

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ОХРАНА ПРИРОДЫ

УДК 574.1, 574.24

ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИШАЙНИКОВ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПРИРОДНОГО ПАРКА «ВИШТЫНЕЦКИЙ»

**А.В. Пунгин, В.К. Лапшина, Л.А. Кислякова, А.А. Либерт,
Е.И. Бровцин, М.В. Данилова, Л.Н. Скрыпник**

Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, Калининград

Впервые проведено исследование лишайников восточной части природного парка «Виштынецкий» (Калининградская область, Нестеровский район), составлен таксономический список (42 вида) с указанием экологических групп и жизненных форм. Представлены сведения по содержанию фотосинтетических пигментов в талломах 18 видов, имеющих наибольшее распространение на территории природного парка.

Ключевые слова: лишайники, лишенофлора, природный парк Виштынецкий, фотосинтетические пигменты.

DOI: 10.26456/vtbio110

Введение. Природные парки и заказники являются особо охраняемыми природными зонами регионального значения, таких зон на территории Калининградской области 13, самая крупная – это природный парк «Виштынецкий». Задачами охраняемых объектов является сохранение биологического и ландшафтного разнообразия, поддержание благоприятных условий среды, разработка научных основ охраны, изучение объектов животного мира и сред их обитания. Биоразнообразие — ключевое понятие в вопросе охраны окружающей среды для разработки научных основ охраны, воспроизводства и рационального использования (Гафина, 2007).

Основоположник исследований лишенобиоты в Восточной Пруссии немецкий ботаник Арнольд Олерт, который составил достаточно полный список видов региона (Ohlert, 1863). Позже Георг Леттау составил обобщающий список лишайников (примерно 500 видов) с указанием субстрата, численности и распространения (Lettau, 1912). В 2007 году вышел наиболее полный перечень лишайников Калининградской области, основанный как на литературных данных, так и полевых исследованиях (Дедков и др., 2007). На сегодняшний день достигнуты определенные успехи по исследованию видового

состава лишенофлоры Калининградской области в целом (Дедков и др., 2007; Моль и др., 2014; Пунгин и др., 2015; Пунгин и др., 2017), однако территория природного парка и соседних приграничных районов Литвы и Польши до настоящего времени остаются недостаточно изученными (Fałtynowicz et al., 2016; Motiejūnaitė, 2017).

Лишайники – природные биоиндикаторы среды, чувствительность которых обусловлена анатомо-морфологическими и физиологическими особенностями (Бязров, 2002). Эти симбиотические организмы наиболее чувствительны к загрязнению атмосферы, изменению климатических факторов, а также способны реагировать на высокие рекреационные нагрузки, что, безусловно, важно для оценки современного состояния охраняемых природных территорий. Лишайники являются неотъемлемым компонентом природных комплексов, выполняющих такие функции, как участие в общем круговороте веществ в биосфере, им нередко принадлежит роль пионеров растительности при заселении субстратов, участие в почвообразовании, чувствительность к различным загрязняющим компонентам среды (Бязров, 2002). Как индикатор жизнедеятельности и степени приспособления лишайников к разным экологическим условиям может выступать содержание хлорофиллов (главных фоторецепторов фотосинтезирующей клетки). Хлорофилл *a* – основная форма хлорофилла, используемая для оксигенного фотосинтеза, хлорофилл *b* представляет собой один из вспомогательных пигментов фотосинтеза (Ханов, 2005; Слонов и др., 2009).

Таким образом, цель нашей работы: изучить эколого-физиологические параметры лишайников на особо охраняемой территории «Природный парк «Виштынецкий». Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: выявить видовой состав и провести экологический анализ лишайников, а также определить содержание фотосинтетических пигментов в талломах лишайников.

Методика. Сбор образцов производился во время летней практики с 26 июня по 4 июля 2018 году на территории природного парка «Виштынецкий». Изучение видового разнообразия лишайников проводилось маршрутным методом, всего совершено 8 экскурсионных маршрутов, примерная площадь обследования 4 км² (рис. 1).

Камеральная обработка и определение лишайников проводилась на базе банка генетической информации сосудистых растений (KLGU) Института живых систем БФУ им. И. Канта с использованием стандартных методов (Мучник и др., 2011). Для определения использовались российские и зарубежные определители

(Мучник и др., 2011; Wirth et al., 2013). Латинские названия представленных видов указаны в соответствии со «Списком лихенофлоры России» (Список ..., 2010).

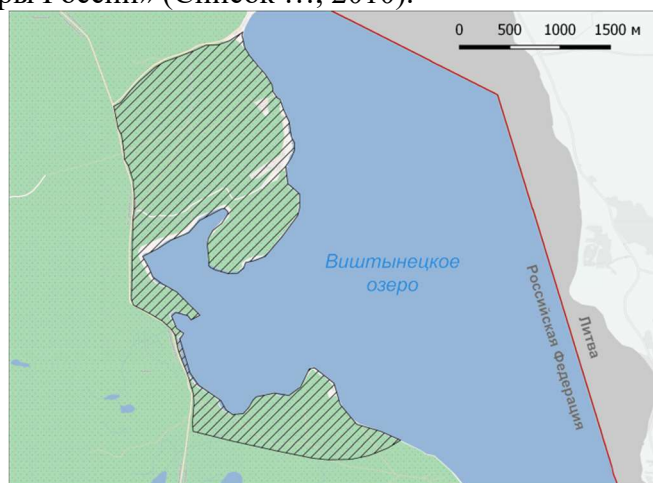


Рис. 1. Схема восточной части природного парка «Виштынецкий» (штриховкой обозначена обследованная территория)

Была произведена экстракция и определение содержания фотосинтетических пигментов по методике Барнеса (Barnes et al., 1992) в талломах 18 видах, в трехкратной повторности. Статистический анализ совокупности экспериментальных данных проводился с помощью программных средств: Microsoft Excel 2010, IBM SPSS Statistics 23. Достоверность различий содержания фотосинтетических пигментов у разных видов лишайников установлена с применением однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) по критерию Тьюки ($p \leq 0,05$).

Результаты и обсуждение. В результате проведенных исследований был выявлен видовой состав и проведен экологический анализ лихенофлоры восточной части природного парка «Виштынецкий». Составлен аннотированный список, содержащий 42 вида, с указанием жизненных форм и экологических групп (Таблица 1). На обследованной территории редких и охраняемых видов лишайников Калининградской области выявлено не было (Красная книга ..., 2010).

По данным таксономического анализа исследуемые виды лишайников относятся к 12 семействам (рис. 2). К самым многочисленным семействам относятся *Parmeliaceae* Zenker. (33,3 % от всех собранных видов), *Cladoniaceae* Zenker. и *Physciaceae* Zahlbr. (14,3 %). В целом спектр ведущих семейств в той или иной степени характерен для региональных лихенофлор Голарктики (Голубкова, 1983).

Таблица 1

Список лишайников восточной части природного парка «Виштынецкий»

Вид	Жизненная форма	Экологическая группа
<i>Amandinea punctata</i> (Hoffm.) Coppins & Scheid.	накипной	эпифит
<i>Anaptychia ciliaris</i> Körb.	кустистый	эпифит
<i>Bryoria fuscescens</i> (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw.	кустистый	эпифит
<i>Buellia griseovirens</i> (Turner & Borrer ex. Sm.) Almb.	накипной	эпифит
<i>Cladonia chlorophaea</i> (Flörke ex Sommerf.) Spreng.	кустистый	эпиксил
<i>Cladonia coniocraea</i> (Flörke) Spreng.	кустистый	эпиксил
<i>Cladonia digitata</i> (L.) Hoffm.	кустистый	эпифит
<i>Cladonia fimbriata</i> (L.) Fr.	кустистый	эпифит
<i>Cladonia glauca</i> Flörke	кустистый	эпифит
<i>Cladonia stellaris</i> (Opiz) Pouzar & Vězda	кустистый	эпигейд
<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.	кустистый	эпифит
<i>Hypocenomyce scalaris</i> (Ach.) M. Choisy	накипной	эпифит
<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	листоватый	эпифит
<i>Hypogymnia tubulosa</i> (Schaer.) Hav.	листоватый	эпифит
<i>Lecanora conizaeoides</i> Nyl. Ex Cromb.	накипной	эпифит
<i>Lecanora expallens</i> Ach.	накипной	эпифит
<i>Lecanora muralis</i> (Schreb.) Rabenh.	накипной	эпилит
<i>Lepraria incana</i> (L.) Ach	накипной	эпифит
<i>Melanelixia subaurifera</i> O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch	листоватый	эпифит
<i>Melanohalea elegantula</i> (Zahlbr.) O. Blanco & al.	листоватый	эпифит
<i>Parmelia sulcata</i> Tayl.	листоватый	эпифит
<i>Parmeliopsis ambigua</i> (Wulfen) Nyl.	листоватый	эпифит
<i>Peltigera neckeri</i> Hepp ex Müll. Arg.	листоватый	эпигейд
<i>Pertusaria amara</i> (Ach.) Nyl.	накипной	эпифит
<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg	листоватый	эпифит
<i>Phlyctis argena</i> (Spreng.) Flot.	накипной	эпифит
<i>Physcia aipolia</i> (Ehrh. ex Humb.) Fűrnr.	листоватый	эпифит
<i>Physcia stellaris</i> (L.) Nyl.	листоватый	эпифит
<i>Physcia tenella</i> (Scop.) DC. In Lam. & DC.	листоватый	эпифит
<i>Physconia distorta</i> (With.) J.R. Laundon	листоватый	эпифит
<i>Platismatia glauca</i> (L.) W.L. Culb. & C.F. Culb.	листоватый	эпифит
<i>Pleurosticta acetabulum</i> (Neck.) Elix & Lumbsch	листоватый	эпифит
<i>Pseudevernia furfuracea</i> (L.) Zopf	кустистый	эпифит
<i>Ramalina farinacea</i> (L.) Ach.	кустистый	эпифит
<i>Ramalina fastigiata</i> (Pers.) Ach.	кустистый	эпифит
<i>Ramalina fraxinea</i> (L.) Ach.	кустистый	эпифит
<i>Tuckermannopsis chlorophylla</i> (Willd.) Hale	листоватый	эпифит
<i>Usnea hirta</i> Weber in Wigg.	кустистый	эпифит
<i>Vulpicida pinastri</i> (Scop.) J.-E. Mattsson & M.J. Lai	листоватый	эпифит
<i>Xanthoria candelaria</i> (L.) Th. Fr.	листоватый	эпифит
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	листоватый	эпифит
<i>Xanthoria polycarpa</i> (Hoffm.) Th. Fr. Ex Rieber	листоватый	эпифит

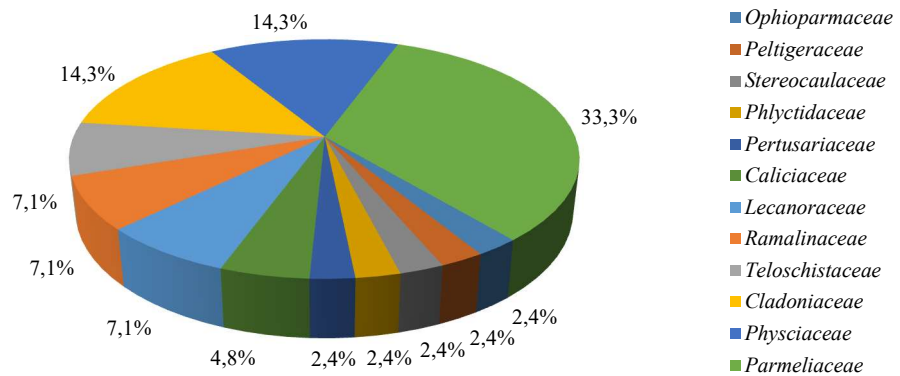


Рис. 2. Соотношение семейств в лишайнофлоре восточной части природного парка «Виштынецкий»

Анализируя лишайники по форме роста таллома (рис. 3а) было выявлено, что среди всех видов преобладает листоватая жизненная форма – 19 видов (45 % всего видового состава). Основная часть этих видов относится к семействам *Parmeliaceae* и *Physciaceae*. Кустистые лишайники составляют 33 % всей выявленной лишайнофлоры (14 видов). Подавляющая часть кустистых лишайников представлена семействами *Cladoniaceae* и *Ramalinaceae* С. Agardh. В свою очередь накипные лишайники представлены 9 видами (22 % от общего количества). Ввиду низкого разнообразия накипных видов данное соотношение жизненных форм не является характерным для Калининградской области (Дедков и др., 2007), и, вероятней всего, свидетельствует о недостаточной изученности лишайнофлоры.

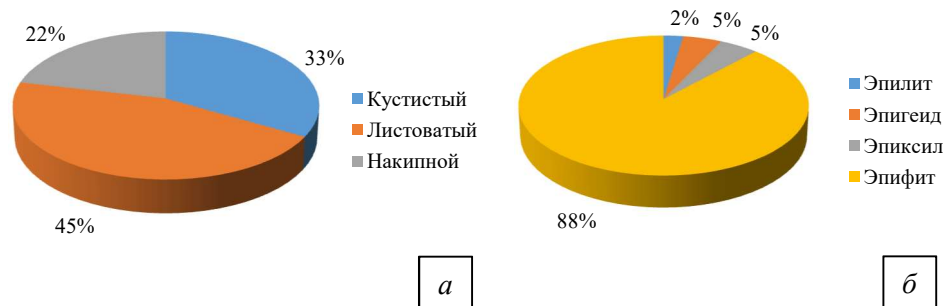


Рис. 3. Соотношение жизненных форм (а) и экологических групп (б) лишайников восточной части природного парка «Виштынецкий»

Анализ приуроченности к субстрату (рис. 3б) показал, что самой многочисленной группой являются эпифитные лишайники – 88%. Эпигейды и эпиксилы представлены по два вида (по 5 %). Эпилитные лишайники, самая малочисленная группа – 2% от общего

числа видов. Данное распределение лишенобиоты по экологическим группам связано с отсутствием подходящих субстратов – выхода горных пород, обедненных почв (песчаников или торфяников) в районе исследования.

Анализ среднего содержания фотосинтетических пигментов в исследуемых видах показал сильную вариабельность (рис. 4), так, максимальное содержание хлорофилла *a* обнаружено в *P. acetabulum* – $1,95 \pm 0,49$ мг/г, а минимальное содержание выявлено у *H. physoides* – $0,51 \pm 0,03$ мг/г. Относительно высоким содержанием основного фотосинтетического пигмента (достоверно не различимы с *P. acetabulum*, $p = 0,79$) так же обладают *R. fraxinea* ($1,36 \pm 0,17$ мг/г), *P. sulcata* ($1,35 \pm 0,13$ мг/г), *R. fastigiata* ($1,35 \pm 0,28$ мг/г), *P. glauca* ($1,31 \pm 0,44$ мг/г).

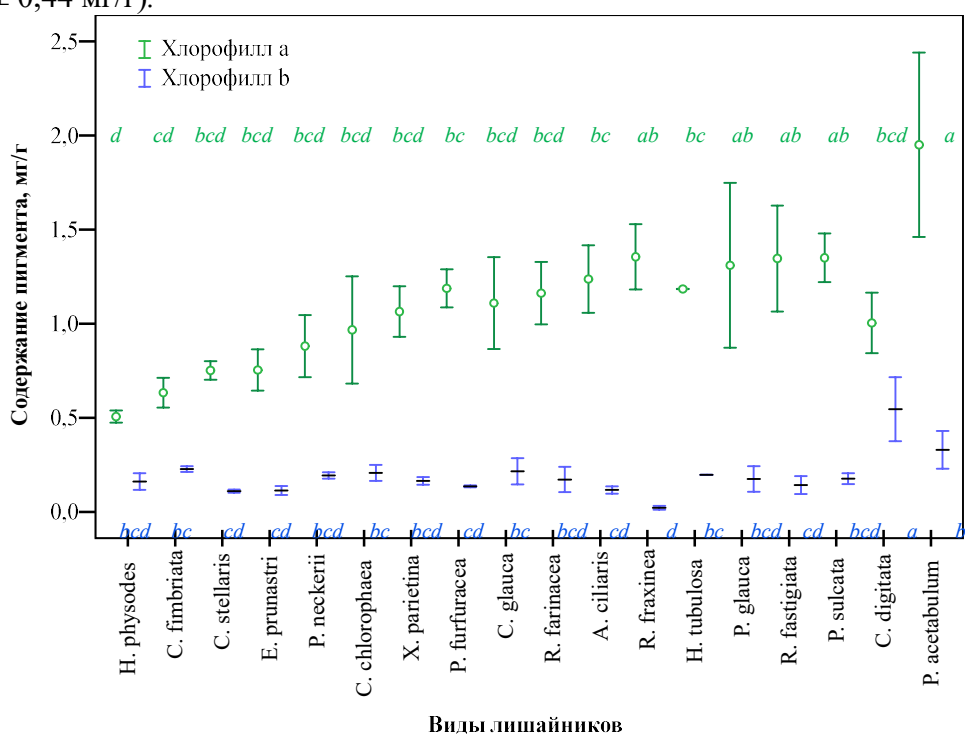


Рис. 4. Среднее содержание фотосинтетических пигментов в талломах лишайников (индексами *a*, *b*, *c* и *d* обозначены достоверно различающиеся данные $p \leq 0,05$)

Максимальное содержание хлорофилла *b* обнаружено у *C. digitata* ($0,55 \pm 0,17$ мг/г), минимальное – у *R. fraxinea* ($0,02 \pm 0,01$ мг/г), *C. stellaris* ($0,11 \pm 0,01$ мг/г) и *E. prunastris* ($0,11 \pm 0,02$ мг/г). Высоким содержанием хлорофилла *b* так же обладает *P. acetabulum* ($0,33 \pm 0,10$ мг/г), *C. fimbriata* ($0,23 \pm 0,01$ мг/г), *C. glauca* ($0,21 \pm 0,07$ мг/г) и др. *H. physoides*, характеризующаяся наименьшим содержанием

хлорофилла *a*, имеет так же не высокое содержание хлорофилла *b* ($0,16 \pm 0,04$ мг/г).

Ввиду того, что *P. sulcata* на территории региона используется в качестве модельного объекта для проведения биоиндикационных исследований, мы соотнесли установленное содержание хлорофилла *a* с расчетными данными методики оценки загрязнения атмосферного воздуха эвтрофицирующими веществами (Пунгин, 2018) – содержание пигмента на исследуемой территории более чем в два раза меньше по сравнению с таковым по городу Калининграду ($3,24 \pm 0,78$ мг/г). Таким образом, можно заключить, что восточная часть природного парка характеризуется низким уровнем загрязнения эвтрофицирующими веществами.

Заключение. В результате проведенных исследований был выявлен видовой состав и проведен экологический анализ лишенофлоры восточной части природного парка «Виштынецкий». Было выявлено 42 вида лишайников, принадлежащих к 12 семействам, среди которых семейства *Parmeliaceae*, *Cladoniaceae* и *Physciaceae* имеют наибольший вклад в видовое разнообразие. Среди выявленных видов наиболее представлены листоватые и кустистые, эпифитные лишайники.

Анализ содержания фотосинтетических пигментов в исследуемых видах показал сильную вариабельность. Максимальное содержание хлорофилла *a* обнаружено в *P. acetabulum*, а минимальное содержание выявлено у *H. physoides*. Максимальное содержание хлорофилла *b* обнаружено у *C. digitata*, минимальное у *R. fraxinea*, *C. stellaris* и *E. prunastri*. Оценка содержания хлорофилла *a* в *P. sulcata* показала низкий уровень загрязнения эвтрофицирующими веществами исследуемой территории.

В целом видовое разнообразие лишенобиоты восточной части природного парка «Виштынецкий» остаётся малоизученным и требует дальнейших исследований. Полученные данные могут быть использованы при проведении биоиндикационных работ на территории Нестеровского района Калининградской области.

Список литературы

- Бязров Л.Г. 2002. Лишайники в экологическом мониторинге. М.: Научный мир. 336 с.
- Гафина Л.М. 2007. Правовая охрана ландшафтного разнообразия в Российской Федерации // Бизнес в законе. Экономико-юридический журнал. №. 4. С. 279-282.
- Голубкова Н.С. 1983. Анализ флоры лишайников Монголии. Л.: Наука. 248 с.

- Дедков В.П., Андреев М.П., Петренко Д.Е.* 2007. Аннотированный список лишайников Калининградской области // Биоразнообразие Калининградской области. Калининград: РГУ им. И. Канта. С. 79-178.
- Красная книга Калининградской области.* 2010. / под ред. В.П. Дедкова, Г.В. Гришанова. Калининград: РГУ им. И. Канта. 332 с.
- Моль К.Э., Пунгин А.В., Петренко Д.Е.* 2014. Флора лишайников верхового болота Задовское Славского района Калининградской области // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. №. 1. С. 99-107.
- Мучник Е.Э., Инсарова И.Д., Казакова М.В.* 2011. Учебный определитель лишайников Средней России: учебно-методическое пособие // Изд-во РГУ имени С.А. Есенина. Рязань. 360 с.
- Петренко Д.Е.* 2005. Лихенофлора песчаных аккумулятивных образований Юго-Восточного побережья Балтики (на примере Куршской и Балтийской кос Калининградской области): дис. канд. биол. наук. Калининград. 298 с.
- Пунгин А.В., Парфёнова Д.А.* 2017. Видовое разнообразие эпифитных лишайников города Калининграда // Биоразнообразие: подходы к изучению и сохранению: материалы Международной научной конференции, посвященной 100-летию кафедры ботаники Тверского государственного университета (г. Тверь, 8–11 ноября 2017 г.). Тверь: Твер. гос. ун-т. С. 334-339.
- Пунгин А.В., Чайка К.В., Гришанов Г.В., Петренко Д.Е., Королев К.С.* 2015. Лишайники черноольхового леса, находящегося под воздействием гнездовой колонии большого баклана (Куршский залив, Калининградская область) // Ботанический журнал. СПб.: Наука. Том 100. № 11. С. 1154-1161.
- Пунгин А.В.* 2018. Геоэкологическая оценка состояния атмосферного воздуха города Калининграда методом лишеноиндикации: автореф. дис. ... канд. геогрф. наук. Калининград.: Издательство Балтийского федерального университета им. Иммануила Канта. 24 с.
- Слонов Л.Х., Слонов Т.Л., Ханов З.М.* 2009. Эколого-физиологические особенности лишайников горной системы Центральной части Северного Кавказа. Нальчик: Эльбрус. 160 с.
- Список лишенофлоры России.* 2010. // СПб.: Наука. 194 с.
- Ханов З.М.* 2005. Эколого-физиологическая характеристика лишайников охраняемых территорий Кабардино-Балкарской Республики: автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб.: Ботан. ин-т им. В.Л. Комарова РАН. 16 с.
- Barnes J.D., Balaguer L., Manrique E., Elvira S., Davison A.W.* 1992. A reappraisal of the use of DMSO for the extraction and determination of chlorophylls a and b in lichens and higher plants // Environmental and Experimental Botany. V. 32. Nr. 2. P. 85-100.
- Faltnowicz W., Kossowska M.* 2016. The Lichens of Poland: A Fourth Checklist // Acta Botanica Silesiaca Monographiae 8. 122 p.
- Lettau G.* 1912. Beiträge zur Lichenenflora von Ost- und Westpreussen // Festschriften des Preussischen Botanischen Vereins zu Königsberg. [S. 1.]. S. 17-91.

Motiejūnaitė J. 2017. Supplemented checklist of lichens and allied fungi of Lithuania // *Botanica Lithuanica*. Vol. 23. №. 2. P. 89-106.

Ohlert A. 1863. Verzeichnis Preussischer Flechten // *Schriften der Königlichen Physikalisch-oekonomischen Gesellschaft zu Königsberg*. S. 6-34.

Wirth V., Hauck M., Schultz M. 2013. Die Flechten Deutschlands // Stuttgart, Ulmer. 1244 s.

ECOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF LICHENS IN THE EASTERN PART OF THE NATURAL PARK «VISHTYNETSKY»

**A.V. Pungin, V.K. Lapschina, L.A. Kisliakova, A.A. Libert,
E.I. Brovtsin, M.V. Danilova, L.N. Skrypnik**
Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad

A study on lichens in the eastern part of the natural park Vishtynetsky (Kaliningrad Oblast, Nesterovsky District) for the first time was conducted. A taxonomic list (42 species) with indication of ecological groups and life forms was compiled. Data on the content of photosynthetic pigments in thallus of 18 lichen species that are most prevalent in the natural park are provided.

Keywords: lichens, lichen flora, natural park Vishtynetsky, photosynthetic pigments.

Об авторах:

ПУНГИН Артём Викторович – старший преподаватель Института живых систем ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И.Канта», 236016, г. Калининград, ул. А. Невского, д.14, e-mail: APungin@kantiana.ru

ЛАПШИНА Василина Константиновна – студентка Института живых систем ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И.Канта», 236016, г. Калининград, ул. А. Невского, д.14

КИСЛЯКОВА Лидия Андреевна, студентка Института живых систем ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И.Канта», 236016, г. Калининград, ул. А. Невского, д.14

ЛИБЕРТ Алан Александрович – студент Института живых систем ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им.

И.Канта», 236016, г. Калининград, ул. А. Невского, д.14

БРОВЦИН Егор Игоревич – студент Института живых систем ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И.Канта», 236016, г. Калининград, ул. А. Невского, д.14

ДАНИЛОВА Мария Васильевна – кандидат биологических наук, доцент Института живых систем ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И.Канта», 236016, г. Калининград, ул. А. Невского, д.14, e-mail: chironomus@gmail.com

СКРЫПНИК Любовь Николаевна – кандидат биологических наук, доцент Института живых систем ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И.Канта», 236016, г. Калининград, ул. А. Невского, д.14, e-mail: LSkrypnik@kantiana.ru

Пунгин А.В. Эколого-физиологическая характеристика лишайников восточной части природного парка «Виштынецкий» / А.В. Пунгин, В.К. Лапшина, Л.А. Кислякова, А.А. Либерт, Е.И. Бровцин, М.В. Данилова, Л.Н. Скрыпник// Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2019. № 3(55). С. 176-185.