 296 pp. +40 s. col. insert. [In Russian] (**Титов А. Н.** Микокалициевые грибы (порядок Мусокалицiales) Голарктики. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2006. 296 с. +40 с. цв. вклейка).

Titov A. N., Davydov E. A., Urbanavichene I. N. 2002. New data on rare mycocalicium fungi from the genera *Phaeocalicium* and *Stenocybe* (Mycocaliciaceae, Caliciales s. l.). *Bot. Zhurn.* 87(6): 60–67. [In Russian] (**Титов А. Н., Давыдов Е. А., Урбанавичене И. Н.** Новые данные о редких микокалициевых грибах из родов *Phaeocalicium* и *Stenocybe* (Mycocaliciaceae, Caliciales s. l.) // Бот. журн., 2002. Т. 87, № 6. С. 60–67).

Urbanavichene I. N. 2010. New and rare species for lichen flora of Siberia. *Novosti sistematiki nizshikh rasteniy* [Novit. Syst. Pl. non Vasc.] 44: 245–249. [In Russian] (**Урбанавичене И. Н.** Новые и редкие виды для лишенофлоры Сибири // Новости сист. низш. раст., 2010. Т. 44. С. 245–249).

Urbanavichene I. N., Urbanavichus G. P. 2016. The lichen flora of the Mordovskii Reserve (an annotated species list. *Flora and fauna of Reserves* 126: 1–41. [In Russian] (**Урбанавичене И. Н., Урбанавичус Г. П.** Лишенофлора Мордовского заповедника (аннотированный список видов) // Флора и фауна заповедников, 2016. Вып. 126. С. 1–41).

Urbanavichus G. P. 2010. *Spisok likhenoflory Rossii [A list of the lichen flora of Russia]*. St. Petersburg: Science. 194 pp. [In Russian] (**Урбанавичюс Г. П.** Список лишенофлоры России. СПб.: Наука, 2010. 194 с.).

Wei Ts. Ch., Titov A. N. 2001. Calicyoid fungi and lichens of China. *Novosti sistematiki nizshikh rasteniy [Novit. Syst. Pl. non Vasc.]* 34: 102–108. [In Russian] (**Вэй Ц. Ч., Титов А. Н.** Калициоидные грибы и лишайники Китая // Новости сист. низш. раст., 2001. Т. 34. С. 102–108).

Westberg M., Moberg R., Myrdal M., Nordin A., Ekman S. 2021. *Santesson's Checklist of Fennoscandian Lichen-Forming and Lichenicolous Fungi*. Uppsala: Uppsala University; Museum of Evolution. 938 pp.

Wijayawardene N. N., Hyde K. D., Wanasinghe D. N., Papizadeh M., Goonasekara I. D. et al. 2016. Taxonomy and phylogeny of dematiaceous coelomycetes. *Fungal Diversity* 77: 1–316. DOI: 10.1007/s13225-016-0360-2