

Разнообразие лихенофильной микобиоты на представителях родов *Bryoria* и *Usnea* (Parmeliaceae) Беларуси

И.М. БОЛСУН

В ходе ревизии лишайников родов *Bryoria* и *Usnea* Беларуси было выявлено 155 образцов, пораженных лихенофильными грибами. На образцах лишайников рода *Bryoria* были найдены *Lichenoconium lecanorae*, *L. usneae* и *Lichenostigma maureri*; на образцах лишайников рода *Usnea* – *Abrothallus usneae*, *Athelia arachnoidea*, *Biatoropsis rubicundae*, *B. usnearum*, *Cylindromonium lichenicola*, *C. rhabdosporum*, *Lichenoconium lecanorae*, *Lichenostigma maureri*. Из указанных видов виды *Abrothallus usneae*, *Biatoropsis rubicundae* и *Lichenoconium usneae* ранее не приводились для территории Беларуси. Представлены морфологические характеристики данных видов, особенности экологии и данные по распространению на территории Беларуси.

Ключевые слова: биоразнообразие, лихенофильные грибы, лишайники, распространение, экология.

During the revision of lichen genera *Bryoria* and *Usnea* in Belarus, 155 specimens infected with lichenicolous fungi were identified. *Lichenoconium lecanorae*, *L. usneae* and *Lichenostigma maureri* were identified growing on *Bryoria* while *Abrothallus usneae*, *Athelia arachnoidea*, *Biatoropsis rubicundae*, *B. usnearum*, *Cylindromonium lichenicola*, *C. rhabdosporum*, *Lichenoconium lecanorae*, *Lichenostigma maureri* were found on *Usnea*. Of these, *Abrothallus usneae*, *Biatoropsis rubicundae* and *Lichenoconium usneae* were not previously reported for Belarus. The morphological descriptions of these species, the ecological features and the data on distribution on the territory of Belarus are presented.

Keywords: biodiversity, lichenicolous fungi, lichens, distribution, ecology.

Введение. Лихенофильные грибы представляют собой важную экологическую группу видов, которые обитают на лишайниках в качестве паразитов, патогенов широкого спектра действия, сапротрофов или комменсалов [1]. Число признанных лихенофильных грибов (включая подвиды и разновидности) в настоящее время составляет более 2300 таксонов различных классов отделов Ascomycota и Basidiomycota [2].

В ходе ревизии лишайников родов *Bryoria* и *Usnea* Беларуси [3]–[13] нами было выявлено 155 гербарных образцов, пораженных лихенофильными грибами (17 образцов лишайников рода *Bryoria* и 138 образцов лишайников рода *Usnea*). В связи с этим целью работы являлось определение таксономического богатства лихенофильных грибов, поражающих лишайники родов *Bryoria* и *Usnea* на территории Беларуси, выявление особенностей их экологии и географического распространения.

Материал и методы исследования. Материалом для данного исследования послужили образцы лишайников родов *Bryoria* и *Usnea*, хранящиеся в гербариях Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины (GSU), Института экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Б (MSK-L), Центрального ботанического сада НАН Б (MSKH), Белорусского государственного университета (MSKU) и Ботанического института имени В.Л. Комарова РАН (LE). Всего было проанализировано 756 гербарных образцов лишайников родов *Bryoria* и *Usnea* (207 и 549 образцов, соответственно) сборов 1924–2018 гг. Дублетные сборы, хранящиеся в разных гербариях, принимали за один гербарный образец. Общее количество образцов без учета дублетного материала составило 624 гербарных конверта (162 образца рода *Bryoria* и 462 образца рода *Usnea*).

Морфологию образцов изучали с помощью стереомикроскопа Nikon SMZ-745, анатомические особенности – с использованием светового микроскопа Nikon Eclipse 80i. Измерение аскоспор, конидий и других структур проводили у водных препаратов. Размеры представлены по схеме: (минимум–) (среднее – стандартное отклонение) (среднее + стандартное отклонение) (–максимум) и сопровождаются указанием количества проведенных измерений (n). Состав вторичных метаболитов лишайников-хозяев изучали методом тонкослойной хроматографии в системе растворителей C [14].

Результаты и их обсуждение. В результате исследования 155 гербарных образцов, пораженных лихенофильными грибами (17 образцов лишайников рода *Bryoria* и 138 образцов лишайников рода *Usnea*), было выявлено 9 видов лихенофильных грибов. На образцах лишайников рода *Bryoria* было найдено 3 вида лихенофильных грибов: *Lichenocionium lecanorae* (Jaap) D. Hawksw., *L. usneae* (Anzi) D. Hawksw. и *Lichenostigma maureri* Hafellner; на образцах лишайников рода *Usnea* – 8 видов: *Abrothallus usneae* Stein., *Athelia arachnoidea* (Berk.) Jülich, *Biatoropsis rubicundae* Diederich & Millanes, *B. usnearum* Räsänen, *Cylindromonium lichenicola* (W. Gams) Crous, *C. rhabdosporum* (W. Gams) Crous, *Lichenocionium lecanorae*, *Lichenostigma maureri*. Ниже приводим морфологические описания выявленных видов, а также особенности их экологии, специфические черты встречаемости и карты распространения в пределах нашей страны. Описания видов *Biatoropsis rubicundae*, *B. usnearum* и *Lichenostigma maureri* приводится в отдельных статьях [15]–[17].

***Abrothallus usneae* Stein.** Апотеции сидячие, до 0,25 мм диаметром. Диск апотециев черный, вначале плоский, позже обычно становится сильно выпуклым; желтые волоски и мучнистый налет на поверхности диска отсутствуют. Эпигимений темно-зеленовато-коричневого цвета, гимений от бесцветного до светло-коричневого, гипотеций коричневый. Сумки от удлиненно-эллипсоидных до булавовидных, с 8 спорами. Аскоспоры коричневые, 2-клеточные, клетки слегка неодинаковой ширины, $(8,5\text{--}9,5\text{--}10,7\text{--}11,5) \times (4,0\text{--}4,2\text{--}4,8\text{--}5,5)$ мкм, $n = 50$. Пикнидии в белорусском материале не выявлены.

Экология. В качестве хозяев лихенофильный гриб предпочитает виды рода *Usnea* [18]. Единственный выявленный образец *Abrothallus usneae* был обнаружен на талломе *Usnea glabrescens* var. *glabrescens* (8,3 % от числа образцов данного вида лишайников). Лишайник-хозяин был собран на коре ольхи черной (*Alnus glutinosa*), произрастающей на переходе ельника березово-черничного в сосняк березово-сфагновый.

Распространение. В настоящее время *Abrothallus usneae* встречается на всех континентах, за исключением Антарктиды [18]. Данный вид ранее не приводился для территории Республики Беларусь. Нами выявлено единственное место произрастания в Россонском районе Витебской области (рисунок 1А).

Исследованный образец. ВИТЕБСКАЯ ОБЛАСТЬ, Россонский район, окр. д. Юховичи, переход ельника березово-черничного в сосняк березово-сфагновый на *Usnea glabrescens* var. *glabrescens* на ольхе черной, В.В. Голубков, 30.09.1987 (GSU-2197).

***Athelia arachnoidea* (Berk.) Jülich.** Вегетативное тело белое, паутинистое, по краю прижатое, в других частях немного приподнятое. Базидиомы беловатые, кремовые, пленчатые с трещиноватым гимением и пористыми участками, толщиной до 0,1 мм. Вегетативные гифы более или менее прямые, с небольшим количеством ответвлений, шириной 3,3–6,5 мкм с простыми перегородками, стенки тонкие или утолщенные. Базидиолы короткие, от булавовидных до булавовидных, иногда почти грушевидной формы, $(13,5\text{--}16,4\text{--}24,5\text{--}29,5) \times (4,5\text{--}5,5\text{--}7,1\text{--}7,5)$ мкм, $n = 25$, с бесцветным содержимым, гладкие, с тонкими базальными перегородками. Склероции, базидии и базидиоспоры в образце не обнаружены.

Данный вид является одним из наиболее часто встречающихся и отмечаемых лихенофильных грибов в Республике Беларусь [19]–[22]. Несмотря на то, что базидий с базидиоспорами нами выявлено не было, морфология нашего образца является характерной для данного вида, в связи с чем мы считаем возможным отнести выявленный образец к *Athelia arachnoidea*.

Экология. В настоящее время лихенофильный гриб известен произрастающим на слоевищах лишайников: *Candelariella reflexa*, *C. vitellina*, *C. xanthostigma*, *Hypogymnia physodes*, *Lecanora argentata*, *Lepra albescens*, *Melanellia glabratula*, *M. subaurifera*, *Melanohalea elegantula*, *M. exasperata*, *Melanohalea exasperatula*, *Ochrolechia pallescens*, *Parmelia sulcata*, *Parmelina tiliacea*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. dubia*, *P. stellaris*, *P. tenella*, *Physconia distorta*, *Pleurosticta acetabulum*, *Polycaulonia polycarpa*, *Scoliciosporum chlorococcum*, *Scoliciosporum* sp., *Xanthoria parietina* [19], [23]–[24]. Выявленный образец *Athelia arachnoidea* был обнаружен на талломе *Usnea subfloridana* (1,0 % от числа образцов данного вида лишайников). Лишайник-хозяин был собран на коре пихты белой (*Abies alba*), произрастающей в дубраве грабово-кисличной.

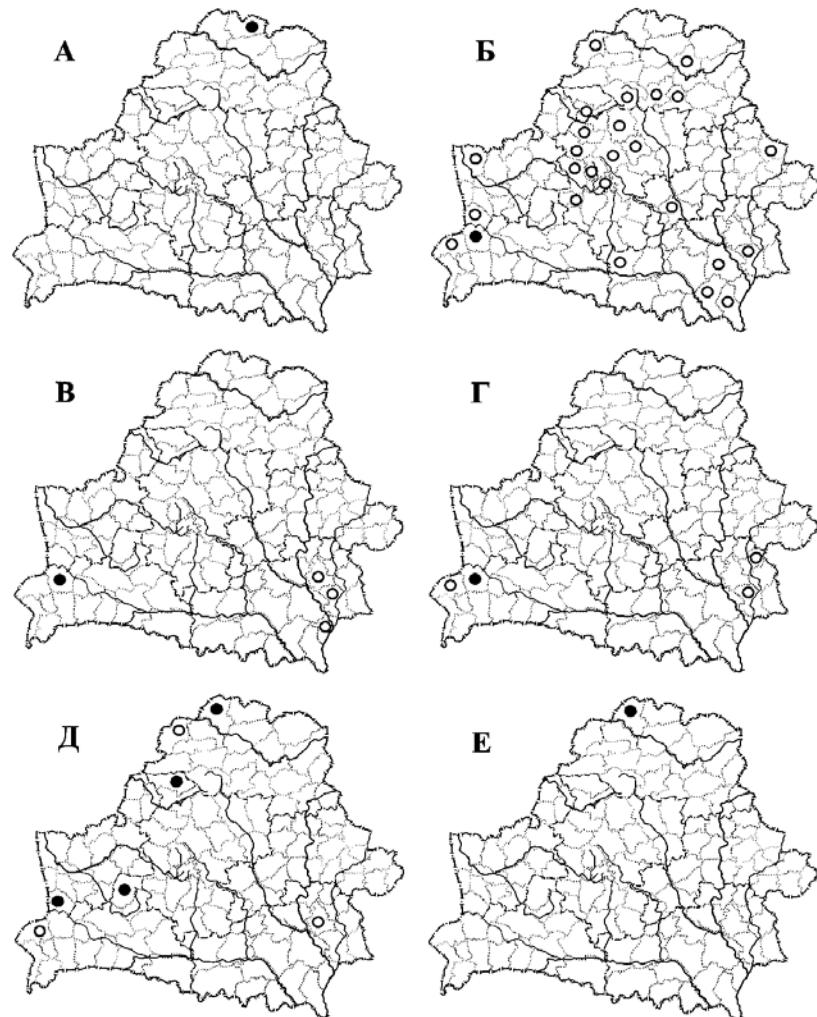


Рисунок 1 – Распространение *Abrothallus usneae* (А), *Athelia arachnoidea* (Б),
Cylindromonium lichenicola (В), *Cylindromonium rhabdosporum* (Г), *Lichenoconium lecanorae* (Д),
Lichenoconium usneae (Е) на территории Беларуси
(местопроизрастания: ● – выявленные нами; ○ – известные по данным литературы)

Распространение. Лихенофильный гриб широко распространен в Европе, Азии, Северной Америке, Центральной и Южной Америки, Океании [24]. Обнаруженный в ходе ревизии образец был собран на территории НП «Беловежская пуща» в Пружанском районе Брестской области (рисунок 1Б).

Исследованный образец. БРЕСТСКАЯ ОБЛАСТЬ, Пружанский район, НП «Беловежская пуща», Никорское л-во, кв. 562, 1,5 км ЮВ д. Бабинец, в дубраве грабово-кисличной на *Usnea subfloridana* на пихте белой, В.В. Голубков, 29.07.1983 (GSU-2198).

Cylindromonium lichenicola (W. Gams) Crous. Колонии поверхностные, бесцветные. Мицелий погружен в субстрат. Конидиеносцы неразветвленные, прямостоячие, бесцветные, тонкостенные, гладкие, 1-3-клеточные, сужающиеся к вершине, 35–45 мкм длиной и 2,5–3,0 мкм шириной. Конидиогенные клетки бесцветные, фиалидные. Конидии одиночные, субцилиндрические, закругленные на верхушках, 2-клеточные, бесцветные, с гладкими стенками, (7,5–)8,2–9,5(–10,0) × (2,0–)2,2–2,4(–2,5) мкм, n = 10.

Согласно оригинальному описанию конидии *Cylindromonium lichenicola* 1- или 2-клеточные. Однако в нашем образце были обнаружены только 2-клеточные конидии. Ранее были отмечены некоторые отличия от оригинального описания и для других белорусских образцов [25]. Вероятно, это вызвано различиями между условиями роста *in vivo* и *in vitro*; подобные случаи нередки для конидиальных грибов, например, для рода *Cladosporium* [26].

Экология. В настоящее время лихенофильный гриб известен произрастающим на слоевищах *Cladonia fimbriata*, *C. grayi*, *C. humilis*, *C. squamosa*, *Hypogymnia physodes*,

Hypocenomyces scalaris, *Parmelia saxatilis*, *Tremella cladoniae* [24]–[25]. Образец *C. lichenicola* был обнаружен на талломе *Usnea hirta* (0,6 % от числа образцов данного вида лишайников), произрастающем на коре пихты белой (*Abies alba*), в дубраве грабово-кисличной.

Распространение. *Cylindromonium lichenicola* встречается на территории Бельгии, Германии, Великобритании, Франции, Люксембурга и Нидерландов [24]. Ранее на территории Республики Беларусь вид приводился для 3 районов Гомельской области: Буда-Кошелевского, Гомельского и Лоевского [25]. Мы впервые приводим *Cylindromonium lichenicola* для территории Брестской области и НП «Беловежская пуща» (рисунок 1В).

Исследованный образец. БРЕСТСКАЯ ОБЛАСТЬ, Пружанский район, НП «Беловежская пуща», Никорское л-во, кв. 562, 1,5 км ЮВ д. Бабинец, в дубраве грабово-кисличной на *Usnea hirta* на пихте белой, В.В. Голубков, 29.07.1983 (GSU-2217).

Cylindromonium rhabdosporum (W. Gams) Crous [= *Trichonectria rubefaciens* (Ellis & Everh.) Diederich & Schroers]. Колонии поверхностные, бесцветные. Мицелий погружен в субстрат. Конидиеносцы неразветвленные, прямостоячие, бесцветные, тонкостенные, гладкие, 1-4-клеточные, сужающиеся к вершине, 40–50 мкм длиной и 2,0–3,0 мкм шириной. Конидиогенные клетки бесцветные, фиалидные. Конидии одиночные, чаще слипшиеся в слизистую массу, часто расположенные параллельно друг другу, удлиненноцилиндрические, на верхушках с кольцевидными утолщениями стенки, простые, бесцветные, гладкостенные, (11,0–)12,9–15,5(–17,5) × (2,0–)2,3–2,8(–3,0) мкм, n = 20.

Экология. В настоящее время лихенофильный гриб известен произрастающим на слоевищах лишайников *Evernia prunastri*, *Flavoparmelia caperata*, *Parmelia protosulcata*, *P. saxatilis*, *P. squarrosa*, *P. sulcata*, *Parmelia* sp., *Parmotrema cetratum*, *P. reticulatum*, *Platismatia glauca*, *Pleurosticta acetabulum*, *Punctelia jeckeri*, *P. subrudecta*, *Punctelia* sp. [24]. Белорусский образец *Cylindromonium rhabdosporum* был обнаружен на талломе *Usnea hirta* (0,6 % от числа образцов данного вида лишайников) и, таким образом, впервые укзывается произрастающим на лишайниках этого рода. Лишайник-хозяин был собран на коре пихты белой (*Abies alba*), произрастающей в дубраве грабово-кисличной.

Распространение. *Cylindromonium rhabdosporum* встречается на территории Европы, Атлантических островов, Северной Америки, Центральной и Южной Америки [24]. В Беларуси ранее *Cylindromonium rhabdosporum* был обнаружен в Брестской и Гомельской областях [27], [28]. Выявленный нами образец был собран на территории Национального парка «Беловежская пуща» в Пружанском районе Брестской области (рисунок 1Г).

Исследованный образец. БРЕСТСКАЯ ОБЛАСТЬ, Пружанский район, НП «Беловежская пуща», Никорское л-во, кв. 562, 1,5 км ЮВ д. Бабинец, в дубраве грабово-кисличной на *Usnea hirta* на пихте белой, В.В. Голубков, 29.07.1983 (GSU-2217).

Lichenoconium lecanorae (Jaap) D. Hawksw. Пикнидии черные, от шаровидных до яйцевидных, погруженные в слоевище хозяина. Конидиеносцы бесцветные или слегка пигментированные, (5,0–)5,1–5,7(–6,0) × (2,0–)2,2–2,4(–2,5) мкм, n = 12. Конидии от коричневого до темно-коричневого цвета, простые, от шаровидных до яйцевидных, бородавчатые, (3,0–)3,2–3,6(–4,0) × (2,0–)2,4–2,8(–3,0) мкм, n = 20.

Экология. В настоящее время лихенофильный гриб известен произрастающим на слоевищах *Biatoropsis usnearum*, *Caloplaca saxicola*, *Evernia prunastri*, *Flavoparmelia caperata*, *Flavoparmelia* sp., *Glaucomaria carpinea*, *Hypogymnia physodes*, *Imshaugia aleurites*, *Lecanora albella*, *L. argentata*, *L. chlarotera*, *L. conizaeoides*, *L. intumescens*, *L. polytropa*, *L. rubicund*, *L. rupicola*, *L. pulicaris*, *L. saligna*, *L. subcarnea*, *L. symmicta*, *L. varia*, *Lecanora* sp., *Melanelia* sp., *Melanelixia glabratula*, *Melanocephala olivacea*, *Miriquidica atriseda*, *Parmelia saxatilis*, *P. sulcata*, *Physcia tenella*, *Platismatia glauca*, *Pleopsidium chlorophanum*, *Pleurosticta acetabulum*, *Polyozosia albescens*, *Protoparmelia badia*, *Protoparmeliopsis muralis* var. *muralis*, *Pseudevernia furfuracea*, *Ramalina pollinaria*, *Rhizoplaca chrysoleuca*, *R. subdiscordans*, *Squamaria lentigera*, *Tremella hypogymniae*, *Xanthoparmelia conspersa* [24]. Ранее в Беларуси *Lichenoconium lecanorae* был отмечен на *Evernia prunastri* [25]. Нами лихенофильный гриб был выявлен на слоевищах 4 видов лишайников: *Bryoria implexa*, *B. vrangiana*, *Usnea hirta* и *U. praetervisa*.

Поражённые лихенофильным грибом образцы лишайников были найдены в сосняке, ельнике и на открытой местности (по 1 образцу, или по 25,0 %). Для оставшегося образца

информация об условиях произрастания отсутствовала (25,0 %). Лишайники-хозяева произрастали на березе повислой (*Betula pendula*) – 2 образца, или 50,0 %, груше обыкновенной (*Pyrus communis*) и ели европейской (*Picea abies*) – по 1 образцу (по 25,0 %).

Распространение. Лихенофильный гриб встречается на территории Европы, Азии, Северной Америки, Центральной и Южной Америки [24]. В Беларуси ранее *Lichenocionium lecanorae* был обнаружен на территориях Брестской, Витебской и Гомельской областей [20], [25], [28]. Нами вид впервые указывается для Гродненской и Минской областей (рисунок 1Д).

Исследованные образцы. **БРЕСТСКАЯ ОБЛАСТЬ,** Барановичский район, 3 км ЮВ д. Колбовичи, на хуторе у дороги на *Usnea hirta* на груше, В.В. Голубков, 20.06.1997 (GSU-2218); **ВИТЕБСКАЯ ОБЛАСТЬ,** Верхнедвинский район, 1 км З д. Сукали, переходная полоса сосняка сфагнового в сосняк чернично-мшистый, на *Bryoria implexa* на березе, (GSU-2219); **ГРОДНЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ,** Свислочский район, НП «Беловежская пуща», Свислочское л-во, кв. 34, 2 км СВ д. Доброволя, в ельнике черничном на *Bryoria vrangiana* на ели, 30.09.1984 (GSU-2220); **МИНСКАЯ ОБЛАСТЬ,** Мядельский район, берег оз. Нарочь, на *Usnea praetervisa* на березе, Н.О. Цеттерман, 07.07.1946 (GSU-2221).

Lichenocionium usneae (Anzi) D. Hawksw. Пикнидии черные, от шаровидных до яйцевидных, погруженные в слоевище хозяина. Конидиеносцы бесцветные или слегка пигментированные, (6,0–)6,1–7,4(–8,5) × (2,0–)2,1–2,3(–2,5) мкм, n = 7. Конидии от коричневого до темно-коричневого цвета, простые, шаровидные, бородавчатые, (2,0–)2,4–3,0(–3,5) × (2,0–)2,1–2,7(–3,5) мкм, n = 35.

Экология. В настоящее время лихенофильный гриб известен произрастающим на слоевищах лишайников и лихенофильных грибах: *Abrothallus usneae*, *Allantoparmelia alpicola*, *Anaptychia ciliaris*, *Biatoropsis usnearum*, *Bryoria fuscescens*, *Cetrelia* sp., *Cladonia arbuscula*, *C. botrytes*, *C. cariosa*, *C. chlorophaea*, *C. fimbriata*, *Cladonia* sp., *Evernia prunastri*, *Flavoparmelia caperata*, *Flavopunctelia flaventior*, *Hypocenomyce scalaris*, *Hypogymnia physodes*, *Hypotrichyna revoluta*, *Hypotrichyna* sp., *Lecanora argentata*, *L. pacifica*, *Letharia vulpina*, *Melanelia glabra*, *M. glabratula*, *Melanohalea exasperata*, *M. olivacea*, *Menegazzia* sp., *Montanelia panniformis*, *Parmelia saxatilis*, *Parmeliopsis ambigua*, *Parmotrema* sp., *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *P. stellaris*, *Physconia distorta*, *Punctelia rufecta*, *Ramalina calicaris*, *R. cribrosa*, *R. fastigiata*, *R. fraxinea*, *R. obtusata*, *R. subgeniculata*, *Rhizoplaca melanophthalma*, *Usnea barbata*, *U. dasypoga*, *U. hirta*, *U. subfloridana*, *Usnea* sp., *Xanthoparmelia conspersa*, *X. loxodes*, *X. pulla*, *X. verruculifera* [24]. Выявленный нами образец *Lichenocionium usneae* был обнаружен на талломе *Bryoria vrangiana* (1,6 % от числа образцов данного вида лишайников), собранной в переходной полосе от сосняка сфагнового в сосняк чернично-мшистый.

Распространение. *Lichenocionium usneae* встречается на территории Европы, Атлантических островов, Азии, Северной Америки, Центральной и Южной Америки, Океании, Антарктиды [24]. Данный вид ранее не приводился для территории Республики Беларусь. Нами выявлено единственное место произрастания в Верхнедвинском районе Витебской области (рисунок 1Е).

Исследованный образец. **ВИТЕБСКАЯ ОБЛАСТЬ,** Верхнедвинский район, 1 км З д. Сукали, переходная полоса от сосняка сфагнового в сосняк чернично-мшистый на *Bryoria vrangiana*, В.В. Голубков, 18.06.1986 (GSU-2222).

Заключение. Впервые проведена инвентаризация лихенофильной микробиоты отдельных таксономических групп лишайников Беларуси. В ходе исследования выявлено 155 образцов лихенофильных грибов, относящихся к 9 видам: *Abrothallus usneae*, *Athelia arachnoidea*, *Biatoropsis rubicundae*, *B. usnearum*, *Cylindromonium lichenicola*, *C. rhabdosporum*, *Lichenocionium lecanorae*, *L. usneae*, *Lichenostigma maureri*. Составлен аннотированный список лихенофильных грибов, поражающих лишайники родов *Bryoria* и *Usnea*, приведены морфологические описания выявленных видов, а также особенности их экологии, специфические черты встречаемости и карты распространения в пределах нашей страны.

Благодарности. Выражаю глубокую благодарность кандидату биологических наук, доценту В.В. Голубкову (Гродно) и кандидату биологических наук, доценту П.Н. Белому (Минск) за предоставленные гербарные образцы родов *Bryoria* и *Usnea*.

Литература

1. Lawrey, J. D. Lichenicolous fungi : interactions, evolution, and biodiversity / J. D. Lawrey, P. Diederich // *Bryologist* – 2003. – Vol. 106. – P. 80–120.
2. Diederich, P. The 2018 classification and checklist of lichenicolous fungi, with 2000 nonlichenized, obligately lichenicolous taxa / P. Diederich, J. D. Lawrey, D. Ertz // *Bryologist*. – 2018. – Vol. 121, № 3. – P. 340–425.
3. Цуриков, А. Г. Ревизия лишайников рода *Bryoria* Беларуси. I. *B. capillaris* и *B. nadvornikiana* / А. Г. Цуриков, В. В. Голубков, П. Н. Белый, И. М. Болсун // Веснік БДУ імя А.С. Пушкіна. Сер. 5 : Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2023. – № 2. – С. 61–69.
4. Цуриков, А. Г. Ревизия лишайников рода *Bryoria* Беларуси. II *Bryoria implexa* s. lat. / А. Г. Цуриков, В. В. Голубков, П. Н. Белый, И. М. Болсун // Экспериментальная биология и биотехнология. – 2023. – № 2. – С. 65–80.
5. Цуриков, А. Г. Ревизия лишайников рода *Bryoria* Беларуси. III. *B. furcellata* и *B. fuscescens* / А. Г. Цуриков, В. В. Голубков, П. Н. Белый, И. М. Болсун // Веснік ГДУ імя Я. Купалы. Сер. 5 : Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. – 2023. – Т. 13, № 2 – С. 118–124.
6. Цуриков, А. Г. Лишайники рода *Bryoria* Национального Парка «Припятский» / А. Г. Цуриков, В. В. Голубков, П. Н. Белый, И. М. Болсун // Маніторынг і ацэнка стану расліннага свету : матэрыялы VI Міжнароднай навуковай канферэнцыі, Мінск – Ляскавічы, 9–13 кастрычніка 2023 г. / Нац. акад. навук Беларусі [і інш.]; рэдкал.: А. В. Пугачэўскі (адк. рэд.) [і інш.]. – Мінск : ІВЦ Мінфіна, 2023. – С. 331–333.
7. Tsurykau, A. The lichen genus *Usnea* (Parmeliaceae, Ascomycota) in Belarus / A. Tsurykau, V. Golubkov, P. Bely, I. Bolsun, P. Clerc // Herzogia. – 2024. – Vol. 37, № 2. – P. 270–287.
8. Болсун, И. М. Ревизия лишайников рода *Usnea* Беларуси. I. *Usnea hirta* / И. М. Болсун, А. Г. Цуриков, В. В. Голубков, П. Н. Белый // Веснік ГДУ імя Я. Купалы. Сер. 5 : Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. – 2024. – Т. 14, № 2. – С. 159–167.
9. Болсун, И. М. Ревизия лишайников рода *Usnea* Беларуси. II. *Usnea florida* и *U. subfloridana* / И. М. Болсун, А. Г. Цуриков, В. В. Голубков, П. Н. Белый // Веснік МДУ імя А.А. Куляшова. Сер. В : Прыродазнаўчыя навукі (матэматыка, фізіка, біялогія). – 2024. – № 2 (64). – С. 65–73.
10. Болсун, И. М. Ревизия лишайников рода *Usnea* Беларуси. III. *Usnea ceratina* и *U. wasmuthii* / И. М. Болсун, А. Г. Цуриков, В. В. Голубков, П. Н. Белый // Веснік ВДУ. – 2024. – № 4 (125). – С. 25–31.
11. Болсун, И. М. Ревизия лишайников рода *Usnea* Беларуси. IV. *Usnea glabrata*, *U. glabrescens*, *U. praetervisa* / И. М. Болсун, А. Г. Цуриков, В. В. Голубков, П. Н. Белый // Веснік БДУ. Сер. 5 : Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2024. – № 2. – С. 5–14.
12. Болсун, И. М. Ревизия лишайников рода *Usnea* Беларуси. V. *Usnea barbata* и *U. dasopoga* / И. М. Болсун, А. Г. Цуриков, В. В. Голубков, П. Н. Белый // Веснік МДПУ імя І.П. Шамякіна. – 2024. – № 2 (64). – С. 3–9.
13. Болсун, И. М. Ревизия лишайников рода *Usnea* Беларуси. VI. *Usnea cavernosa*, *U. intermedia*, *U. perplexans*, *U. substerilis* / И. М. Болсун, А. Г. Цуриков, В. В. Голубков, П. Н. Белый // Веснік БДПУ. Сер. 3 : Фізіка. Матэматыка. Інфарматыка. Біялогія. Геаграфія. – 2024. – № 3 (121). – С. 11–16.
14. Orange, A. Microchemical methods for the identification of lichens / A. Orange, P. W. James, F. J. White. – London : British Lichen Society, 2001. – 101 p.
15. Bolsun, I. The lichenicolous genus *Biatoropsis* (Tremellales, Basidiomycota) in Belarus / I. Bolsun, A. Tsurykau // *Folia Cryptogamica Estonica*. – 2025. – Vol. 62. – P. 27–30.
16. Болсун, И. М. Экологическая приуроченность лихенофильного гриба *Lichenostigma maureri* (Lichenostigmatales, Phaeococcumycetaceae) в Беларуси / И. М. Болсун // Известия ГГУ им. Ф. Скорины. – 2024. – № 6. – С. 12–17.
17. Болсун, И. М. Распространение лихенофильного гриба *Lichenostigma maureri* (Lichenostigmatales, Phaeococcumycetaceae) в Беларуси / И. М. Болсун // Известия ГГУ им. Ф. Скорины. – 2025. – № 3. – С. 5–10.
18. Diederich, P. Abrothallus / P. Diederich // *Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region* / T. H. Nash III [et al.]. – Arizona State University, 2004. – Vol. 2. – P. 636–630.
19. Yurchenko, E. O. The morphology, biology, and geography of a necrotrophic basidiomycete *Athelia arachnoidea* in Belarus / E. O. Yurchenko, V. V. Golubkov // *Mycological Progress*. – 2003. – Vol. 2, № 4. – P. 275–284.
20. Yatsyna, A. The first contribution to lichens, lichenicolous and allied fungi from Braslav Lakes National Park (NW Belarus) / A. Yatsyna // *Botanica Lithuanica* – 2011. – Vol. 17. – P. 177–184.
21. Yatsyna, A. P. Lichens from manor parks in Minsk region (Belarus) / A. P. Yatsyna // *Bot. Lith.* – 2014. – Vol. 20, № 2. – P. 159–168.

22. Tsurykau, A. Lichens from Gomel region: a provisional checklist / A. Tsurykau, V. Khramchankova // Bot. Lith. – 2011. – Vol. 17, № 4. – P. 157–163.
23. Tsurykau, A. New or otherwise interesting records of lichens and lichenicolous fungi from Belarus. III. With an updated checklist of lichenicolous fungi / A. Tsurykau // Herzogia. – 2017. – Vol. 30, № 1. – P. 152–165.
24. Brackel, W. Von. Kommentierter Katalog der flechtenbewohnenden Pilze Bayerns / W. Von Brackel // Bibl. Lichenol. – 2014. – Vol. 109. – P. 1–476.
25. New or otherwise interesting records of lichens and lichenicolous fungi from Belarus. II / A. Tsurykau [et al.] // Herzogia. – 2016. – Vol. 29, № 1. – P. 164–175.
26. The genus *Cladosporium* / K. Bensch [et al.] // Studies in Mycology. – 2012. – Vol. 72. – P. 1–401.
27. Tsurykau, A. New records of lichenicolous fungi from the Gomel Region of Belarus / A. Tsurykau, A. Suija, V. Khramchankova // Folia Cryptog. Estonica. – 2013. – Vol. 50. – P. 67–71.
28. Голубков, В. В. Список лишайнико-образующих и близких к ним сапротрофных и лихенофильных грибов национального парка «Беловежская пуща» / В. В. Голубков, А. Matwiejuk, А. Г. Цуриков // Беловежская пуща. Исследования. – 2019. – Вып. 16. – С. 97–142.

Гомельский государственный
университет имени Франциска Скорины

Поступила в редакцию 01.09.2025