
БІАЛОГІЯ

УДК 57.063.7:582.29(476)

**Ирина Михайловна Болсун¹, Андрей Геннадьевич Цуриков^{2,3},
Владимир Владимирович Голубков⁴, Павел Николаевич Белый⁵**

¹студент 4-го курса биологического факультета
Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины

²д-р биол. наук, доц., проф. каф. биологии
Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины

³д-р биол. наук, доц., проф. каф. общей и биорганической химии
Гомельского государственного медицинского университета

⁴канд. биол. наук, доц.
⁵канд. биол. наук, доц., ученый секретарь
Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси

Iryna Bolsun¹, Andrei Tsurykau^{2,3}, Vladimir Golubkov⁴, Pavel Bely⁵

¹4th Year Student of the Faculty of Biology
of Francisk Skorina Gomel State University
²Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Biology
of Francisk Skorina Gomel State University

³Doctor of Biological Sciences, Associate Professor,
Professor of the Department of General and Bioorganic Chemistry
of Gomel State Medical University

⁴Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

⁵Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,
Scientific Secretary of Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus
e-mail: ¹irisha.bolsun@gmail.com; ²tsurykau@gmail.com; ³vgolubkov@tut.by; ⁴belyj@cbg.org.by

РЕВИЗИЯ ЛИШАЙНИКОВ РОДА USNEA БЕЛАРУСИ. IV. USNEA GLABRATA, U. GLABRESCENS, U. PRAETERVISA

Проведена ревизия доступного гербарного материала лишайников рода *Usnea*, собранного на территории Беларуси в период 1924–2018 гг. Методом тонкослойной хроматографии было выявлено четыре таксона лишайников рода *Usnea*, содержащих норстиктовую кислоту в качестве основного вторичного метаболита сердцевины – *Usnea glabrata*, *U. glabrescens* var. *glabrescens*, *U. glabrescens* var. *fulvoreagens* и *U. praetervisa*, из которых *Usnea praetervisa* ранее не приводился для территории Беларуси. Представлено морфологическое описание данных видов, их химический состав, особенности экологии и данные по распространению на территории Беларуси.

Ключевые слова: биоразнообразие, вторичные метаболиты, норстиктовая кислота, распространение, экология.

Revision of Lichens of the Genus *Usnea* in Belarus. IV. *Usnea glabrata*, *U. glabrescens*, *U. praetervisa*

Revision of the available herbarium material of the lichen genus *Usnea* collected on the territory of Belarus in the period of 1924–2018 was carried out. Using thin-layer chromatography, four taxa of *Usnea* containing norstictic acid as the main secondary metabolite were identified, namely *Usnea glabrata*, *U. glabrescens* var. *glabrescens*, *U. glabrescens* var. *fulvoreagens* and *U. praetervisa*, of which *Usnea praetervisa* has not been previously reported for Belarus. Morphological descriptions of these species, their chemical composition, ecological features and data on distribution on the territory of Belarus are presented.

Key words: biodiversity, secondary metabolites, norstictic acid, distribution, ecology.

Введение

Род *Usnea* Dill. ex Adans. является одним из самых многочисленных в семействе Parmeliaceae [1]. Различать виды данного рода иногда достаточно сложно: многие имеют переходные формы, и значительная часть гербарного материала часто бывает

ошибочно идентифицирована или хранится в гербарных коллекциях с определением только до ранга рода. Род *Usnea* также известен из-за своей сложной таксономии – по всему миру опубликовано более 770 названий, и около половины из них можно считать синонимами [2].

В Беларуси определение гербарных образцов традиционно основывалось на морфолого-анатомических критериях и применении цветных точечных капельных химических реакций, что не всегда является надежным средством идентификации представителей рода *Usnea* и не позволяет достоверно определить гербарный материал в соответствии с современными видовыми концепциями изучаемого рода. В связи с этим ревизия доступного гербарного материала лишайников рода *Usnea*, собранного ранее на территории Беларуси, с применением современных методов идентификации представляется актуальной.

Материал и методы исследования

Материалом для данного исследования послужили образцы лишайников рода *Usnea*, хранящиеся в гербариях Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины (GSU), Института экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси (MSK-L), Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси (MSKH), Белорусского государственного университета (MSKU) и Ботанического института имени В. Л. Комарова Российской академии наук (LE). Всего было проанализировано 462 гербарных образца сборов 1924–2018 гг. Дублетные сборы, хранящиеся в разных гербариях, принимали за один гербарный образец.

Морфологию образцов изучали с помощью стереомикроскопа Nikon SMZ-745, состав вторичных метаболитов – методом тонкослойной хроматографии в системе растворителей С [3]. Для этого фрагмент слоевища лишайника помещали в микроцентрифужную пробирку объемом 1,5 мл. Экстракцию вторичных метаболитов лишайника проводили ацетоном в течение 1 часа. После этого 30 мкл экстракта наносили на пластины для тонкослойной хроматографии со стандартным силикагелем и ультрафиолетовым индикатором Macherey-Nagel Alugram Sil G UV254. Элюирование пластины до оптимальной длины продвижения фронта (12 см) проводили в течение 40 мин. Визуализацию разделяемых веществ смеси проводили под ультрафиолетовым излучением с длинами волн 254 и 366 нм, а также химическим методом путем обработки пластины 10 % раствором серной кислоты (H_2SO_4) и последующим нагреванием пластины в сушильном шкафу до температуры 110 °C в течение 10 минут. 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

Результаты наших исследований показали, что в Беларуси произрастают четыре таксона лишайников рода *Usnea*, содержащих норстиктовую кислоту в качестве основного вторичного метаболита сердцевины – *Usnea glabrata* (Ach.) Vain. (два образца, или 0,4 % от количества исследованных), *U. glabrescens* (Vain.) Räsänen var. *glabrescens* (12 образцов, или 2,6 %), *U. glabrescens* var. *fulvoreagens* Räsänen (20 образцов, или 4,3 %) и *U. praetervisa* (Asahina) P. Clerc (один образец, или 0,2 %). Из указанных видов *Usnea praetervisa* ранее не приводился для территории Республики Беларусь. Ниже приводим морфологические описания выявленных видов, а также их химический состав, экологию и данные по распространению на территории Беларуси.

Usnea glabrata (Ach.) Vain.

Морфологические особенности. Таллом до 5 см длиной, торчащий, зеленовато-го оттенка, ветвящийся анизотомически-дихотомически. Основание не черного цвета, с кольцевыми трещинами. Основные ветви несколько вздутые, ямчатые. Боковые ветви сужены в месте прикрепления, с кольцевыми трещинами. Сосочки многочисленны только на главных ветвях. Фибриллы обильные, шиповатые, неравномерно распределены по всем ветвям. Соралии округлой или неправильной формы, от глубоко вогнутых до выпукло-шаровидных, занимающие около половины диаметра ветви. Изидиоморфы отсутствуют. Апотециев в белорусском материале не обнаружено. От остальных лишайников рода *Usnea* Беларуси *U. glabrata* четко отличается суженными в местах прикрепления боковыми ветвями.

Состав вторичных метаболитов. В настоящее время известно три хемотипа этого вида. Образцы I хемотипа содержат норстиктовую и салациновую кислоты (иногда протоцеттаровая кислота может содержаться в качестве сопутствующего вещества); образцы II хемотипа – протоцеттаровую и фумарпротоцеттаровую кислоты; для образцов III хемотипа характерно отсутствие вторичных веществ сердцевины [4]. Нами было выявлено два образца данного вида, относящихся к I хемотипу. Для первого образца характерно наличие норстиктовой и салациновой кислот, для второго образца – только салациновой кислоты.

Химически вид идентичен *Usnea glabrescens* var. *glabrescens*, поскольку оба содержат норстиктовую и салациновую кислоты в качестве основных веществ. *Usnea glabrescens* var. *glabrescens* отличается длинным слоевищем, черным основанием, гладкой поверхностью основных ветвей, не суженными в месте прикрепления боковыми ветвями, редкими фибриллами, присутствием изидиоморфов.

В Беларуси встречается еще несколько видов, которые содержат салациновую кислоту в качестве основного вещества: *Usnea barbata* (L.) F. H. Wigg., *U. cavernosa* Tuck., *U. dasopoga* (Ach.) Nyl., *U. intermedia* (A. Massal.) Jatta, *U. perplexans* Stirt., *U. substerilis* Motyka и *U. wasmuthii* Räsänen. При этом все эти виды четко отличаются не суженными в местах прикрепления боковыми ветвями. Кроме этого, *U. barbata*, *U. cavernosa* и *U. dasopoga* отличаются длинным повисающим талломом, *U. intermedia* – присутствием апотециев и отсутствием соралий, *U. wasmuthii* – наличием продольно ориентированных трещин на основании таллома и присутствием изидиоморфов.

Условия местообитания и субстратная приуроченность. Один образец *Usnea glabrata* был собран в смешанном лесу, для второго образца информация об условиях произрастания отсутствовала. Образцы произрастали на сосне обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и ясене обыкновенном (*Fraxinus excelsior* L.).

Распространение. Встречается в Европе, Азии, Северной и Южной Америке [5]. На территории Республики Беларусь *Usnea glabrata* известен из двух локалитетов в Житковичском и Минском районах Гомельской и Минской областей соответственно (рисунок 1).

Исследованные образцы. ГОМЕЛЬСКАЯ ОБЛ., Житковичский р-н, НП «Припятский», Озеранское лесничество, окр. г. Туров, окр. Царь-сосны, в смешанном лесу на ясене, В. В. Голубков, 22.08.2010 (MSK-L, GSU); МИНСКАЯ ОБЛ., Минский р-н, окр. д. Лапичи, на сосне, 01.07.1939 (MSK-L, GSU).

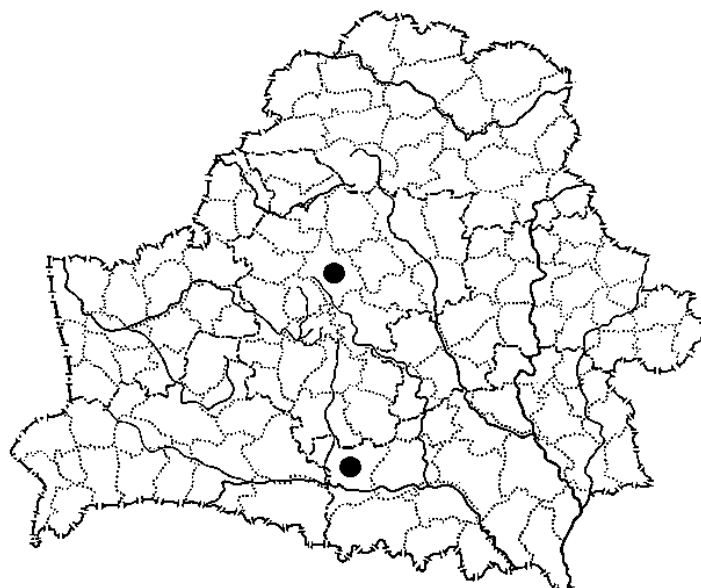


Рисунок 1 – Распространение *Usnea glabrata* на территории Беларуси

Usnea glabrescens* (Vain.) Räsänen var. *glabrescens

Морфологические особенности. Таллом до 20 см длиной, торчащий или полуповисающий, зеленоватого оттенка, ветвящийся преимущественно изотомически-дихотомически с расходящимися ветвями. Основание черного цвета, с кольцевыми трещинами. Основные ветви цилиндрические, сужающиеся, без ямок, с многочисленными ответвлениями вблизи базальной части. Боковые ветви не сужены в месте прикрепления. Сосочки редкие и почти незаметные. Фибриллы редкие и неравномерно распределенные. Соралии встречаются в основном на концевых ветвях, сначала точечные, позже становятся более заметными, обычно круглые и не выемчатые. Изидиоморфы встречаются крайне редко и небольших размеров. Апотеции в белорусских образцах отсутствуют.

По общему габитусу, экологии и по одному из хемотипов (отсутствие вторичных веществ сердцевины) *Usnea glabrescens* var. *glabrescens* похож на *U. glabrescens* var. *fulvoreagens*. Отличаются таксоны рядом морфологических признаков: для *U. glabrescens* var. *glabrescens* характерно наличие редких и неравномерно распределенных фибрилл, округлых и не выемчатых соралий, а также изидиоморфов; для *U. glabrescens* var. *fulvoreagens* характерно наличие многочисленных фибрилл, которые напоминают рыбы кости, глубоко выемчатых соралий неправильной формы, отсутствие изидиоморфов.

Состав вторичных метаболитов. В зависимости от сочетания вторичных метаболитов сердцевины в настоящее время выделяют четыре хемотипа *Usnea glabrescens* var. *glabrescens*. Для образцов I хемотипа характерно наличие норстиктовой и салациновой кислот (иногда протоцеттаровая и стиктовая кислоты могут содержаться в качестве сопутствующих веществ); для образцов II хемотипа – норстиктовой кислоты (иногда может содержаться стиктовая кислота в качестве сопутствующего вещества); у образцов III хемотипа вторичные вещества сердцевины отсутствуют; образцы IV хемотипа содержат псоромовую кислоту [4]. На территории Беларуси встречаются I, II и III хемотипы. Белорусские образцы I хемотипа содержали норстиктовую и салациновую кислоты (три образца, или 25 % от всех образцов), образцы II хемотипа – норстиктовую и стиктовую кислоты (пять образцов, или 41,7 %) и только норстиктовую кислоту (три

образца, или 25 %), образцы III хемотипа вторичных веществ сердцевины не содержали (один образец, или 8,3 %).

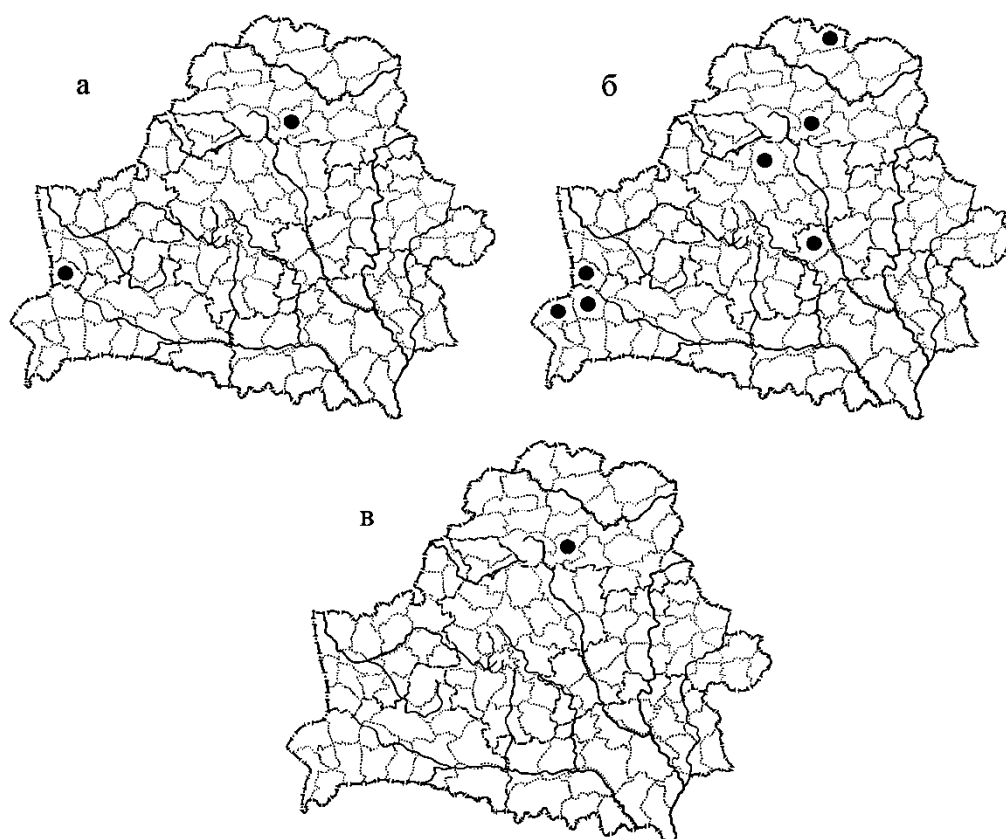
Из лишайников рода *Usnea* Беларуси норстиковую и салациновую кислоты содержит также *U. glabrata*, который отличается коротким слоевищем, темным, но не черным основанием, ямчатыми основными ветвями, суженными в месте прикрепления боковыми ветвями, обильными фибриллами и отсутствием изидиоморфов.

Образцы III хемотипа химически идентичны *U. hirta* (L.) F.H. Wigg. и *U. intermedia*, т. к. эти виды также могут не содержать вторичных метаболитов сердцевины. *Usnea hirta* отличается светлым основанием и ямчатыми ветвями, *U. intermedia* – отсутствием соралий и присутствием апотециев.

Условия местообитания и субстратная приуроченность. Образцы *U. glabrescens* var. *glabrescens* были собраны в дубравах (три образца (25 % от всех образцов)), сосняках (два образца (16,7 %)), ельнике, черноольшанике и на открытом местообитании у дороги (по одному образцу (по 8,3 %)). Для остальных четырех образцов (33,4 %) информация об условиях произрастания отсутствовала.

В качестве субстрата вид предпочитает кору березы повислой (*Betula pendula* Roth) (пять образцов (41,7 %)), дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) (пять образцов (41,7 %)), ольхи черной (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) (один образец (8,3 %)). Для одного образца (8,3 %) информация о субстрате отсутствовала.

Распространение. Вид широко распространен на территории Европы, Северной и Южной Америки (включая Арктические широты) [6]. Наши исследования показали, что вид *U. glabrescens* var. *glabrescens* редко встречается на территории Республики Беларусь (рисунок 2).



а – хемотип I; б – хемотип II; в – хемотип III

Рисунок 2 – Распространение *Usnea glabrescens* var. *glabrescens* на территории Беларуси

Исследованные образцы. Хемотип 1. НП «Беловежская пуца», на дубе, Н. В. Горбач, 10.06.1960 (MSK-L, GSU); ВИТЕБСКАЯ ОБЛ., Лепельский р-н, Березинский биосферный заповедник, урочище Куты, в сосняке-зеленомошнике на березе, Н. В. Горбач, 16.05.1968 (MSK-L, GSU); ГРОДНЕНСКАЯ ОБЛ., Свислочский р-н, Национальный парк «Беловежская пуца», Бровское лесничество, кв. 87, 0,5 км ЮЗ д. Бровск, в черноольшанике осоковом на ольхе черной, В. В. Голубков, 25.07.1984 (MSK-L, GSU).

Хемотип 2. БРЕСТСКАЯ ОБЛ., Каменецкий р-н, Пашуковское лесничество, кв. 589Б, в дубраве грабово-кисличной на дубе (MSK-L, GSU); Пружанский р-н, Национальный парк «Беловежская пуца», Переровское лесничество, кв. 590, окр. хут. Перерово, в дубраве чернично-кисличной на дубе, В. В. Голубков, 26.07.1988 (MSK-L, GSU); Переровское лесничество, кв. 591, 121, в дубраве чернично-кисличной на дубе, В. В. Голубков, 28.07.1983 (MSK-L, GSU); ВИТЕБСКАЯ ОБЛ., Лепельский р-н, Березинский биосферный заповедник, окр. д. Крайцы, В. В. Голубков, 03.11.1986 (MSK-L, GSU); Россонский р-н, у дороги на березе, Н. В. Горбач, 30.09.1984 (MSK-L, GSU); ГРОДНЕНСКАЯ ОБЛ., Свислочский р-н, Национальный парк «Беловежская пуца», Язвинское лесничество, кв. 113, в ельнике кисличном на дубе, В. В. Голубков, 26.09.1984 (MSK-L, GSU); МИНСКАЯ ОБЛ., Логойский р-н, окр. г. п. Плещеницы, между 63 и 64 км по Витебскому шоссе, в сосняке березово-разнотравном на березе, В. В. Голубков, 21.07.1975 (MSK-L, GSU); МОГИЛЕВСКАЯ ОБЛ., Осиповичский р-н, Осиповичский лесхоз, Цельское лесничество, кв. 23, на березе, Н. В. Горбач, 31.05.1968 (MSK-L, GSU).

Хемотип 3. ВИТЕБСКАЯ ОБЛ., Лепельский р-н, Березинский биосферный заповедник, Савский бор, на березе, Н. В. Горбач, июнь 1963 г. (MSK-L, GSU).

***Usnea glabrescens* var. *fulvoreagens* Räsänen**

Морфологические особенности. Таллом до 10 см длиной, торчащий или полуповисающий, зеленоватого оттенка, ветвящийся преимущественно изотомически-дихотомически с расходящимися ветвями. Основание черного цвета, без кольцевых трещин. Основные ветви цилиндрические, с множеством ответвлений по всей длине. Боковые ветви не сужены в месте прикрепления. Сосочки от редких до многочисленных, наиболее частые на главных ветвях. Фибриллы обычно многочисленные и длинные, напоминают рыбы кости. Соралии в основном неправильной формы, реже округлые, глубоко выемчатые, занимающие более половины диаметра ветви. Изидиоморфы отсутствуют. Апотеции в белорусских образцах не встречались.

От схожего по общему габитусу, экологии и по одному из хемотипов (отсутствие вторичных веществ сердцевин) *U. glabrescens* var. *glabrescens* отличается многочисленными фибриллами, напоминающими рыбы кости, глубоко выемчатыми соралиями неправильной формы и отсутствием изидиоморфов.

Состав вторичных метаболитов. В настоящее время выявлено три хемотипа *Usnea glabrescens* var. *fulvoreagens* [7], все из которых были обнаружены на территории Беларуси. Образцы I хемотипа содержали норстиктовую и диффрактаевую кислоты (три образца, или 15 % от всех образцов) или только норстиктовую кислоту (13 образцов, или 65 %); образцы II хемотипа вторичных веществ сердцевин не содержали (три образца, или 15%); образцы III хемотипа содержали только стиктовую кислоту (один образец, или 5 %).

Образцы I хемотипа химически идентичны *Usnea praetervisa*, также содержащему только норстиктовую кислоту в качестве основного вторичного метаболита. Вид *Usnea praetervisa* отличается присутствием кольцевых трещин у основания, сужающимися в местах разветвления основными ветвями, неравномерно расположенными фибриллами и присутствием изидиоморфов.

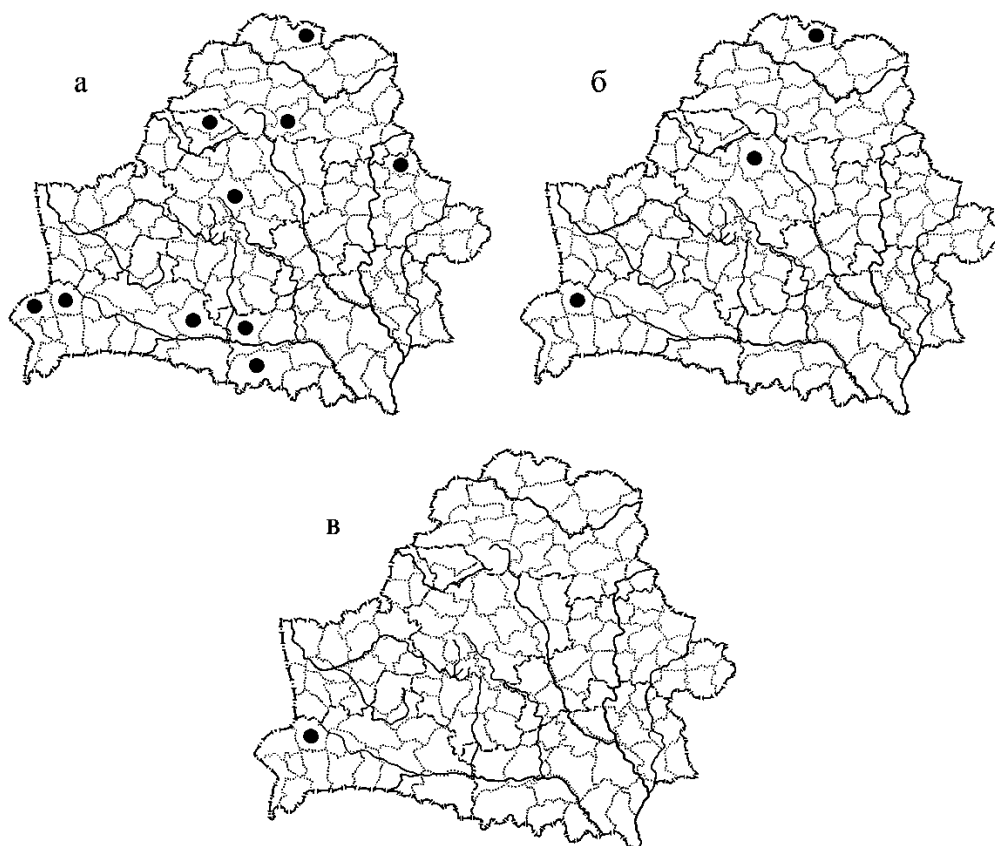
Среди лишайников рода *Usnea* Беларуси норстиковую кислоту содержат еще *U. glabrata* и *U. glabrescens* var. *glabrescens*, однако кроме нее данные таксоны в качестве основного вторичного метаболита также содержат салациновую кислоту, что позволяет отличить *Usnea glabrescens* var. *fulvoreagens* методом тонкослойной хроматографии.

Вторичные вещества сердцевинки могут отсутствовать у *U. hirta* и *U. intermedia*. *Usnea hirta* отличается светлым основанием и ямчатой поверхностью ветвей, *U. intermedia* – отсутствием соралий и наличием апотециев.

Условия местообитания и субстратная приуроченность. Образцы *U. glabrescens* var. *fulvoreagens* были собраны в сосняках (четыре образца (20 % от всех образцов)), ельниках (три образца (15 %)), на опушке верхового болота (два образца (10 %)), в березняке, лесном массиве, черноольшанике и на открытом месте (по одному образцу (20 %)). Для семи образцов (35 %) информация об условиях произрастания отсутствовала.

Исследованные образцы произрастали на березе повислой (*Betula pendula*) (11 образцов (55 %)), иве белой (*Salix alba* L.) и ели европейской (*Picea abies* (L.) Н. Karst.) (по два образца (20 % от всех образцов)), дубе черешчатом (*Quercus robur*), ольхе черной (*Alnus glutinosa*) и осине обыкновенной (*Populus tremula* L.) (по одному образцу (15 % от всех образцов)).

Распространение. Вид широко распространен на территории Европы, Азии, Северной Америки [6; 8]. Наши исследования показали, что *U. glabrescens* var. *fulvoreagens* является достаточно редким видом, спорадически встречающимся на территории Республики Беларусь (рисунок 3).



а – хемотип I; б – хемотип II; в – хемотип III

Рисунок 3 – Распространение *Usnea glabrescens* var. *fulvoreagens* на территории Беларуси

Исследованные образцы. Хемотип 1. БРЕСТСКАЯ ОБЛ., Каменецкий р-н, Национальный парк «Беловежская пуца», Королево-Мостовское лесничество, кв. 806, 3 км СВ д. Каменюки, на дубе, В. В. Голубков, 12.07.1983 (MSK-L, GSU); Лунинецкий р-н, г. п. Микашевичи, в березняке папоротниковом на березе, Е. П. Скаун, август 1967 г. (MSKU, GSU); Пружанский р-н, Национальный парк «Беловежская пуца», Переровское лесничество, кв. 588, окр. хут. Перерово, у дороги, на опушке верхового болота на иве, В. В. Голубков, 22.06.1984 (MSK-L, GSU); Национальный парк «Беловежская пуца», Ощепское лесничество, кв. 165, в сосняке вересково-мшистом на березе, В. В. Голубков, 27.09.1984 (MSK-L, GSU); ВИТЕБСКАЯ ОБЛ., Лепельский р-н, Березинский биосферный заповедник (ББЗ), окр. д. Домжерицы, в черноольшанике, Н. В. Горбач, 03.11.1968 (MSK-L, GSU); ББЗ, по дороге из д. Крайцы в д. Броды, на березе, Н. В. Горбач, 20-21.10.1961 (MSK-L, GSU); ББЗ, урочище «Великая река», на березе, Д. К. Гесь, 20.05.1960 (MSK-L, GSU); ББЗ, урочище «Нешково», на березе, Н. В. Горбач, 12.10.1962 (MSK-L, GSU); ББЗ, урочище «Увязок», на березе, Н. В. Горбач, июнь 1963 г. (MSK-L, GSU); Россонский р-н, окр. д. Юховичи, у дороги, в ельнике осиново-березово-черничном на березе, В. В. Голубков, 30.03.1987 (MSK-L, GSU); ГОМЕЛЬСКАЯ ОБЛ., Житковичский р-н, Национальный парк «Припятский», Переровское лесничество, кв. 23, в сосняке орляковом на березе, Л. Н. Парукова, 16.05.1973 (GSU); Лельчицкий р-н, Млынокское лесничество, кв. 7, в сосняке лишайниковом на березе, 18.07.1974 (MSK-L, GSU); МИНСКАЯ ОБЛ., Минский р-н, Прилепская лесная дача, 3 км СВ д. Слободщина, в лесном массиве на березе, Г. Н. Антонов, О. М. Масловский, 15.10.1976 (MSKU, GSU); Мядельский р-н, ГЛЗ «Голубые озера», окр. оз. Свинок, на ели, 10.08.1984 (MSKU, GSU); МОГИЛЕВСКАЯ ОБЛ., Горецкий р-н, г. Горки, в сосняке на осине, 03.06.1929 (MSK-L, GSU); г. Горки, в посадках деревьев, Н. О. Цеттерман, 03.06.1929 (MSKU, GSU).

Хемотип 2. БРЕСТСКАЯ ОБЛ., Пружанский р-н, Национальный парк «Беловежская пуца», Переровское лесничество, кв. 588, окр. хут. Перерово, на опушке верхового болота на иве, В. В. Голубков, 22.06.1983 (MSK-L, GSU); ВИТЕБСКАЯ ОБЛ., Россонский р-н, болото «Большой Мох», 13 км СЗ д. Юховичи, в ельнике сфагновом на ольхе черной, В. В. Голубков, 01.09.1988 (MSK-L, GSU); МИНСКАЯ ОБЛ., Логойский р-н, 3 км З д. Швабы, в ельнике черничном на березе, В. В. Голубков, 03.07.1987 (MSK-L, GSU).

Хемотип 3. БРЕСТСКАЯ ОБЛ., Пружанский р-н, Национальный парк «Беловежская пуца», окр. д. Переров, на ели, Н. В. Горбач, 09.06.1960 (MSK-L, GSU).

Usnea praetervisa (Asahina) P. Clerc

Морфологические особенности. Таллом до 5 см длиной, торчащий, кустикообразный, зеленоватого оттенка, ветвящийся анизотомически-дихотомически. Основание коричневатого-черного цвета, с кольцевыми трещинами. Основные ветви сужающиеся, боковые ветви не сужены в месте прикрепления. Сосочки немногочисленные, бородавчато-цилиндрические, в основном на главных ветвях. Фибриллы распределены неравномерно. Соралий немного, мелкие, неправильной формы, меньше половины диаметра ветви, иногда несколько соралий срастаются и формируют консоралии. Изидиоморфы шиповатые, развивающиеся внутри соралий. Апотециев в белорусском материале не отмечено. По морфологическим признакам вид напоминает *U. subfloridana*, который отличается от *U. praetervisa* длинным полуповисающим слоевищем, смоляно-черным основанием, многочисленными изидиоморфами, часто сформированными в виде звездчатых структур.

Состав вторичных метаболитов. *Usnea praetervisa* характеризуется наличием норстиктовой кислоты в качестве основного вторичного метаболита сердцевины. В ка-

честве дополнительного вещества может присутствовать стиктовая кислота [4]. Единственный белорусский образец содержал только норстиктовую кислоту.

Химически вид идентичен *U. glabrescens* var. *fulvoreagens* (оба таксона содержат только норстиктовую кислоту в качестве основного вторичного метаболита). Морфологически *U. glabrescens* var. *fulvoreagens* отличается отсутствием кольцевых трещин у основания, многочисленными фибриллами и отсутствием изидиоморфов.

Среди лишайников рода *Usnea* Беларуси норстиктовую кислоту содержат еще *U. glabrata* и *U. glabrescens* var. *glabrescens*, однако данные таксоны в качестве основного вещества содержат также салациновую кислоту, что позволяет отличить их методом тонкослойной хроматографии.

Условия местообитания и субстратная приуроченность. Единственный образец был собран на коре березы повислой (*Betula pendula*). Информация об условиях произрастания отсутствовала.

Распространение. Широко распространен по всему миру, включая Европу, Азию и Северную Америку [6]. Вид *Usnea praetervisa* ранее не встречался на территории Республики Беларусь. Нами выявлено единственное место произрастания в Мядельском р-не Минской обл. (рисунок 4). С учетом даты сбора образца (1946 г.) данный вид, по-видимому, следует считать вероятно исчезнувшим с территории Беларуси.

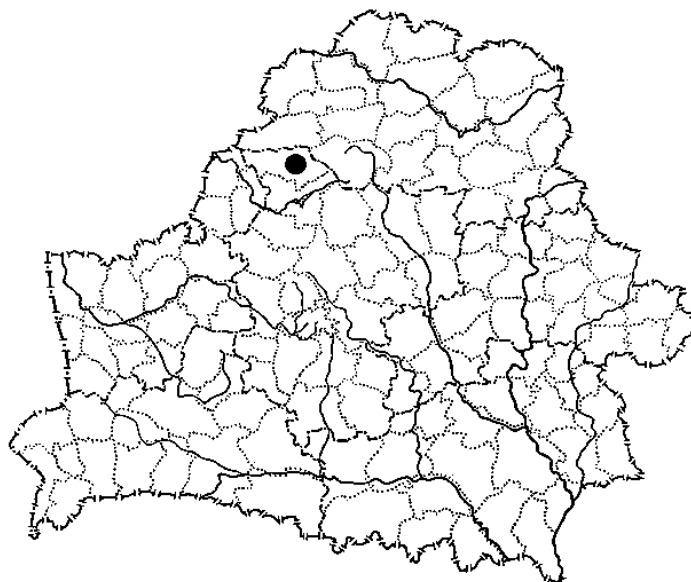


Рисунок 4 – Распространение *Usnea praetervisa* на территории Беларуси

Исследованные образцы. МИНСКАЯ ОБЛ., Мядельский р-н, берег оз. Нарочь, на березе, Н. О. Цеттерман, 07.07.1946 (MSKU, GSU).

Заключение

В результате ревизии 462 образцов лишайников рода *Usnea* с использованием метода тонкослойной хроматографии было выявлено четыре таксона лишайников рода *Usnea*, содержащих норстиктовую кислоту в качестве основного вещества – *Usnea glabrata* (два образца, или 0,4 % от количества исследованных), *U. glabrescens* var. *glabrescens* (12 образцов, или 2,6 %), *U. glabrescens* var. *fulvoreagens* (20 образцов, или 4,3 %) и *U. praetervisa* (один образец, или 0,2 %). *Usnea glabrescens* является редким для Беларуси видом, который следует рекомендовать включить в список растений и грибов, нуждающихся в профилактической охране, следующего издания Красной книги Рес-

публики Беларусь как таксон, близкий к исчезновению, с последующим его мониторингом по всей территории страны. *Usnea glabrata* следует включить в очередное издание Красной книги Республики Беларусь с присвоением природоохранной категории МСОП CR, соответствующей I категории национального природоохранного статуса. *Usnea praetervisa*, по-видимому, следует считать вероятно исчезнувшим с территории Беларуси видом.

Выражаем глубокую благодарность заведующему лабораторией микологии Института экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича НАН Беларуси, кандидату биологических наук Татьяне Гарьевне Шабашовой за предоставленную возможность работы с гербарными образцами рода *Usnea* в гербарии MSK-L, а также Dr. Philippe Clerc (Ботанический сад и консерватория города Женева, Швейцария) за уточнение видовой принадлежности некоторых гербарных образцов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ (REFERENCES)

1. Outline of Fungi and fungus-like taxa / N. N. Wijayawardene [et al.] // *Mycosphere*. – 2020. – Vol. 11, nr 1. – P. 1060–1456.
2. Clerc, P. Species concepts in the genus *Usnea* (lichenized Ascomycetes) / P. Clerc // *The Lichenologist*. – 1998. – Vol. 30, nr 4–5. – P. 321–340.
3. Orange, A. Microchemical methods for the identification of lichens / A. Orange, P. W. James, F. J. White. – London : British Lichen Society, 2001. – 101 p.
4. Nimis, P. L. ITALIC – The Information System on Italian Lichens. Version 7.0. [Electronic resource] / P. L. Nimis, S. Martellos // University of Trieste, Dept. of Biology. – 2022. – Mode of access: <https://italic.units.it/index.php>. – Date of access: 23.04.2024.
5. The lichens of Great Britain and Ireland / C. W. Smith [et al.]. – London : The British Lichen Society, 2009. – 1046 p.
6. Clerc, P. *Usnea* / P. Clerc // *Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region*. – Tempe : Arizona State University, 2007. – Vol. 3. – P. 302–335.
7. Clerc, P. *Usnea viktoriana* (Ascomycota, Parmeliaceae), a new European taxon of the *Usnea barbata-dasopoga* group, with a key to the shrubby-subpendulous sorediate *Usnea* species in Europe / P. Clerc, V. Otte // *The Lichenologist*. – 2018. – Vol. 50, nr 5. – P. 513–527.
8. Urbanavichus, G. P. Spisok lichienoflory Rossii / G. P. Urbanavichus. – SPb. : Nauka, 2010. – 194 s.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 03.06.2024