

УДК 582.29 (476.1)

**А.Г. Цуриков<sup>1</sup>, В.В. Голубков<sup>2</sup>, Н.В. Цурикова<sup>3</sup>***канд. биол. наук, доц. каф. ботаники и физиологии растений  
Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины**<sup>2</sup>канд. биол. наук, доц. каф. ботаники**Гродненского государственного университета имени Я. Купалы**<sup>3</sup>ассистент каф. довузовской подготовки и профориентации  
Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины***ЛИШАЙНИКИ РОДА *CLADONIA* БЕЛАРУСИ:  
*C. CRYPTOCHLOROPHAEA* и *C. MEROCHLOROPHAEA***

514 коллекционных образцов группы *Cladonia chlorophaea*, собранных различными авторами на территории республики в период 1937–2014 гг. и хранящихся в гербариях Минска (*MSKU*, *MSK*), Гродно (*GRSU*) и Гомеля (*GSU*), были исследованы методом тонкослойной хроматографии (*ТСХ*). Установлено, что 43 гербарных образца (8,4% от количества исследованных сборов), содержат комплекс криптохлорофеевых кислот. 39 образцов (7,5% от количества исследованных сборов) в качестве основного вещества содержат мерохлорофеевую кислоту и относятся к *Cladonia merochlorophaea* *Asahina*, 4 образца (0,8%) в качестве основного вещества содержат криптохлорофеевую кислоту и являются *Cladonia sputrochlorophaea* *Asahina*. Оба вида лишайников ранее не приводились для территории Беларуси. В статье приводится морфологическое описание видов, основанное на результатах собственных исследований, а также и их химический состав. В результатах исследований установлены экология и распространение указанных видов как в пределах нашей страны, так и Европы в целом.

**Введение**

Классическое определение видов лишайников обычно основывалось на морфологических признаках, которые не всегда убедительны и могут создавать определенные трудности в связи с вариабельностью внешних признаков слоевищ. В основном это относится к группе листоватых либо кустистых лишайников, для правильной идентификации которых необходимо знать состав вторичных метаболитов, или лишайниковых кислот, содержащихся в их талломе.

Классическим примером такой группы является семейство *Cladoniaceae* [1], в состав которой входит один из наиболее сложных его видовых комплексов *Cladonia chlorophaea* s. lat. со сцифовидными (бокаловидными, чашевидными, кубковидными и др.) подециями. Изучение морфологии этой группы, как правило, сопровождается изучением состава лишайниковых веществ.

*Cladonia chlorophaea* (Flörke ex Sommerf.) Spreng. была описана в качестве промежуточного таксона между *Cladonia fimbriata* (L.) Fr., имеющей мучнистые соредии на поверхности подециев, и *Cladonia puxidata* (L.) Hoffm. с коровым слоем [2; 3]. Изучение химии видов этой группы началось в начале XX века [4]. Первые существенные достижения в этом направлении связаны с именем японского лишайнолога и биохимика Ю. Асахины, предложившим использовать новый микрохимический метод [5], позволяющий обнаружить определенное лишайниковое вещество.

В результате его исследований было выделено несколько самостоятельных химических видов (хеморас), различающихся только своим химическим составом: *Cladonia chlorophaea* с фумарпротоцетраровой кислотой, *C. cryptochlorophaea* с криптохлорофеевой кислотой, *C. merochlorophaea* с мерохлорофеевой кислотой и *C. grayi* с грянновой кислотой, которую еще ранее установил Х. Зандштеде [5–7].

Монограф лишайников рода *Cladonia* в Беларуси Н.О. Цеттерман в 1948 г. впервые приводит *Cladonia grayi* (Merr.) Sandst., морфологически трудно отличимый вид от *Cladonia chlorophaea* и внешне напоминающий *Cladonia puxidata* [8]. В дальнейшем

ключ, разработанный Н.О. Цеттерман для определения белорусских видов лишайников рода *Cladonia*, был использован повсеместно. К концу XX в. современные методики изучения лишайников сузили и частично решили проблему идентификации видов, что в целом повлияло и на изучение разнообразия лишайнобиоты Беларуси, включая и род *Cladonia*.

### Методы исследований

Материалом для данного исследования послужили образцы лишайников рода *Cladonia* со сцифовидными подециями, хранящиеся в гербариях Белорусского государственного университета (MSKU), Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины (GSU), Гродненского государственного университета имени Я. Купалы (GRSU) и Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси (MSK). Всего было исследовано 514 гербарных образцов сборов 1937–2014 гг. Морфологию образцов изучали с помощью стереомикроскопа Nikon SMZ-745, состав вторичных метаболитов – методом тонкослойной хроматографии в системе растворителей С [9] в лаборатории при кафедре ботаники и физиологии растений Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины.

### Результаты и их обсуждение

В результате проведенных исследований было установлено, что 43 гербарных образца (8,4% от количества исследованных сборов) содержат комплекс криптохлорофеевых кислот. 39 образцов (7,5% от количества исследованных сборов) в качестве основного вещества содержат мерохлорофеевую кислоту и относятся к *Cladonia merochlorophaea* Asahina, 4 образца (0,8%) в качестве основного вещества содержат криптохлорофеевую кислоту и являются *Cladonia cryptochlorophaea* Asahina. Поскольку оба вида лишайников ранее не указывались для территории Беларуси, ниже мы приводим морфологическое описание видов, основанное на результатах собственных исследований и данных других авторов, а также их химический состав.

#### *Cladonia cryptochlorophaea* Asahina, Journal of Japanese Botany 16: 711 (1940).

Чешуйки первичного слоевища маленькие, подеции низкие, до 1,2 см высотой, от коричневатых до зеленовато-серых. Сцифы простые или с пролиферациями, до 0,5 см шириной. Поверхность подеций грубая, ареолированная; истинных соредий нет, но чешуйки коры преобразуются в грубую соредиозную массу, шизидии и филлокладии практически не образуются. Апотеции коричневые до темно-коричневого цвета. Пикниды могут развиваться на краях сциф.

Морфологически вид практически идентичен *C. merochlorophaea* и потому долгое время считался его синонимом. По данным [10], подеции *C. cryptochlorophaea* проявляют положительное красное окрашивание при действии 10% КОН, однако реакция не всегда проявляется достоверно, и поэтому метод тонкослойной хроматографии является единственным способом точного определения этого таксона.

**Химический состав.** Отличительной особенностью *Cladonia cryptochlorophaea* является наличие криптохлорофеевой и палудозовой кислот, часто сопровождаемых фумарпротоцетраровой кислотой (в Европе содержится во всех образцах), а также 4'-О метилкриптохлорофеевой, субпалудозовой и другими веществами в следовых количествах [10]. Образцы без содержания фумарпротоцетраровой кислоты были отмечены только в Северной и Южной Америке [11–13].

Все белорусские образцы содержали криптохлорофеевую, палудозовую, фумарпротоцетраровую и 4'-О-метилкриптохлорофеевую кислоты.

**Экология.** Два из четырех белорусских образцов *Cladonia cryptochlorophaea* были собраны в сосновых лесах; для остальных двух образцов биотоп не указан. Отмечено, что они были собраны на берегу р. Днепр, однако более точной информации, к сожалению, не приводится, в связи с чем достаточно сложно оценить экологический выбор изучаемого вида. Согласно [10; 13; 14] *C. cryptochlorophaea* предпочитает лесную подстилку, почву, реже гниющую древесину и хорошо освещенные сухие или умеренно влажные местообитания, что соответствует экологии белорусских сборов.

**Распространение.** *Cladonia cryptochlorophaea* является космополитным видом, представленным на всех континентах, кроме Антарктиды. Вероятно, наиболее часто встречается в Северном полушарии, произрастая в бореальной зоне [10].

В Беларуси этот лишайник известен из 3 локалитетов (Гомельская и Минская области) и, вероятно, является редким (рисунок 1).

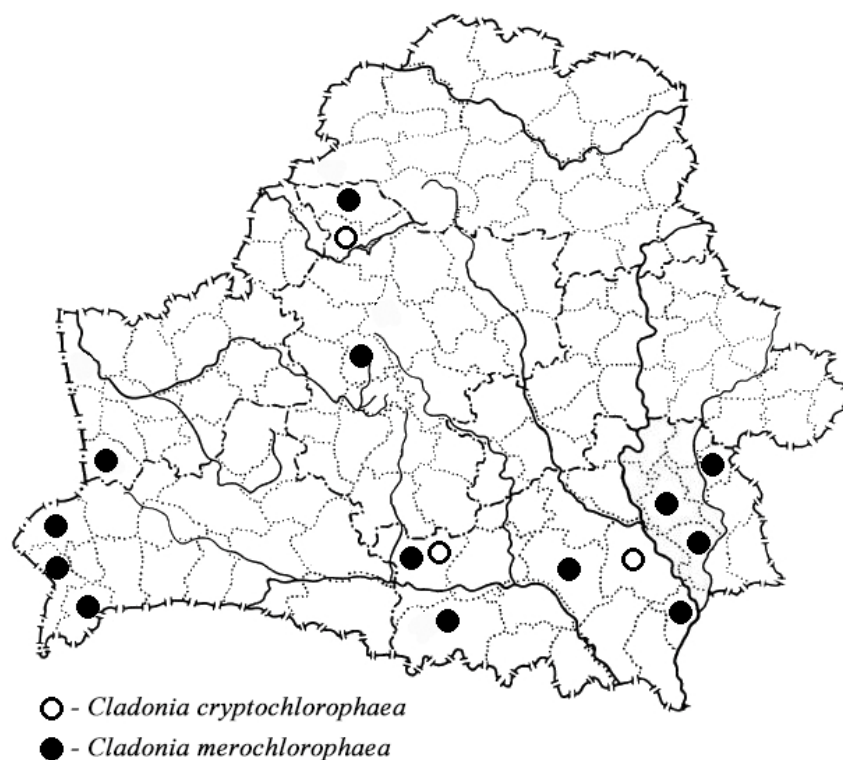


Рисунок 1. – Распространение *Cladonia cryptochlorophaea* и *C. merochlorophaea* на территории Беларуси

**Исследованные образцы.** **ГОМЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ, Житковичский район,** Национальный парк «Припятский», 50 кв. Озеранского л-ва, в сосняке черничном на почве, О.П. Шахрай, 23.06.1971 (GSU-91); **Речицкий район,** окр. д. Борхов, берег р. Днепр, на почве, Н.В. Горбач, 19.05.1967 (MSK); **МИНСКАЯ ОБЛАСТЬ, Вилейский район,** 1,5 км СВ д. Людвиново, в сосновом лесу на почве под корневой лапой ели, В.В. Голубков, 26.06.1984 (MSK).

***Cladonia merochlorophaea* Asahina, Journal of Japanese Botany 16: 713 (1940).**

Чешуйки первичного слоевища маленькие, до 3 мм, без соредий. Подеции до 1–2, реже до 3 см высотой, серо-коричневые, зеленовато-коричневые, реже зеленовато-серые. Сцифы простые, редко с пролиферациями. Поверхность подециев ареолированная, становящаяся чешуйчатой; поверхность сциф часто голая, без корового слоя; истинных соредий нет, но чешуйки коры преобразуются в грубую соредиозную массу, шизидии

или микрочешуйки, гораздо реже в более крупные чешуйковидные выросты. Апотеции от коричневых до темно-коричневых. Пикниды также могут развиваться на краях сциф.

Несмотря на ряд небольших морфологических отличий (покрытая коровыми ареолами поверхность сциф) и подтвержденную генетическую обособленность, видо-вая самостоятельность таксона *C. merochlorophaea* до настоящего времени у некоторых авторов вызывает сомнение, и доказательство ее видовой принадлежности требует дополнительных исследований [10; 14].

**Химический состав.** Отличительной особенностью *Cladonia merochlorophaea* является наличие мерохлорофеевой и 4'-О-метилкриптохлорофеевой кислот (хемотип I), часто также сопровождаемых фумарпротоцеттаровой кислотой (хемотип II) и другими веществами в следовых количествах [10]. Хемотип II является более распространенным в Европе, где на его долю приходится от 67% образцов в Норвегии до 90% образцов в Польше [14].

В Беларуси также было обнаружено больше образцов хемотипа II – 26 образцов, или 66,7%, в то время как 13 образцов (33,3%) содержали только мерохлорофеевую и 4'-О-метилкриптохлорофеевую кислоты. Таким образом, соотношение хемотипов I : II можно оценить как 2 : 1.

**Экология.** На территории Беларуси *Cladonia merochlorophaea* произрастает преимущественно в сосновых лесах (70,6% исследованных образцов), предпочитая местообитания с небольшим уровнем влажности (сосняки лишайниковый, вересковый, орляковый, мшистый, черничный) (рисунок 2).

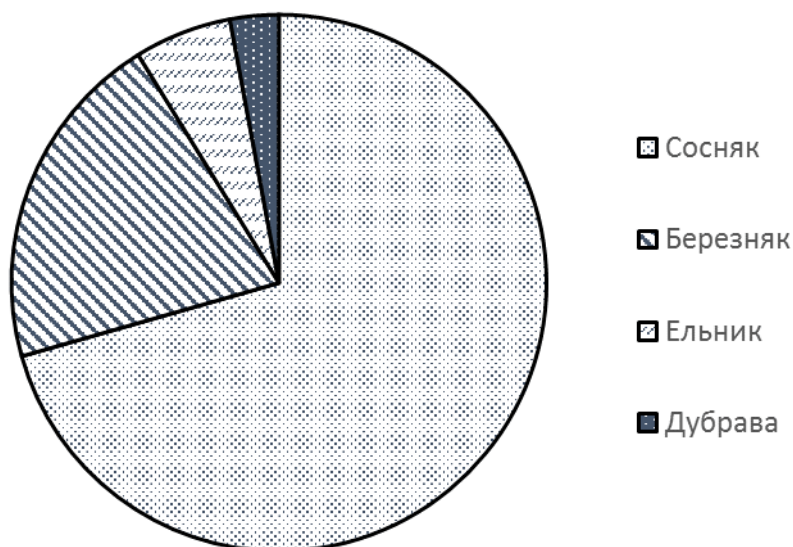


Рисунок 2. – Экологическая приуроченность *Cladonia merochlorophaea* в Беларуси

В качестве субстрата вид предпочитает почву (19 образцов; рисунок 3). В меньшей степени *C. merochlorophaea* заселяет кору древесных пород – *Pinus sylvestris* L. (5 образцов), *Betula pendula* Roth. (2 образца), *Juniperus communis* L. (1 образец), а также древесину (2 образца). К сожалению, на конвертах 10 образцов не был указан субстрат произрастания. В других странах этот вид указан для кислых почв сосновых насаждений [10; 14]. В отношении субстрата разные хемотипы существенных различий не имели.

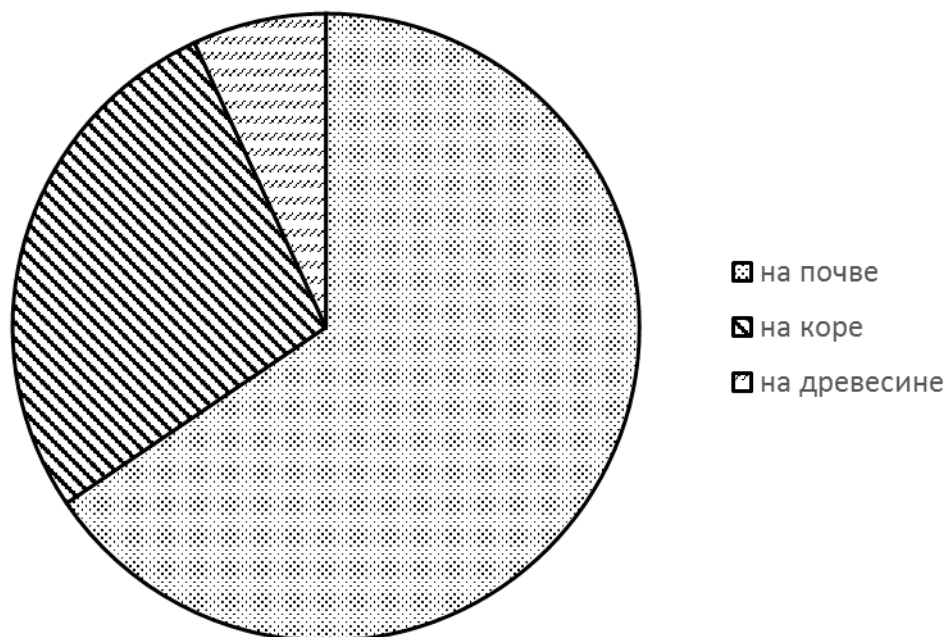


Рисунок 3. – Субстратная приуроченность *Cladonia merochlorophaea* в Беларуси

**Распространение.** *Cladonia merochlorophaea* является космополитным видом, представленным на всех континентах, кроме Антарктиды (единственное указание на произрастание этого вида в Антарктике является ошибочным) [12; 14], произрастая от Арктики до умеренных широт, вероятно, циркумполярно, а также на средних высотах в горах [10].

Согласно результатам исследований, в Беларуси вид распространен преимущественно в южной части (рисунок 1). Полное отсутствие локалитетов *C. merochlorophaea* на территории Могилевской области, вероятно, свидетельствует о слабой изученности этого региона страны.

**Исследованные образцы.** **БРЕСТСКАЯ ОБЛАСТЬ, Брестский район,** окр. д. Чежевичи, в сосняке чернично-мшистом, на почве, А.П. Яцына, 11.07.2005 (MSKU-1908); **Каменецкий район,** Беловежская пуца, Дмитровичское л-во, кв. 946, 1 км ЮВ д. Каменюки, берег р. Лесная Правая, в сосняке мшистом на можжевельнике, В.В. Голубков, 23.07.1983 (MSK); то же л-во, окр. д. Каменюки, в сосняке лишайниковом, В.В. Голубков 24.07.1983 (MSK); Беловежская пуца, Королево-Мостовское л-во, кв. 825-826, в сосняке мшистом, В.В. Голубков, 14.07.1983 (MSK); Переровское л-во, кв. 829, окр. д. Каменюки, в ельнике долгомошном на сосне, В.В. Голубков, 07.07.1983 (MSK); Дмитровичское л-во, кв. 946, окр. д. Каменюки, в сосняке лишайниковом, В.В. Голубков, 24.04.1983 (MSK); **Малоритский район,** 10 км СВ г. Малорита, долина р. Рита, опушка сосняка, В.В. Голубков, 19.09.1984 (MSK); 6 км СВ д. Ляховцы, долина р. Рита, опушка сосняка верескового на почве, В.В. Голубков, 20.09.1984 (MSK); **ГОМЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ, Буда-Кошелевский район,** Чеботовичское л-во, 11 кв., 6 выд., в сосняке вересковом на сосне, А.Г. Цуриков., 13.07.2014 (GSU-1918); **Гомельский район,** 2 км Ю г. Гомель, в сосновом лесу на почве, В.В. Голубков 16.05.1980 (MSK); Калининское л-во, кв. 7, в сосняке орляковом на сосне, А.Г. Цуриков, 03.08.2011 (GSU-358); окр. д. Уза, в сосняке, на почве, О.М. Винокурова, 08.06.2013 (GSU); **Житковичский район,** Припятский заповедник, Переровское л-во, кв. 21, 1,5 км З д. Хлупин, в дубраве грабово-лещиново-разнотравной на березе, В.В. Голубков., 26.08.1982 (MSK); окр. д. Белев, в сосняке, на коре трухлявого пня, А.В. Тейкин, 01.02.2006 (GSU-28); **Калин-**

**ковичский район**, окр. г.п. Озаричи, на берегу болота, Н.В. Горбач, 16.05.1967 (MSK); **Лельчицкий район**, Припятский заповедник, Млынокское л-во, кв. 112, 119, 120, в сосняке мшистом на почве, В.В. Голубков, 13.08.1982 (MSK); то же л-во, кв. 116, в сосняке лишайниковом, В.В. Голубков, 10.08.1982 (MSK); то же л-во, кв. 602, в ельнике черничном на пне, В.В. Голубков, 08.08.1982 (MSK); то же лесничество, кв. 83, окр. д. Млынок, на обрыве берега р. Припять, в сосняке вересковом на почве, В.В. Голубков, 15.08.1982 (MSK); **Лоевский район**, Лоевское л-во, кв. 60, в сосняке лишайниковом, на сосне, А.Г. Цуриков, 09.08.2011 (GSU-357, 359); **Чечерский район**, окр. д. Покоть, на березе, А.Г. Цуриков, 25.05.2010 (GSU); **ГРОДНЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ, Свислочский район**, Беловежская пуца, окр. д. Рудня, на дюнах на лесной подстилке, В.В. Голубков, 23.09.1981 (MSK); **МИНСКАЯ ОБЛАСТЬ, Дзержинский район**, Негорельский л-з, около д. Гарбузы, в березовой роще на почве, Н.В. Горбач, 15.07.1968 (MSK); **Мядельский район**, 7 км В д. Черемшица, в сосняке мшистом, на почве, В.В. Голубков (MSK).

### Заклучение

Ревизия гербарного материала по роду *Cladonia* выявила неполноту опубликованных флористических данных по рассматриваемой группе видов. Установлено, что 39 образцов (7,5% от количества исследованных) в качестве основного вещества содержат мерохлорофеевую кислоту и относятся к *Cladonia merochlorophaea* Asahina, 4 образца (0,8%) в качестве основного вещества содержат криптохлорофеевую кислоту и представлены *Cladonia cryptochlorophaea* Asahina. Указанные виды лишайников ранее не приводились для территории Беларуси. Полученные в ходе исследования данные уточняют экологию и географию выше указанных видов как в пределах нашей страны, так и Европы в целом.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Phylogeny of the genus *Cladonia* s. lat. (Cladoniaceae, Ascomycetes) inferred from molecular, morphology and chemical data / S. Stenroos [et al.] // *Cladistics*. – 2002. – Vol. 18. – P. 237–278.
2. Sommerfelt, S. C. Supplementum Florae Lapponicae / S. C. Sommerfelt. – Oslo : Christiania, 1826. – 133 p.
3. Flörke, H. G. De Cladoniis, difficillimo lichenum genere, commentatio nova / H. G. Flörke. – Rostochii : Apud Stillerrum, 1828. – 186 p.
4. Zopf, W. Beitrage zu einer chemischen Monographie der Cladoniaceen / W. Zopf // *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*. – 1908. – Vol. 26. – P. 51–113.
5. Asahina, Y. Chemismus der Cladonien unter besonderer Berücksichtigung der japanischen Arten. 1. *Cladonia chlorophaea* und verwandte Arten / Y. Asahina // *J. Jap. Bot.* – 1940. – Vol. 16. – P. 709–727.
6. Asahina, Y. Chemismus der Cladonien unter besonderer Berücksichtigung der japanischen Arten (Fortsetzung) / Y. Asahina // *J. Jap. Bot.* – 1943. – Vol. 19. – P. 47–56, 227–244.
7. Sandstede, H. Ergänzungen zu Wainio's Monographia Cladoniarum Universalis unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltens der Cladonien zu Asahina's Diaminprobe / H. Sandstede // *Feddes Repertorium Specierum Novarum Regni Vegetabilis Beiheft*. – 1938. – Vol. 103. – P. 1–103.
8. Цеттерман, Н. О. Кладонии БССР / Н. О. Цеттерман // *Учен. записки БГУ. Сер. биологическая*. – 1948. – № 7. – С. 110–133.
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. Ahti, T. Nordic Lichen Flora. Volume 5. Cladoniaceae / T. Ahti, S. Stenroos, R. Moberg. – Uppsala : Museum of Evolution, 2013. – 117 p.
11. Ahti, T. Correlation of the chemical and morphological characters in *Cladonia chlorophaea* and allied lichens / T. Ahti // *Ann. Bot. Fenn.* – 1966. – Vol. 3. – P. 380–390.
12. Ahti, T. Cladoniaceae / T. Ahti // *Flora Neotropica Monograph.* – 2000. – Vol. 78. – P. 1–362.
13. Holien, H. Notes on *Cladonia asahinae*, *C. conista* and the *C. grayi*-group in Norway / H. Holien, T. Tønsberg // *Gunneria.* – 1985. – Vol. 51. – P. 1–26.
14. The lichens of the *Cladonia pyxidata-chlorophaea* group and allied species in Poland / A. Kowalewska [et al.] // *Herzogia.* – 2008. – Vol. 21. – P. 61–78.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 03.03.2015

***Tsurikov A.G., Golubkov V.V., Tsurikova N.V. Moss of Species Cladonia of Belarus: Cryptochlorophaeae and C. Merochlorophaea***

*514 lichen specimens within Cladonia chlorophaea group collected in Belarus during 1937–2014 and housed in GRSU, GSU, MSKU and MSK herbaria were studied by thin layer chromatography (TLC). As a result, 43 samples were found to contain cryptochlorophaeic acid complex. 39 specimens appeared to be Cladonia merochlorophaea Asahina, 4 specimens were identified as Cladonia cryptochlorophaea Asahina. Both species are new to the county. Their morphological description and chemistry are provided in the article. The data obtained clarify the ecology and distribution of these species, both within our country and Europe.*