

УДК 57.063.7:582.29(476)

РЕВИЗИЯ ЛИШАЙНИКОВ РОДА *BRYORIA* БЕЛАРУСИ. II. *BRYORIA IMPLEXA* s. l.

А. Г. ЦУРИКОВ¹⁾, В. В. ГОЛУБКОВ²⁾, П. Н. БЕЛЫЙ³⁾, И. М. БОЛСУН¹⁾

¹⁾Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины,
ул. Советская, 104, 246028, г. Гомель, Беларусь

²⁾Независимый исследователь, г. Гродно, Беларусь

³⁾Центральный ботанический сад НАН Беларуси,
ул. Сурганова, 2в, 220012, г. Минск, Беларусь

С применением метода тонкослойной хроматографии проведена ревизия доступного гербарного материала лишайников рода *Bryoria*, собранного на территории Беларуси в 1924–2018 гг. Отмечено, что группа *B. implexa* s. l. представлена видами *B. capillaris*, *B. implexa* s. str., *B. kuemmerleana* и *B. vrangiana*. Дано морфологическое описание видов *B. implexa* s. str., *B. kuemmerleana* и *B. vrangiana*, указаны их химический состав, особенности экологии и данные о распространении в пределах республики. Виды *B. kuemmerleana* и *B. vrangiana* впервые приведены для территории Беларуси.

Ключевые слова: биоразнообразие; распространение; экология; вторичные метаболиты; секция *Implexae*.

Благодарность. Авторы выражают сердечную благодарность кандидату биологических наук И. Н. Урбанавичене (Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН) за ценные консультации.

Образец цитирования:

Цуриков АГ, Голубков ВВ, Белый ПН, Болсун ИМ. Ревизия лишайников рода *Bryoria* Беларуси. II. *Bryoria implexa* s. l. *Экспериментальная биология и биотехнология*. 2023;2:65–80. EDN: HTEKYT

For citation:

Tsurykau AH, Golubkov VV, Bely PN, Bolsun IM. Revision of the lichen genus *Bryoria* in Belarus. II. *Bryoria implexa* s. l. *Experimental Biology and Biotechnology*. 2023;2:65–80. Russian. EDN: HTEKYT

Авторы:

Андрей Геннадьевич Цуриков – доктор биологических наук, доцент; профессор кафедры ботаники и физиологии растений биологического факультета.

Владимир Владимирович Голубков – кандидат биологических наук, доцент; независимый исследователь.

Павел Николаевич Белый – кандидат биологических наук; ученый секретарь.

Ирина Михайловна Болсун – студентка биологического факультета. Научный руководитель – А. Г. Цуриков.

Authors:

Andrei H. Tsurykau, doctor of science (biology), docent; professor at the department of botany and plant physiology, faculty of biology.

tsurykau@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-6309-170X>

Vladimir V. Golubkov, PhD (biology), docent; independent researcher.

vgolubkov@tut.by

<https://orcid.org/0000-0002-7120-9093>

Pavel N. Bely, PhD (biology); scientific secretary.

belyj@cbg.org.by

<https://orcid.org/0000-0002-1497-8478>

Iryna M. Bolsun, student at the faculty of biology.

irisha.bolsun@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-9585-4847>

REVISION OF THE LICHEN GENUS *BRYORIA* IN BELARUS. II. *BRYORIA IMPLEXA* s. l.

A. H. TSURYKAU^a, V. V. GOLUBKOV^b, P. N. BELY^c, I. M. BOLSUN^a

^aFrancisk Skorina Gomel State University, 104 Savieckaja Street, Gomel 246028, Belarus

^bIndependent researcher, Grodna, Belarus

^cCentral Botanical Garden, National Academy of Sciences of Belarus,
2v Surganova Street, Minsk 220012, Belarus

Corresponding author: A. H. Tsurykau (tsurykau@gmail.com)

A revision using thin-layer chromatography of the available herbarium material of the lichen genus *Bryoria* collected on the territory of Belarus in 1924–2018 was carried out. Noted that the *B. implexa* s. l. group is represented by species *B. capillaris*, *B. implexa* s. str., *B. kuemmerleana* and *B. vrangiana*. The article provides morphological description of the species *B. implexa* s. str., *B. kuemmerleana* and *B. vrangiana*. Their chemical composition, ecology and data on distribution within the republic are indicated. Species *B. kuemmerleana* and *B. vrangiana* are reported for the first time for the territory of Belarus.

Keywords: biodiversity; distribution; ecology; secondary metabolites; *Implexae* section.

Acknowledgements. We warmly thank PhD (biology) I. N. Urbanavichene (Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences) for the valuable suggestions.

Введение

Секция *Implexae* рода *Bryoria* (Parmeliaceae) включает кустистые повисающие волосовидные лишайники, приуроченные к таежным бореальным лесам Северного и Южного полушарий [1]. В настоящее время существуют различные видовые концепции отдельных представителей рода *Bryoria*. Наиболее признаваемым является подход финских исследователей. Согласно этому подходу секция *Implexae* включает 2 филогенетически обособленные клады (группы), которые объединяют 11 видов, из них 6 видов встречаются в Европе [2]. Результаты более поздних исследований выявили низкую филогенетическую поддержку видового ранга для многих ранее признаваемых таксонов, сведя все разнообразие секции к 4 видам [3]. Однако в настоящее время эти данные не в полной мере нашли отражение в видовых концепциях рассматриваемой секции как европейских [4], так и российских [5] ученых.

В актуальных списках лишайников Беларуси [6; 7] разнообразие рода *Bryoria* изложено преимущественно с использованием устаревших данных, поскольку применение современных таксономических концепций невозможно без проведения ревизии гербарного материала с помощью химических (хроматография) либо молекулярно-генетических методов исследования. В Беларуси ревизия лишайников рода *Bryoria* (ранее рассматриваемых как *Alectoria*) была проведена Н. В. Горбач в 1965 г. [8]. Ввиду существенно изменившихся с момента опубликования упомянутой работы концепций многих видов этого рода изложенные в ней результаты уже не могут использоваться для оценки биоразнообразия и встречаемости отдельных представителей (в частности, 7 из 8 номенклатурных комбинаций рода *Bryoria*, приведенных Н. В. Горбач, в настоящее время являются устаревшими).

В связи с вышесказанным актуальной задачей представляется ревизия доступного гербарного материала лишайников рода *Bryoria*, собранного на территории Беларуси, с применением современных методов идентификации. В настоящем исследовании принята концепция секции *Implexae*, изложенная в работе [2] и поддержанная при составлении актуального ключа для определения рода *Bryoria* в издании «Флора лишайников России: семейство Parmeliaceae» [5].

Материалы и методы исследования

Объектом исследования выступили образцы лишайников рода *Bryoria*, хранящиеся в гербариях Института экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича НАН Беларуси (MSK-L), Центрального ботанического сада НАН Беларуси (MSKH), Белорусского государственного университета (MSKU), Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины (GSU) и Ботанического института имени В. Л. Комарова РАН (LE). Всего было проанализировано 207 гербарных образцов сборов 1924–2018 гг. Дублеты, хранящиеся в разных гербариях, принимали за один гербарный образец. Морфологию образцов изучали с помощью стереомикроскопа SMZ-745 (*Nikon*, Япония), состав вторичных метаболитов (рис. 1) определяли методом тонкослойной хроматографии в системе растворителей С [9].

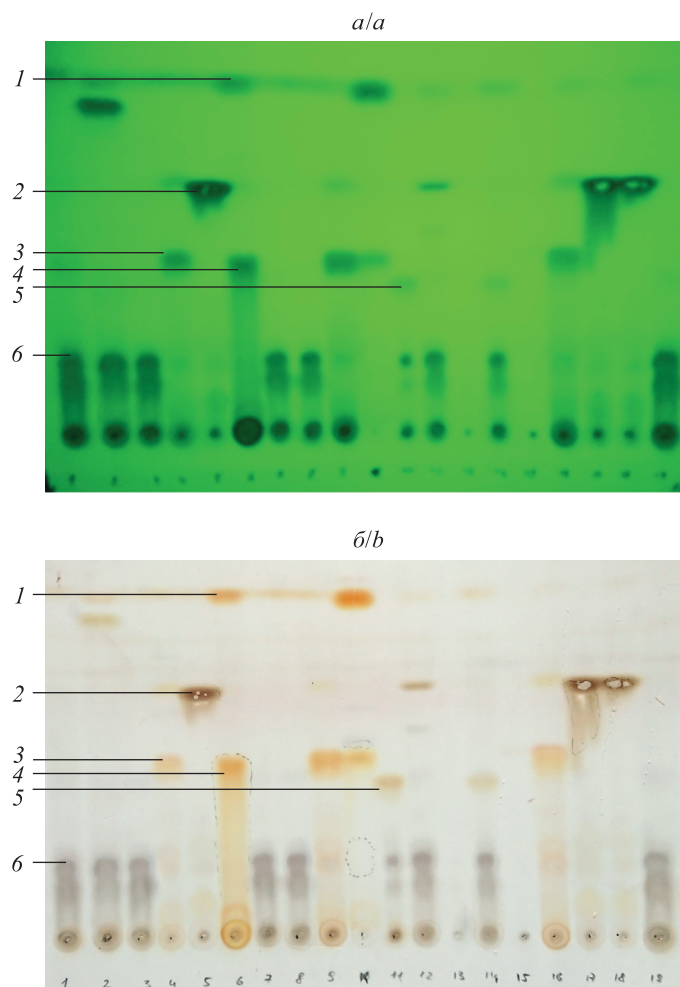


Рис. 1. Хроматограмма вторичных метаболитов в ультрафиолете (длина волны 254 нм) до обработки H_2SO_4 (а) и в видимом свете после обработки H_2SO_4 (б):

1 – атранорин; 2 – псоромовая кислота; 3 – алекториальная кислота;
4 – норстиктовая кислота; 5 – гиروفоровая кислота; 6 – фумарпротоцеттаровая кислота

Fig. 1. Chromatogram of secondary metabolites in ultraviolet (wavelength 254 nm) before treatment with H_2SO_4 (a) and in visible light after treatment with H_2SO_4 (b):

1 – atranorin; 2 – psoromic acid; 3 – alectorialic acid; 4 – norstictic acid;
5 – gyrophoric acid; 6 – fumarprotocetraric acid

В ходе исследования фрагмент слоевища лишайника помещали в микроцентрифужную пробирку объемом 1,5 мл. Экстракцию вторичных метаболитов лишайника проводили ацетоном в течение 1 ч. После этого 30 мкл экстракта наносили на пластины для тонкослойной хроматографии со стандартным силикагелем и ультрафиолетовым индикатором Alugram Sil G/UV₂₅₄ (Macherey-Nagel, Германия). Элюирование пластины до оптимальной длины продвижения фронта (12 см) осуществляли в течение 40 мин. Визуализацию разделяемых веществ смеси проводили под ультрафиолетовым излучением с длиной волны 254 и 366 нм, а затем выполняли обработку пластины 10 % раствором серной кислоты (H_2SO_4) с последующим нагреванием в сушильном шкафу до температуры 110 °С в течение 10 мин. В качестве контроля использовали лишайники *Platismatia glauca* (L.) W. L. Culb. & C. F. Culb. и *Pleurosticta acetabulum* (Neck.) Elix & Lumbsch, содержащие атранорин, норстиктовую и каператовую кислоты.

Результаты и их обсуждение

Проведенная ревизия гербарного материала показала, что в Беларуси секция *Implexae* рода *Bryoria* представлена 4 видами – *B. capillaris* (Ach.) Brodo & D. Hawksw. (13 образцов, или 6,3 % от общего количества исследованных образцов), *B. implexa* (Hoffm.) Brodo & D. Hawksw. s. str. (32 образца, или 15,5 %), *B. kuemmerleana* (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw. (5 образцов, или 2,4 %) и *B. vrangiana* (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw. (61 образец, или 29,5 %). Виды *B. kuemmerleana* и *B. vrangiana* впервые указаны для территории Беларуси.

Следует отметить, что до 2014 г. [2] *B. implexa* s. str., *B. kuemmerleana* и *B. vrangiana* рассматривались в качестве отдельных хемотипов морфологически и химически вариабельного таксона *B. implexa* s. l. [9]. Ниже приводится морфологическое описание каждого из перечисленных видов, а также их химический состав, особенности экологии и данные о распространении в пределах республики. Весь гербарный материал этих видов группы *B. implexa* s. l. хранится в фондах коллекций MSK-L, MSKH и GSU.

Вид *B. implexa* s. str. Таллом длиной до 15 см, повисающий, от светло-коричневого до коричневого, от матового до слегка блестящего. Углы между ветвями различны. Ветви в основном сжатые, перекрученные и слегка ямчатые. Псевдоцифеллы белые, реже более темные, удлинненно-веретеновидные, на отдельных участках таллома обвивают ветви. Соралии от бородавчатых до щелевидных, беловато-серого цвета. Изидии и колючки отсутствуют. Апотеции и пикниды не обнаружены.

Химический состав. Псоромовая кислота, иногда атранорин. Соралии содержат фумарпротоцетрамовую кислоту.

Экология. На территории Беларуси вид *B. implexa* s. str. характеризуется достаточно широкой экологической приуроченностью. Он произрастает как в хвойных, так и в лиственных лесах: в сосняках и ельниках найдены 14 образцов (43,7 %), в дубравах и березняках – 6 образцов (18,8 %). Для оставшихся 12 образцов (37,5 %) информация об условиях произрастания отсутствовала.

Все образцы были собраны на коре деревьев. На сосне обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) произрастали 12 образцов (37,5 %), на ели европейской (*Picea abies* (L.) H. Karst.) – 7 образцов (21,9 %), на березе повислой (*Betula pendula* Roth) – 6 образцов (18,8 %), на дубе черешчатом (*Quercus robur* L.) – 2 образца (6,2 %). Для оставшихся 5 образцов (15,6 %) информация о субстрате отсутствовала.

Распространение. Ареал вида *B. implexa* s. str. охватывает Европу и Азию. В Беларуси он распространен достаточно широко, однако произрастает неравномерно, встречаясь преимущественно в северо-западных регионах страны (рис. 2).

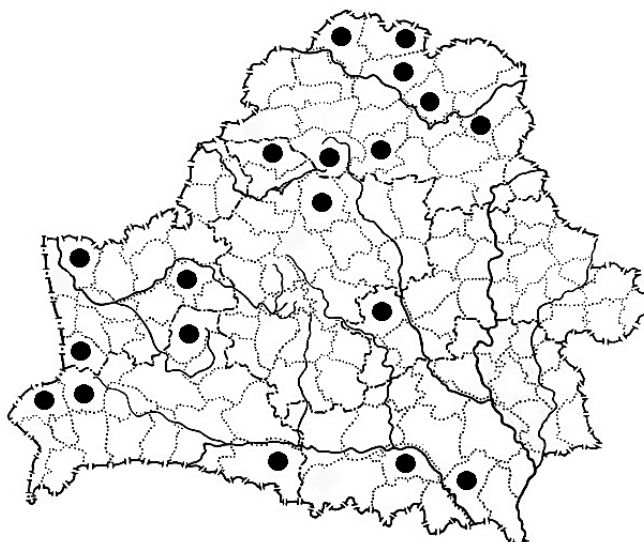


Рис. 2. Распространение вида *B. implexa* s. str. на территории Беларуси
Fig. 2. Distribution of species *B. implexa* s. str. in Belarus

Отличие от схожих таксонов. В соответствии с современными представлениями вид *B. implexa* s. str. отличается содержанием псоромовой кислоты в вегетативных частях таллома и наличием белых, удлиненных (до веретеновидных) псевдоцифелл [2]. Ревизия собранного на территории Беларуси гербарного материала показала, что лишь несколько образцов обладают выраженными белыми псевдоцифеллами на всей протяженности таллома. У большинства образцов наряду с белыми выявлены серые и коричневатые псевдоцифеллы, что может быть следствием большого возраста гербарных коллекций, но делает этот морфологический критерий малопригодным без подтверждения данными химического анализа. По-видимому, наличие псоромовой кислоты является единственным четким критерием, отграничивающим вид *B. implexa* s. str. от морфологически схожих таксонов.

Исследованные образцы. Информация о месте и дате сбора, а также коллекторе проанализированных гербарных образцов вида *B. implexa* s. str. приведена в табл. 1.

Таблица 1

Данные этикеток исследованных гербарных образцов вида *B. implexa* s. str.

Table 1

Label data of the studied herbarium specimens of species *B. implexa* s. str.

Регион	Локалитет	Субстрат	Коллектор	Дата сбора	Гербарий
Брестская область, Барановичский район	5 км восточнее д. Колбовичи, сосняк вересковый	–	В. В. Голубков	6 апреля 1991 г.	MSK-L
Брестская область, Каменецкий район	Национальный парк «Беловежская пуца», аг. Каменюки	–	Равкова, Соколова	17 июля 1957 г.	MSK-L
	Национальный парк «Беловежская пуца», Королево-Мостовское лесничество, квартал № 745, дубрава	Ель	В. В. Голубков	17 июля 1984 г.	MSK-L
	Национальный парк «Беловежская пуца», Королево-Мостовское лесничество, квартал № 775, дубрава	Ель	В. В. Голубков	17 июня 1983 г.	MSK-L
	Национальный парк «Беловежская пуца», Королево-Мостовское лесничество, квартал № 779	Дуб	В. В. Голубков	17 июля 1983 г.	MSK-L
	Национальный парк «Беловежская пуца», Королево-Мостовское лесничество, квартал № 780, выдел № 9, ельник кисличный	Ель	П. Н. Белый	16 октября 2009 г.	MSKH (образец № 2103)
	Национальный парк «Беловежская пуца», Королево-Мостовское лесничество, квартал № 828, сосняк мшистый	Сосна	В. В. Голубков	18 июля 1983 г.	MSK-L
Брестская область, Пружанский район	Национальный парк «Беловежская пуца», Никорское лесничество, квартал № 5, ельник кисличный	Ель	В. В. Голубков	19 июля 1983 г.	MSK-L
	Национальный парк «Беловежская пуца», Переровское лесничество, квартал № 88, 4 км восточнее д. Белый Лесок, дубрава грабово-кисличная	Сосна	В. В. Голубков	13 июля 1983 г.	MSK-L
	Национальный парк «Беловежская пуца», Переровское лесничество, квартал № 589, дубрава грабово-кисличная	Дуб	В. В. Голубков	14 июля 1983 г.	MSK-L
Брестская область, Столинский район	4 км южнее аг. Рубель	–	Н. В. Горбач	13 июня 1954 г.	MSK-L

Продолжение табл. 1
 Continuation of the table 1

Регион	Локалитет	Субстрат	Коллектор	Дата сбора	Гербарий
Витебская область, Верхнедвинский район	3 км юго-восточнее д. Прошки	Сосна	–	16 июня 1976 г.	MSK-L
	1 км западнее д. Сукали, переходная полоса от сосняка сфагнового в сосняк чернично-мшистый	Береза	–	–	MSK-L
Витебская область, Витебский район	д. Бригитполе, правый берег р. Западной Двины, сосняк лишайниково- моховой	Сосна	Н. В. Горбач	Июль 1964 г.	MSK-L
Витебская область, Докшицкий район	Березинский биосферный заповедник, 3,56 км южнее д. Слободы, Слободское болото, сосняк осоково-сфагновый	Ель	Р. В. Цвирко	5 июня 2015 г.	MSKH (образец № 6572)
Витебская область, Лепельский район	Березинский биосферный заповедник, окрестности д. Домжерицы, сосняк мшистый	Сосна	В. В. Голубков	11 июня 1991 г.	MSK-L
	Березинский биосферный заповедник, по дороге из д. Крайцы в д. Броды	Сосна	Н. В. Горбач	20 октября 1961 г.	MSK-L
	Березинский биосферный заповедник, ур. Нешково	Сосна	Н. В. Горбач	1961 г.	MSK-L
	Березинский биосферный заповедник, эксперимен- тальное лесохозяйство «Барсуки», квартал № 55, ельник мшистый	Ель	П. Н. Белый	14 июля 2009 г.	MSKH (образец № 1902)
Витебская область, Полоцкий район	47 км северо-восточнее г. Полоцка, северный берег оз. Глубокое, опушка сосняка орлякового	Сосна	В. В. Голубков	20 июля 1985 г.	MSK-L
	Между озерами Россолай и Глубокое, опушка сосняка орлякового	–	В. В. Голубков	20 июля 1985 г.	MSK-L
Витебская область, Россонский район	Окрестности д. Юховичи, край верхового болота	Береза	В. В. Голубков	29 сентября 1987 г.	MSK-L
Витебская область, Шумилинский район	25 км северо-западнее г. Шумилино, окрестности оз. Россолай	Береза	В. В. Голубков	20 июля 1985 г.	MSK-L
Гомельская область, Мозырский район	Мозырская гряда, березняк орляково-мшистый	Береза	В. В. Голубков	26 августа 1976 г.	MSK-L
Гомельская область, Хойникский район	Хойникское опытно-производственное лесничество, опушка дубравы разнотравной	Сосна	Н. В. Горбач	29 мая 1969 г.	MSK-L

Окончание табл. 1
Ending table 1

Регион	Локалитет	Субстрат	Коллектор	Дата сбора	Гербарий
Гродненская область, Гродненский район	Окрестности аг. Гожа и д. Мельники, Гожское лесничество, квартал № 21	–	Г. В. Вынаев	22 июля 1973 г.	MSK-L
	Окрестности д. Рыбницы	Сосна	А. Бумбуль	–	MSK-L
Гродненская область, Новогрудский район	4 км северо-восточнее д. Бор, ельник мшистый	Ель	П. Н. Белый	10 сентября 2010 г.	MSKH (образец № 5178)
Гродненская область, Свислочский район	1 км юго-восточнее д. Рудни	Береза	В. В. Голубков	29 сентября 1984 г.	MSK-L
Минская область, Логойский район	2 км от г. п. Плещеницы, правая сторона Витебского шоссе, сосняк мшистый	Сосна	В. В. Голубков	22 июля 1975 г.	MSK-L
Минская область, Мядельский район	Национальный парк «На- рочанский», ландшафтный заказник «Голубые озера», окрестности д. Ольшево, пойма р. Страчи, ельник черничный	Сосна	В. В. Голубков	6 августа 1976 г.	MSK-L
Могилёвская область, Осиповичский район	Осиповичский опытный лесхоз, Цельское лесничество, квартал № 23	Береза	Н. В. Горбач	31 мая 1968 г.	MSK-L

Вид *B. kuemmerleana*. Таллом длиной до 10 см, повисающий, от светло-коричневого до темно-коричневого, иногда с темными фрагментами, чаще матовый, в основании и местах ветвления с мучнистым налетом (рис. 3). Углы между ветвями различны. Ветвление нерегулярное, в основном изотомически-дихотомическое, без боковых веточек и колючек. Псевдоцифеллы рассеянные, хорошо заметные, беловато-коричневого цвета. Соралии бугорчатые, щелевидные, шире ветвей, на которых образуются. Апотеции и пикниды не обнаружены.



Рис. 3. Типичный таллом вида *B. kuemmerleana* (а).
На увеличенном фрагменте (б) стрелками указано развитие
мучнистого налета в основании таллома

Fig. 3. Typical thallus of species *B. kuemmerleana* (a).
On the enlarged fragment (b) the arrows indicate the pruina
at the basal part of the thallus

Химический состав. Норстиктовая кислота, иногда атранорин.

Экология. На территории Беларуси вид *B. kuemmerleana* произрастает в различных биотопах: в сосняках собраны 2 образца (40 %), в дубраве и на открытом месте найдено по 1 образцу (в сумме 40 %). Для 1 образца (20 %) информация об условиях произрастания отсутствовала.

В качестве субстрата вид предпочитает кору деревьев. Так, 2 образца (40 %) произрастали на сосне обыкновенной, по 1 образцу (в сумме 60 %) было найдено на ели европейской, березе повислой и дубе черешчатом.

Распространение. Вид *B. kuemmerleana* произрастает в Европе и Азии, чаще встречаясь на севере бореальной зоны [2]. Поскольку ранее этот вид рассматривался в качестве хемотипа группы *B. implexa* s. l., его распространение изучено недостаточно. В Беларуси вид *B. kuemmerleana* встречается крайне редко: известны лишь 5 локалитетов (рис. 4).

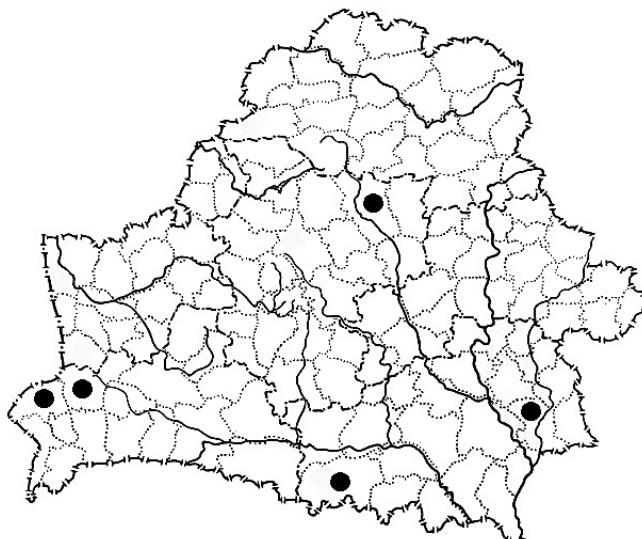


Рис. 4. Распространение вида *B. kuemmerleana* на территории Беларуси

Fig. 4. Distribution of species *B. kuemmerleana* in Belarus

Отличие от схожих таксонов. Ранее вид *B. kuemmerleana* рассматривался в качестве хемотипа группы *B. implexa* s. l., содержащего норстиктовую кислоту [2]. Согласно современным данным от схожих видов *B. kuemmerleana* отличается морфологически (наличием мучнистого налета) и химически (содержанием норстиктовой кислоты) [2; 5]. Результаты исследования показали, что мучнистый налет хорошо развит менее чем у 50 % образцов и также может присутствовать у других видов секции *Implexae* рода *Bryoria*, поэтому наличие норстиктовой кислоты, по-видимому, является единственным четким критерием, позволяющим провести корректную идентификацию изучаемого материала.

Исследованные образцы. Информация о месте и дате сбора, а также коллекторе проанализированных гербарных образцов вида *B. kuemmerleana* приведена в табл. 2.

Таблица 2

Данные этикеток исследованных гербарных образцов вида *B. kuemmerleana*

Table 2

Label data of the studied herbarium specimens of species *B. kuemmerleana*

Регион	Локалитет	Субстрат	Коллектор	Дата сбора	Гербарий
Брестская область, Каменецкий район	Национальный парк «Беловежская пуща», Хвойническое лесничество, квартал № 349, 5 км севернее д. Хвойник, дубрава елово-черничная	Поваленная ель	А. Г. Цуриков, В. В. Голубков	9 августа 2018 г.	GSU
Брестская область, Пружанский район	Окрестности г. п. Ружаны, Михалинское лесничество	Сосна	А. И. Осмоловская	Июль 1965 г.	MSK-L

Окончание табл. 2
Ending table 2

Регион	Локалитет	Субстрат	Коллектор	Дата сбора	Гербарий
Гомельская область, Гомельский район	Окрестности д. Терюхи, открытое место	Пень дуба	–	18 мая 1980 г.	MSK-L
Гомельская область, Лельчицкий район	Национальный парк «Припятский», Млынокское лесничество, квартал № 104, сосняк березово-вересковый	Береза	В. В. Голубков	13 августа 1982 г.	MSK-L
Минская область, Борисовский район	Окрестности д. Борки, верховое болото, сосняк пушицево-сфагновый	Сосна	В. В. Голубков	22 апреля 1991 г.	MSK-L

Вид *B. vrangiana*. Таллом длиной до 25 см, повисающий, от матового до слегка блестящего, светло-коричневый или коричневый, редко темно-коричневый, крайне редко очень светлый, почти всегда с выраженным оливково-зеленоватым оттенком (рис. 5), часто присутствуют темные (до черных) участки. Углы между ветвями преимущественно тупые. Псевдоцифеллы мелкие, редкие, удлинненно-веретеновидные, одного цвета с талломом. Соралии варьируют в количестве (от обильных до отсутствующих), обычно округлые, выпуклые, шире веточек, на которых расположены. Апотеции и пикниды не обнаружены.



Рис. 5. Типичный таллом вида *B. vrangiana* с оливково-зеленоватым оттенком
Fig. 5. Typical thallus of species *B. vrangiana* showing its olive-green colour

Химический состав. Известны 3 хемотипа этого вида [2; 5] (все они обнаружены в Беларуси): хемотип I характеризуется наличием гирофоровой кислоты, иногда атранорина, соралии могут содержать фумарпротоцеттаровую кислоту (24 образца, или 39,3 %), хемотип II содержит фумарпротоцеттаровую кислоту (35 образцов, или 57,4 %), хемотип III отличается отсутствием химических веществ (2 образца, или 3,3 %).

Экология. На территории Беларуси все 3 хемотипа имеют схожую экологическую и субстратную приуроченность. Вид *B. vrangiana* произрастает как в хвойных (преимущественно сосновых), так и в лиственных лесах. В сосняках были собраны 15 образцов (24,6 %), в березняках – 10 образцов (16,4 %), в лаге болотного массива – 6 образцов (9,8 %), в ельниках – 5 образцов (8,2 %), в дубравах – 4 образца (6,6 %). Для 21 образца (34,4 %) информация об условиях произрастания отсутствовала.

В качестве субстрата вид предпочитает кору деревьев: 35 образцов (57,4 %) произрастали на березе повислой, 10 образцов (16,4 %) – на сосне обыкновенной, 5 образцов (8,2 %) – на ели европейской, 2 образца (3,3 %) – на дубе черешчатом, по 1 образцу (в сумме 3,3 %) – на иве белой (*Salix alba* L.) и липе сердцелистной (*Tilia cordata* Mill.). Еще 1 образец (1,6 %) был найден на заборе. Для оставшихся 6 образцов (9,8 %) информация о субстрате отсутствовала.

Распространение. Вид *B. vrangiana* произрастает в Европе, Азии и Северной Америке [2; 5]. В Беларуси он является самым распространенным представителем рода *Bryoria*, встречаясь преимущественно в северо-западных регионах страны (рис. 6).



Рис. 6. Распространение вида *B. vrangiana* на территории Беларуси:
 а – хемотип I; б – хемотип II; в – хемотип III

Fig. 6. Distribution of species *B. vrangiana* in Belarus:
 a – chemotype I; b – chemotype II; c – chemotype III

Отличие от схожих таксонов. Ранее вид *B. vrangiana* рассматривался в составе хемотипов группы *B. implexa* s. l. [2; 9]. Согласно современной концепции [2] вид является химически вариабельным. При этом по химическому составу достаточно легко могут быть идентифицированы только образцы хемотипа I, содержащие гирофоровую кислоту, поскольку остальные виды рода *Bryoria* на территории Европы не продуцируют это вещество. Морфологически образцы всех 3 хемотипов отличаются характерным оливковым оттенком, который наблюдается как у темноокрашенных, так и у светлоокрашенных форм, а также наличием удлинненно-веретеновидных псевдоцифелл одного цвета с талломом.

Исследованные образцы. Информация о месте и дате сбора, а также коллекторе проанализированных гербарных образцов вида *B. vrangiana* приведена в табл. 3.

Таблица 3

Данные этикеток исследованных гербарных образцов вида *B. vrangiana*

Table 3

Label data of the studied herbarium specimens of species *B. vrangiana*

Регион	Локалитет	Субстрат	Коллектор	Дата сбора	Гербарий
<i>Хемотип I</i>					
Брестская область, Каменецкий район	Национальный парк «Беловежская пуща», Королево-Мостовское лесничество, квартал № 825	Береза	В. В. Голубков	1982 г.	MSK-L

Продолжение табл. 3
Continuation of the table 3

Регион	Локалитет	Субстрат	Коллектор	Дата сбора	Гербарий
Брестская область, Лунинецкий район	Окрестности аг. Дятловичи	Забор	Н. В. Кацуба	25 августа 1999 г.	MSK-L
Брестская область, Пружанский район	Национальный парк «Беловежская пуца», Королево-Мостовское лесничество, квартал № 591, окрестности хут. Перерово, дубрава кисличная	–	В. В. Голубков	25 июля 1984 г.	MSK-L
	Национальный парк «Беловежская пуца», Переровское лесничество, квартал № 588, край верхового болота	Ива	В. В. Голубков	22 июня 1983 г.	MSK-L
Витебская область, Верхнедвинский район	Окрестности д. Прошки, сосняк вересковый	Береза	В. В. Голубков	5 июня 1982 г.	MSK-L
	1 км западнее д. Сукали, сосняк чернично-мшистый	–	В. В. Голубков	18 июня 1986 г.	MSK-L
	Окрестности д. Сукали, остров на оз. Освея, сосняк березово-черничный	Береза	В. В. Голубков	17 июня 1986 г.	MSK-L
Витебская область, Глубокский район	Глубокское лесничество, квартал № 89	Береза	Н. В. Горбач	10 июля 1958 г.	MSK-L
Витебская область, Лепельский район	Березинский биосферный заповедник, Домжерицкое лесничество, лагг болотного массива Савский Мох	Береза	П. Н. Белый	18 сентября 2006 г.	MSKH (образец № 6592)
	Березинский биосферный заповедник, Домжерицкое лесничество, квартал № 270	Береза	П. Н. Белый	20 октября 2006 г.	MSKH (образец № 6583)
	Березинский биосферный заповедник, ур. Залазы	Сосна	Н. В. Горбач	–	MSK-L
	Военная база «Боровка»	Береза	П. Н. Белый	22 мая 2010 г.	MSKH (образец № 6604)
	2,5 км юго-восточнее д. Барсуки	Ель	П. Н. Белый	21 июля 2016 г.	MSKH (образец № 6619)
	2 км западнее д. Домжерицы, опушка березняка	Береза	В. В. Голубков	18 мая 1986 г.	MSK-L
	2 км западнее д. Рожно, сосняк можжевельново- мшистый	Сосна	В. В. Голубков	18 мая 1986 г.	MSK-L
Гомельская область, Житковичский район	Национальный парк «Припятский», Переровское лесничество, квартал № 20	Сосна	О. П. Шахрай	18 июля 1973 г.	GSU

Продолжение табл. 3
 Continuation of the table 3

Регион	Локалитет	Субстрат	Коллектор	Дата сбора	Гербарий
Гродненская область, Свислочский район	Национальный парк «Беловежская пуца», Свислочское лесничество, квартал № 34, 2 км северо-восточнее аг. Доброволя, ельник черничный	Ель	–	30 сентября 1984 г.	MSK-L
Минская область, Борисовский район	3,5 км западнее г. Борисова, правобережная часть долины р. Березины, сосняк с березой	Береза	А. Н. Скуратович	5 мая 2000 г.	MSK-L
Минская область, Воложинский район	Налибокская пуца, ельник мшистый	Ель	В. В. Голубков	9 сентября 1973 г.	MSK-L
Минская область, Логойский район	Окрестности г. п. Плещеницы, возле правой стороны Витебского шоссе (по направлению от г. п. Плещеницы), березняк можжевельново-разнотравный	Береза	–	22 июля 1975 г.	MSK-L
	2 км от г. п. Плещеницы, правая сторона Витебского шоссе, сосняк мшистый	Сосна	–	7 октября 2000 г.	MSK-L
Минская область, Минский район	Окрестности д. Слободщины, обочина Московского шоссе	Липа	Г. Былицкий	8 ноября 1975 г.	MSK-L
Минская область, Мядельский район	Окрестности оз. Нарочь, д. Степеново, сосняк мшистый	Сосна	–	18 июля 1979 г.	MSK-L
Могилёвская область, Осиповичский район	Осиповичский опытный лесхоз, Цельское лесничество, квартал № 23	Береза	Н. В. Горбач	31 мая 1968 г.	MSK-L
<i>Хемотип II</i>					
Брестская область, Каменецкий район	Национальный парк «Беловежская пуца», Королево-Мостовское лесничество, квартал № 740, выдел № 38, ельник кисличный	Ель	П. Н. Белый	17 октября 2009 г.	MSKH (образец № 1992)
	Национальный парк «Беловежская пуца», Королево-Мостовское лесничество, квартал № 830	Береза	В. В. Голубков	1983 г.	MSK-L
	Национальный парк «Беловежская пуца», Королево-Мостовское лесничество, квартал № 777, 3,5 км северо-восточнее д. Каменюки	Дуб	В. В. Голубков	–	MSK-L
	Национальный парк «Беловежская пуца», окрестности д. Каменки, вдоль дороги	Сосна	Г. В. Вынаев, Третьяков	22 февраля 1981 г.	MSK-L

Продолжение табл. 3
Continuation of the table 3

Регион	Локалитет	Субстрат	Коллектор	Дата сбора	Гербарий
Брестская область, Каменецкий район	Национальный парк «Беловежская пуща», Пашуковское лесничество, терраса р. Лесной, окрестности д. Подбельские Огородники	–	–	28 июля 1972 г.	MSK-L
Брестская область, Пружанский район	Национальный парк «Беловежская пуща», Переровское лесничество, квартал № 712, 4 км западнее хут. Вискули, дубрава разнотравная	Дуб	В. В. Голубков	20 июня 1983 г.	MSK-L
	Национальный парк «Беловежская пуща», Переровское лесничество, квартал № 712, 4 км западнее хут. Вискули, дубрава разнотравная	Береза	В. В. Голубков	20 июня 1983 г.	MSK-L
	Шоссе на г. Пружаны, сосняк вересковый	Сосна	Е. Е. Блудов	13 мая 1977 г.	MSK-L
Витебская область, Верхнедвинский район	1 км западнее д. Сукали, переходная полоса от сосняка сфагнового в сосняк чернично-мшистый	–	В. В. Голубков	18 июня 1986 г.	MSK-L
Витебская область, Докшицкий район	Окрестности д. Малые Ситцы	Ель	М. П. Томин	1 августа 1946 г.	MSK-L
Витебская область, Лепельский район	Военная база «Боровка»	Береза	П. Н. Белый	22 мая 2010 г.	MSKH (образец № 6605)
	Березинский биосферный заповедник, Домжерицкое лесничество, квартал № 270, лагг болотного массива Савский Мох	Береза	П. Н. Белый	20 октября 2006 г.	MSKH (образец № 6573)
	Березинский биосферный заповедник, Домжерицкое лесничество, квартал № 284, выдел № 7	Береза	П. Н. Белый	18 сентября 2006 г.	MSKH (образец № 6597)
	Березинский биосферный заповедник, Домжерицкое лесничество, квартал № 284, выдел № 7	Береза	П. Н. Белый	19 сентября 2006 г.	MSKH (образец № 6611)
	Березинский биосферный заповедник, Домжерицкое лесничество, квартал № 314, ур. Лужа, сосняк долгомошный	Береза	П. Н. Белый	20 сентября 2006 г.	MSKH (образец № 6614)
	Березинский биосферный заповедник, Крайцевское лесничество, квартал № 560, выдел № 6, у берега Пострежского болота	Сосна	П. Н. Белый	18 апреля 2007 г.	MSKH (образец № 6601)

Регион	Локалитет	Субстрат	Коллектор	Дата сбора	Гербарий
Витебская область, Лепельский район	Березинский биосферный заповедник, 2 км западнее д. Домжерицы, перекресток шоссе, опушка березняка	Береза	В. В. Голубков	18 мая 1986 г.	MSK-L
Витебская область, Россонский район	2 км юго-западнее д. Межно, сосняк елово-березово-вересково-мшистый	Береза	В. В. Голубков	2 сентября 1988 г.	MSK-L
	Окрестности д. Мошницы, березняк	Береза	В. В. Голубков	26 июня 1986 г.	MSK-L
	Окрестности д. Ножницы и оз. Синьша, березняк	Береза	В. В. Голубков	23 июня 1986 г.	MSK-L
	Окрестности д. Юховичи, ельник сосново-березово-чернично-мшистый	Береза	В. В. Голубков	30 сентября 1987 г.	MSK-L
	9 км северо-западнее д. Юховичи, край верхового болота, сосняк черничный	–	В. В. Голубков	3 октября 1986 г.	MSK-L
	Южный берег болота Большой Мох	Сосна	В. В. Голубков	15 октября 1984 г.	MSK-L
Гомельская область, Житковичский район	Национальный парк «Припятский», Переровское лесничество, квартал № 3, окрестности д. Хлупин, пойменная дубрава	Береза	В. В. Голубков	24 августа 1983 г.	MSK-L
Гомельская область, Лельчицкий район	Национальный парк «Припятский», Сологубовское лесничество, березняк злаковый	Береза	О. П. Шахрай	23 июля 1975 г.	GSU
Гомельская область, Мозырский район	Мозырская гряда, березняк орляковый	Береза	–	26 августа 1976 г.	MSK-L
	Окрестности д. Провтюки, березняк орляковый	Береза	В. В. Голубков	26 августа 1977 г.	MSK-L
Гомельская область, Светлогорский район	г. Светлогорск (лесопарк «Ю.-3.»), сосняк мшистый с березой	Береза	Л. А. Кравчук	8 июля 1999 г.	MSK-L
Гродненская область, Мостовский район	2 км севернее д. Черленки, берег р. Щары	Береза	Г. П. Антонов	15 мая 1987 г.	MSK-L
	2 км севернее д. Черленки, берег р. Щары	Береза	Г. П. Антонов	19 мая 1987 г.	MSK-L
Гродненская область, Свислочский район	Язвинское лесничество, квартал № 110, сосняк мшистый	Береза	В. В. Голубков	25 июля 1984 г.	MSK-L
Минская область, Борисовский район	Окрестности д. Борки, верховое болото, сосняк пушицево-сфагновый	Сосна	–	22 апреля 1991 г.	MSK-L
Минская область, Воложинский район	Раковское лесничество, квартал № 40, выдел № 6, 0,37 км юго-восточнее д. Душково, ельник мшистый	–	П. Н. Белый	28 июля 2009 г.	MSKH (образец № 6570)

Окончание табл. 3
Ending table 3

Регион	Локалитет	Субстрат	Коллектор	Дата сбора	Гербарий
Минская область, Логойский район	Окрестности г. п. Плещеницы, возле правой стороны Витебского шоссе (по направлению от г. п. Плещеницы), березняк разнотравный	Береза	В. В. Голубков	22 июля 1975 г.	MSK-L
Минская область, Мядельский район	Ландшафтный заказник «Голубые озера», березняк елово-черничный	Береза	В. В. Голубков	8 августа 1975 г.	MSK-L
<i>Хемотип III</i>					
Минская область, Дзержинский район	Негорельский учебно-опытный лесхоз	Береза	Н. В. Горбач	1952 г.	MSK-L
Витебская область, Глубокский район	Глубокское лесничество, квартал № 89	Береза	Н. В. Горбач	10 июля 1958 г.	MSK-L

Заключение

В результате ревизии 207 образцов лишайников рода *Bryoria* с использованием метода тонкослойной хроматографии были выявлены 61 образец вида *B. vrangiana*, 32 образца вида *B. implexa* s. str. и 5 образцов вида *B. kuemmerleana*. Виды *B. kuemmerleana* и *B. vrangiana* впервые приводятся для территории Беларуси, причем вид *B. vrangiana* является наиболее распространенным представителем изучаемого рода в республике. Полученные в ходе исследования данные уточняют экологию и географию вышеуказанных видов как в пределах Беларуси, так и в пределах Европы в целом.

Библиографические ссылки

- Nadyeina O, Cornejo C, Boluda CG, Myllys L, Rico VJ, Crespo A, et al. Characterization of microsatellite loci in lichen-forming fungi of *Bryoria* section *Implexae* (Parmeliaceae). *Applications in Plant Sciences*. 2014;2(7):1400037. DOI: 10.3732/apps.1400037.
- Velmalala S, Myllys L, Goward T, Holien H, Halonen P. Taxonomy of *Bryoria* section *Implexae* (Parmeliaceae, Lecanoromycetes) in North America and Europe, based on chemical, morphological and molecular data. *Annales Botanici Fennici*. 2014;51(6):345–371. DOI: 10.5735/085.051.0601.
- Boluda CG, Rico VJ, Divakar PK, Nadyeina O, Myllys L, McMullin RT, et al. Evaluating methodologies for species delimitation: the mismatch between phenotypes and genotypes in lichenized fungi (*Bryoria* sect. *Implexae*, Parmeliaceae). *Persoonia*. 2019; 42:75–100. DOI: 10.3767/persoonia.2019.42.04.
- Nimis PL, Martellos S. *ITALIC 7.0, The Information System on Italian Lichens* [Internet]. Trieste: University of Trieste, Department of Life Sciences; 2022 [cited 2023 January 21]. Available from: <https://italic.units.it>.
- Андреев МП, Ахти Т, Гагарина ЛВ, Гимельбрант ДЕ, Жданов ИС, Конорева ЛА и др. *Флора лишайников России: семейство Parmeliaceae = The lichen flora of Russia: family Parmeliaceae*. Андреев МП, Ахти Т, Гагарина ЛВ, Гимельбрант ДЕ, редакторы. Москва: Товарищество научных изданий КМК; 2022. 187 с.
- Tsurykau A. A provisional checklist of the lichens of Belarus. *Opuscula Philolichenum*. 2018;17:374–479.
- Яцына АП, Голубков ВВ, Гимельбрант ДЕ, Конорева ЛА, Кузнецова ЕС, Чесноков СВ. *Флора Беларуси: лишайники. Том 1*. Парфенов ВИ, редактор. Минск: Беларуская навука; 2019. 341 с.
- Горбач НВ. Лішайнікі роду *Alectoria* Ach. у Беларусі. *Весці Акадэміі навук Беларускай ССР. Серыя біялагічных навук*. 1965;1:55–58.
- Myllys L, Velmalala S, Holien H. *Bryoria*. In: Thell A, Moberg R, editors. *Nordic lichen flora. Volume 4, Parmeliaceae*. Göteborg: Zetterqvist Tryckeri AB; 2011. p. 26–37.

References

- Nadyeina O, Cornejo C, Boluda CG, Myllys L, Rico VJ, Crespo A, et al. Characterization of microsatellite loci in lichen-forming fungi of *Bryoria* section *Implexae* (Parmeliaceae). *Applications in Plant Sciences*. 2014;2(7):1400037. DOI: 10.3732/apps.1400037.
- Velmalala S, Myllys L, Goward T, Holien H, Halonen P. Taxonomy of *Bryoria* section *Implexae* (Parmeliaceae, Lecanoromycetes) in North America and Europe, based on chemical, morphological and molecular data. *Annales Botanici Fennici*. 2014;51(6):345–371. DOI: 10.5735/085.051.0601.
- Boluda CG, Rico VJ, Divakar PK, Nadyeina O, Myllys L, McMullin RT, et al. Evaluating methodologies for species delimitation: the mismatch between phenotypes and genotypes in lichenized fungi (*Bryoria* sect. *Implexae*, Parmeliaceae). *Persoonia*. 2019; 42:75–100. DOI: 10.3767/persoonia.2019.42.04.

4. Nimis PL, Martellos S. *ITALIC 7.0, The Information System on Italian Lichens* [Internet]. Trieste: University of Trieste, Department of Life Sciences; 2022 [cited 2023 January 21]. Available from: <https://italic.units.it>.
5. Andreev MP, Ahti T, Gagarina LV, Himelbrant DE, Zhdanov IS, Konoreva LA, et al. *The lichen flora of Russia: family Parmeliaceae*. Andreev MP, Ahti T, Gagarina LV, Himelbrant DE, editors. Moscow: KMK Scientific Press; 2022. 187 p. Russian.
6. Tsurykau A. A provisional checklist of the lichens of Belarus. *Opuscula Philolichenum*. 2018;17:374–479.
7. Yatsyna AP, Golubkov VV, Himelbrant DE, Konoreva LA, Kuznetsova ES, Chesnokov SV. *Flora Belarusi: lishainiki. Tom 1* [Flora of Belarus: lichens. Volume 1]. Parfenov VI, editor. Minsk: Belaruskaja navuka; 2019. 341 p. Russian.
8. Gorbach NV. [Lichens of the genus *Alectoria* Ach. in Belarus]. *Vesci Akadjemii navuk Belaruskaj SSR. Seryja bijalagichnyh navuk*. 1965;1:55–58. Belarusian.
9. Myllys L, Velmala S, Holien H. *Bryoria*. In: Thell A, Moberg R, editors. *Nordic lichen flora. Volume 4, Parmeliaceae*. Göteborg: Zetterqvist Tryckeri AB; 2011. p. 26–37.

Получена 24.01.2023 / исправлена 20.02.2023 / принята 22.02.2023.
Received 24.01.2023 / revised 20.02.2023 / accepted 22.02.2023.