

УДК 582.293.378(476)

КЛЮЧ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИШАЙНИКОВ РОДА *XANTHOPARMELIA* (PARMELIACEAE, ASCOMYCOTA) БЕЛАРУСИ

П. Н. БЕЛЫЙ

Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси

А. Г. ЦУРИКОВ

кандидат биологических наук, доцент

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины

В. В. ГОЛУБКОВ

Институт экспериментальной ботаники

Национальной академии наук Беларуси

Проведенная ревизия лишайников рода *Xanthoparmelia* показала, что в настоящее время род представлен в Беларуси 6 видами. Наиболее распространены: *Xanthoparmelia conspersa*, *X. verruculifera*, *X. delisei*, *X. loxodes* и *X. pulla*. Еще один вид – *Xanthoparmelia angustiphylla* является редким. Ревизия гербарного материала по роду *Xanthoparmelia* в Беларуси позволила дополнить данные о видовом разнообразии по рассматриваемому роду. Получены новые данные о видовом разнообразии лишайников рода *Xanthoparmelia* в республике. На основании изучения образцов лишайников рода *Xanthoparmelia*, хранящихся в ботанических коллекциях Беларуси и за рубежом составлен дихотомический ключ для определения видов рода и уточненные диагнозы таксонов.

Ключевые слова: хемотаксономия, лишенизированные грибы, *Parmeliaceae*, Беларусь.

Введение

Род *Xanthoparmelia* (Vain.) Hale (Parmeliaceae) к настоящему времени является самым крупным среди листоватых лишайников в мире и насчитывает более 800 видов, из которых 32 произрастают в Европе [1, 2]. Характерными признаками рода являются наличие особых полисахаридов клеточной стенки с лишенианом *Xanthoparmelia*-типа, голые лопасти, отсутствие истинных псевдоцифелл, наличие пор в коровом слое, короткие, с сужением в центре конидии и простые ризины [3]. Кроме этого, представители рода характеризуются значительной химической вариабельностью, образуя более 90 различных вторичных метаболитов и более 40 хемосиндромов [4]. Существует ряд вопросов, касающихся таксономии рода *Xanthoparmelia* [5–8]. В связи с критическим пересмотром трактования морфологически схожих видов, а также меняющимися взглядами на систематику, сведения о видовом разнообразии рода на территории Беларуси устарели, в связи с чем не представляется возможным проанализировать и адекватно оценить данные о разнообразии, распространении и экологии отдельных видов на территории республики. Кроме того, отсутствие современного ключа по лишайникам рода *Xanthoparmelia* Беларуси значительно затрудняет работу и, в ряде случаев, делает публикуемые флористические данные не корректными для таксономических обобщений.

Цель настоящей работы – составление ключа для определения видов рода *Xanthoparmelia*, встречающихся в Беларуси, на основании ревизии всех доступных образцов, хранящихся в гербариях республики и стран ближнего зарубежья, с комментариями относительно основных диагностических признаков таксонов, а также морфологически или химически близких к ним видов. Настоящий ключ значительно облегчит последующие работы по изучению и определению лишайников данного рода в Беларуси.

© Белый Н. П., 2018

© Цуриков А. Г., 2018

© Голубков В. В., 2018

Материал и методы исследований

Материалом для данного исследования послужили образцы лишайников рода *Xanthoparmelia*, хранящиеся в гербариях Белорусского государственного университета (MSKU), Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины (GSU), Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси (MSK-L), Центрального ботанического сада НАН Беларуси (MSKH) и Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (LE). Всего было изучено 206 гербарных образцов сборов 1905–2017 гг. Дублетные сборы, хранящиеся в разных гербариях, принимали за один гербарный образец. В том случае, если в гербарном пакете находилось более одного вида, каждый таксон учитывался как отдельный образец. Отличительные морфологические признаки образцов изучались с помощью стереомикроскопа Nikon SMZ-745. Состав вторичных метаболитов всех образцов был изучен методом тонкослойной хроматографии в системе растворителей “С” [9].

Результаты и их обсуждение

В Беларуси первыми найденными лишайниками рода *Xanthoparmelia* оказались *Xanthoparmelia conspersa* (Ehrh. ex Ach.) Hale и *X. pulla* (Ach.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch, указанные в 1913 году Г.К. Крейером под названиями *Parmelia conspersa* (Ehrh.) Ach. и *P. proluxa* (Ach.) Nyl., соответственно [10]. В 1920 году Е. и Фр. Бахманны привели *X. verruculifera* (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch (как *Parmelia glomellifera* Nyl.) [11]. Четвертый вид лишайников этого рода – *X. stenophylla* (Ach.) Ahti & D. Hawksw. – был приведен в 1992 г. В.В. Голубковым сначала как *Parmelia taractica* [12], а затем как *Xanthoparmelia moliuscula* (Ach.) Hale [13]. Позже, этот вид был также указан для Березинского биосферного заповедника как *X. somloënsis* (Gyeln.) Hale [14]. Пятый вид, *X. loxodes* (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch, был указан в 1997 году В.В. Голубковым для Минской возвышенности под названием *Neofuscelia loxodes* (Nyl.) Essl. [15]. Кроме этого, в обобщающей сводке пармелиоидных лишайников Европы для территории Беларуси упомянут вид *X. pokornyi* (Körb.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch [1]. Таким образом, до настоящего времени в Беларуси было известно 6 видов лишайников группы рода *Xanthoparmelia*: *Xanthoparmelia conspersa*, *X. loxodes*, *X. pulla*, *X. pokornyi*, *X. stenophylla* и *X. verruculifera*.

В результате обработки 206 образцов лишайников рода *Xanthoparmelia*, собранных в Беларуси в период с 1905 по 2017 гг. было установлено, что большинство определений вышеупомянутых видов являлось не верным, поскольку для их идентификации использовались устаревшие методы, основанные исключительно на морфологических признаках – окраске верхней поверхности слоевища, наличии или отсутствии соредий и изидий и др. [16]. Применение химических методов, в частности, тонкослойной хроматографии, позволило выявить, что *Xanthoparmelia pokornyi* и *X. stenophylla* ошибочно указывались для территории Республики. В частности, образцы, определенные ранее как *X. stenophylla*, содержат норстиктовую и комплекс веществ из группы стиктовой кислоты, и в действительности принадлежат другому виду – *X. angustiphylla* (Gyeln.) Hale. Произрастание *X. pokornyi* на территории Беларуси не было подтверждено в ходе ревизии, а поскольку единственное указание этого вида в литературе [1] является ошибочным (Т. Аhti, персональное сообщение), оба упомянутых вида должны быть исключены из списка лишайников Беларуси. Два вида – *Xanthoparmelia angustiphylla* и *X. delisei* (Duby) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch – не приводились ранее в литературных источниках и являются новыми для Республики Беларусь.

Таким образом, в настоящее время на территории республики встречается 6 видов этого рода: *Xanthoparmelia angustiphylla*, *X. conspersa*, *X. delisei*, *X. loxodes*, *X. pulla* и *X. verruculifera*. К наиболее распространенным видам относятся *Xanthoparmelia conspersa*, представленный 75 образцами (36,4% общего числа исследованных), *X. verruculifera* (48, или 23,3%), *X. delisei* (36, или 17,5%), *X. loxodes* (28, или 13,6%) и *X. pulla* (15, или 7,3%). Еще один вид – *Xanthoparmelia angustiphylla* – представлен только четырьмя образцами (1,9% общего числа исследованных) и является редким в Беларуси.

Подробный анализ анатомо-морфологических и химических характеристик показал, что в пределах данного рода можно выделить группы видов – химические “двойники”, имеющие одинаковый состав вторичных метаболитов, но отличающиеся по морфологическим признакам, и морфологические “двойники”, схожие по набору внешних признаков, но четко отличающиеся

по набору липайниковых кислот [17]. Именно наличие второй группы видов (морфологических “двойников”) затрудняет определение видов этого рода и зачастую приводит к ошибкам при их идентификации.

Среди идентифицированных в ходе исследования лишайников можно выделить две группы видов. К первой группе относятся виды *Xanthoparmelia*, содержащие усниновую кислоту: *X. angustiphylla* и *X. conspersa*. Ко второй группе принадлежат коричнево окрашенные представители (*Xanthoparmelia delisei*, *X. loxodes*, *X. pulla* и *X. verruculifera*), ранее относимые к роду *Neofuscelia* Essl.

В пределах каждой из групп можно выделить пары видов-двойников. Так, светлоокрашенные виды *Xanthoparmelia angustiphylla* и *X. conspersa* характеризуются идентичным химическим составом и являются химическими “двойниками”. Поэтому при определении видовой принадлежности образцов из этой группы основными критериями служат особенности морфологии образцов: *Xanthoparmelia angustiphylla* характеризуется полным отсутствием пропагул вегетативного размножения (изидий и соредий), в то время как изидии – характерный (хотя и не всегда хорошо выраженный) отличительный признак *X. conspersa*. Среди видов, не зарегистрированных в настоящее время в республике, но известных в соседних странах [18], *Xanthoparmelia protomatrae* (Gyeln.) Hale и *X. stenophylla* имеют схожие с *X. angustiphylla* морфологические характеристики, однако данные виды отличаются содержанием фумарпропотоцеттаровой и салациновой кислот соответственно. *Xanthoparmelia cumberlandia* (Gyeln.) Hale имеет схожий химический состав, но отличается светлой нижней поверхностью таллома. *Xanthoparmelia plittii* (Gyeln.) Hale – изидиозный таксон, сходный по химическому составу с *Xanthoparmelia angustiphylla* и *X. conspersa*. От *Xanthoparmelia conspersa* отличается более светлой нижней поверхностью: светло-коричневого либо коричневого (но никогда не черного) цвета [6, 19]. Еще один вид, известный из приграничных с Беларусью территорий, – *Xanthoparmelia mougeotii* (Schaer. ex D. Dietr.) Hale, имеет идентичный химический состав, однако отличается от видов, продуцирующих усниновую кислоту, образованием соредий на поверхности слоевища [18].

Среди темноокрашенных видов рода *Xanthoparmelia* выделяют 2 пары химических “двойников”. Виды *X. delisei* и *X. loxodes* характеризуются содержанием гломелловой, гломеллиферовой, перлатоловой и в некоторых случаях гирофоровой кислот. Для *X. pulla* и *X. verruculifera* характерно наличие стеноспоровой, диварикатовой и перлатоловой кислот в качестве основных веществ, часто сопровождаемых гирофоровой, леканоровой, 4-О-деметилстеноспоровой и оксостеноспоровой кислотами и атранорином, присутствующими в незначительной концентрации (иногда гирофоровая кислота содержится в высокой концентрации). В пределах каждой химической пары виды отличаются морфологически – *X. loxodes* и *X. verruculifera* всегда образуют изидии на поверхности таллома, но при этом часто неотличимы друг от друга при визуальном осмотре. Эти виды называют морфологическими «двойниками», четко отличающимися только своим химическим составом. *Xanthoparmelia delisei* и *X. pulla* являются второй парой морфологических «двойников», отличающихся от вышеупомянутых видов отсутствием пропагул вегетативного размножения. Такая морфологическая схожесть обычно не позволяет однозначно установить видовую принадлежность определяемого образца, поэтому различия в химическом составе являются определяющим критерием при разграничении указанных морфологических пар.

Тем не менее, образцы *Xanthoparmelia delisei*, по сравнению с *X. pulla*, имеют, как правило, более светлую окраску желтоватых оттенков, а также чуть более широкие лопасти [20]. Также отмечено, что *X. loxodes* в некоторых случаях отличается от *X. verruculifera* более светлой поверхностью таллома, несколько более широкими лопастями и более крупными изидиями [21]. Однако эти морфологические характеристики в значительной степени зависят от условий произрастания лишайников, варьируют в широких пределах и не являются достаточными для определения видовой принадлежности образцов. Поэтому разграничить эти виды можно только по результатам изучения состава вторичных метаболитов.

Ниже приводится ключ для определения видов рода *Xanthoparmelia* Беларуси. Поскольку данный род включает ряд химически и морфологически близких видов, большое значение при идентификации образцов имеет изучение состава вторичных лишайниковых метаболитов (лишайниковых веществ) методом тонкослойной хроматографии, а также тщательное изучение диагностических признаков слоевища в случае слабо развитых образцов.

Ключ для определения видов рода *Xanthoparmelia* Беларуси:

1. Таллом светлый, желтовато-зеленый, содержит усниновую кислоту2
– Таллом темный, коричневый, усниновая кислота отсутствует3
2. Изидии никогда не развиваются, нижняя поверхность лопастей темная
(черная в центральной части слоевища)*X. angustiphylla*
– Изидии всегда развиваются на поверхности слоевища,
нижняя поверхность лопастей черная*X. conspersa*
3. Изидии и соредии не развиваются на поверхности слоевища,
апотеции встречаются часто4
– Изидии развиваются на поверхности слоевища, соредии не развиваются,
апотеции встречаются редко5
4. Таллом желтовато-коричневый до темно-коричневого, содержит гломелловую
и гломеллиферовую кислоты*X. delisei*
– Таллом темно-коричневый до черновато-коричневого (редко светлых оттенков),
содержит стеноспорную и дивариковую кислоты*X. pulla*
5. Таллом желтовато-коричневый до темно-коричневого с лопастями до 3 мм шириной,
содержит гломелловую и гломеллиферовую кислоты*X. loxodes*
– Таллом коричневый до черно-коричневого (редко светлых оттенков)
с лопастями до 2 мм шириной, содержит стеноспорную и дивариковую
кислоты*X. verruculifera*

Заключение

Ревизия гербарного материала по роду *Xanthoparmelia* в Беларуси позволила дополнить данные о видовом разнообразии по рассматриваемому роду. Установлено, что в настоящее время род на территории республики представлен шестью видами. К наиболее распространенным видам относятся *Xanthoparmelia conspersa* (75 образцов, или 36,4% общего числа исследованных образцов), *X. verruculifera* (48, или 23,3%), *X. delisei* (36, или 17,5%), *X. loxodes* (28, или 13,6%) и *X. pulla* (15, или 7,3%). Еще один вид – *Xanthoparmelia angustiphylla* – представлен только четырьмя образцами (1,9% общего числа исследованных образцов). *Xanthoparmelia delisei* и *X. angustiphylla* являются новыми для Беларуси.

На основании анализа анатомо-морфологических и химических характеристик образцов лишайников рода *Xanthoparmelia*, хранящихся в ботанических коллекциях Беларуси и ближнего зарубежья, составлен ключ для определения указанных видов.

Благодарность. Авторы выражают глубокую благодарность профессору Т. Аhti (Хельсинкский университет) за информацию по виду *Xanthoparmelia pokornyi*, а также к.с.-х.н., доценту В.Д. Поликсеновой и С.М. Дробышевской (БГУ) за предоставленную возможность работы в гербарии БГУ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. A first checklist of parmelioid and similar lichens in Europe and some adjacent territories, adopting revised generic circumscriptions and with indications of species distributions / D. L. Hawksworth [et al.] // *The Lichenologist*. – 2008. – Vol. 40, № 1. – P. 1–21.
2. A review of the lichen family *Parmeliaceae* – history, phylogeny and current taxonomy / A. Thell [et al.] // *Nordic Journal of Botany*. – 2012. – Vol. 30, № 6. – P. 641–664.
3. Major clades of parmelioid lichens (Parmeliaceae, Ascomycota) and the evolution of their morphological and chemical diversity / O. Blanco [et al.] // *Molecular Phylogenetics and Evolution*. – 2006. – Vol. 39, № 1. – P. 52–69.
4. **Culberson, C. F.** Chemosyndromic variation in the *Parmelia pulla* group / C. F. Culberson, W.L. Culberson, T.L. Esslinger // *The Bryologist*. – 1977. – Vol. 80, № 1. – P. 125.
5. **Hale, M. E.** *Bulbothrix*, *Parmelina*, *Relicina* and *Xanthoparmelia*, four new genera in the Parmeliaceae / M. E. Hale // *Phytologia*. – 1974. – Vol. 28. – P. 479–490.
6. **Hale, M. E.** A synopsis of the lichen genus *Xanthoparmelia* (Vainio) Hale (Ascomycotina, Parmeliaceae) / M. E. Hale // *Smithsonian Contributions to Botany*. – 1990. – Vol. 74. – P. 1–250.

7. A new classification of parmelioid lichens containing *Xanthoparmelia*-type lichenan (Ascomycota: Lecanorales) based on morphological and molecular evidence / O. Blanco [et al.] // Taxon. – 2004. – Vol. 53, № 4. – P. 959.
8. **Esslinger, T. L.** A new status for the brown Parmeliae / T. L. Esslinger // Mycotaxon. – 1978. – Vol. 7. – P. 45–54.
9. **Orange, A.** Microchemical methods for the identification of lichens / A. Orange, P. W. James, F. J. White. – London: British Lichen Society, 2001. – 101 p.
10. **Крейер, Г. К.** К флоре лишайников Могилевской губернии. Сборы 1908–1910 годов / Г. К. Крейер // Труды Императорского С.-Петербургского Ботанического Сада. – 1913. – Т. 31, № 2. – С. 263–440.
11. **Bachmann, E.** Litauische Flechten / E. Bachmann, F. Bachmann // Hedwigia. – 1920. – Vol. 61, № 6. – P. 308–342.
12. **Голубков, В. В.** Лишайники охраняемых природных территорий Беларуси (флористическая и эколого-географическая характеристика) : дис. ... канд. биол. наук. 03.00.05; 03.00.24 / В. В. Голубков. – Минск, 1992. – 503 л.
13. **Голубков, В. В.** Влияние антропогенной трансформации ландшафтов на особенности распространения и разнообразия лишайников в Белорусском Поозерье / В. В. Голубков // Сохранение биологического разнообразия Белорусского Поозерья : тезисы докладов региональной научно-практической конференции, Витебск, 25–26 апреля 1996 г. / ВГУ; редкол.: А. М. Дорофеев [и др.]. – Витебск, 1996. – С. 81–82.
14. **Белый, П. Н.** Дополнение к лишенофлоре Березинского биосферного заповедника / П. Н. Белый, В. В. Голубков // Сб. науч. тр. / Ин-т эксперимент. бот. НАН Беларуси. – Минск, 2012. – Вып. 41 : Ботаника (исследования). – С. 84–98.
15. **Голубков, В. В.** Предварительные данные по лишайникам Минской возвышенности / В. В. Голубков, С. М. Есис // Актуальные проблемы природознаўства : матэрыялы юбілейнай навуковай канферэнцыі, прысвечанай 25-годдзю факультэта прыродазнаўства, 2–4 красавіка 1996 г. / БДПУ імя М. Танка; редкол.: А. Р. Александровіч [и др.]. – Минск, 1997. – С. 66–73.
16. **Горбач, Н. В.** Лишайники Белоруссии. Определитель / Н. В. Горбач. – Минск : Наука и техника, 1973. – 368 с.
17. Хемотаксономические исследования видов рода *Xanthoparmelia* (Parmeliaceae, Lecanorales, Ascomycota) в Центральном Черноземье России / Е. Э. Мучник [и др.] // Растительные ресурсы. – 2013. – № 46(3). – С. 423–434.
18. The lichen family Parmeliaceae in Poland. *Xanthoparmelia* species containing usnic acid / P. Kanigowski [et al.] // Herzogia. – 2016. – Vol. 29. – P. 108–119.
19. The lichen genus *Xanthoparmelia* (Ascomycotina, Parmeliaceae) in Italy / P. Giordani [et al.] // The Lichenologist. – 2002. – № 34. – P. 189–198.
20. Thell, A. Nordic lichen flora. Vol. 4. Parmeliaceae / A. Thell, R. Moberg. – Göteborg : Zetterqvist tryckeri, 2011. – 184 p.
21. **Szczepańska, K.** The lichen-forming fungi of the *Xanthoparmelia pulla* group (Parmeliaceae, Ascomycota) in Poland / K. Szczepańska, Kossowska // Acta Societatis Botanicorum Poloniae. – 2014. – Vol. 83, № 1. – P. 59–65.

Поступила в редакцию 02.05.2018 г

Контакты: pavel.bely@tut.by (Белый Павел Николаевич)

tsurykau@gmail.com (Цуриков Андрей Геннадьевич)

vgolubkov@tut.by (Голубков Владимир Владимирович)

Bely P., Tsurikov A., Golubkov V. THE KEY TO THE LICHEN GENUS *XANTHOPARMELIA* (PARMELIACEAE, LICHENIZED ASCOMYCOTA) IN BELARUS.

The main aim of the study is to provide a key to the *Xanthoparmelia* species occurring in Belarus. The study is based on specimens collected in Belarus during 1905–2017 and deposited in the main herbaria of the country and abroad. Two hundred and six lichen specimens of *Xanthoparmelia* have been studied regarding their chemical (thin layer chromatography, solvent system “C”) and

morphological characteristics. Six species of *Xanthoparmelia* have been identified, of which *X. conspersa*, *X. verruculifera*, *X. delisei*, *X. loxodes* and *X. pulla* appear to be common species in Belarus, while *Xanthoparmelia angustiphylla* is a rare species. The revision allowed to obtain the data on species diversity within the genus in Belarus. The dichotomous key to the *Xanthoparmelia* species is compiled.

Keywords: chemotaxonomy, lichenized fungi, *Parmeliaceae*, Belarus