

Вестник БарГУ

Научно-практический журнал

Издаётся с марта 2013 года

№ 1 (17), март, 2025

Серия «Биологические науки (общая биология).
Сельскохозяйственные науки (агрономия)»

Учредитель: учреждение образования
«Барановичский государственный университет».

Адрес редакции:
ул. Войкова, 21, 225404 г. Барановичи.
Телефон: +375 (163) 64 34 77.
E-mail: rig@barsu.by

Подписные индексы: 00993 — для индивидуальных подписчиков; 009932 — для организаций.
Свидетельство о регистрации средств массовой информации № 1533 от 30.07.2012, выданное Министерством информации Республики Беларусь.

В соответствии с приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 21 января 2015 г. № 16 научно-практический журнал «Вестник БарГУ» серия «Биологические науки (общая биология). Сельскохозяйственные науки (агрономия)» включён в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по биологическим наукам (общая биология), сельскохозяйственным наукам (агрономия).

Научно-практический журнал «Вестник БарГУ» включён в РИНЦ (Российский индекс научного цитирования), лицензионный договор № 06-1/2016.

Выходит на русском, белорусском и английском языках. Распространяется на территории Республики Беларусь.

Технический редактор А. Ю. Сидоренко
Компьютерная вёрстка С. М. Глушак
Корректор Н. Н. Колодко

Подписано в печать 14.03.2025. Формат 60 × 84 1/8.
Бумага ксероксная. Печать цифровая.
Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 12.20. Уч.-изд. л. 9,40.
Тираж 40 экз. Заказ . Цена свободная.

Полиграфическое исполнение: республиканское унитарное предприятие «Информационно-вычислительный центр Министерства финансов Республики Беларусь». Специальное разрешение (лицензия) на право осуществления полиграфической деятельности № 02330/89 от 3 марта 2014 года.
Адрес: ул. Кальварийская, 17, 220004 г. Минск.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Кочурко В. И. (гл. ред. журн.), доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик Белорусской инженерной академии, академик Международной академии технического образования, академик Международной академии наук педагогического образования, академик Академии экономических наук Украины, Почётный профессор БарГУ, профессор кафедры технического обеспечения сельскохозяйственного производства и агрономии (учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь).

Климук В. В. (зам. гл. ред. журн.), кандидат экономических наук, доцент, первый проректор учреждения образования «Барановичский государственный университет» (учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь).

Рындевич С. К. (гл. ред. сер.), кандидат биологических наук, доцент (учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь).

Карпетова Е. Г. (ред. текстов на англ. яз.), кандидат филологических наук, доцент (учреждение образования «Минский государственный лингвистический университет», Минск, Республика Беларусь).

Земоглядчук А. В. (отв. за направление «Общая биология»), кандидат биологических наук, доцент (учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь); **Ритвинская Е. М.** (отв. за направление «Агрономия»), кандидат сельскохозяйственных наук (учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь).

Александрович О. Р., доктор биологических наук, профессор (Поморская академия в Слупске, Слупск, Республика Польша); **Булавина Т. М.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию», Жодино, Республика Беларусь); **Бушуева В. И.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (учреждение образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», Горки, Республика Беларусь); **Верхотуров В. В.**, доктор биологических наук, профессор (федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», Калининград, Российская Федерация); **Гриб С. И.**, академик, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию», Жодино, Республика Беларусь); **Гричик В. В.**, доктор биологических наук, профессор (Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь); **Джус М. А.**, кандидат биологических наук, доцент (Минск, Республика Беларусь); **Кильчевский А. В.**, доктор биологических наук, академик (Национальная академия наук Беларуси, Минск, Республика Беларусь); **Лукашевич Н. П.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины», Витебск, Республика Беларусь); **Прокин А. А.**, кандидат биологических наук (федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт биологии внутренних вод имени И. Д. Папанина Российской академии наук», п. Борок, Российская Федерация); **Сушко Г. Г.**, доктор биологических наук, профессор (учреждение образования «Витебский государственный университет имени П. М. Машерова», Витебск, Республика Беларусь); **Цзя Ф.**, доктор, профессор (Институт энтомологии, Университет имени Сунь Ятсена, Гуанчжоу, Китайская Народная Республика); **Янчуревич О. В.**, кандидат биологических наук, доцент (учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», Гродно, Республика Беларусь).

Promoter: Education Institution "Baranavichy State University".

Editorial address:

21 Voykova str., 225404 Baranavichy.
Phone: +375 (163) 64 34 77.
E-mail: rig@barsu.by

Subscription indices: 00993 — for individual subscribers; 009932 — for companies.
The certificate of the registration of mass media no. 1533 of 30.07.2012 issued by the Ministry of Information of Belarus.

In accordance with the order of the board of the Higher Attestation Commission of the Republic of Belarus on January 21, 2015 no. 16 the scientific and practical journal "BarSU Herald", the series "Biological sciences (General biology). Agricultural sciences (Agronomy)" was included in the list of the scientific publications of the Republic of Belarus for publishing the results of dissertation research in biological sciences (general biology), agricultural sciences (agronomy).

The scientific and practical journal "BarSU Herald" is included in RSCI (Russian Science Citation Index), license agreement no. 06-01/2016.

Issued in Russian, Belarusian and English. The journal is distributed on the territory of the Republic of Belarus.

Technical editor A. Y. Sidorenko
Desktop Publishing S. M. Glushak
Proofreader N. N. Kolodko

Signed print 14.03.2025. Format 60 × 84 1/8. Paper xerox.
Digital printing. Headset Times. Conv. pr. s. 1.12.20.
Acc.-pub. s. l. 9,40. Circulation of 40 copies.
Order . Free price.

Printing performance: Republican Unitary Enterprise "Information and Computing Center of the Ministry of Finance of the Republic of Belarus". Special permission (license) for the right to carry out printing activities No. 02330/89, March 3, 2014.

Address: 17 Kalvariyskaya, 220004 Minsk

EDITORIAL BOARD

Kochurko V. I. (*editor-in-chief*), DSc in Agriculture, Professor, Academician of the Belarusian Academy of Engineering, Academician of the International Academy of Technical Education, Academician of the International Academy of Pedagogical Education, Academician of the Academy of Economic Sciences of Ukraine, Honorary Professor of BarSU, Professor of the Department of Technical Supply of Agricultural Production and Agronomy (Education Institution "Baranavichy State University", Baranavichy, the Republic of Belarus).

Klimuk V. V. (*deputy editor-in-chief*), PhD in Economics, Associate Professor, first vice-rector (Education Institution "Baranavichy State University", Baranavichy, the Republic of Belarus).

Ryndevich S. K. (*the series editor-in-chief*), PhD in Biology, Associate Professor (Education Institution "Baranavichy State University", Baranavichy, the Republic of Belarus).

Karapetova Ye. G. (*English text editor*), PhD in Philology, Associate Professor (Education Institution "Minsk State Linguistic University", Minsk, the Republic of Belarus).

Zemoglyadchuk A. V. (*responsible for the topic area "General Biology"*), PhD in Biology, Associate Professor (Education Institution "Baranavichy State University", Baranavichy, the Republic of Belarus); **Ritvinskaya E. M.** (*responsible for the topic area "Agronomy"*), PhD in Agriculture (Education Institution "Baranavichy State University", Baranavichy, the Republic of Belarus).

Aleksandrowicz O. R., DSc in Biology, Professor (Pomorsk Academy in Slupsk, Slupsk, the Republic of Poland); **Bulavina T. M.**, DSc in Agriculture, Professor (the Republican Unitary Enterprise "Scientific-and-Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture", Zhodino, the Republic of Belarus); **Bushueva V. I.**, DSc in Agriculture, Professor (Education Institution "Belarusian State of the Orders of the October Revolution and the Order of the Labour Red Banner Agricultural Academy", Gorki, the Republic of Belarus); **Verkhoturov V. V.**, DSc in Biology, Professor (Federal State Budgetary Education Institution of Higher Education "Kaliningrad State Technical University", Kaliningrad, the Russian Federation); **Grib S. I.**, Academician, DSc in Agriculture (the Republican Unitary Enterprise "Scientific-and-Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture", Zhodino, the Republic of Belarus); **Grichik V. V.**, DSc in Biology, Professor (Minsk, Belarusian State University, the Republic of Belarus); **Dzhus M. A.**, PhD in Biology, Associate Professor (Minsk, the Republic of Belarus); **Kilchevskiy A. V.**, DSc in Biology, Academician (Minsk, the Republic of Belarus); **Lukashevich N. P.**, DSc in Agriculture, Professor (Education Institution "Vitebsk of the Badge of Honor Order State Academy of Veterinary Medicine", Vitebsk, the Republic of Belarus); **Prokin A. A.**, PhD in Biology (Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences, Borok, the Russian Federation); **Sushko G. G.**, DSc in Biology, Professor (Education Institution "Vitebsk State University named after P. M. Mashero", Vitebsk, the Republic of Belarus); **Jia F.**, PhD in Biology (Institute of Entomology, School of Life Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou, China); **Yanchurevich O. V.**, PhD in Biology, Associate Professor (Education Institution "Grodno State University named after Yanka Kupala", Grodno, the Republic of Belarus).

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Общая биология

- Заика Ю. У., Балибрух Дз. А., Балибрух М. Дз.** Магчымыя выкапнёвыя сляды Polychaeta (Annelida) у адкладах плейстацэну Беларусі **4**
- Земоглядчук А. В.** Кормовыя растения и жизненные формы личинок *Mordellistena brunneispinosa* Ermisch, 1963, *M. multicastrix* Kangas, 1986 и *M. kraatzi* Emery, 1876 (Coleoptera: Mordellidae) **12**
- Земоглядчук К. В.** Морфология раковин наземных моллюсков (Pulmonata, Stylommatophora): наиболее распространенные морфологические группы и подгруппы **18**
- Лакотко А. А.** Видовой состав жукелиц (Coleoptera, Carabidae) сосновых лесов Белорусского Поозерья **33**
- Лукашениа М. А., Земоглядчук А. В.** Материалы к изучению мицетофильных жесткокрылых (Coleoptera), связанных с плодовыми телами грибов рода *Pleurotus* (Agaricales) **44**
- Лукашук А. О., Котлярчук Н. А., Чуонг С. Л.** Дополнение к списку настоящих полужесткокрылых насекомых (Hemiptera: Heteroptera) Барановичского района (Брестская область, Республика Беларусь) **51**
- Лундышев Д. С.** Ксилофильные жесткокрылые надсемейства Histeroidea (Coleoptera) республиканского ландшафтного заказника «Ольманские болота» **59**
- Найман О. А., Маковецкая Е. В.** Распространение *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) на территории Беларуси **65**
- Рындевич С. К.** Новые указания Noteridae и Dytiscidae (Coleoptera) из Занзибара (Танзания) **76**
- Савицкая К. Л.** Методика определения значимости водных объектов для сохранения разнообразия водных растений **83**
- Яхновец М., Подольский Д., Стоцки М., Масловецка И., Юрченко Е.** Изменения в химическом составе зеленых листьев *Acer negundo* и *Robinia pseudoacacia* после их пассивного компостирования **92**

CONTENTS

BIOLOGICAL SCIENCES

General biology

- Zaika Yu. U., Bolibrukh D. A., Bolibrukh M. D.** Possible Polychaeta (Annelida) trace fossils in pleistocene deposits of Belarus **4**
- Zemoglyadchuk A. V.** Host plants and life-forms of the larvae of *Mordellistena brunneispinosa* Ermisch, 1963, *M. multicastrix* Kangas, 1986 and *M. kraatzi* Emery, 1876 (Coleoptera: Mordellidae) **12**
- Zemoglyadchuk K. V.** Morphology of terrestrial mollusk shells (Pulmonata, Stylommatophora): the most common morphological groups and morphological subgroups **18**
- Lakotko A. A.** Species composition of beetles (Coleoptera, Carabidae) of pine forests of the Belarusian Lakeshore **33**
- Lukashenia M. A., Zemoglyadchuk A. V.** Materials for the study of mycetophilous beetles (Coleoptera) associated with fungal fruit bodies of the *Pleurotus* species (Agaricales) **44**
- Lukashuk A. O., Katliarchuk N. A., Truong X. L.** Supplement to the list of true bugs (Hemiptera: Heteroptera) of Baranavichy district (Brest region, the Republic of Belarus) **51**
- Lundyshev D. S.** Xylophilous beetles of superfamily Histeroidea (Coleoptera) of the republican landscape reserve "Olmans mire" **59**
- Naiman O. A., Makavetskaya K. V.** Distribution of *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) in the territory of Belarus **65**
- Ryndeovich S. K.** New records of Noteridae and Dytiscidae (Coleoptera) from Zanzibar (Tanzania) **76**
- Savitskaya K. L.** A new method for assessment of the significance of water bodies for the conservation of aquatic plants **83**
- Yakhnovets M., Podolsky D., Stocki M., Masłowiecka J., Yurchenko E.** Changes in the chemical composition of *acer Negundo* and *Robinia pseudoacacia* green leaf biomass after passive composting **92**

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

BIOLOGICAL SCIENCES

GENERAL BIOLOGY

УДК 562

Ю. У. Заика, Дз. А. Балибрух², М. Дз. Балибрух³

¹Дзяржаўнае прадпрыемства «ГЕАСЕРВІС», вул. Янкі Маўра, 53, 220015 Мінск,
Рэспубліка Беларусь, cyrtophyllum@gmail.com

²Таварыства з дадатковай адказнасцю «Дакладныя рашэнні», вул. Ляўкова, 43, 220007 Мінск,
Рэспубліка Беларусь, dmitry.a.bolibrukh@gmail.com

³Дзяржаўная ўстанова адукацыі «Калодзішчанская сярэдняя школа № 2», вул. Ціхая 20А, 223050
аг. Калодзішчы, Мінскі р-н, Мінская вобл., Рэспубліка Беларусь, maximbm3847@gmail.com

МАГЧЫМЫЯ ВЫКАПНЁВЫЯ СЛЯДЫ POLYCHAETA (ANNELIDA) У АДКЛАДАХ ПЛЕЙСТАЦЭНУ БЕЛАРУСІ

У плейстацэнавых адкладах Беларусі зроблены знаходкі седыментацыйных структур, якія аднесены да выкапнёвых біягенных слядоў. Сярод іх адзінкавы след перамяшчэння чэрвепадобнага арганізма выяўлены ў стужкавых утварэннях на поўначы Полацкай нізіны; магчымыя сляды жыццядзейнасці інфаўны адзначаны ў тонкаслаістых пясках на ўсходзе Мінскага ўзвышша. Агульнай рысай асадкаў, якія змяшчаюць апісанья тут знаходкі, з'яўляецца іх тонкая гарызантальна-слаістая і ў рознай ступені рытмавая тэкстура. На геалагічнай карце плейстацэну Беларусі такія адклады пазначаны як ледавікова-азёрныя і водна-ледавіковыя; звычайна яны пазбаўлены інсітных макраскапічных выкапнёвых рэшткаў. Гэта абумоўлівае асаблівую цікавасць да знойдзеных слядоў. Выказваецца меркаванне аб іх прыналежнасці прадстаўнікам паліхет (Annelida, Polychaeta), у тым ліку, магчыма, пескакжылам *Arenicola* sp. На карысць такой гіпотэзы сведчаць памеры, марфалогія і характар праяўлення слядоў. Сучасныя пескакжылы *Arenicola* Lamarck насяляюць у паўночным паўшар'і прыліўна-адліўную зону марскіх мелкаводдзяў, эстуарыі і верхнюю сублітараль ва ўмовах нармальна-марской і паніжанай салёнасці. Падобныя сляды могуць быць пакінуты і некаторымі іншымі арганізмамі, у тым ліку ў прэснаводных умовах. Знаходкі інсітнай макрафаўны ўказваюць на памылковасць пашыраных поглядаў аб «палеанталагічнай немаце» адкладаў познеплейстацэнавых пасляледавіковых вадаёмаў Беларусі. Па гэтых прычынах апісаны ніжэй матэрыял можа мець пэўную каштоўнасць для палеагеаграфічных даследаванняў і для лепшага разумення ўмоў седыментацыі падчас утварэння адпаведных адкладаў. Для дакладнай інтэрпрэтацыі слядоў і высвятлення іх значэння для рэканструкцыі палеагеаграфічных абстановак неабходны пошукі і дэталёвае вывучэнне новых месцазнаходжаняў.

Ключавыя словы: выкапнёвыя сляды; Annelida; Polychaeta; плейстацэн; Беларусь.
Мал. 3. Бібліягр.: 12 назваў.

Yu. U. Zaika¹, D. A. Bolibruch², M. D. Bolibruch³

¹The State Enterprise "GEOSERVICE", 53 Janki Maura str., 220036 Minsk, the Republic of Belarus, cyrtophyllum@gmail.com

²Additional Liability Company "Dakladnyya rashenni", 43 Liaukova str., 220007 Minsk, the Republic of Belarus,
dmitry.a.bolibrukh@gmail.com

³Education Institution "Kalodzishchy Comprehensive school No. 2", 20A Tikhaya str., 223050 Kalodzishchy,
Minsk distr., Minsk reg., the Republic of Belarus, maximbm3847@gmail.com

POSSIBLE POLYCHAETA (ANNELIDA) TRACE FOSSILS IN PLEISTOCENE DEPOSITS OF BELARUS

Sedimentary structures attributed to trace fossils are reported from Pleistocene sediments of Belarus. Among them, a single trace of a worm-like organism was found in varved deposits in the north of the Polatsk Lowland; possible burrows of infauna were noted in thin-bedded sands in the east of the Minsk Upland. A common feature of the sediments containing the finds described here is their thin horizontally-bedded and, to varying degrees, rhythmic

texture. On the geological map of the Pleistocene of Belarus, such deposits are marked as glacial-lacustrine and glacial-fluvial; they are usually devoid of *in situ* macroscopic fossil remains. This makes the traces found of particular interest. It is suggested that the trace fossils belong to representatives of polychaetes (Annelida, Polychaeta), including, possibly, sandworms *Arenicola* sp. The size, morphology and nature of the traces indicate in favor of this hypothesis. Modern sandworms *Arenicola* Lamarck inhabit the intertidal zone of shallow marine waters, estuaries and upper sublittoral in the Northern Hemisphere under conditions of normal-marine salinity and in brackish waters. Similar trace fossils can be left by other organisms as well, even in freshwater sediments. The findings of the *in situ* trace fossils indicate the fallacy of the widespread views about the “paleontological silence” of the deposits of the Late Pleistocene post-glacial lakes or flooded areas of Belarus. For these reasons, the material described below may be of some value for paleogeographic studies and for a better understanding of the sedimentation conditions during the formation of the corresponding deposits. For a precise interpretation of the traces and clarification of their significance for the reconstructions of paleogeographic settings, searches and detailed study of new localities are necessary.

Key words: trace fossils; Annelida; Polychaeta; Pleistocene; Belarus.

Fig. 3. Ref.: 12 titles.

Уводзіны. Асноўная частка плейстацэнавых адкладаў Беларусі традыцыйна адносіцца да ледавіковых і водна-ледавіковых, якія лічацца пераважна «палеанталагічна нямымі». Нешматлікія факты знаходжання ў іх арганічных рэшткаў звычайна тлумачацца пераадкладаннем. Ніжэй паведамляецца пра седыментацыйныя структуры, сфарміраваныя, бясспрэчна, *in situ*, пакінутыя, верагодна, чэрвепадобнымі арганізмамі. Знаходкі прымеркаваны да ўтварэнняў, якія, паводле ледавіковай канцэпцыі, трактуюцца як флювія- і лімнагляцыяльныя [1; 2]. Новы матэрыял можа сведчыць аб неабходнасці ўдакладнення сучасных поглядаў на ўмовы ўтварэння адпаведных адкладаў, у тым ліку з увагай да ўказанняў на магчымую прысутнасць у межах Беларусі плейстацэнавых апрэсна-марскіх абстановак [3].

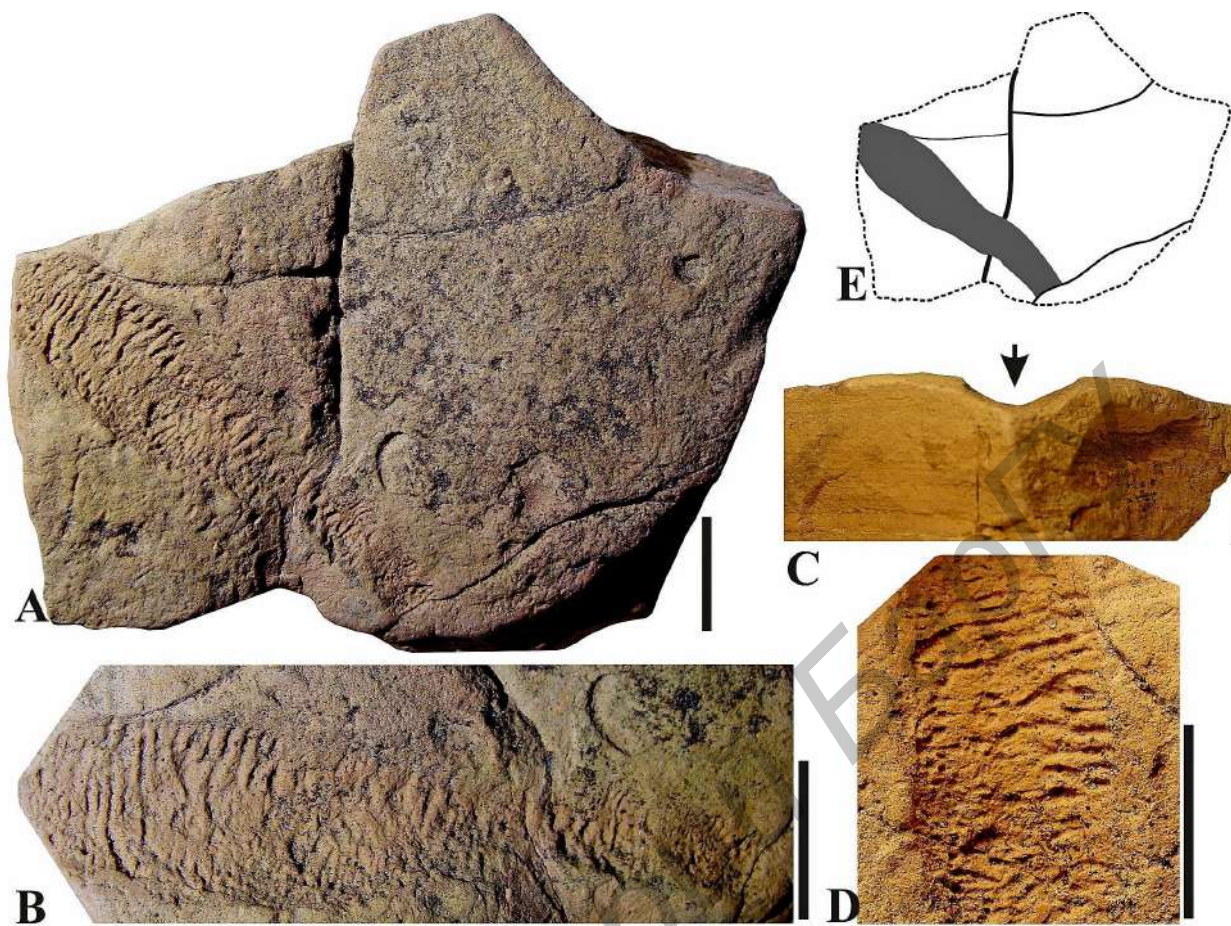
Матэрыялы і метады даследавання. Для вывучэння месцазнаходжанняў выкапнёвых слядоў у пясчаных адкладах выкарыстоўвалася шурфаванне з расчысткай плоскасцяў напластавання і стварэннем серыі гарызантальных зрэзаў тоўшчы. Частка слядоў вывучалася ў некалькіх узаемна перпендыкулярных плоскасцях. Матэрыял з гліністых адкладаў сабраны з прыроднага агалення. Узрост вызначаўся па карце чацвярцёвых адкладаў Беларусі маштабу 1 : 500000 [1]. Абсалютная вышыня вызначана прыблізна з улікам тапаграфічных матэрыялаў і дадзеных Google Earth.

Вынікі даследавання і іх абмеркаванне. Разрэз «Вірынка». У 2017 годзе ў стужкавых і слаістых гліністых адкладах разрэзу «Вірынка» (ручэй Вірынка, правы прыток ракі Сар’янкі, Верхнядзвінскі раён Віцебскай вобласці) быў выяўлены фрагмент гліністага прапластка са слядамі неарганічнага і арганічнага паходжання (малюнак 1, А). Паводле стратыграфічнай схемы плейстацэну Беларусі, тоўшча мае верхнеплейстацэнавы ўзрост і адносіцца да паазёрскага гарызонту (час адступання паазёрскага ледавіка) [1; 2]. Месца знаходкі размешчана непасрэдна на ўрэзе вады, у ніжняй частцы гліністай тоўшчы (абсалютная адзнака — прыблізна 125 м) і прымеркавана да інтэрвалу, складзенага тонка- і мікраслаістай глінай светла-рудога колеру (малюнак 2, А). Гліністыя прапласткі чаргуюцца з тонкімі праслоямі светла- і жоўта-шэрага алеўрыту.

На паверхні фрагмента пароды назіраюцца:

- неарганічныя сляды — трэшчыны высыхання глыбінёй 0,5—2,0 мм, якія адмяжоўваюць палігоны няправільнай формы (гл. малюнкi 1, А, 1, Е);
- біягенныя сляды, у тым ліку адбітак ці след бесхрыбетнага арганізма (гл. малюнкi 1, А—Е). Найбольшая шырыня следу — 1,0 см, глыбіня — 3,0—3,5 мм. Рэльеф адбітка складзены папярочнымі валікамі і баразёнкамі шырынёй каля 1 мм (гл. малюнак 1, D).

Утварэнне неглыбокай трэшчынаватасці магло быць звязана з кароткачасовым асушэннем мелкаводнага ўчастка вадаёма. Біягенны след быў пакінуты, верагодна, пасля фарміравання трэшчынаватасці ў выніку перамяшчэння арганізма па гліністым грунце, які не паспеў страціць пластычнасць ці аднавіў пластычнасць пасля наступнага заталення.

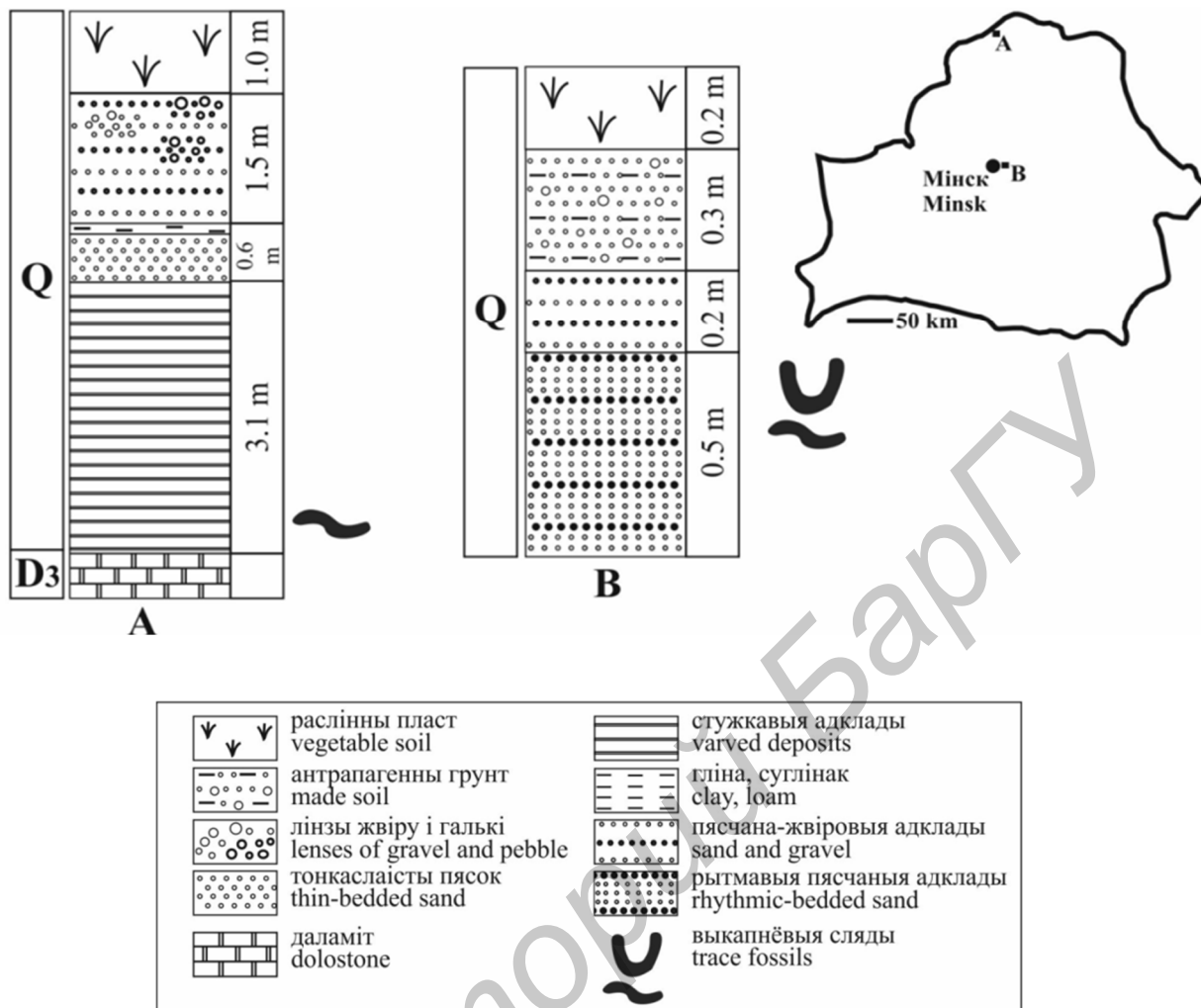


Малюнак 1. — Выкапнёвыя сляды з гліністых адкладаў разрэзу «Вірынка»: А — агульны выгляд узору; В — арганічны адбітак; С — паглыбленне арганічнага адбітка ў пародзе (пазначана стрэлкай); D — фрагмент арганічнага адбітка з дэталямі яго рэльефу; E — схема ўзора з пазначэннем арганічнага адбітка і трэшчын высыхання. Маштабныя лінейкі: 1 см (А, В, D), 5 мм (С)

Figure 1. — Trace fossils from clays of the “Virynka” section: A — general view of the sample; B — trace fossil; C — depression of the trace fossil in the sediment (indicated by an arrow); D — fragment of the trace fossil with details of its relief; E — diagram of the sample, showing the trace fossil and mud cracks. Scale bars: 1 cm (A, B, D), 5 mm (C)

Знаходка дапаўняе ранейшыя звесткі аб палеанталагічных матэрыялах з плейстацэнавых стужкавых глін і валунных супескаў раёну ракі Сар’янкі [3; 4].

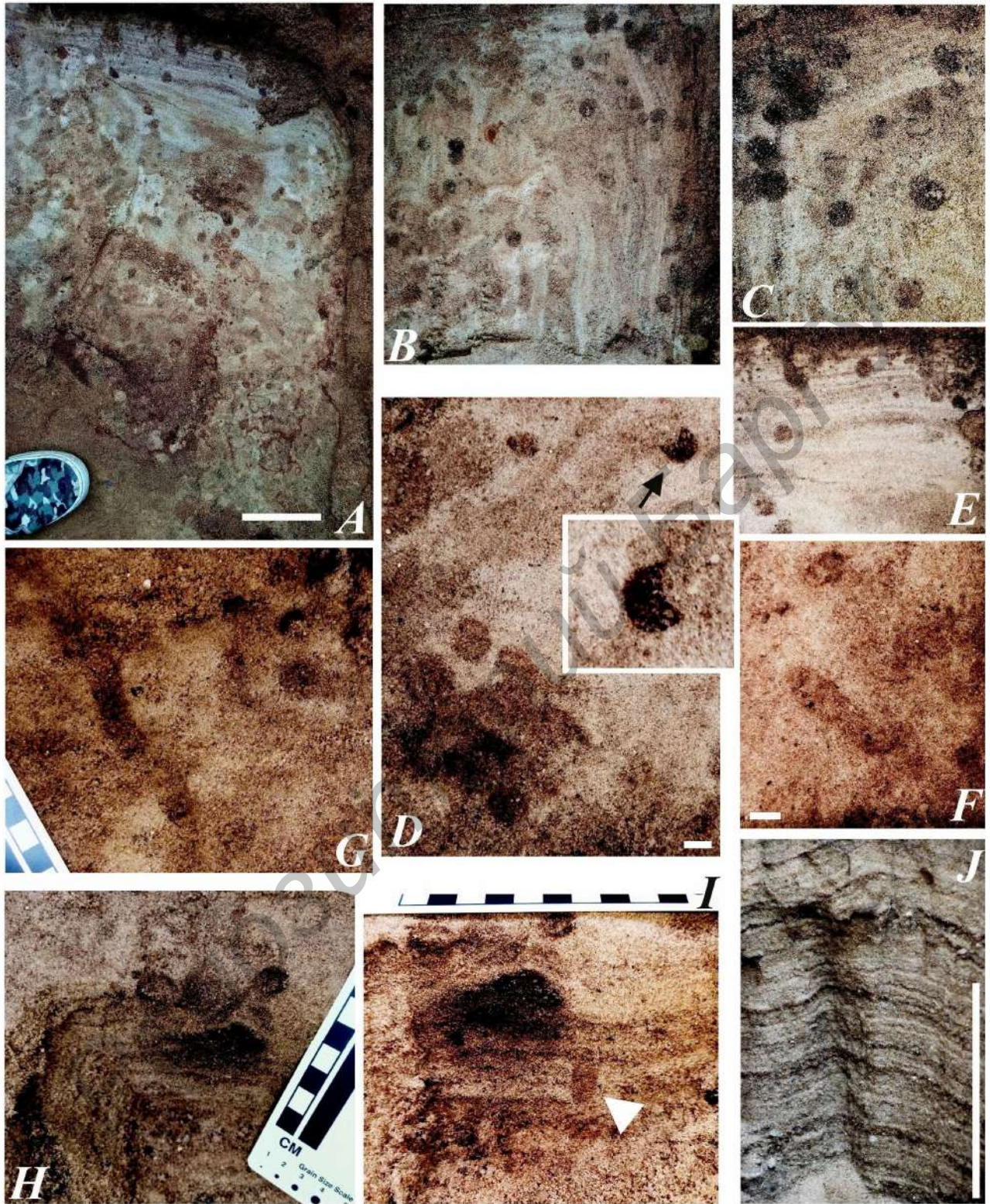
Разрэзы «Калодзішчы-1» і «Калодзішчы-2». Два месцазнаходжанні выкапнёвых біягенных слядоў выяўлены ў 2024 годзе ў раёне населенага пункта Калодзішчы, на ўсходнім схіле Мінскага ўзвышша (малюнкi 3, А—J). Сляды прымеркаваны да тоўшчы тонкаслаістых пяскоў, ускрытых з глыбіні 0,5—1,0 м (гл. малюнак 2, В). Абсалютная адзнака зямной паверхні складае прыблізна 240 м. Згодна са стратыграфічнай схемай плейстацэну Беларусі, адклады маюць сярэднеплейстацэнавы ўзрост: адносяцца да сожскага падгарызонту прыпяцкага гарызонту і былі ўтвораны падчас адступання сожскага ледавіка [1; 2]. У шурфах назіраецца тонкаслаістая і рытмавая будова тоўшчы (гл. малюнак 3, J). У разрэзе «Калодзішчы-2» у складзе рытмаў прасочаны прапласткі таўшчынёй 2—5 мм, складзеныя пяском і жвірам, паміж якімі знаходзіцца каля 12—14 прапласткаў жоўта-белага пяску з уключэннем жвіру і дробнай галькі. Таўшчыня рытмаў складае 3,0—3,5 см. Ускрытая магутнасць рытмавых пяскоў у разрэзе «Калодзішчы-2» — каля 0,5 м, поўнасю тоўшча не пройдзена; у разрэзе «Калодзішчы-1» ускрыта толькі паверхня гэтых пяскоў.



Малюнак 2. — Разрэзы «Вірынка» (А) і «Калодзішчы-2» (В): Q — чацвярцёвая сістэма; D₃ — верхні дэвон

Figure 2. — “Virunka” (A) and “Kalodzishchy-2” (B) sections: Q — Quaternary System; D₃ — Upper Devonian

Падчас расчыткі плоскасцяў наслання рытмавых пяскоў выяўлена вялікая колькасць седыментацыйных структур (слядоў) у выглядзе каналаў з пячаным запаўненнем, якое па афарбоўцы кантрастуе з навакольнай пародай (гл. малюнка 3, А—Н). Назіраюцца як сляды больш цёмныя, так і больш светлыя за асноўную масу пароды. Апошнія адбываецца ў выпадку працінання слядамі цёмных ажалезненых прапласткаў. Макраскапічныя ўключэнні торфу, драўніны і іншыя прыкметы расліннага паходжання слядоў адсутнічаюць. Сячэнне структур круглае, дыяметр аднастайны — 1,0—1,3 см; сустракаюцца асобныя меніскападобныя сячэнні (гл. малюнак 3, D). Сляды арыентаваны вертыкальна і гарызантальна (перпендыкулярна і ўздоўж слаістасці) (гл. малюнка 3, В—F). Радзей назіраюцца рэшткі слядоў U-падобнай формы з падвойнымі адтулінамі на паверхні прапластка (гл. малюнка 3, H, I). Сляды прасочваюцца ўглыб пераважна да некалькіх сантыметраў, затым іх абрысы робяцца невыразнымі. Даўжыня слядоў, арыентаваных гарызантальна, дасягае 10 см (гл. малюнак 3, G). Разгалінаванні слядоў і змены іх дыяметра не зафіксаваны.



Малюнок 3. — Выкапнёвыя сляды ў пясчаных адкладах разрэзаў «Калодзішчы-1» і «Калодзішчы-2»: **A—C, E** — дно шурфа са шматлікімі сячэннямі слядоў (норак); **D** — група норак акруглага і меніскападобнага сячэння (пазначана стрэлкай, вылучана і павялічана); **F, G** — гарызантальныя сляды; **H, I** — рэшткі U-падобнага следу: **H** — трохмерная канфігурацыя (папярочны і прадольны зрэз); **I** — прадольны зрэз з фрагментам іншага следу, які працінае слаістасць (пазначаны стрэлкай); **J** — рытмавая будова пясчанай тоўшчы ў сценах шурфа. **A—C, E** — разрэз «Калодзішчы-1»; **D, F—J** — разрэз «Калодзішчы-2». Маштабныя лінейкі: — 10 см (**A, J**), 1 см (**D, F—I**). Папярочнікі ўсіх слядоў (**A—I**) — прыблізна 1 см

Figure 3. — Trace fossils in the sand deposits of “Kalodzishchy-1” and “Kalodzishchy-2” sections: **A—C, E** — the bottom of the pit with numerous trace sections (burrows); **D** — a group of burrows of a circular and meniscus-shaped section (indicated by an arrow, highlighted and enlarged); **F, G** — horizontal traces; **H, I** — remains of a U-shaped trace: **H** — three-dimensional configuration (transverse and longitudinal section); **I** — longitudinal section, with a fragment of another burrow that penetrates the stratification (indicated by an arrow); **J** — rhythmic structure of sand deposits in the pit wall. **A—C, E** — section “Kalodzishchy-1”; **D, F—J** — section “Kalodzishchy-2”. Scale bars: 10 cm (**A, J**), 1 cm (**D, F—I**). The diameters of all traces (**A—I**) are approximately 1 cm

Вызначэнне сістэматычнага становішча арганізма — утваральніка следу з разрэзу «Вірынка» праблематычнае. Памеры і характэрная сегментацыя адбітка могуць указваць на яго прыналежнасць да сямейства *Arenicolidae* Johnston (Polychaeta, Annelida). Як мяркуецца, след быў утвораны на вадкапластычным асадку падчас кароткачасовага асушэння дна, у выніку якога ўзніклі трэшчыны высыхання.

Седыментатыўныя структуры з разрэзаў «Калодзішчы-1» і «Калодзішчы-2» маюць пэўнае падабенства да слядоў жыццядзейнасці пескакжылаў *Arenicola* sp. альбо іншай інфаўны, на што ўказваюць наступныя прыкметы:

- 1) шырыня слядоў каля 1 см адпавядае дыяметру цела сучасных пескакжылаў [5]. Верагодна, прысутнічаюць і ўласцівыя пескакжылам U-падобныя норкі;
- 2) рытмавая слаістасць пясчаных адкладаў можа сведчыць аб прыліўна-адліўнай седыментацыі — тыповай абстаноўцы існавання пескакжылаў [5];
- 3) масавасць слядоў нагадвае шчыльныя пасяленні сучасных пескакжылаў («пескакжылавыя пляжы») [5].

Прыкметай жывёльнага паходжання слядоў з’яўляюцца і меніскападобныя сячэнні. Па літаратурных звестках, падобная асаблівасць уласціва розным іхнатаксонам [6].

Сярод іншых магчымых варыянтаў прыроды слядоў разглядаюцца наступныя.

1. Выкапнёвыя сляды карнявых сістэм раслін (рызаліты). Структуры з разрэзаў «Калодзішчы-1» і «Калодзішчы-2» адрозніваюцца ад рызалітаў наяўнасцю рэшткаў U-падобных каналаў і меніскападобнымі сячэннямі некаторых слядоў. Для рызалітаў таксама характэрны: разгалінаванасць, зменлівасць дыяметра, запаўненне карбанатным ці іншым другасным рэчывам, прысутнасць тарфянога матэрыялу ці рэшткаў субфасільнай драўніны; даўжыня макраскапічных рызалітаў дасягае некалькіх метраў. Па гэтых прычынах варыянт прыналежнасці апісаных структур да рызалітаў аўтарамі адхіляецца.

2. Сляды выхаду газу праз вадкі асадак. Могуць захоўвацца ў ілах ці, радзей, у дробных пясках [7; 8]. Маюць выгляд галоўным чынам кратэрападобных знакаў на паверхні. Разам з немагчымасцю ўтварэння гэтым спосабам U-падобных структур і каналаў з меніскападобным сячэннем сляды газаў наўрад ці сфарміраваліся б у выглядзе кантрастных каналападобных утварэнняў у грубазярністым пясчана-жвіровым асадку. Трэба нагадаць таксама значную варыяцыю дыяметраў газавых знакаў [8], у той час як вышэйапісаныя сляды маюць аднастайныя сячэнні.

3. Структуры *sand holes* у пясках прыбойнай зоны, сфармаваныя пранікненнем у вадкі асадак паветра і яго наступным выцісканнем пад уздзеяннем хваляў [8]. Улічваючы, што ўтварэнне структур *sand holes* суправаджаецца перапрацоўкай пясчанага асадку хвалямі, выкапнёвыя знакі такога паходжання павінны знаходзіцца ў аднародным неслаістым пласце. Аднак паколькі сляды з разрэзаў «Калодзішчы» перфаруюць тонкаслаісты асадак, гэта сведчыць аб працінанні імі ўжо сфармаванай тэкстуры адкладаў і адсутнасці далейшага

ўздзеяння хваляў на субстрат. Аднясенню слядоў да структур *sand holes* супярэчыць таксама немагчымасць утварэння гэтым спосабам U-падобных каналаў і меніскападобных сячэнняў. Дадаткова, паводле У. Твенхофела [8], шырыня структур *sand holes* менш за 7 мм, што прыблізна ўдвая меней за дыяметр слядоў з разрэзаў «Калодзішчы».

Важна адзначыць, што, па літаратурных звестках, выкапнёвыя сляды біятурбацыі пашыраны не толькі ў марскіх асадках. Гэта адносіцца ў тым ліку да U-падобных структур іхнатаксону *Arenicolites*, уласцівых і для немарскіх адкладаў [9—11]. Выкапнёвыя сляды бесхрыбетных паведамляліся са стужкавых адкладаў верхняга плейстацэну Літвы [12].

Заклучэнне. Знаходкі слядоў біятурбацыі ў адкладах, якія традыцыйна адносяць да дзейнасці талых вод плейстацэнавых ледавікоў і седыментацыі ў прыледавіковых вадаёмах, раней у Беларусі не ўказваліся. Рэдкасць такіх знаходак можа тлумачыцца не толькі іх фактычнай нешматлікасцю, але і адсутнасцю мэтанакіраваных назіранняў. У апошнім выпадку можна чакаць, што спецыяльныя пошукі, асабліва ў тонкаслаістых і рытмавых адкладах, прынясуць новы матэрыял. Калі існаванне бентаснай макраскапічнай фаўны бесхрыбетных у басейнах, якія традыцыйна разглядаюцца як плейстацэнавыя водна- і ледавікова-азёрныя вадаёмы, атрымае дадатковыя пацверджанні, шэраг агульнапрынятых уяўленняў аб умовах асадканамнажэння ў гэтых вадаёмах зробіцца прадметам перагляду. Больш за тое, прыналежнасць прыведзеных седыментацыйных структур да слядоў жыццядзейнасці пескажылаў ці роднасных ім паліхет можа быць новым аргументам на карысць гіпотэзы аб прысутнасці ў плейстацэне Беларусі, прынамсі, саланаватаводных абстановак.

Тым не менш, паколькі біятурбацыя магчыма і ў немарскіх умовах, пескажылавая прырода слядоў з’яўляецца адным з шэрагу вырынтаў. Далейшыя высновы могуць быць зроблены толькі на падставе падрабязнага вывучэння новага матэрыялу.

Аўтары выказваюць удзячнасць кандыдату геолога-мінералагічных навук Т. В. Якубоўскай, а таксама рэцэнзенту за рэкамендацыі і заўвагі, якія дапамаглі ўдасканаліць гэты артыкул.

Спіс цытаваных крыніц

1. Геологическая карта четвертичных отложений БССР. Масштаб 1:500000 / Г. И. Горечкий (гл. ред.) ; Министерство геологии СССР. Управление геологии БССР, 1983.
2. Стратиграфическая схема четвертичных отложений / А. Ф. Санько, В. Ю. Величквич, Т. Б. Рылова [и др.] // Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси / С. А. Кручек, А. В. Матвеев, Т. В. Якубовская [и др.]. — Минск : БелНИГРИ, 2010.
3. *Zaika, Yu. U.* Some Remarks about Remains of Marine Biota (Foraminifera, Mollusca) in Quaternary Sediments of Belarus / Yu. U. Zaika // Диатомовые водоросли: морфология, биология, систематика, флористика, экология, палеогеография, биостратиграфия : материалы XVII Междунар. науч. конф. (Минск, 23—28 авг. 2021 г.) / Нац. акад. наук Беларуси ; редкол.: А. В. Пугачевский [и др.]. — Минск : Колорград, 2021. — С. 215—218.
4. *Zaika, Yu. U.* New Findings of Cenozoic Marine Invertebrate Fauna from the Western Part of the East-European Plain / Yu. U. Zaika, A. V. Krylov, N. Yu. Anikina // Вестник БарГУ. Серия «Биологические науки (общая биология). Сельскохозяйственные науки (агрономия)». — 2018. — № 6. — С. 33—56.
5. Blow lug (*Arenicola marina*). — URL: <https://www.marlin.ac.uk/species/detail/1402> (дата звароту: 15.01.2025).
6. *Bromley, R. G.* Trace Fossils. Biology, Taphonomy and Applications / R. G. Bromley. — London—New York : Taylor and Francis, 1996. — 361 p.
7. *Лахи, Ф. Х.* Полевая геология / Ф. Х. Лахи. — М. : Мир. — 1966. — Т. 1. — 481 с.
8. *Твенхофел, У. Х.* Учение об образовании осадков / У. Х. Твенхофел. — М.—Л. : Объедин. науч.-техн. изд-во НКТП СССР, 1936. — 916 с.
9. Fluvial Ichnofossil Assemblage from the Miocene Siwalik Succession of Pathankot District, Punjab, India: Palaeoenvironmental Interpretation / A. P. Singh, S. Pandey, R. K. Sehgal, N. P. Singh // Journal of Earth System Science. — 2024. — Vol. 133, no. 19.

10. Sato, T. Trace Fossils and Fluvial-Lacustrine Ichnofacies of the Eocene Uinta and Duchesne River Formations, Northern Uinta Basin, Utah / T. Sato, M. A. Chan, A. A. Ekdale // *Geology of the Intermountain West*. — 2018. — Vol. 5. — P. 209—226.
11. Brackish-Water Ichnological Trends in a Microtidal Barrier Island-Embayment System, Kouchibouguac National Park, New Brunswick, Canada / T. E. Hauck, Sh. E. Dashtgard, S. G. Pemberton, M. K. Gingras // *PALAIOS*. — 2009. — Vol. 24. — DOI: 10.2110/palo.2008.p08-056r.
12. Gaigalas, A. Trace Fossils from Upper Pleistocene Varved Clays S of Kaunas, Lithuania / A. Gaigalas, A. Uchman // *Geologija*. — 2004. — Vol. 45. — P. 16—26.

References

1. Geological map of the Quaternary deposits of the BSSR. Scale 1:500000 / G. I. Goretsky (chief editor), USSR Ministry of Geology, Geology Department of the BSSR, 1983.
2. Sanko A. F., Velichkievich V. Yu., Rylova T. B., Khursievich G. K. et al. Stratigraphic Chart of the Quaternary deposits. *Stratigraphic Charts of Precambrian and Phanerozoic Deposits of Belarus*. S. A. Kruchek, A. V. Matveev, T. V. Yakubovskaya et al. Minsk, BelNIGRI Publ., 2010. (in Russian)
3. Zaika Yu. U. Some Remarks about Remains of Marine Biota (Foraminifera, Mollusca) in Quaternary Sediments of Belarus. *Diatomovye vodorosli: morfologiya, biologiya, sistematika, floristika, ekologiya, paleogeografiya, biostratigrafiya: materialy XVII Mezhdunarodnoy nauchnoy konferencyi (Minsk, August 23—28, 2021)*. National Academy of Sciences of Belarus et al.; editors: A. V. Pugatchevskiy et al. Minsk, 2021, pp. 215—218.
4. Zaika Yu. U., Krylov A. V., Anikina N. Yu. New Findings of Cenozoic Marine Invertebrate Fauna from the Western Part of the East-European Plain. *BarSU Herald, Series "Biological Sciences (General biology). Agricultural Sciences (Agronomy)"*, 2018, no. 6, pp. 33—56.
5. Blow lug (*Arenicola marina*). Available at: <https://www.marlin.ac.uk/species/detail/1402> (accessed 15 January, 2025).
6. Bromley R. G. Trace Fossils. Biology, Taphonomy and Applications. London, New York, Taylor and Francis, 1996, 361 p.
7. Lahee F. H. Field Geology. Moscow, Mir Publ., 1966, vol. 1, 481 p.
8. Twenhofel W. H. Treatise on Sedimentation. Uchenije ob obrazovanii osadkov. Moscow, Leningrad, NKTP USSR Objedinenoje Publ., 1936, 916 p.
9. Singh A. P., Pandey S., Sehgal R. K., Singh N. P. Fluvial Ichnofossil Assemblage from the Miocene Siwalik Succession of Pathankot District, Punjab, India: Palaeoenvironmental Interpretation. *Journal of Earth System Science*, 2024, vol. 133, no. 19.
10. Sato T., Chan M. A., Ekdale A. A. Trace Fossils and Fluvial-Lacustrine Ichnofacies of the Eocene Uinta and Duchesne River Formations, Northern Uinta Basin, Utah. *Geology of the Intermountain West*, 2018, vol. 5, pp. 209—226.
11. Hauck T. E., Dashtgard Sh. E., Pemberton S. G., Gingras M. K. Brackish-Water Ichnological Trends in a Microtidal Barrier Island-Embayment System, Kouchibouguac National Park, New Brunswick, Canada. *PALAIOS*, 2009, vol. 24. DOI: 10.2110/palo.2008.p08-056r
12. Gaigalas A., Uchman A. Trace Fossils from Upper Pleistocene Varved Clays S of Kaunas, Lithuania. *Geologija*, 2004, vol. 45, pp. 16—26.

Поступиў у рэдакцыю 29.01.2025.

УДК 595.767.22

А. В. Земоглядчук

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», ул. Войкова, 21,
225404 Барановичи, Республика Беларусь, zemoglyadchuk@gmail.com**КОРМОВЫЕ РАСТЕНИЯ И ЖИЗНЕННЫЕ ФОРМЫ ЛИЧИНОК *MORDELLISTENA BRUNNEISPINOSA* ERMISCH, 1963, *M. MULTICICATRIX* KANGAS, 1986 И *M. KRAATZI* EMERY, 1876 (COLEOPTERA: MORDELLIDAE)**

Личинки *Mordellistena brunneispinosa* Ermisch, 1963 обнаружены на территории Беларуси в стеблях растений 6 видов: *Artemisia vulgaris* L., *A. absinthium* L., *A. campestris* L., *Solidago virgaurea* L., *Achillea millefolium* L. и *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip. Личинки *Mordellistena multicicatrix* Kangas, 1986 выявлены в стеблях растений 3 видов: *Phalacrolooma septentrionale* (Fern. et Wieg.) Tzvel., *Melilotus albus* Medik. и *Omalotheca sylvatica* (L.) Sch. Bip. et F. Schultz. Личинки *Mordellistena kraatzi* Emery, 1876 найдены в стеблях растений 3 видов: *Centaurea jacea* L., *C. pseudomaculosa* Dobroc. и *Arctium lappa* L. Установлено, что развитие личинок осуществляется за счет питания паренхимными клетками сердцевины стеблей. В подземные органы кормовых растений личинки данных видов жуков-горбатов не спускаются. Указаны три жизненные формы личинок жуков-горбатов, выделенные на основании особенностей их передвижения с использованием латеральных и дорсальных двигательных мозолей. Предложены следующие названия обозначенных жизненных форм: каулобионты, опирающиеся на латеральные двигательные мозоли; каулобионты, опирающиеся на дорсальные двигательные мозоли; каулобионты, опирающиеся на латеральные и дорсальные двигательные мозоли. Личинки *M. brunneispinosa* отнесены к первой жизненной форме, личинки *M. multicicatrix* — ко второй, личинки *M. kraatzi* — к третьей. Отмечена необходимость изучения микростационарной экологической дисперсии жуков-горбатов на личиночной стадии. Приведены фотографии личинок *M. brunneispinosa*, *M. multicicatrix* и *M. kraatzi* в стеблях их некоторых кормовых растений, сделанные в полевых условиях.

Ключевые слова: жуки-горбатики; личинки; экологическая ниша; кормовые растения; жизненные формы; Беларусь.

Рис. 6. Библиогр.: 4 назв.

A. V. Zemoglyadchuk

Education Institution “Baranavichy State University”, 21 Voykova str., 225404 Baranavichy,
the Republic of Belarus, zemoglyadchuk@gmail.com**HOST PLANTS AND LIFE-FORMS OF THE LARVAE OF *MORDELLISTENA BRUNNEISPINOSA* ERMISCH, 1963, *M. MULTICICATRIX* KANGAS, 1986 AND *M. KRAATZI* EMERY, 1876 (COLEOPTERA: MORDELLIDAE)**

The larvae of *Mordellistena brunneispinosa* Ermisch, 1963 have been found on the territory of Belarus in the stems of six plant species: *Artemisia vulgaris* L., *A. absinthium* L., *A. campestris* L., *Solidago virgaurea* L., *Achillea millefolium* L. and *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip. The larvae of *Mordellistena multicicatrix* Kangas, 1986 have been revealed in the stems of three plant species: *Phalacrolooma septentrionale* (Fern. et Wieg.) Tzvel., *Melilotus albus* Medik. and *Omalotheca sylvatica* (L.) Sch. Bip. et F. Schultz. The larvae of *Mordellistena kraatzi* Emery, 1876 have been identified in the stems of three plant species: *Centaurea jacea* L., *C. pseudomaculosa* Dobroc. and *Arctium lappa* L. It has been found out that the development of the larvae is carried out by feeding on parenchyma cells of the pith. The larvae of these species of tumbling flower beetles do not descend into underground organs of host plants. Three life-forms of tumbling flower beetle larvae distinguished on the basis of their movement with the use of lateral and dorsal protuberances have been indicated. The following names are proposed for these life-forms: stem-boring larvae leaning on lateral protuberances; stem-boring larvae leaning on dorsal protuberances; stem-boring larvae leaning both on dorsal and lateral protuberances. The larvae of *M. brunneispinosa* belong to the first life-form, the larvae of *M. multicicatrix* — to the second one, the larvae of *M. kraatzi* — to the third one. The need to study the microstationary ecological dispersion of tumbling flower beetles at the larval stage is emphasized. Photographs of the larvae of *M. brunneispinosa*, *M. multicicatrix* and *M. kraatzi* in the stems of some host plants taken in the field are presented.

Key words: tumbling flower beetles; larvae; ecological niche; host plants; life-forms; Belarus.

Fig. 6. Ref.: 4 titles.

Введение. Среди 97 семейств жесткокрылых фауны Беларуси семейство Mordellidae по числу видов находится на 20-й позиции [1]. Несмотря на небольшую видовую представленность в стране, их достаточно высокая общая численность указывает на немаловажную функциональную значимость в наземных экосистемах. Многие виды жуков-горбатов предпочитают хорошо прогреваемые участки с условиями среднего или недостаточного увлажнения. Имаго жуков-горбатов встречаются также по берегам водных объектов, в том числе на соцветиях гигрофитных растений, таких как, например, *Cicuta virosa* L.

Проводимые на территории Беларуси исследования позволили выявить кормовые растения личинок ряда видов Mordellidae. Однако данная работа продолжается, в целом она еще далека от завершения. В первую очередь это связано с тем, что для части видов жуков-горбатов фауны Беларуси личинки остаются неизвестными.

Выявление кормовых растений личинок жуков-горбатов необходимо для целенаправленного использования природоохранных мероприятий в области сохранения биологического разнообразия в случае сокращения видового состава и численности морделлид.

Представители семейства Mordellidae могут рассматриваться как объекты, удобные для анализа трансформации колеоптерофауны в условиях изменения климата. Так, в настоящее время наблюдаются отчетливые изменения в распространении жуков-горбатов на территории Беларуси, смещение границ ареалов которых со всей очевидностью может быть объяснено более высокими температурными условиями, складывающимися в стране в последние десятилетия. В 2024 году опубликованы данные о новом для фауны Беларуси виде — *Mordellistena austriaca* Schilsky, 1899 [2].

Наличие растений, подходящих для развития личинок и питания имаго, трофические связи с грибами позволяют морделлидам перемещаться на новые территории при повышении средней температуры в Беларуси.

Занимая определенные микростанции, в качестве которых можно рассматривать стебли, главный корень или корневище различных видов травянистых растений, мертвую древесину, плодовые тела трутовых грибов, личинки жуков-горбатов характеризуются комплексом морфологических адаптаций, анализ которых позволяет выделить их жизненные формы.

На уровне микростанций прослеживаются различия в экологических нишах видов-двойников. В качестве примера можно привести *Mordellistena pseudoparvula* Ermisch, 1956 и *M. stoekleini* Ermisch, 1956. Результаты исследований, проведенных на территории Беларуси, показывают, что они развиваются в стеблях различных видов растений. При этом оба вида могут быть встречены в одной экосистеме.

В целом изучение микростациональной экологической дисперсии жуков-горбатов на личиночной стадии имеет существенное значение для выявления особенностей эволюции семейства Mordellidae.

Материалы и методы исследования. Материал по ранее неизвестным кормовым растениям личинок жуков-горбатов, представленный в работе, собран в 2023 и 2024 годах на территории Брестской области. Для анализа морфологии личинок морделлид, особенностей их передвижения и прокладывания личиночного хода привлечены данные, полученные в ходе проведения многолетних исследований на территории Беларуси.

Часть обнаруженных личинок содержалась в лабораторных условиях для выведения имаго.

Фотографии личинок последнего возраста, приведенные в работе, выполнены в полевых условиях при помощи фотокамеры Fujifilm FinePix S2950.

Определение личинок последнего возраста проводилось путем выявления подготовленного выходного хода для имаго.

Результаты исследования и их обсуждение. В результате полевых исследований выявлены ранее неизвестные кормовые растения личинок 3 видов рода *Mordellistena*, приведенные в указанном ниже аннотированном списке.

Mordellistena brunneispinosa Ermisch, 1963

Брестская обл., Барановичский р-н, окр. г. Барановичи, в стеблях *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip., N53°06'34.9" E26°06'05.3", 27.IV.2024, leg. Земоглядчук А. В., 1 экз.; там же, 29.XII.2024, leg. Земоглядчук А. В., 3 экз.

Mordellistena multicoloripilosa Kangas, 1986

Брестская обл., г. Барановичи, в стебле *Melilotus albus* Medik., N53°06'15.8" E25°56'22.8", 28.IV.2024, leg. Земоглядчук А. В., 1 экз.; Барановичский р-н, окр. г. Барановичи, в стебле *Melilotus albus* Medik., N53°07'03.8" E26°06'26.3", 27.IV.2024, leg. Земоглядчук А. В., 1 экз.; там же, в стебле *Omalotheca sylvatica* (L.) Sch. Bip. et F. Schultz, N53°06'33.7" E26°06'07.3", 14.IV.2024, leg. Земоглядчук А. В., 7 экз.; там же, 27.IV.2024, leg. Земоглядчук А. В., 2 экз.; там же, 04.V.2024, leg. Земоглядчук А. В., 5 экз.; там же 13.V.2024, leg. Земоглядчук А. В., 1 экз.; Кобринский р-н, окр. д. Выгода, в стеблях *Melilotus albus* Medik., N52°08'28.4" E24°43'32.9", 11.II.2024, leg. Земоглядчук А. В., 5 экз.; там же, 03.III.2024, leg. Земоглядчук А. В., 15 экз.; окр. аг. Городец, в стеблях *Melilotus albus* Medik., N52°10'40.6" E24°42'26.2", 12.V.2024, leg. Земоглядчук А. В., 3 экз.

Mordellistena kraatzi Emery, 1876

Брестская обл., Кобринский р-н, окр. д. Выгода, в стеблях *Arctium lappa* L., N52°08'27.5" E24°43'16.0", 19.XI.2023, leg. Земоглядчук А. В., 2 экз.; окр. аг. Городец, в стеблях *Centaurea pseudomaculosa* Dobroc., N52°11'04.9" E24°41'53.8", 11.II.2024, leg. Земоглядчук А. В., 2 экз.

Проведенные исследования показывают, что в настоящее время на территории Беларуси личинки *M. brunneispinosa* обнаружены в наибольшем числе видов растений по сравнению с другими представителями рода *Mordellistena*. К ним относятся *Artemisia vulgaris* L., *A. absinthium* L., *A. campestris* L., *Solidago virgaurea* L., *Achillea millefolium* L. и *T. inodorum* (рисунки 1—2).

Наряду с личинками *M. brunneispinosa*, в стеблях *A. vulgaris* на территории Беларуси могут одновременно развиваться личинки двух морфологически близких к нему видов — *Mordellistena weisei* Schilsky, 1895 и *M. bicoloripilosa* Ermisch, 1967. Данные 3-го вида характеризуются сходными экологическими нишами. В частности, их личинки развиваются в одних и тех же структурных зонах стебля, имеют совпадающие сроки лета и откладки яиц. В настоящее время проводится детальный анализ трофических связей их имаго, результаты которого будут опубликованы позже.

Благодаря проведенным исследованиям, число известных кормовых растений личинок *M. multicoloripilosa* увеличилось до трех. В настоящее время в их перечень входят *Phalacrolophus septentrionalis* (Fern. et Wieg.) Tzvel., *M. albus* и *O. sylvatica* (рисунки 3—4).

Личинки *M. kraatzi* на территории Беларуси ранее были выявлены лишь в стеблях *Centaurea jacea* L. Следовательно, в настоящее время развитие данного вида морделлид в стране отмечено в стеблях 3 видов растений (рисунки 5—6). Согласно литературным данным, известен еще только 1 вид растений (*Centaurea salonitana* Vis.), в котором развиваются его личинки [3].

Следует отметить, что личинки *M. brunneispinosa*, *M. multicoloripilosa* и *M. kraatzi* одновременно могут встречаться в различных видах кормовых растений, находящихся в пределах одной экосистемы. Например, отмечено развитие личинок *M. kraatzi* в стеблях *C. jacea* и *A. lappa*, произрастающих в непосредственной близости друг от друга, личинок *M. brunneispinosa* — в стеблях *A. millefolium* и *T. inodorum*.



Рисунки 1—6. — Личинки жуков-горбатов: 1 — *Mordellistena brunneispinosa* Ermisch, 1963 в стебле *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.; 2 — *M. brunneispinosa* в стебле *Achillea millefolium* L.; 3 — *Mordellistena multicatrix* Kangas, 1986 в стебле *Melilotus albus* Medik.; 4 — *M. multicatrix* в стебле *Phalacrolooma septentrionale* (Fern. et Wieg.) Tzvel.; 5 — *Mordellistena kraatzi* Emery, 1876 в стебле *Centaurea jacea* L.; 6 — *M. kraatzi* в стебле *Arctium lappa* L.

Figures 1—6. — The larvae of tumbling flower beetles: 1 — *Mordellistena brunneispinosa* Ermisch, 1963 in the stem of *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.; 2 — *M. brunneispinosa* in the stem of *Achillea millefolium* L.; 3 — *Mordellistena multicatrix* Kangas, 1986 in the stem of *Melilotus albus* Medik.; 4 — *M. multicatrix* in the stem of *Phalacrolooma septentrionale* (Fern. et Wieg.) Tzvel.; 5 — *Mordellistena kraatzi* Emery, 1876 in the stem of *Centaurea jacea* L.; 6 — *M. kraatzi* in the stem of *Arctium lappa* L.

Личинки *M. brunneispinosa*, *M. multicastrix* и *M. kraatzi* обнаружены в сердцевине стеблей. Данное обстоятельство свидетельствует о первостепенном значении паренхимных клеток сердцевины для их развития. Отмечено, что в подземные органы растений личинки данных видов жуков-горбатов не спускаются.

Стебли кормовых растений обеспечивают личинок средой для перенесения зимнего периода и возможностью (при необходимости) продолжить питание весной. Каких-либо заметных внешних признаков угнетения растений личинками морделлид не наблюдалось.

Установлено, что личинки *M. brunneispinosa*, *M. multicastrix* и *M. kraatzi* относятся к трем жизненным формам, которые могут быть выделены, прежде всего, на основании развития двигательных мозолей (латеральных и дорсальных) и связанным с этим особенностям их передвижения внутри личиночного хода. Вопрос о выделении подобных жизненных форм жуков-горбатов рассматривался еще в 2008 году [4].

В качестве названий жизненных форм, к которым относятся личинки рассматриваемых в статье видов жуков-горбатов, предлагаются следующие: 1) каулобионты, опирающиеся на латеральные двигательные мозоли; 2) каулобионты, опирающиеся на дорсальные двигательные мозоли; 3) каулобионты, опирающиеся на латеральные и дорсальные двигательные мозоли.

К первой жизненной форме относятся личинки *M. brunneispinosa*, имеющие хорошо развитые латеральные двигательные мозоли. Их дорсальные двигательные мозоли не выражены. Личинки проделывают личиночные ходы, диаметр которых лишь незначительно превосходит их толщину, что позволяет им передвигаться с использованием латеральных двигательных мозолей. Для окукливания личинки оставляют лишь небольшой участок личиночного хода, очищенный от растительных остатков.

Личинки *M. multicastrix* характеризуются хорошо развитыми, крупными дорсальными двигательными мозолями и относятся ко второй жизненной форме. Их латеральные двигательные мозоли узкие и при передвижении не используются. Проследивая личиночный ход по всей его длине, можно отметить, что самка откладывает яйца в верхней части стебля. Отродившиеся личинки спускаются в нижнюю половину стебля. К окончанию своего развития они фактически полностью выедают сердцевинную паренхиму в нижней половине стебля, очищая от растительных остатков продолжительный участок. В результате этого часть их личиночного хода по ширине соответствует сердцевине стебля, что может значительно превосходить толщину личинки. Такой широкий личиночный ход используется также куколкой, которая способна совершать внутри него активные перемещения.

Основываясь на многолетних исследованиях, можно предполагать, что представители этой жизненной формы приурочены в первую очередь к растениям, в сердцевине стеблей которых располагается естественная полость. Помимо *M. multicastrix* к этой высоко специализированной жизненной форме относятся, например, такие представители рода *Mordellistena*, как *M. luteipalpis* Schilsky, 1895 и *M. secreta* Horák, 1983.

Личинки *M. kraatzi*, обладая одновременно хорошо развитыми дорсальными и латеральными двигательными мозолями, относятся к третьей жизненной форме. Они проделывают относительно узкие ходы, в целом напоминающие таковые у *M. brunneispinosa*. Личинки *M. kraatzi* для окукливания оставляют небольшой участок личиночного хода, очищенный от растительных остатков. При передвижении личинки *M. kraatzi* используют оба типа двигательных мозолей.

Впервые обнаруженный в 2004 году на юго-западе страны *M. kraatzi* в условиях изменения климата активно распространяется в Беларуси. В настоящее время он достиг территории Минского района [2].

Заключение. Обнаружены ранее неизвестные кормовые растения личинок *Mordellistena brunneispinosa* Ermisch, 1963 (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.), *M. multicastrix* Kangas, 1986 (*Melilotus albus* Medik., *Omalotheca sylvatica* (L.) Sch. Bip. et F. Schultz) и *M. kraatzi* Emery, 1876 (*Arctium lappa* L., *Centaurea pseudomaculosa* Dobroc.).

С учетом результатов многолетних исследований, проводимых на территории Беларуси и направленных на изучение жуков-горбатов, а также литературных данных личинки *M. brunneispinosa* обнаружены в стеблях 6 видов растений, личинки *M. multicatrix* — в стеблях 3 видов растений, личинки *M. kraatzi* — в стеблях 4 видов растений.

Кормовые растения обеспечивают личинок рассматриваемых видов не только источником пищи, но и местом перенесения зимнего периода, а также окукливания, формируя таким образом необходимые для них микростанции.

Личинки *M. brunneispinosa*, *M. multicatrix* и *M. kraatzi* относятся к различным жизненным формам, которым предложены следующие названия: каулобионты, опирающиеся на латеральные двигательные мозоли; каулобионты, опирающиеся на дорсальные двигательные мозоли; каулобионты, опирающиеся на латеральные и дорсальные двигательные мозоли.

В условиях изменения климата *M. kraatzi* активно распространяется в Беларуси, чему способствует возможность развития его личинок в нескольких видах кормовых растений.

Исследования проведены при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проекты № Б23-025, № Б24В-008).

Список цитируемых источников

1. The Check-list of Belarus Coleoptera / O. Aleksandrowicz, A. Pisanenko, S. Ryndevich, S. Saluk. — Słupsk : Pomeranian University in Słupsk, 2023. — P. 85—86.
2. Земоглядчук, А. В. Дополнительные данные по жукам-горбаткам рода *Mordellistena* (Coleoptera: Mordellidae) фауны Беларуси / А. В. Земоглядчук, О. В. Прищепчик // Вестник БарГУ. Серия «Биологические науки (общая биология). Сельскохозяйственные науки (агрономия)». — 2024. — № 2 (16). — С. 4—11.
3. Односум, В. К. Жуки-горбатки (Coleoptera, Mordellidae) / В. К. Односум // Фауна Украины : в 40 т. / редкол.: И. А. Акимов (гл. ред.) [и др.]. — Киев : Наук. думка, 2010. — Т. 19, вып. 9. — 264 с.
4. Земоглядчук, А. В. Морфологическая адаптация личинок жуков-горбатов (Coleoptera: Mordellidae) к обитанию в плотной среде / А. В. Земоглядчук // Динамика исследования — 2008 : материалы IV Междунар. науч. практ. конф., 16—31 июля 2008 г. / ред. М. Т. Петков. — София, 2008. — Т. 22, Биология. — С. 50—52.

References

1. Aleksandrowicz O., Pisanenko A., Ryndevich S., Saluk S. The Check-list of Belarus Coleoptera. Słupsk, Pomeranian University in Słupsk, 2023, pp. 85—86.
3. Zemoglyadchuk A. V., Prishchepchik O. V. [Additional data on the tumbling flower beetles of the genus *Mordellistena* (Coleoptera: Mordellidae) of the fauna of Belarus]. *Barsu Herald. Series "Biological Sciences (General biology). Agricultural Sciences (Agronomy)"*, 2024, no. 2 (16), pp. 4—11. (in Russian)
3. Odnosum V. K. [Mordellid beetles (Coleoptera, Mordellidae)]. *Fauna Ukrainy*, 2010, vol. 19, iss. 9, 264 p. (in Russian)
4. Zemoglyadchuk A. V. [Morphological adaptation of larvae of tumbling flower beetles (Coleoptera: Mordellidae) to living in a solid environment]. *Dinamika issledvaniya — 2008 : materialy IV Mezhdunar. nauch. prakt. konf.* Sofia, 2008, Vol. 22, Biologiya, pp. 50—52. (in Russian)

Поступила в редакцию 10.01.2025.

УДК: 564.38.591.471.24

К. В. Земоглядчук

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию», ул. Тимирязева 1, 222160 Жодино, Республика Беларусь, konstantinz@bk.ru

МОРФОЛОГИЯ РАКОВИН НАЗЕМНЫХ МОЛЛЮСКОВ (PULMONATA, STYLOMMATORPHORA): НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ГРУППЫ И ПОДГРУППЫ

Работа основана на анализе морфологических признаков раковин у 511 видов наземных моллюсков из 149 родов и 50 семейств. Наибольшее число изученных видов принадлежит семействам Hygromiidae и Enidae. На основе таких морфологических признаков раковины, как её форма, размер и скульптура поверхности, а также форма устья и форма пупка, среди наземных моллюсков (Pulmonata, Stylommatophora) определены 6 наиболее часто встречающихся морфологических групп, каждая из которых дополнительно разделена на подгруппы. Наибольшим количеством подгрупп характеризуются группы наземных моллюсков, имеющие раковину дисковидной (6 подгрупп) и низкокониической формы (5 подгрупп).

Для каждой из морфологических групп раковин выделены статистически значимые варианты сочетаний признаков. Установлено, что форма раковины достаточно слабо зависит от её размера: каждый из рассмотренных типов раковины включает в себя мелкие, средние и крупные формы. Между тем с формой раковины достаточно сильно связаны форма её пупка и форма устья.

Установлено, что раковины низкокониической формы обладают наиболее пластичным комплексом признаков. Это становится возможным за счёт того, что геометрия низкокониической раковины может изменяться за счёт степени вертикального или горизонтального переноса оборота. Выявлено, что между различными элементами раковины внутри этой группы существует связь умеренной силы. При этом сильнее всего между собой связаны такие элементы, как тип скульптуры, форма устья и форма пупка. Самыми консервативными в плане вариации морфологических признаков являются раковины веретеновидной и цилиндрической форм.

Ключевые слова: наземные моллюски; мировая фауна; морфология; раковина; жизненные формы.

Рис. 37. Табл. 4. Библиогр.: 21 назв.

K. V. Zemoglyadchuk

The Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture, 1 Timiryazev str., Zhodino, the Republic of Belarus, konstantinz@bk.ru

MORPHOLOGY OF TERRESTRIAL MOLLUSKS SHELLS (PULMONATA, STYLOMMATORPHORA): THE MOST COMMON MORPHOLOGICAL GROUPS AND MORPHOLOGICAL SUBGROUPS

The work is based on the analysis of morphological features of the shell of 511 species of terrestrial mollusks from 149 genera and 50 families. The largest number of the examined species belong to the families Hygromiidae and Enidae. Based on such morphological characteristics of the shell as its shape, size and surface sculpture, as well as the shape of the aperture and umbilicus, 6 main morphological groups of the shell were identified among terrestrial mollusks (Pulmonata, Stylommatophora). Each group was further divided into subgroups. The largest number of subgroups is characteristic of the groups of shells of discoid (6 subgroups) and low conical (5 subgroups) shapes.

Statistically significant combinations of features were established for each of the identified groups. It was found that the shape of the shell hardly depends on its size: each of the considered types of shell can include small, medium and large forms. Meanwhile, the shape of the umbilicus and mouth is quite strongly associated with the shape of the shell.

It is established that shells of a low-conical form have the most plastic complex of features. This becomes possible due to the fact that the geometry of a low-conical shell can change due to both the degree of the vertical transfer of the whorl and the degree of the horizontal one. It is revealed that there is a moderately strong connection between various elements of the shell within this group. At the same time, elements such as the type of sculpture, the shape of the aperture and the umbilicus are most closely connected with each other. The most conservative in terms of variation of morphological parameters are shells of spindle-shaped and cylindrical forms.

Key words: terrestrial mollusks; world fauna; morphology; shell; life-forms.

Fig. 37. Table 4. Ref.: 21 titles.

Введение. Раковины наземных моллюсков отличаются широким разнообразием форм, размеров, скульптуры поверхности и других морфологических особенностей. Внешние признаки раковины могут быть сильно изменчивыми даже среди представителей одного вида. Так, сильную степень внутривидовой изменчивости можно наблюдать у некоторых представителей семейства Bradybaenidae, например, *Ainohelix editha* (A. Adams, 1868) и *Fruticicola plectotropis* (Tzvetkov, 1941) [1; 2].

В настоящее время существует несколько классификаций раковин наземных моллюсков по их форме. В русскоязычной научной литературе это прежде всего классификация И. М. Лихарева и А. А. Шилейко, согласно которой выделяется 28 вариантов формы раковин [3; 4]. Классификация раковин моллюсков Н. Н. Акромовского включает 26 вариантов [5]. Некоторые авторы выделяют только 4—8 таких вариантов [6; 7].

Очевидно, что кроме непосредственного разбиения раковин на группы по особенностям их морфологических признаков нужно ещё определить, насколько часто встречается та или иная группа в мировой фауне. Это имеет важное значение для исследований, направленных на анализ их жизненных форм. Однако до настоящего времени такая работа не проводилась.

Цель данной работы — на основании анализа более чем 500 видов наземных моллюсков установить их преобладающие морфологические группы, выделенные по форме раковин, и на основании связанных с ними устойчивых комплексов признаков выделить соответствующие морфологические подгруппы. Достижение поставленной цели в дальнейшем позволит установить жизненные формы наземных моллюсков, входящих в состав данной выборки.

Материалы и методы исследования. Работа основана на анализе морфологических признаков раковины наземных моллюсков в выборке, включающей 511 видов из 149 родов и 50 семейств. Были рассмотрены представители следующих семейств: Acavidae, Achatinellidae, Achatinidae, Acmeidae, Alycaeiidae, Amastridae, Argnidae, Ariophantidae, Bothriembryontidae, Bradybaenidae, Camaenidae, Caryodidae, Cerastidae, Charopidae, Chondrinidae, Chronidae, Clausiliidae, Cochlicopidae, Cyclophoridae, Diapheridae, Diplommatinidae, Dyakiidae, Ellobiidae, Endodontidae, Enidae, Ferussaciidae, Gastrocoptidae, Geomitridae, Naplotrematidae, Helicidae, Helicodontidae, Hygromiidae, Lauriidae, Orthalicidae, Partulidae, Pleurodontidae, Polygyridae, Pupillinidae, Pupinidae, Rhytididae, Spelaeodiscidae, Streptaxidae, Strobilopsidae, Succineidae, Thysanophoridae, Urocoptidae, Valloniidae, Vertiginidae, Vitrinidae, Zonitidae.

Проанализированы как собственные сборы, проведённые на территории Беларуси, так и специализированные литературные источники, включающие характеристики наземных моллюсков из различных регионов планеты [3—13]. Рисунки, приведённые в данной публикации, были сделаны нами на основе рисунков и фотографий из перечисленных выше источников: рисунки 2—7 [3], 12—37 [3—13].

Критерием включения видов в состав анализируемой выборки служило наличие данных об их биотопической и стациальной приуроченности, что фактически определило её случайный состав с точки зрения морфологических особенностей раковин моллюсков.

При определении формы раковины использована классификация И. М. Лихарева [3].

По своему наибольшему размеру рассмотренные нами раковины были условно разделены на четыре категории: очень мелкие, мелкие, средние и крупные (таблица 1). Для раковин, чья высота равна ширине или превышает её, за наибольший размер принималась высота раковины. У раковин, чья высота была меньше ширины, — ширина раковины.

Т а б л и ц а 1. — Шкала оценки размера раковины

T a b l e 1. — Scale for assessing the shell size

| Размер раковины, мм | 1—3 | 4—6 | 7—12 | > 12 |
|---------------------|--------------|--------|---------|---------|
| Группа | Очень мелкая | Мелкая | Средняя | Крупная |

Степень сопряженности определена между такими признаками раковины, как ее форма и размер, форма устья раковины, форма пупка и тип скульптуры раковины.

Степень сопряженности между этими признаками рассчитывалась при помощи показателя Пирсона:

$$K_p = \sqrt{1 - \frac{1}{\sum \sum \frac{n_{ij}^2}{n_{xi}n_{yj}}}}$$

где K_p — коэффициент взаимной сопряженности Пирсона;

n_{ij} — частота появления пары случайных величин (x, y) в (i, j) -й клетке корреляционной таблицы. То есть количество видов, обладающих одновременно i -м вариантом признака y и j -м вариантом признака x [14];

n_{xi} — частота появления случайной величины x в i -й группе. В нашем случае — это количество видов моллюсков, обладающих любым из вариантов признака y и i -м вариантом признака x : $n_{xi} = \sum_{j=0}^{m_y} n_{ij}$, где m_y — число групп случайной величины y . Эта величина соответствует количеству вариантов второго из анализируемых элементов раковины;

n_{yj} — частота появления случайной величины y в j -й группе. Это количество видов моллюсков, обладающих любым из вариантов признака x и j -м вариантом признака y , $n_{yj} = \sum_{i=0}^{m_x} n_{ij}$, где m_x — число групп случайной величины x . В данной публикации эта величина соответствует количеству вариантов первого из двух элементов раковины, между которыми нужно определить степень сопряженности.

Статистическая значимость коэффициента взаимной сопряженности Пирсона на основе t -критерия Стьюдента рассчитывалась по формуле

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}},$$

где t — расчётный t -критерий Стьюдента;

r — коэффициент взаимной сопряженности Пирсона;

n — количество проанализированных видов моллюсков.

Чтобы автоматизировать расчёт значений индекса Пирсона, нами был создан скрипт на языке программирования Python [15]. Для оценки степени сопряженности между различными элементами раковины использовалась шкала Чеддока [16]. Градации классов шкалы Чеддока приведены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2. — Шкала оценки степени сопряженности (согласно Чеддоку)

T a b l e 2. — Scale for assessing the degree of correlation according to Chaddock

| Индекс Пирсона | 0,1—0,3 | 0,3—0,5 | 0,5—0,7 | 0,7—0,9 |
|----------------|---------|-----------|----------|---------|
| Связь | Слабая | Умеренная | Заметная | Высокая |

Результаты исследования и их обсуждение. Среди использованных для анализа видов моллюсков наибольшее количество принадлежит 16 семействам. Наибольшее число их видов относится к семействам Hygromiidae и Enidae. Суммарно на эти семейства приходится 103 вида (рисунок 1). Остальные семейства представлены менее чем 10 видами каждое.

Большинство из этих семейств характеризуются обширными ареалами, их представители распространены во многих регионах земного шара. С другой стороны, ряд видов наземных моллюсков входят в семейства, которые приурочены лишь к отдельным регионам Земли: Северной Америке — Polygyridae [17], Юго-Восточной Азии — Cyclophoridae [18], Camaenidae, Ariophantidae [19] или Южной Африке — Rhytididae [20].

Анализ показал, что среди 28 вариантов форм раковин, выделенных И. М. Лихаревым, наибольшее количество видов наземных моллюсков обладает раковиной низкоконической формы (рисунок 2). Доля этих видов составила 26,4 % (рисунок 8). Кроме видов с низкоконической раковиной также выделяются виды, обладающие раковиной дисковидной, веретеновидной, высококонической и низкокубареvidной формы (рисунки 3—7). Однако их доля составляет лишь 5,7—8,9 % (см. рисунок 8).

Всего в вышеперечисленные группы вошли 307 видов наземных моллюсков. Остальные виды, доля которых в выборке не превышает 5 %, были включены нами в категорию «иные». Суммарная доля этих видов составила 39,4 %.

Расчёт степени взаимной сопряженности между признаками раковины показал, что из всех признаков с её формой сильнее всего связаны такие, как форма устья и форма пупка (таблица 3). Согласно шкале Чеддока, степень связи между этими признаками можно охарактеризовать как высокую (см. таблицу 2).

Степень связи между формой раковины и остальными её признаками достаточно умеренная (см. таблицу 3).

Таким образом, для каждого варианта формы раковины существует свой набор характерных вариантов формы её пупка и формы устья.

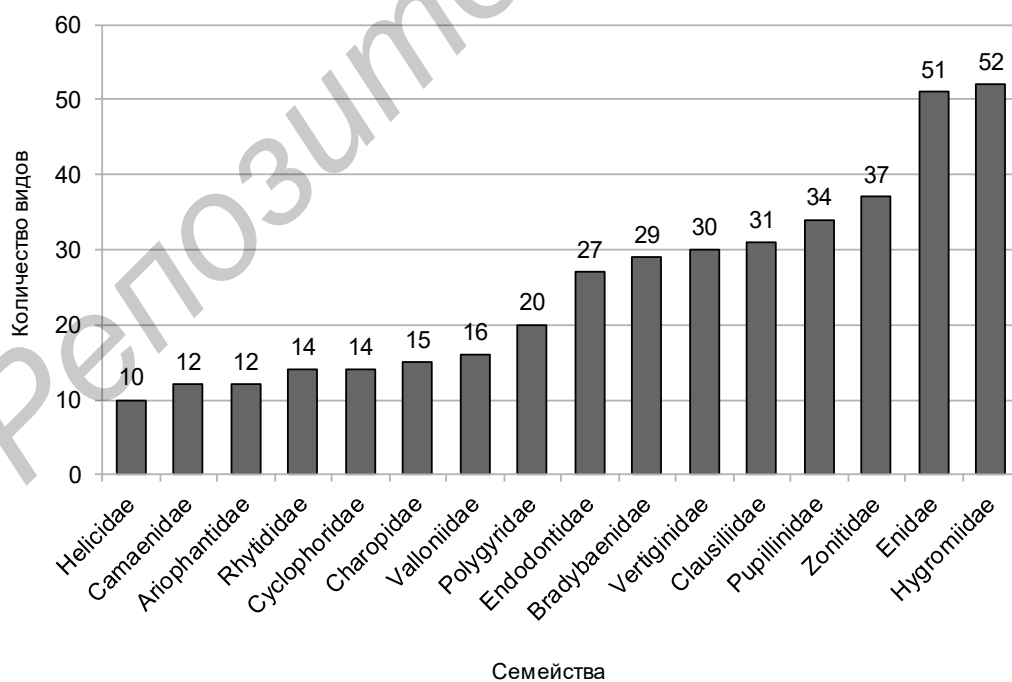
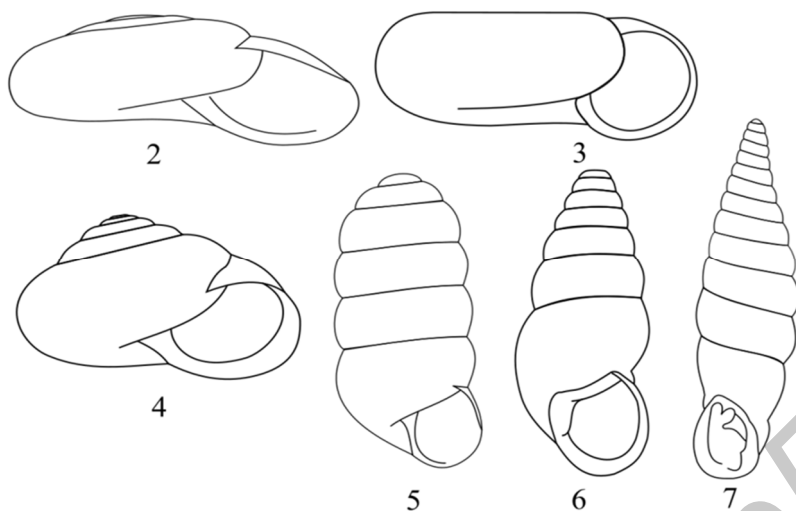


Рисунок 1. — Количество видов наземных моллюсков в некоторых исследованных семействах

Figure 1. — The number of species in some examined terrestrial snail families



Рисунки 2—7. — Наиболее распространённые формы раковин изученных наземных моллюсков: 2 — низкокони́ческая; 3 — дискоидная; 4 — низкокубаре́видная; 5 — цилиндрическая; 6 — высококони́ческая; 7 — веретено́видная

Figures 2—7. — The most distributed terrestrial snail shell shapes: 2 — depressed; 3 — discoidal; 4 — subglobose; 5 — cylindrical; 6 — high-conical; 7 — spindle-shaped

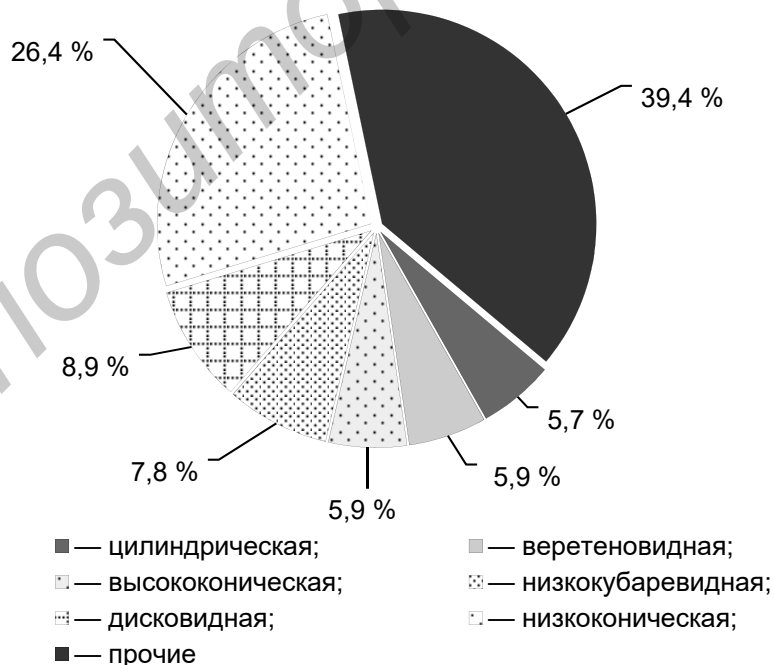


Рисунок 8. — Доля видов наземных моллюсков с раковиной определённой формы

Figure 8. — The part of terrestrial snail species with shells of a certain shape

Т а б л и ц а 3. — Степень связи между различными элементами раковины

T a b l e 3. — The connection degree between different shell elements

| Признак* | Размер раковины | Тип скульптуры поверхности раковины | Форма устья | Форма пупка |
|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|-------------|-------------|
| Форма раковины | 0,53 | 0,60 | 0,77 | 0,70 |
| Размер раковины | — | 0,51 | 0,46 | 0,43 |
| Тип скульптуры поверхности раковины | — | — | 0,57 | 0,59 |
| Форма устья | — | — | — | 0,64 |

Примечание — здесь и далее в таблицах * — степень связи между признаками у раковины низкокубаревидной формы не приводится, так как слишком малое разнообразие признаков у таких раковин в выборке не позволило вычислить её значение.

На основе рассчитанной нами степени связи между отдельными элементами раковины можно описать те устойчивые комплексы признаков, которые присутствуют у представителей шести выделенных нами морфологических групп (из числа 28 групп, обозначенных ранее И. М. Лихаревым в его классификации).

Раковины низкоконической формы — это, как говорилось выше, самый распространённый тип (см. рисунок 2).

Установлено, что между различными элементами раковины внутри этой группы существует связь умеренной силы. При этом сильнее всего между собой связаны такие элементы, как тип скульптуры, форма устья и форма пупка (таблица 4).

Т а б л и ц а 4. — Степень связи между элементами раковины наиболее распространённых форм

T a b l e 4. — The connection degree between the elements of the most common forms of shells

| Форма раковины* | Признак | Тип скульптуры поверхности раковины | Форма устья | Форма пупка |
|------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------|-------------|
| Низкоконическая | Форма раковины | 0,51 | 0,42 | 0,52 |
| | Тип скульптуры поверхности раковины | — | 0,69 | 0,67 |
| | Форма устья | — | — | 0,67 |
| Дисковидная | Размер раковины | 0,61 | 0,76 | 0,35 |
| | Тип скульптуры поверхности раковины | — | 0,46 | — |
| | Форма устья | — | — | 0,35 |
| Высококоническая | Размер раковины | 0,82 | 0,50 | 0,78 |
| | Тип скульптуры поверхности раковины | — | 0,44 | 0,78 |
| | Форма устья | — | — | 0,75 |
| Веретеновидная | Размер раковины | 0,60 | 0,49 | — |
| | Тип скульптуры поверхности раковины | — | 0,82 | — |
| Цилиндрическая | Размер раковины | 0,73 | 0,75 | — |
| | Тип скульптуры поверхности раковины | — | 0,73 | — |

Опираясь на связь между этими тремя элементами, можно описать внешний вид раковин из этой группы следующим образом. Устье у таких раковин чаще всего круглое или овальное (рисунок 9), причём раковины с круглым устьем имеют скульптуру в виде грубых рёбер, а раковины с овальным — в виде тонкой или равномерной исчерченности. Раковины же с полулунным устьем либо гладкие, либо покрыты тонкой ребристостью.

Пупок у низкокониических раковин может быть различной формы, но в большинстве случаев перспективный или воронковидный, четко выражен и лишь иногда узкий или отсутствует вовсе (рисунок 10).

Отсутствие пупка связано либо с формированием устья полулунной формы, как, например, в семействе Ariophantidae, либо с резким опущением последнего оборота у взрослой особи, как у некоторых Bradybaenidae. Точковидный или воронковидный пупок образуется, если у моллюска развивается большое горизонтально-вытянутое устье овальной формы. Это может происходить у Zonitidae либо Vitrinidae.

Среди представителей этой группы крупные виды встречаются очень редко: практически половина (48 %) всех видов — это мелкие формы из 10 семейств, главным образом Zonitidae, Endodontidae, Hygromiidae, Ariophantidae, Cyclophoridae (рисунок 11).

Кроме того, среди моллюсков с низкокониической раковиной есть очень мелкие виды и виды среднего размера. Так, виды очень мелкого размера из этой морфологической группы входят в состав 4 семейств: Endodontidae, Gastrodontidae, Valloniidae, Zonitidae, а раковины среднего размера имеют виды из 12 семейств, главным образом Hygromiidae и Bradybaenidae.

Таким образом, среди наземных моллюсков с низкокониической раковиной можно выделить следующие морфологические подгруппы:

1) виды среднего размера с круглым или овальным устьем и скульптурой в виде исчерченности (рисунок 12);

2) виды среднего размера с круглым или овальным устьем и скульптурой в виде ребристости (рисунок 13);

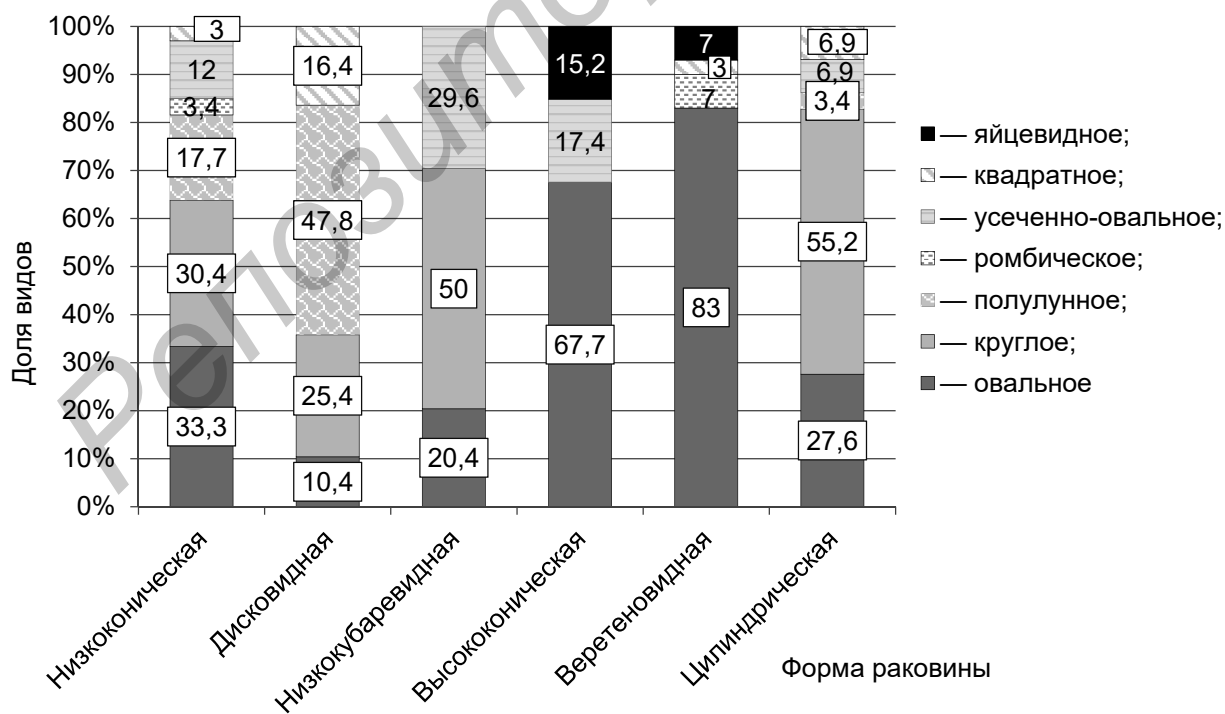


Рисунок 9. — Соотношение раковин с разной формой устья среди видов наземных моллюсков, обладающих раковинами различной формы

Figure 9. — The ratio of shells with different aperture shapes among species of terrestrial mollusks with shells of different shapes

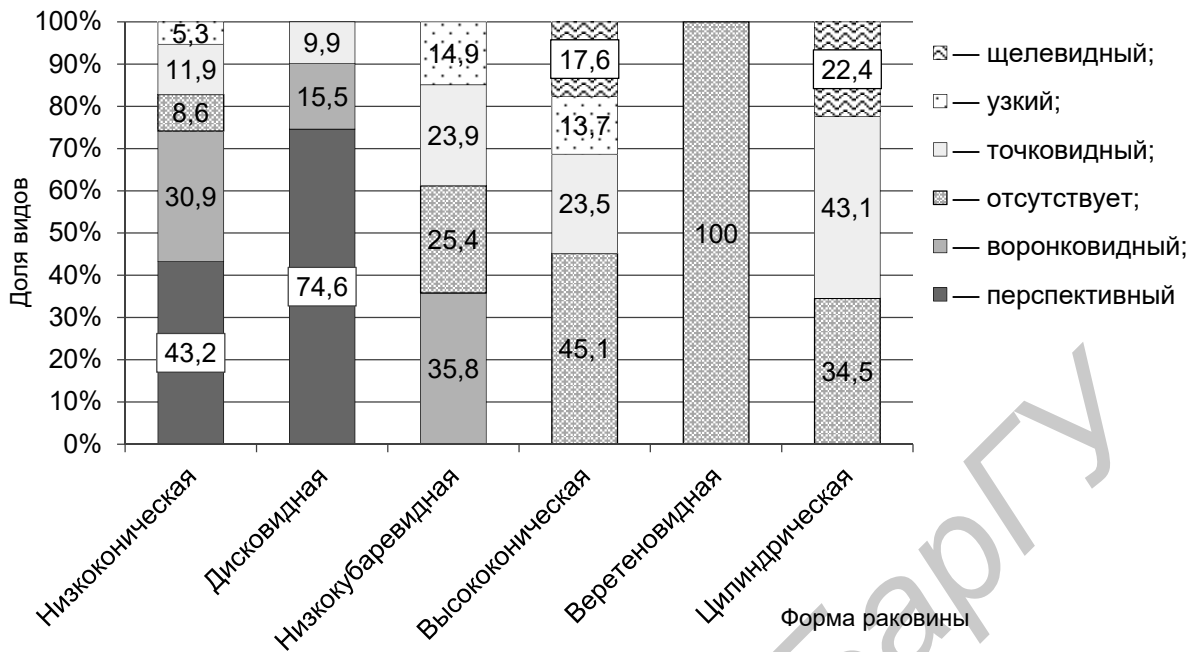


Рисунок 10. — Соотношение раковин с разной формой пупка среди видов наземных моллюсков, обладающих раковиной различной формы

Figure 10. — The ratio of shells with different umbiculus shapes among species of terrestrial mollusks with a shell of different shapes

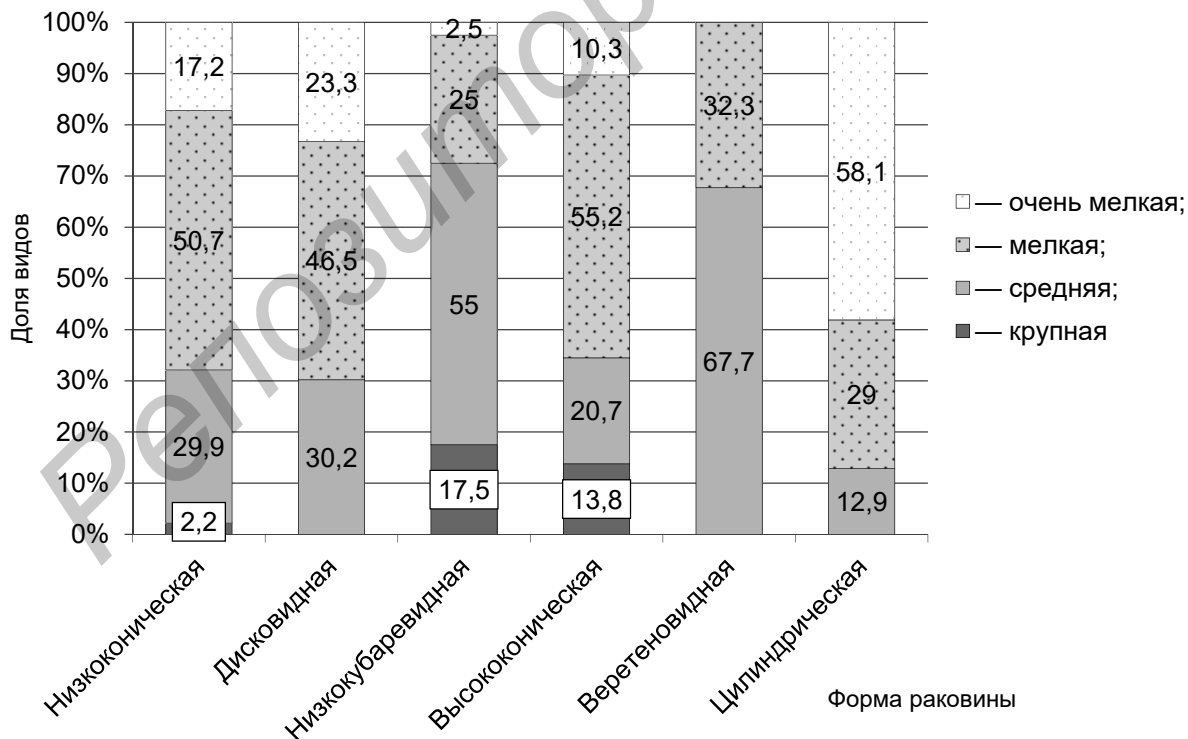
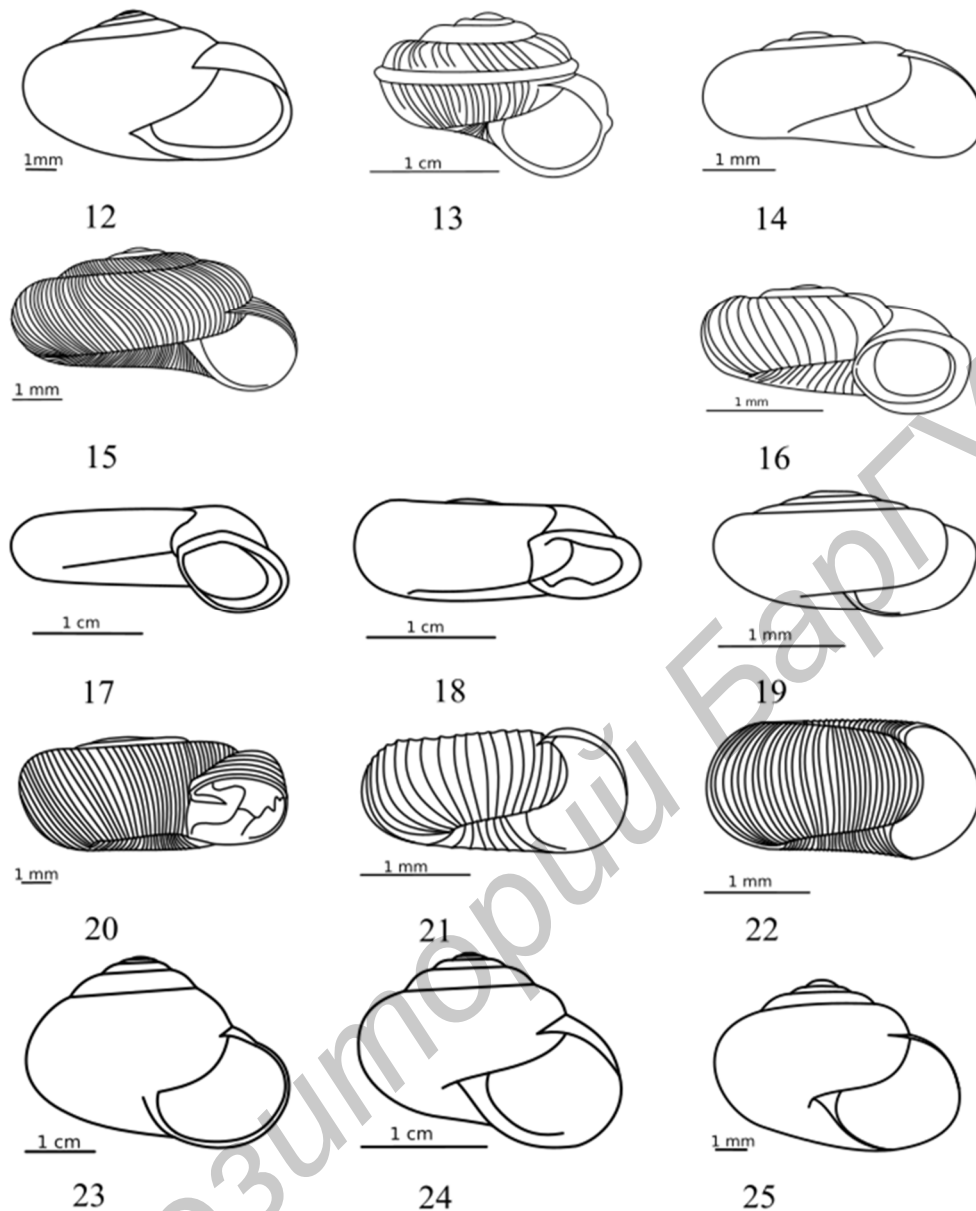


Рисунок 11. — Соотношение размерных групп среди видов наземных моллюсков, обладающих раковиной различной формы

Figure 11. — The ratio of size groups among species of terrestrial mollusks with a shell of various shapes



Рисунки 12—25. — Морфологические группы моллюсков на примере некоторых видов I: 12 — *Monacha carthusiana* (Müller, 1774); 13 — *Kalitinaia crenimargo* (Pfeiffer, 1847); 14 — *Nesovitrea hammonis* (Strom, 1765); 15 — *Discus ruderatus* (Hartmann, 1821); 16 — *Vallonia costata* (Müller, 1774); 17 — *Pterocyclos tenuilabiatus* (Metcalf, 1851); 18 — *Corilla gudei* Sykes, 1897; 19 — *Vitrea contracta* (Westerlund, 1871); 20 — *Daedalochila troostiana* (l. Lea, 1838); 21 — *Allocharopa kershawi* (Petterd, 1879); 22 — *Cavellioropa huttoni* (Suter, 1890); 23 — *Karaffohelix bocageana* (Crosse, 1864); 24 — *Leucozonella rubens* (E. von Martens, 1874); 25 — *Plicuteria lubomirski* (Ślósarski, 1881)

Figures 12—25. — Morphological groups of terrestrial mollusks on the example of some species I: 12 — *Monacha carthusiana* (Müller, 1774); 13 — *Kalitinaia crenimargo* (Pfeiffer, 1847); 14 — *Nesovitrea hammonis* (Strom, 1765); 15 — *Discus ruderatus* (Hartmann, 1821); 16 — *Vallonia costata* (Müller, 1774); 17 — *Pterocyclos tenuilabiatus* (Metcalf, 1851); 18 — *Corilla gudei* Sykes, 1897; 19 — *Vitrea contracta* (Westerlund, 1871); 20 — *Daedalochila troostiana* (l. Lea, 1838); 21 — *Allocharopa kershawi* (Petterd, 1879); 22 — *Cavellioropa huttoni* (Suter, 1890); 23 — *Karaffohelix bocageana* (Crosse, 1864); 24 — *Leucozonella rubens* (E. von Martens, 1874); 25 — *Plicuteria lubomirski* (Ślósarski, 1881)

3) мелкие виды с овальным устьем и скульптурой в виде исчерченности (рисунок 14);

4) мелкие виды с круглым или овальным устьем и скульптурой в виде ребристости (рисунок 15);

5) виды очень мелкого размера с круглым устьем и скульптурой в виде тонкой исчерченности, тонкой ребристости или ребристости (рисунок 16).

Среди этих подгрупп преобладают мелкие виды, раковина которых имеет овальное устье и покрыта скульптурой в виде исчерченности.

В целом раковина представителей этой группы обладает высокой пластичностью в отношении размера и пропорций своих элементов. Это позволяет ожидать, что виды моллюсков с низкокониической раковиной могут относиться к нескольким жизненным формам, выделение которых планируется нами в последующей работе.

Среди наземных моллюсков раковины дисковидной и низкокубареvidной формы распространены не так широко, как низкокониические: суммарная доля видов, имеющих раковины этого типа, составляет 16,7 % (см. рисунок 8) от общего количества рассмотренных видов.

У раковин дисковидной формы наблюдается высокая степень связи между их размером и формой устья (см. таблицу 4), из чего можно заключить, что эти элементы образуют для дисковидных раковин устойчивый комплекс признаков.

Среди моллюсков с дисковидной раковиной нет крупных форм, а очень мелкие виды, виды мелкого и среднего размеров встречаются примерно в равной степени (см. рисунок 11). Так, по 4—5 мелких и 1—2 очень мелких вида входят в состав семейств Zonitidae и Helicodiscidae. Мелкие виды есть также в семействах Charopidae и Polygyridae, а очень мелкие — в семействе Valloniidae. Наконец, виды с дисковидной раковиной среднего размера являются представителями семейств Rhytididae, Cyclophoridae, Naplotrematidae и Hygromiidae.

Внутри данной морфологической группы можно выделить шесть подгрупп:

1) виды с раковиной среднего размера с круглым устьем, перспективным пупком и скульптурой в виде тонкой исчерченности (рисунок 17);

2) виды с раковиной среднего размера с квадратным устьем, перспективным пупком и скульптурой в виде ребристости (рисунок 18);

3) виды с раковиной мелкого размера с полулунным устьем, перспективным пупком и скульптурой в виде тонкой исчерченности (рисунок 19);

4) раковины мелкого размера с полулунным устьем, перспективным пупком и скульптурой в виде ребристости (рисунок 20);

5) очень мелкие виды с круглым устьем, перспективным пупком и скульптурой в виде ребристости (рисунок 21);

6) очень мелкие виды с полулунным устьем, перспективным пупком и скульптурой в виде ребристости (рисунок 22).

Доля представителей каждой из этих подгрупп в совокупности рассмотренных нами видов с дисковидной раковиной составила 10,0—38,2 %. Наиболее же распространёнными являются мелкие виды с полулунным устьем и скульптурой в виде исчерченности.

Таким образом, характерными чертами раковин дисковидной формы являются перспективный пупок и устье, чаще всего полулунной формы.

Среди наземных моллюсков с низкокубареvidной раковиной половина всех видов имеют средние размеры (55 %), четвертая часть (25 %) — это крупные виды, а вот виды очень мелкого размера достаточно редки (см. рисунок 11). Что касается формы устья раковины, то большинство видов с низкокубареvidной раковиной обладают круглым (50 %) или усеченно-овальным (29,6 %) устьем (см. рисунок 9).

Внутри данной группы можно выделить три морфологические подгруппы:

1) виды крупных размеров с круглым устьем и скульптурой в виде неравномерной исчерченности или морщинистости (рисунок 23);

2) виды средних размеров с круглым или овальным устьем и скульптурой в виде неравномерной исчерченности или морщинистости (рисунок 24);

3) мелкие виды с круглым устьем и скульптурой в виде морщинистости или неравномерной исчерченности (рисунок 25).

Таким образом, раковины представителей этих трёх подгрупп отличаются только размерами, а по всем остальным чертам они сходны, наиболее же многочисленная подгруппа — это виды средних размеров с круглым устьем и скульптурой в виде исчерченности. Однообразие морфологических признаков внутри данной группы не позволило нам вычислить значения индексов приуроченности между ними.

По особенностям своей морфологии группа раковин высококонической формы распадается на несколько чётких морфологических подгрупп. Об этом говорит то, что различные элементы раковины её представителей имеют высокую степень связи друг с другом (см. таблицу 4).

Большинство наземных моллюсков с высококонической раковиной — это мелкие виды, на втором месте по распространённости стоят виды среднего размера. Крупных или очень мелких видов немного (см. рисунок 11).

Основу этой группы моллюсков составляют представители семейства Enidae. Большинство из них (43 %) имеют средние размеры. Однако среди Enidae есть как крупные, так и мелкие виды. Например, средние размеры имеет *Ena montana* (Draparnaud, 1801), крупные — *Naræopsis hohenackeri* (Pfeiffer, 1848), а мелкие — *Peristoma merduenianum* (Krynicky, 1833). Крупными и средними размерами раковины характеризуются и представители семейства Bulimulidae, например, *Liguus fasciatus* (Müller, 1774). Среди моллюсков с высококонической раковиной мелкого размера наибольшее количество видов (50 %) — это представители семейства Pupillinidae.

Что касается формы устья и пупка, то раковины из этой морфологической группы достаточно однообразны по этим признакам. В большинстве случаев высококонические раковины имеют овальное устье, иногда усеченно-овальное или яйцевидное, однако два последних типа устья можно рассматривать как результат некоторого отклонения от устья овальной формы (см. рисунок 9). Пупок у раковин высококонической формы либо отсутствует вовсе, либо очень узкий — щелевидный или точковидный (см. рисунок 10).

Таким образом, внутри данной группы видов выделяются следующие морфологические подгруппы:

1) виды крупного размера с яйцевидным устьем и скульптурой в виде слабой исчерченности (рисунок 26);

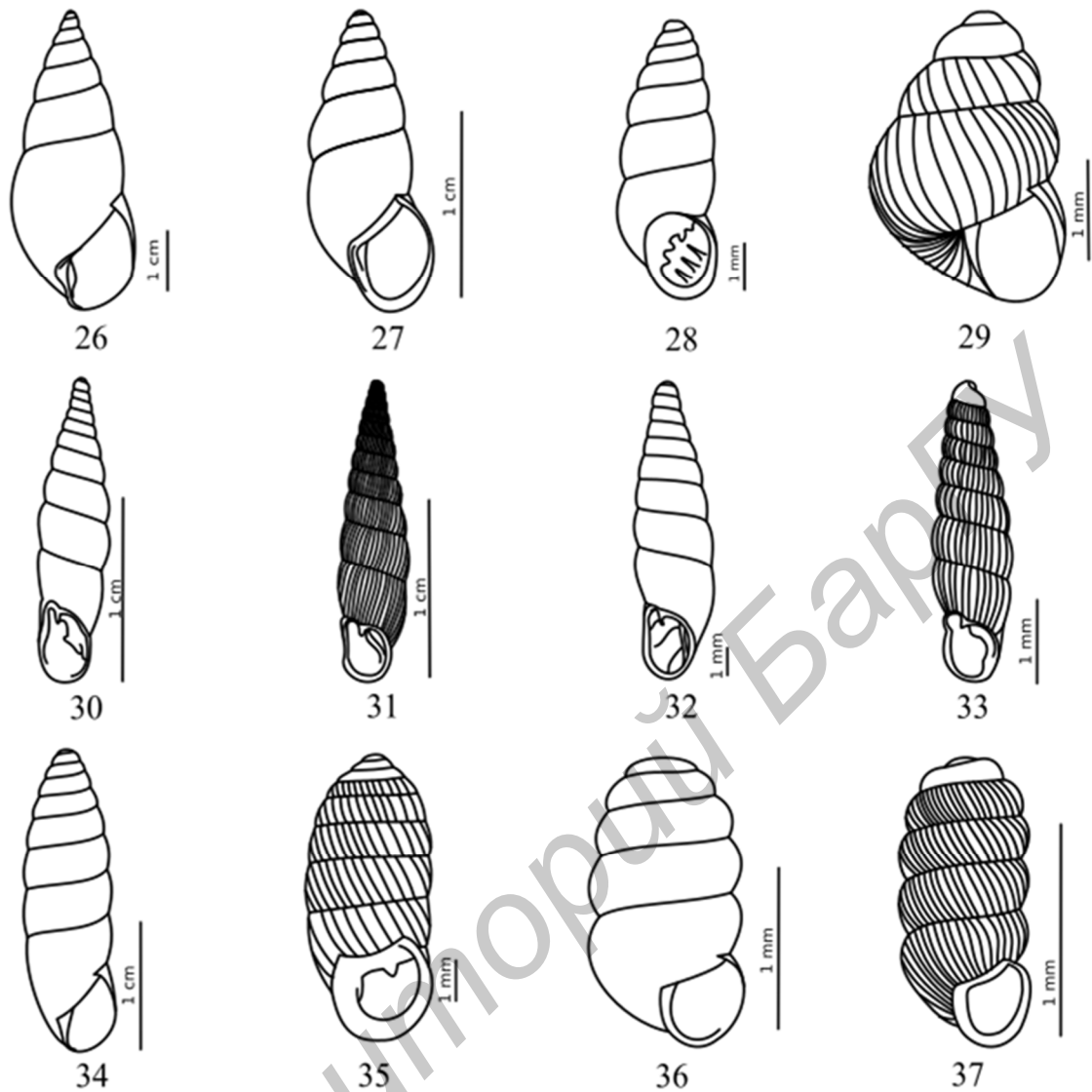
2) виды среднего размера с овальным или усеченно-овальным устьем и щелевидным пупком и скульптурой в виде неравномерной исчерченности (рисунок 27);

3) мелкие виды с овальным устьем, точковидным пупком и скульптурой в виде тонкой исчерченности (рисунок 28);

4) виды очень мелкого размера с овальным устьем и скульптурой в виде ребристости (рисунок 29).

На первом месте по распространённости среди этих подгрупп находится подгруппа, куда входят мелкие виды с овальным устьем, маленьким точковидным пупком и покрытые скульптурой в виде исчерченности.

Что касается моллюсков с раковиной веретеновидной формы, то все проанализированные нами виды принадлежат к одному семейству — Clausiliidae (см. рисунок 7). Clausiliidae — одно из наиболее богатых видами семейств среди наземных моллюсков, которое включает около 1 300 видов, имеющих раковину довольно характерной формы и ведущих сходный образ жизни [21]. Благодаря морфологическому однообразию раковины и большому количеству видов, семейство Clausiliidae можно рассматривать как отдельную морфологическую группу, а в перспективе будущих исследований — как отдельную жизненную форму.



Рисунки 26—37. — Морфологические группы моллюсков на примере некоторых видов II: 26 — *Liguus fasciatus* (Müller, 1774); 27 — *Ena montana* (Draparnaud, 1801); 28 — *Chondrina avenacea* (Bruguiere, 1792); 29 — *Zoogenetes harpa* (Say, 1824); 30 — *Cochlodina laminata* (Montagu, 1803); 31 — *Macrogastera ventricosa* (Draparnaud, 1801); 32 — *Laciniaria tschetschenica* (Pfeiffer, 1866); 33 — *Ruthenica filograna* (Rossmässler, 1836); 34 — *Brephulopsis bidens* (Krynicky, 1833); 35 — *Orculella bulgarica* (Hesse, 1915); 36 — *Collumella collumella* (G. von Martens, 1830); 37 — *Truncatellina cylindrica* (Ferussac, 1807)

Figures 26—37. — Morphological groups of terrestrial mollusks on the example of some species II: 26 — *Liguus fasciatus* (Müller, 1774); 27 — *Ena montana* (Draparnaud, 1801); 28 — *Chondrina avenacea* (Bruguiere, 1792); 29 — *Zoogenetes harpa* (Say, 1824); 30 — *Cochlodina laminata* (Montagu, 1803); 31 — *Macrogastera ventricosa* (Draparnaud, 1801); 32 — *Laciniaria tschetschenica* (Pfeiffer, 1866); 33 — *Ruthenica filograna* (Rossmässler, 1836); 34 — *Brephulopsis bidens* (Krynicky, 1833); 35 — *Orculella bulgarica* (Hesse, 1915); 36 — *Collumella collumella* (G. von Martens, 1830); 37 — *Truncatellina cylindrica* (Ferussac, 1807)

В рассматриваемую нами морфологическую группу вошёл 31 вид моллюсков семейства Clausiliidae. Относительная морфологическая однородность данной группы позволила нам вычислить степень сопряженности только между тремя признаками раковины — её размером, скульптурой и формой устья (см. таблицу 4).

Главные отличия между этими видами заключаются, прежде всего, в размере раковины и в характере её рельефа. Так, внутри обсуждаемой группы есть мелкие виды и виды среднего размера, виды с морщинистой поверхностью раковины или с раковиной, покрытой рёбрами (см. рисунок 11).

Форма устья у представителей этой группы колеблется от овальной до яйцевидной, ромбической или квадратной, при этом большинство видов (83 %) имеют устье овальной формы (см. рисунок 9). Кроме того, у всех представителей данной группы отсутствует пупок (см. рисунок 10).

По совокупности рассмотренных признаков виды моллюсков с раковиной веретеновидной формы можно разделить на следующие морфологические подгруппы:

- 1) виды среднего размера с яйцевидным устьем и рельефом в виде тонкой исчерченности (рисунок 30);
- 2) виды среднего размера с овальным устьем и рельефом в виде ребристости (рисунок 31);
- 3) мелкие виды с овальным устьем и рельефом в виде исчерченности (рисунок 32);
- 4) мелкие виды с овальным устьем и ребристой поверхностью (рисунок 33).

Примерно половина этих видов — это виды среднего размера с овальным устьем и рельефом в виде ребристости.

Доля видов с цилиндрической раковиной в рассмотренной нами выборке составляет 5,7 % (см. рисунок 8). Как и в предыдущем случае, малое количество видов в выборке позволило вычислить степень сопряженности только между такими признаками, как размер раковины, форма её устья и характер скульптуры. Заметная степень связи между всеми этими признаками говорит о существовании хорошо различимых морфологических подгрупп внутри данной группы (см. таблицу 4).

Среди моллюсков с раковиной цилиндрической формы преобладают, прежде всего, очень мелкие виды и виды мелкого размера. Вместе эти две размерные группы составляют более 80 % от всех проанализированных видов с такой раковиной (см. рисунок 4). Прежде всего к ним относятся представители семейств Pupillinidae и Vertiginidae. Кроме того, в эту размерную группу вошли некоторые представители семейства Enidae, например *Pseudonapaeus entoptyx* (Lindholm, 1925).

Устье у цилиндрических раковин может быть разной формы, но в большинстве случаев наблюдается круглое или овальное. Пупок у данных видов либо отсутствует вовсе, либо от него остаётся лишь щель (см. рисунок 10).

Внутри данной морфологической группы моллюсков можно выделить следующие подгруппы:

- 1) виды средних размеров с овальным устьем, щелевидным пупком и скульптурой в виде исчерченности (рисунок 34);
- 2) мелкие виды с устьем усеченно-овальной или косоовальной формы, точковидным пупком и рельефом в виде ребристости (рисунок 35);
- 3) очень мелкие виды со скульптурой в виде исчерченности, круглым устьем и точковидным пупком (рисунок 36);
- 4) очень мелкие виды со скульптурой в виде ребристости, круглым устьем и точковидным пупком (рисунок 37).

Среди выделенных морфологических подгрупп наиболее богата видами подгруппа, куда входят моллюски очень мелких размеров с круглым устьем и скульптурой в виде исчерченности.

Заключение. Среди выделенных И. М. Лихаревым 28 типов форм раковин нами были выделены 6 наиболее распространённых, которые были разделены на 26 подгрупп. Наиболее часто встречающийся тип раковины в изученной нами выборке — низкоконическая.

Группы раковин, обладающие дисковидной и низкоконической формой, характеризуются наибольшим количеством входящих в них морфологических подгрупп — 5 и 6 соответственно.

Форма раковины достаточно слабо зависит от её размера: каждый из рассмотренных типов раковин может включать в себя мелкие, средние и крупные формы. Между тем с формой раковины достаточно сильно связаны форма её пупка и форма устья.

Раковины низкоконической формы обладают наиболее пластичным комплексом признаков, так как геометрия раковины может изменяться за счёт изменения вертикальной и горизонтальной величины переноса оборота.

Наиболее консервативными в плане вариации морфологических параметров являются раковины веретеновидной и цилиндрической форм.

Большая степень распространения моллюсков с раковиной низкоконической формы объясняется тем, что их адаптация к изменениям окружающей среды может осуществляться, кроме всего прочего, путём изменения величины горизонтального переноса оборота. У остальных морфологических групп раковин этот показатель всегда близок к нулю, поэтому они обладают меньшей пластичностью.

Полученные данные необходимы для определения жизненных форм наземных моллюсков, которые будут являться предметом исследований в последующей нашей работе.

Список цитируемых источников

1. The evolution of extreme shell shape variation in the land snail *Ainohelix editha*: a phylogeny and hybrid zone analysis / H. Teshima, A. Davison, Y. Kuwahara [et al.] // *Molecular Ecology*. — 2003. — Vol. 12. — P. 1869—1878.
2. Матекин, П. В. Итоги исследования пространственной генотипической структуры *Bradybaena plectotropis* (Mart.) / П. В. Матекин // Шестое всесоюзное совещание по изучению моллюсков. — М.: Наука, 1975. — С. 151—152.
3. Лихарев, И. М. Наземные моллюски фауны СССР / И. М. Лихарев. — М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1952. — 511 с.
4. Шилейко, А. А. Фауна СССР. Моллюски. Наземные моллюски подотряда Pupillina фауны СССР (Gastropoda, Pulmonata, Geophila) / А. А. Шилейко; ред. О. А. Скарлато. — Новгород: Наука, 1984. — Т. III, вып. 3. — 400 с.
5. Акрмовский, Н. Н. Фауна Армянской ССР. Моллюски (Molluska) / Н. Н. Акрмовский; ред. И. М. Лихарев. — Ереван: Изд-во АН Армян. ССР, 1976. — 272 с.
6. Arruda, J. A. Pocket Guide to Kansas Land Snails / J. Arruda. — Wichita: Friends of the Great Plains Nature Center, 2017. — 72 с.
7. Burch, J. B. Land snails of the University of Michigan biological station area / J. B. Burch, Y. Jung // *Walkerana*. — 1988. — Vol. 3, no. 9. — P. 1—181.
8. Dourson, D. Land snails of the Great Smoky Mountains National Park and southern Appalachians, Tennessee & North Carolina / D. Dourson, J. Dourson, K. Langdon. — Bakersville: Goatslug Publications, 2013. — 60 p.
9. Forsyth, R. G. Terrestrial Gastropods of the Columbia Basin, British Columbia / R. G. Forsyth. — Victoria: Royal British Columbia Museum, 1999. — 26 p.
10. Marzuki, M. Land snails and slugs of bau limestone hills, sarawak (Malaysia, Borneo), with the descriptions of 13 new species / M. Marzuki, T. S Liew, J. Mohd-Azlan // *ZooKeys*. — 2021. — Vol. 1035. — P. 1—113.
11. Fernando, C. H. Ecology and biogeography in Sri Lanka / C. H. Fernando // *Monographiae biologicae*. — 1984. — Vol. 57. — P. 1—510.
12. Annotated checklist of the land snail fauna from southern Cambodia (Molluska, Gastropoda) / Ch. Sutcharit, Ph. Thach, S. Chhuoy [et al.] // *ZooKeys*. — 2020. — Vol. 948. — P. 1—46.
13. Smith, B. J. Field Guide to the Non-Marine Mollusks of South Eastern Australia / B. J. Smith, R. C. Kershaw. — Canberra: Australian National University Press, 1979. — 285 p.
14. Шмойлова, Р. А. Теория статистики: учебник / Р. А. Шмойлова, В. Г. Минашкин, Н. А. Садовникова. — 5-е изд. — М.: Финансы и статистика, 2014. — 656 с.
15. Земоглядчук, К. В. Cross Determination Counter — 2024. — URL: <https://gitflic.ru/project/konstantinz/crossdeterminationcounter> (дата обращения: 20.01.2025).

16. Сысоев, В. В. Парная линейная регрессия : учеб. пособие / В. В. Сысоев. — Воронеж : ВГТА, 2003. — 66 с.
17. Emberton, K. C. Polygyrid relations: a phylogenetic analysis of 17 subfamilies of land snails (Mollusca: Gastropoda: Stylommatophora) / K. C. Emberton // *Zoological Journal of the Linnean Society*. — 1991. — Vol. 103, no. 3. — P. 207—224.
18. Phylogenetic relationships of the operculate land snail genus *Cyclophorus* (Montfort, 1810) in Thailand / N. Nantararat, P. Tongkerd, Ch. Sutcharit [et al.] // *Molecular Phylogenetics and Evolution*. — 2014. — Vol. 70. — P. 99—111.
19. Hausdorf, B. Biogeography of the Limacoidea sensu lato (Gastropoda: Stylommatophora): Vicariance Events and Long-Distance Dispersal / B. Hausdorf // *Journal of Biogeography*. — 2000. — Vol. 27, no. 2. — P. 379—390.
20. Powell, A. W. B. New Zealand Molluska / A. W. B. Powell. — William Collins Publishers Ltd, 1979. — 500 p.
21. Nordsieck, H. Worldwide Door Snails (Clausiliidae), Recent and Fossil / H. Nordsieck. — Hackenheim : ConchBooks, 2007. — 214 p.

References

1. Teshima H., Davison A., Kuwahara Y. et al. The evolution of extreme shell shape variation in the land snail *Ainohelix editha*: a phylogeny and hybrid zone analysis. *Molecular Ecology*, 2003, vol. 12, pp. 1869—1878.
2. Matekin P. V. [Results of the study of the spatial genotypic structure of *Bradybaena plectotropis* (Mart.)]. *Shestoe vsoyuznoe soveshhanie po izucheniyu mollyuskov* — Six all-union meeting on the study of mollusks. Moscow, Nauka, 1975, pp. 151—152. (in Russian)
3. Liharev I. M. [Land mollusks of the fauna of the USSR]. Moscow—Leningrad, Izd-vo AN SSSR, 1952, 511 p. (in Russian)
4. Shilejko A. A. Fauna of the USSR. Mollusks. Land mollusks of the suborder Pupillina of the fauna of the USSR (Gastropoda, Pulmonata, Geophila). Ed. O. A. Skarlato. Novgorod, Nauka, 1984, t. III, vol. 3, 400 p. (in Russian)
5. Akromovskij N. N. [Fauna of the Armenian SSR. Mollusks (Molluska)]. Ed. I. M. Liharev. Erevan, Izd-vo AN Armyanskoy SSR, 1976, 272 p. (in Russian)
6. Arruda J. A. Pocket Guide to Kansas Land Snails, Wichita, Friends of the Great Plains Nature Center, 2017, 72 p.
7. Burch J. B., Jung Y. Land snails of the University of Michigan biological station area. *Walkerana*, 1988, vol. 3, no. 9, pp. 1—181.
8. Dourson D., Dourson J., Langdon K. Land snails of the Great Smoky Mountains National Park and southern Appalachians, Tennessee & North Carolina. Bakersville, Goatslug Publications, 2013, 60 p.
9. Forsyth R. G. Terrestrial Gastropods of the Columbia Basin, British Columbia. Victoria, Royal British Columbia Museum, 1999, 26 p.
10. Marzuki M., Liew T. S., Mohd-Azlan J. Land snails and slugs of bau limestone hills, sarawak (Malaysia, Borneo), with the descriptions of 13 new species. *ZooKeys*, 2021, vol. 1035, pp. 1—113.
11. Fernando C. H. Ecology and biogeography in Sri Lanka. *Monographiae biologicae*, 1984, vol. 57, pp. 1—510.
12. Sutcharit Ch., Thach Ph., Chhuoy S. et al. Annotated checklist of the land snail fauna from southern Cambodia (Mollusca, Gastropoda). *ZooKeys*, 2020, vol. 948, pp. 1—46.
13. Smith B. J., Kershaw R. C. Field Guide to the Non-Marine Mollusks of South Eastern Australia, Canberra, Australian National University Press, 1979, pp. 285.
14. Shmoilova R. A., Minashkin V. G., Sadovnikova N. A. Theory of statistics: textbook, 5th ed., Moscow, Finansy i statistika, 2014, 656 p. (in Russian)
15. Zemoglyadchuk K. V. Cross Determination Counter — 2023, available at: <https://gitflic.ru/project/konstantinz/crossdeterminationcounter> (accessed 20 January 2025).
16. Sysoev V. V. Paired linear regression: textbook. Voronezh, VSTA, 2003, 66 p. (in Russian)
17. Emberton K. C. Polygyrid relations: a phylogenetic analysis of 17 subfamilies of land snails (Mollusca: Gastropoda: Stylommatophora). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 1991, vol. 103, no. 3, pp. 207—224.
18. Nantararat N., Tongkerd P., Sutcharit Ch. et al. Phylogenetic relationships of the operculate land snail genus *Cyclophorus* (Montfort, 1810) in Thailand. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2014, vol. 70, pp. 99—111.
19. Hausdorf B. Biogeography of the Limacoidea sensu lato (Gastropoda: Stylommatophora): Vicariance Events and Long-Distance Dispersal. *Journal of Biogeography*, 2000, vol. 27, no. 2, pp. 379—390.
20. Powell A. W. B. New Zealand Molluska. William Collins Publishers Ltd, 1979, 500 p.
21. Nordsieck H. Worldwide Door Snails (Clausiliidae), Recent and Fossil. Hackenheim, ConchBooks, 2007, 214 p.

Поступила в редакцию 16.12.2024.

УДК 595.762.12

А. А. Лакотко

Учреждение образования «Витебский государственный университет имени П. М. Машерова»,
Московский пр-т, 33, 210015 Витебск, Республика Беларусь, anatoly.lakotko@yandex.by

ВИДОВОЙ СОСТАВ ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, CARABIDAE) СОСНОВЫХ ЛЕСОВ БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ

Приведены результаты исследования видового состава ассамблей герпетобионтных видов жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) основных типов сосновых лесов Белорусского Поозерья, полученные автором за 2017—2022 годы. Выявлен 91 вид из 28 родов жуков-жуужелиц. Ядро ассамблей герпетобионтных видов составили *Carabus arvensis* Herbst, *Carabus hortensis* L., *Pterostichus niger* Schall., *P. oblongopunctatus* Fabr., *Calathus micropterus* Duft., *Calathus erratus* Sahl. Максимальными показателями среднего числа особей в выборках характеризовались сосняки вересковые и багульниковые, минимальными — сосняки лишайниковые. Наибольшим видовым богатством отличаются сосняки вересковые (46 видов), наименьшим — сосняки черничные на заболоченных почвах (14 видов) и багульниковые (19 видов). Наибольшее видовое разнообразие выявлено в ассамблеях жуужелиц сосняков лишайниковых и вересковых, самое низкое — в сосняках багульниковых.

Индекс концентрации доминирования Симпсона во всех исследуемых типах сосновых лесов, за исключением сосняков багульниковых, имел невысокие значения ($D = 0,102—0,326$), что указывает на достаточно широкий спектр видов с высоким относительным обилием. Сходный тренд продемонстрировал индекс выравненности, который имел наименьшие значения в сосняках багульниковых ($J' = 0,351 \pm 0,06$), наибольшие ($J' = 0,849 \pm 0,01$) — в лишайниковых. Остальные местообитания характеризовались также достаточно высокой выравненностью видов по обилию ($J' = 0,574—0,633$). Наименьшим числом доминирующих видов отличались сосняки багульниковые, где на долю трех видов-доминантов приходится 88,74 %, самым высоким относительным обилием отличался *Agonum ericeti* (76,81 %), тогда как в сосняках лишайниковых группа доминантов включала 7 видов. В остальных местообитаниях выявлено от 4 до 6 доминирующих видов.

Отмечается увеличение численности в сосновых лесах региона таких видов, как *Carabus nemoralis* и *Nebria brevicollis*, ранее в них не регистрированных и отмеченных только для Беловежской пуужи (1997—2000), численность которых в регионе растет в последние годы.

Ключевые слова: жуужелицы; Carabidae; сосновые леса; видовое богатство; обилие; биотопическая приуроченность.

Библиогр.: 8 назв.

А. А. Lakotko

Education Institution “Vitebsk State University named after P. M. Mascherov”, 33 Moscow ave.,
210015 Vitebsk, the Republic of Belarus, anatoly.lakotko@yandex.by

SPECIES COMPOSITION OF BEETLES (COLEOPTERA, CARABIDAE) OF PINE FORESTS OF THE BELARUSIAN LAKESHORE

The results of the study of species composition of assemblages of herpetobiont species of beetles (Coleoptera, Carabidae) of the main types of pine forests of the Belarusian Lakeland obtained by the author for 2017—2022 are presented. Ninety-one species from 28 genera of ground beetles were identified. The core of the assemblages of herpetobiont species were *Carabus arvensis* Herbst, *Carabus hortensis* L., *Pterostichus niger* Schall., *P. oblongopunctatus* Fabr., *Calathus micropterus* Duft., *Calathus erratus* Sahl. The maximum values of the average number of individuals in the samples were characteristic of heath and *Ledum* pine forests, while the minimum values were characteristic of lichen pine forests. The highest species richness is typical of heath pine forests (46 species), the lowest — of bilberry pine forests on waterlogged soils (14 species) and lichen pine forests (19 species). The highest species diversity was found in the assemblages of beetles in lichen and heath pine forests, and the lowest in lodgepole pine forests.

The Simpson dominance concentration index in all studied types of pine forests, with the exception of lodgepole pine forests, had not high values ($D = 0.102—0.326$), indicating a fairly wide range of species with high relative abundance. A similar tendency was demonstrated by the equitability index, which had the lowest values in lodgepole pine forests ($J' = 0.351 \pm 0.06$) and the highest ($J' = 0.849 \pm 0.01$) in lichen forests. The rest of the habitats were also

characterized by a fairly high equalization of species abundance ($J' = 0.574—0.633$). The lowest number of dominant species was characteristic of lodgepole pine forests, where three dominant species accounted for 88.74 %, the highest relative abundance appeared in *Agonum ericeti* (76.81 %), while in lichen pine forests the dominant group included 7 species. In other habitats from 4 to 6 dominant species were identified.

An increase in the number of such species as *Carabus nemoralis* and *Nebria brevicollis* has been registered in recent years, though previously they were not found in pine forests and noted only for Belovezhskaya Pushcha (1997—2000).

Key words: ground beetles; Carabidae; pine forests; species richness; abundance; biotopic confinement.

Ref.: 8 titles.

Введение. Белорусское Поозерье представляет собой регион с молодой и недавно сформировавшейся фауной, и процесс этот идет в настоящее время, что делает актуальным изучение фауны в лесных биоценозах, в том числе фауны жужелиц [1].

Согласно классификации И. Д. Юркевича [2], сосновые леса Беларуси представлены 13 типами. Формацию сосновых лесов составляют в Поозерье собственно сосновые леса (*Pineta monodominans*), елово-сосновые леса (*Piceeto-Pineta*) и болотные сосновые леса (*Pineta palustris*). В Белорусском Поозерье сосновые леса занимают 51,7 % всех лесных массивов.

В большинстве типов сосновых лесов выделено основное ядро доминантных видов, прослежена частично их биология. Количество видов, отмеченных в сосновых лесах Беларуси, варьирует от 15 до 51. В целом в сосновых лесах региона по состоянию на 2000 год было зарегистрировано 93 вида жужелиц [3].

Быстро меняющаяся экологическая обстановка способствует изменению фауны республики. Изменение климата в последнее десятилетие привело к смещению ядра зимы на февраль и серьезному потеплению в зимний период. Выяснить современный состав фауны жужелиц сосновых лесов Белорусского Поозерья — цель настоящей работы.

Материалы и методы исследования. Материал (более 21 000 экз.) на протяжении двух лет собирался как в основных типах сосновых лесов, на стационарах, так и в экотонах между сосновым лесом и верховым болотом, на противопожарной полосе (ширина — 2 м), просеке под линией электропередачи (ширина — 10 м), лесной дороге с противопожарным разрывом (ширина — 20 м), просеке в лесу (ширина — 35 м), просеке под газопровод (ширина — 50 м), среди обширных лесных массивов. Исследования проводились на территории шести административных районов Витебской области (Витебский, Миорский, Городокский, Ушачский, Полоцкий, Сенненский) и Мядельского района Минской области.

В качестве основных стационаров исследования были использованы следующие типы сосновых лесов: сосняк богульниковый (*Pineta ledosum*), сосняк долгомошно-черничный (*P. polytrichoso-myrttilosum*), сосняк мшистый (*Pineta pleuros-iosum*), сосняк черничный (*P. myrttilosum*), сосняк брусничный (*P. vaccinosum*), сосняк лишайниковый (*P. cladiosum*), сосняк вересковый (*P. callunosum*), суборь (*Piceeto-Pinetum*).

Номенклатура дана по Каталогу жесткокрылых Палеарктики [4]. Биотопическая приуроченность, обилие и распределение видов приводится согласно литературным источникам [1; 3; 5].

Результаты исследования и их обсуждение. В результате анализа собранного материала ниже приведен список жужелиц, зарегистрированных в сосновых лесах региона за последние 6 лет (2017—2022) с указанием статуса вида в регионе, биотопической приуроченности на территории Республики Беларусь в целом, периодов регистрации имаго, его встречаемости в сосновых лесах региона, материала.

1. *Cylindera germanica* Linnaeus, 1758. Крайне редок и локален на суходольных лугах и полях, чаще отмечается на суглинистой почве с густой травянистой растительностью [1; 3]. В сосновых лесах редок, сосняк черничный, 03.07.2017, Сенненский р-н, 1 экз.

2. *Cicindela hybrida* Linnaeus, 1758. Обычен в различных открытых биоценозах, предпочитает преимущественно лесные просеки на песчаных почвах, песчаные дороги и поляны

в сосновых лесах и посадках, карьеры. 23.03—19.09 [1; 3]. В сосновых лесах обычен только у краев леса, возле песчаных просек и полей.

3. *C. silvatica* Linnaeus, 1758. Нередок в сосновых лесах-беломошниках и верещатниках, на просеках, по песчаным дорогам и опушкам сосновых лесов. Зимует имаго. Вероятны 2 генерации. 29.04—19.09 [1; 3]. В лесах обнаружен только на просеке под газопровод, Сенненский р-н, 10.09.2017, 2 экз.

4. *Nebria brevicollis* (Fabricius, 1792). В Поозерье основные находки приурочены к урбоденнозам, иногда массовый. Зимует имаго. 19.04—02.09. В сосновых лесах более редок, 4 экз., в сосняке брусничном — 3 экз., сосняке чернично-брусничном (Миорский р-н) под линией электропередачи — 1 экз., Сенненский р-н.

5. *Leistus ferrugineus* (Linnaeus, 1758). Обычен на полях, в подстилке на опушках смешанных лесов, в сосновых лесах. Зимует имаго. 21.03—05.10 [1; 3]. В сосновых лесах обычен в сосняках разного типа по всему региону.

6. *L. terminatus* (Hellwig, 1793). Обычен в смешанных, сосновых лесах, на опушках, на заболоченных и заросших кустарником лугах, в прибрежных биоценозах, ельниках, урбоденнозах. Зимует имаго. 05.05—12.10 [1; 3]. В сосновых лесах обычен в сосняках разного типа, часто в экотонах и по краю болот по всему региону.

7. *L. piceus* Frolich, 1799. Зимует имаго. 01.04—17.10 [1; 3]. Редок. Отмечен 1 экз. в сосняке зеленомошном с хорошо развитым подлеском, 2 экз. — в субори (02.09.2019), Витебский р-н.

8. *Notiophilus aquaticus* (Linnaeus, 1758). Нередок в подстилке сосновых и смешанных лесов, на болотах, заболоченных лугах, редок на полях. Зимует имаго. 31.03—26.09 [1; 3; 5]. Нечасто в сосновых лесах разных типов.

9. *N. palustris* (Duftschmid, 1812). Повсеместен. Многочислен в подстилке различных типов лесов, на опушках, редок на полях. Зимует имаго. 04.04—10.10 [1; 3]. Обычен в сосняках разного типа.

10. *N. biguttatus* (Fabricius, 1779). Повсеместен. В подстилке различных типов лесов, в сосняках разного типа, на опушках, в парках, редок на полях. Зимует имаго. 26.04—10.09 [1; 3]. В сосновых лесах редок, 2 экз. в сосняке зеленомошно-брусничном, Миорский р-н.

11. *N. germinyi* Fauvel in Grenier, 1863. В сухих сосняках, на верховых болотах, в березняках кустарничковых на мелиорированных болотах. Зимует имаго. 16.05—04.10 [1; 3; 5]. В сосновых лесах редок, 1 экз. в сосняке черничном, Сенненский р-н, 01.06.2018.

12. *Carabus granulatus* Linnaeus, 1758. Повсеместен и обычен. Встречается в околородных биоценозах, пойменных и заболоченных лугах, в различных типах заболоченных лесов, реже на полях. Зимует имаго. 03.04—29.10 [1; 3]. Обычен в сосновых лесах разного типа, чаще в черничных, экотонах верховых болот.

13. *C. menetriesi* Hummel, 1827. Локален, но в местах обитания может достигать высокой численности. Встречается на низинных болотах и прилегающих к ним лугах, заболоченных берегах озер, черноольшаниках, редок во влажных ельниках кисличных и единичен на верховых болотах. Вид включен в четвертое издание Красной книги Республики Беларусь (2014) по III категории (VU). Зимует имаго. 16.05—21.08 [1; 3; 5; 6]. Отмечен 1 экз. в сосняке богульниково-сфагновом, Миорский р-н, 12.05.2018.

14. *C. arvensis* Herbst, 1784. Обычен в сосновых и смешанно-сосновых лесах, нередок в сосняках сфагновых и березняках кустарничковых по краям естественных болот. Зимует имаго. 21.04—04.10 [1; 3]. В сосновых лесах разных типов обычен и многочислен, около 1 500 экз.

15. *C. nemoralis* Muller, 1764. Проник на территорию Белорусского Поозерья из Центральной Европы через Польшу и Прибалтику. В настоящее время активно заселяет почвы садов, парков, сильно нарушенных лесов, прилегающих к крупным населенным пунктам. Зимует имаго. 26.04—15.10 [1; 3]. Достаточно многочислен в сосняках возле городов и населенных пунктов. В сосновых лесах разных типов с развитым листовым подлеском,

наличием туристических стоянок. В удаленных от зон рекреации и в ненарушенных сосновых биоценозах этот вид нами пока не был обнаружен.

16. *C. cancellatus* Illigier, 1798. Повсеместен и обычен. В последнее время стал обычным и многочисленным на полях, лугах, пустошах, в урбоценозах. Зимует имаго. 12.04—30.10 [1; 3]. В сосновых лесах по всему региону нередок, в экотонах и по краю верховых болот, 32 экз.

17. *C. convexus* Fabricius, 1775. Нечасто по всему региону, исключением являются локальные многочисленные популяции, встречающиеся в широколиственных и сосновых лесах Белорусского Поозерья, не подверженных хозяйственной деятельности человека. Зимует имаго. 15.04—03.10 [1; 3]. В сосновых лесах по всему региону нечасто, предпочитает более сухие и экотоны (просека под линией электропередачи, противопожарная полоса, обочины лесных дорог, 20 экз.

18. *C. hortensis* Linnaeus, 1758. Повсеместен и обычен в лесах разного типа, но более высокой численности достигает в хвойных. Зимуют имаго и личинки. 11.05—12.10 [1; 3]. В сосновых лесах региона обычен и многочислен.

19. *C. glabratus* Paykull, 1790. Повсеместен и обычен в лесах разного типа. Зимуют имаго и личинки. 01.06—03.10 [1; 3]. В сосновых лесах разных типов, предпочитает субори, сосняки с подлеском, обычен.

20. *C. violaceus* Linnaeus, 1758. Локален, но в местах своего обитания достигает высокой численности. Предпочитает светлые сосновые леса и смешанные сосново-еловые, крайне редок в мелколиственных и широколиственных лесах на севере Беларуси. Зимуют имаго и личинки. Включен в четвертое издание Красной книги Республики Беларусь (2014) по IV категории (NT) [1; 3; 6]. 23.05—10.09, но наиболее обычен во второй половине лета. Обнаружен в Мядельском и Миорском р-нах, где обычен в сосняке зеленомошном, брусничном, черничном и вересковом.

21. *C. coriaceus* Linnaeus, 1758. Местами обычен в сосновых лесах и посадках, реже встречается в смешанных, мелколиственных и широколиственных лесах. Локален, но нередок в парковых экосистемах г. Витебска. Наибольшая численность отмечена в июле—августе. Вид включен в четвертое издание Красной книги Республики Беларусь (2014) по IV категории (NT). Имаго зимует. 09.05—23.09 [1; 3; 6]. Обычен в сосняках разного типа, преимущественно зеленомошных и брусничных, в центральной и восточной частях региона.

22. *Cychrus caraboides* (Linnaeus, 1758). Повсеместен и обычен в лесах разного типа, на полях редок, в сосново-кустарничково-сфагновых биоценозах естественных болот единично. Зимует имаго. 26.04—30.09 [1; 3; 5]. Обычен во всех типах сосновых лесов, субориях, экотонах, редко на верховых болотах. По западу региона местами даже многочислен.

23. *Blethisa multipunctata* (Linnaeus, 1758). Локален и довольно редок. Встречается на низинных болотах и на примыкающих к ним заболоченных лугах, поймах рек, осинниках и влажных березняках, крайне редок во влажных широколиственных лесах и на верховых болотах. Зимует имаго. 16.05—31.08 [1; 3; 5]. Обнаружен 1 экз. (04.06.2019) в экотоне соснового леса и верхового болота, Миорский р-н.

24. *Loricera pilicornis* (Fabricius, 1775). Повсеместен. Обычен на влажных лугах, болотах, заболоченных лесах, опушках, нередок на полях. Зимует имаго. 03.04—04.11 [1; 3]. В сосновых лесах разных типов, нечасто.

25. *Broscus cephalotes* (Linnaeus, 1758). Повсеместен. Обычен в ксерофитных открытых биоценозах на песчаной почве, на просеках в сосновых лесах на песчаных почвах, по берегам рек. Многочислен на песчаных пустошах и карьерах. Имаго зимует. 30.04—14.09 [1; 3]. Обычен и иногда многочислен только в сухих сосновых лесах по противопожарным полосам, окраинам дорог, просекам.

26. *Miscodera arctica* (Paykull, 1798). Крайне локален, но в некоторых местообитаниях может достигать высокой численности. Предпочитает сухие сосновые боры, смешанные

сосновые леса. Имаго зимует. 26.04—10.09 [1; 3]. Обнаружен только в Сенненском р-не в сосняках зеленомошном (1 экз.) и вересковом (3 экз.).

27. *Eraphius secalis* (Paykull, 1790). Повсеместен и многочислен в подстилке различных типов лесов, парков, садов, питомников и других насаждений. Обычен в краевых зонах верховых болот, в сосняках и березняках, на осушенных торфяниках. Местами нередок на полях и лугах. 16.05—12.10 [1; 3]. В сосновых лесах нечасто.

28. *Asaphidion flavipes* (Linnaeus, 1761). Повсеместен. Обычен на полях, лугах и в других открытых биоценозах, по глинистым и заросшим берегам водоемов, в кустарничково-сфагновых биоценозах естественных болот, на гарях. Имаго зимует. 04.04—02.10 [1; 3]. В сосновых лесах редок, отмечено 4 экз. в сосняках лишайниковом, черничном, зеленомошно-брусничном.

29. *Bembidion pygmaeum* (Fabricius, 1792). Локален, но в местах обитания нередок. Встречается в ксерофитных открытых биоценозах на песчаной почве, на просеках в сосновых лесах, на песчаных почвах, в агроценозах. Многочислен на песчаных и доломитовых карьерах. Имаго зимует. 18.03—10.10 [1; 3]. Обнаружен на просеке под линией электропередачи, в сосновом лесу зеленомошно-черничном, Сенненский р-н.

30. *B. lampros* (Herbst, 1784). Повсеместен и многочислен на лугах и в других открытых биоценозах, в светлых сосновых лесах, на опушках смешанных лесов. Имаго зимует. 12.03—04.11 [1; 3]. В сосновых лесах различного типа редок, на просеках локально иногда обычен.

31. *B. quadrimaculatum* (Linnaeus, 1761). Повсеместен и многочислен в открытых биоценозах на песчаных и глинистых почвах. Массовый в агроценозах и урбоценозах. Имаго зимует. 07.03—04.11 [1; 3]. Отмечен 1 экз. 05.06.2018 в сосняке богульниково-сфагновом, Миорский р-н.

32. *Poecilus cupreus* (Linnaeus, 1758). Повсеместен и многочислен. Эврибионт открытых пространств. Обычен на естественных и осушенных болотах, в агроценозах и урбоценозах. Имаго зимует. 07.03—12.10 [1; 3; 5]. В сосновых лесах обычен, но не многочислен, чаще в сосняках богульниково-сфагновых (49 экз.).

33. *P. lepidus* Leske, 1785. Повсеместен, но локален. В местах своего обитания может достигать высокой численности. Предпочитает сухие сосновые боры, опушки сосновых лесов, молодые посадки хвойных, суходолы на песчаных почвах. Имаго зимует. 18.04—23.09 [1; 3]. В сосновых лесах обычен, но локален.

34. *P. versicolor* (Sturm, 1824). Повсеместен и многочислен. Эврибионт открытых пространств, предпочитает зрелые стадии эндогенной сукцессии на отвалах вскрышных пород на карьерах, мелиоративных полях. Обычен на естественных и осушенных болотах, в светлых сосновых и мелколиственных лесах, опушках лесов, в агроценозах и урбоценозах на песчаных, песчано-глинистых почвах. Имаго зимует. 07.03—03.11 [1; 3]. В сосновых лесах всех типов обычен и иногда многочислен.

35. *Pterostichus niger* (Schaller, 1783). Обычен и повсеместен. Предпочитает различного типа леса, закустаренные луга, берега водоемов, парки и сады, где входит в состав доминантов. Имаго зимует. 12.03—30.10 [1; 3]. В сосновых лесах всех типов обычен и иногда многочислен.

36. *P. minor* (Gyllenhal, 1827). Обычен по заросшим злаками и осоками берегам различных водных объектов, нередок в заболоченных лесах, на низинных болотах, единичные находки на лугах и полях. На мелиорированных болотах обычен. Зимует имаго. 18.03—31.08 [1; 3; 5]. В сосновых лесах повсеместно, редко.

37. *P. nigrita* (Paykull, 1790). Обычен и повсеместен. Встречается по берегам различных водных объектов, нередок в заболоченных лесах, на низинных болотах, в агроценозах и урбоценозах. На мелиорированных болотах обычен. Зимует имаго. 12.03—02.10 [1; 3]. В сосновых лесах повсеместно, чаще в сосняке богульниковом.

38. *P. rhaeticus* Heer, 1837. Обычен на минеральных островах и кустарничково-сфагновых, кустарничково-пушицево-сфагновых биоценозах естественных болот. Редок

в лесах, где предпочитает сосняки мшистые, черноольшаники. Зимует имаго. 01.04—12.10 [1; 3; 5]. В сосновых лесах повсеместно, нечасто, на верховых болотах массовый.

39. *P. diligens* (Sturm, 1824). Повсеместен и многочислен. Предпочитает подстилку заболоченных лесов разного типа, кустарниковые сообщества, нередок на заболоченных лугах и полях. Обычен на естественных и осушенных верховых болотах. Имаго зимует. 04.03—29.09 [1; 3; 5]. В сосновых лесах редок, на верховых болотах массовый.

40. *P. strenuus* (Panzer, 1797). Повсеместен и многочислен. Предпочитает подстилку лесов разного типа, кустарниковые сообщества, нередок на лугах и полях. Редок на осушенных верховых болотах. Имаго зимует. 07.03—06.10 [1; 3; 5]. В сосновых лесах повсеместен, нечасто.

41. *P. aethiops* (Panzer, 1797). Повсеместен, но довольно локален. Предпочитает хвойные и смешанные леса, реже в широколиственных. Имаго зимует. 12.04—10.12 [1; 3]. В сосновых лесах обычен, но локален, повсеместно.

42. *P. quadrifoveolatus* Letzner, 1852. (= *angustatus* Duftschmid, 1812). Повсеместен, но довольно локален. Встречается в елово-сосновых, сосновых лесах, на опушках на песчаной почве. Единичен на суходольных лугах. Имаго зимует. 09.04—16.09. В сосновых лесах повсеместно, редок.

43. *P. oblongopunctatus* (Fabricius, 1787). Повсеместен и многочислен. Предпочитает хвойные и смешанные леса, реже в широколиственных. На мелиорированных болотах и в лесах на минеральных островах обычен. Имаго зимует. 17.03—08.11 [1; 3; 5]. В сосновых лесах повсеместно, массовый, на верховых болотах редок.

44. *P. melanarius* (Jlliger, 1798). Обычен и повсеместен. Предпочитает смешанные и широколиственные леса, луга, берега водоемов, агроценозы, урбоценозы, где входит в состав доминантов. На мелиорированных болотах единично. Имаго зимует. 12.04—04.10 [1; 3; 5]. В сухих сосновых лесах обычен.

45. *P. anthracinus* (Jlliger, 1798). Обычен и повсеместен. Встречается по берегам различных водных объектов, нередок в заболоченных лесах, на низинных болотах, единичные находки на лугах и полях. Зимует имаго. 17.03—10.10 [1; 3]. В сосновых лесах редок, 2 экз. в сосняке зеленомошном и черничном, Сенненский р-н.

46. *P. vernalis* (Panzer, 1796). Повсеместен и многочислен. Встречается по берегам рек, озер и прудов на глинистых и песчано-глинистых почвах, на заболоченных лугах, низинных болотах. Обычен на осушенных верховых болотах. Нередок в агроценозах и урбоценозах. Имаго зимует. 17.03—30.10 [1; 3; 5]. В сосновых лесах редок, 2 экз. на просеках, Сенненский и Миорский р-ны.

47. *Calathus fuscipes* (Goeze, 1777). Повсеместен и многочислен в открытых биотопах на песчаных и супесчаных почвах. Нередок в урбоценозах и светлых сосновых лесах, отмечен в погребях. Имаго и личинки зимуют. 17.05—28.09 [1; 3]. В сосновых сухих зеленомошно-брусничных лесах локально, 51 экз., Ушачский р-н.

48. *C. erratus* (Sahlberg, 1827). Повсеместен и многочислен. Предпочитает песчаные и супесчаные почвы лугов, сосняков, особенно молодых и их посадок, агроценов. На мелиорированных болотах единично. Имаго и личинки зимуют. 07.03—05.10 [1; 3; 5]. В сосновых лесах тяготеет к открытым местам, опушкам на просеках, где многочислен.

49. *C. melanocephalus* (Linnaeus, 1758). Повсеместен и многочислен в различного типа биоценозах, но предпочитает открытые на всех типах почв, нередок в погребях. На осушенных болотах единично. Имаго и личинки зимуют. 07.03—12.10 [1; 3]. В сосновых лесах немногочислен, повсеместно.

50. *C. micropterus* (Duftschmid, 1812). Повсеместен и многочислен в лесах разного типа, но предпочитает хвойные. Обычен в лесах на минеральных островах, в березняках на мелиорированных болотах. Редок на лугах и полях. Имаго и личинки зимуют. 18.03—30.10 [1; 3]. В сосновых лесах обычен и многочислен.

51. *Dolichus halensis* (Schaller, 1783). Крайне редок и локален в Поозерье [1; 3]. 3 экз. (1 — в сосновом лесу с подлеском, 2 — суборь, Витебский р-н).

52. *Agonum ericeti* (Panzer, 1809). Стенобионт. Обычен во всех типах биоценозов естественных верховых болот, иногда в массе. На ненарушенных участках мелиорированных болот, а также на гарях многочислен, редок на осушенных верховых болотах. Имаго зимует. 30.04—17.08 [1; 3; 5]. Массовый в сосняках богульниковых.

53. *A. sexpunctatum* (Linnaeus, 1758). Повсеместен и многочислен в различного типа биоценозах, но предпочитает открытые на различных типах почв. Единичен в кустарничково-сфагновых биоценозах естественных болот. Имаго зимует. 17.03—06.10 [1; 3; 5]. В сосновых лесах отмечен 1 экз. на просеке (15.05.2019, Витебский р-н).

54. *A. fuliginosum* (Panzer, 1809). Обычен и повсеместен. Встречается по берегам различных водных объектов, по окраинам низинных и переходных болот, под пологом леса в подстилке и в трухлявых пнях. Редок на мелиорированных болотах, в сосновых посадках и на лугах. Имаго зимует. 23.03—20.10 [1; 3]. В сосновых лесах редок (5 экз.).

55. *A. marginatum* (Linnaeus, 1758). Локален, но в местах своего обитания может достигать высокой численности. Предпочитает песчаные или суглинистые берега луж, стоячих постоянных водоемов, рек с редкой растительностью. Имаго зимует. 13.04—12.08 [1; 3]. В сосновых лесах очень редок, 1 экз. в сосняке зеленомошном с вересковыми синузиями, Миорский р-н, 10.05.2018.

56. *Platynus assimile* (Paykull, 1790). Обычен и повсеместен. Встречается по берегам различных водных объектов, по окраинам низинных, переходных и верховых болот, под пологом леса в подстилке и в трухлявых пнях. Вид ксеро-мезофильный, встречаемость его у водоемов связана с предпочтением данным видом низких температур. Обычен в урбоценозах. Имаго зимует. 17.03—10.10 [1; 3]. В сосновых лесах очень редок, 1 экз. в сосняке черничном, Миорский р-н, 20.05.2018.

57. *Oxypselaphus obscurus* (Herbst, 1784). Обычен и повсеместен. Предпочитает смешанные и широколиственные леса, луга, берега водоемов, агроценозы и урбоценозы. Нередок на мелиорированных и кустарничково-сфагновых, кустарничково-пушицево-сфагновых биоценозах естественных болот. Имаго зимует. 18.03—30.10 [1; 3; 5]. В сосновых лесах и на верховых болотах нечасто.

58. *Synuchus vivalis* (Panzer, 1797). Повсеместен и обычен в открытых биоценозах, предпочитает песчаные и супесчаные почвы. Нередок в урбоценозах и агроценозах. Наиболее высокая численность отмечается в конце июля—августе. 14.05—05.10. В сосновых лесах обычен.

59. *Amara plebeja* (Gyllenhal, 1810). Повсеместен и нередок в различного типа открытых биоценозах, агроценозах, обычен в переходной зоне верховых болот и на заболоченных лугах. Зимует имаго. 09.04—30.10 [1; 3; 5]. В сосновых лесах обычен, на верховых болотах редко в экотонах.

60. *A. aenea* (De Geer, 1774). Повсеместен и многочислен на лугах, в агроценозах, в урбоценозах. Предпочитает песчаные и супесчаные почвы. Имаго зимует. 13.03—23.09 [1; 3]. В сосновых лесах нечасто.

61. *A. communis* (Panzer, 1797) (= *makolskii* Roubal, 1923). Повсеместен и многочислен на суходолах, в агроценозах, в урбоценозах, на опушках светлых лесов, в сосняках, на заболоченных лугах. Имаго зимует. 17.03—25.09 [1; 3]. В сосновых лесах обычен, с подлеском и травостоем иногда массовый.

62. *A. convexior* Stephens, 1828. Повсеместен и нередок. Предпочитает луга, пустоши, светлые сосновые леса, урбоценозы, парки, берега водотоков и водоемов. Единичен в пушицево-сфагновых биоценозах естественных болот. Имаго зимует. 18.03—20.09 [1; 3]. В сосновых лесах и верховых болотах редко.

63. *A. nitida* Sturm, 1825. Повсеместен, но локален. Предпочитает луга, пустоши, светлые сосновые леса, урбоценозы, парки, берега водотоков и водоемов. Имаго зимует. 17.03—14.09 [1; 3]. В сосновых лесах и верховых болотах редко.
64. *A. curta* Dejean, 1828. Локален, но нередок на суходолах, на высоких песчаных берегах рек и ксерофитных пустошах, светлых сосновых лесах. В локальных местообитаниях может быть массовым видом. Имаго зимует. 20.04—31.08 [1; 3]. В сосновых лесах редок, 1 экз., Сенненский р-н, сосняк вересковый, 15.07.2018.
65. *A. ovata* (Fabricius, 1792). Редок и локален. Встречается в открытых биоценозах, опушках смешанных лесов, в сосняках. Единичен в кустарничково-сфагновых биоценозах мелиорированных болот, на гарях. Имаго зимует. 28.04—29.08 [1; 3; 5]. В сосновых лесах 1 экз. на просеке под линией электропередачи, 20.05.2017, Сенненский р-н.
66. *A. similata* (Gyllenhal, 1810). Повсеместен и обычен на полях, суходольных лугах, реже в урбоценозах и светлых лесах. Имаго зимует. 03.04—03.10 [1; 3]. В сосновых лесах и верховых болотах нечасто.
67. *A. tibialis* (Paykull, 1798). Редок и локален. Предпочитает песчаные почвы на курганах, в светлых сосновых лесах, суходолах. Имаго зимует. 20.04—10.09 [1; 3]. В сосновых лесах редко.
68. *A. brunnea* (Gyllenhal, 1810). Обычен и повсеместен на песчаных и песчано-суглинистых почвах в лесах и посадках, преимущественно сосновых, нередок в мелколиственных лесах, на мелиорированных болотах. Имаго зимует. 07.03—15.09 [1; 3]. В сосновых лесах обычен, в верховых болотах редко.
69. *A. eurynota* (Panzer, 1797). Повсеместен, но нередок на полях, лугах, опушках лесов. Редок на осушенных верховых болотах и в урбоценозах. Имаго зимует. 08.05—02.10 [1; 3; 5]. В сосновых лесах и верховых болотах, редко.
70. *A. fulva* (DeGeer, 1774). Повсеместен и обычен на песчаных почвах в открытых биоценозах. Нередок в урбоценозах и агроценозах. Зимует имаго. 01.05—05.10 [1; 3]. В сосновых лесах редко, на просеках иногда массовый.
71. *Anisodactylus binotatus* (Fabricius, 1792). Повсеместен и многочислен в открытых биоценозах, на опушках лесов, по окраинам низинных болот, берегам водоемов. Обычен в агроценозах и урбоценозах. Единичен в лесах и на мелиорированных болотах, на гарях. Зимует имаго. 18.03—30.09 [1; 3; 5]. В сосновых лесах 1 экз. в сосняке зеленомошном, 25.05.2018, Витебский р-н.
72. *A. signatus* (Panzer, 1797). Довольно редок и локален, на востоке региона значительно чаще. Встречается в открытых местообитаниях с песчаными почвами, нередок в агроценозах. Зимует имаго. 09.05—23.09 [1; 3]. В сосновых лесах редок, 1 экз. в сосняке сфагново-богульниковом, 25.05.2018, Витебский р-н.
73. *Bradycellus caucasicus* (Chaudoir, 1846). Вероятно, повсеместен и обычен по сухим опушкам сосновых лесов, в подстилке сероольшаников, березняках, в борах-верещатниках, на суходолах, урбоценозах и агроценозах. Зимует имаго. 19.03—30.09 [1; 3]. В сосновых лесах редок.
74. *Harpalus rufipes* (DeGeer, 1774) (= *Pseudoophonus* Motsch.). Массовый и повсеместный вид. Выявлен практически во всех типах биоценозов, является эврибионтом открытых местообитаний. Обычен также на мелиорированных верховых болотах. Имаго зимует. 07.03—24.09 [1; 3; 5]. В сосновых лесах обычен.
75. *H. luteicornis* (Duftschmid, 1812). Довольно редок и локален. Предпочитает открытые местообитания, окраины полей, агроценозы, редок в светлых лесах. Имаго зимует. 28.03—18.08 [1; 3]. В сосновых лесах редок, 3 экз., Сенненский р-н.
76. *H. affinis* (Schrank, 1781). Повсеместен и многочислен в различных открытых местообитаниях, на разных типах почв. Единичен в пушице-кустарничково-сфагновых

и сосново-вересково-сфагновых биоценозах болот. Зимует имаго. 07.04—30.09 [1; 3; 5]. В сосновых лесах редок, только на просеках, в экотонах.

77. *H. autumnalis* (Duftschmid, 1812). Довольно локален, но в местах обитания может быть нередким, предпочитает разреженные сосновые леса на песках, просеки в них, суходоламы [1; 3]. В сосновых лесах редок, в сосняке лишайниковом и здесь же на просеке, Сенненский р-н.

78. *H. laevipes* Zetterstedt, 1828 (= *quadripunctatus* Dejean, 1829). Повсеместен и обычен в различного типа хвойных лесах, нередок в широколиственных и смешанных. Имаго зимует. 07.03—01.11 [1; 3]. В сосновых лесах обычен, на просеках, в суборях даже многочислен.

79. *H. latus* (Linnaeus, 1758). Повсеместен и многочислен в различного типа лесах, преимущественно смешанных сосновых и широколиственных, реже в ельниках. Обычен в березняках на осушенных болотах, пустошах и урбоценозах. Имаго зимует. 12.03—10.09 [1; 3; 5]. В сосновых лесах обычен.

80. *H. progrediens* Schaubberger, 1922. Локален, но в местах обитания нередок. Характерно обитание вида в урбоценозах, по берегам водотоков, реже в парковых экосистемах и огородах. Имаго зимует. 18.04—02.09 [1; 3]. В сосновых лесах редок, чаще в суборях.

81. *H. smaragdinus* (Duftschmid, 1812). Нередок и повсеместен. Придерживается песчаных почв, на суходолах. Имаго зимует. 20.04—01.09 [1; 3]. В сосновых лесах отмечен только на просеках, 11 экз.

82. *H. solitarius* Dejean, 1829 (= *fuliginosus* Duftschmid, 1812). Крайне редок и локален. Предпочитает сосновые леса, реже смешанные. 18.05—30.08. В сосновых лесах редок, 1 экз., сосняк вересковый, Сенненский р-н, здесь же на просеке под газопровод, 36 экз.

83. *H. tardus* (Panzzer, 1797). Нередок и повсеместен. Обитает в различного типа открытых биоценозах на различных типах почв, по предпочитает песчаные. Имаго зимует. 10.04—01.11 [1; 3]. В сосновых лесах редок, чаще по просекам.

84. *H. signaticornis* (Duftschmid, 1812). Крайне редок и локален, известен из одного локалитета [1; 3]. Сенненский р-н, сосняк зеленомошный, 25.05.2017, 1 экз.

85. *H. distinguendus* (Duftschmid, 1812). Обычен и повсеместен, встречается в различных открытых местообитаниях, на разных типах почв. Имаго зимует. 12.03—29.09 [1; 3]. В сосновых лесах крайне редок, сосняк вересковый, Сенненский р-н, 20.05.2018, 1 экз.

86. *H. rubripes* (Duftschmid, 1812). Обычен и, вероятно, повсеместен. Встречается на пустошах, суходолах, в урбоценозах и агроценозах. Отмечен в березняке на осушенном болоте. Зимует имаго. 12.03—28.09 [1; 3; 5]. В сосновых лесах крайне редок, на просеках 2 экз.

87. *H. xanthopus winkleri* Schaubberger, 1923. Обычен, вероятно, повсеместен. Встречается на опушках лесов, под пологом широколиственных и мелколиственных лесов, обычен в парках, садах и плодпитомниках, редок на лугах. Имаго зимует. 21.03—26.07 [1; 3]. В сосновых лесах крайне редок, сосняк вересковый, Сенненский р-н, 05.06.2018, 1 экз.

88. *Cymindis vaporariorum* (Linnaeus, 1758). Локален, но в местах обитания нередок. Предпочитает сухие сосновые леса. Зимует имаго. 29.04—10.09 [1; 3]. В сосновых лесах нечасто (10 экз.).

89. *Badister bullatus* (Schrank, 1798). Распространен повсеместно. Обычен на лугах, сухих опушках лесов, на открытых берегах водных объектов, в урбоценозах и агроценозах. Имаго зимует. 01.04—12.10 [1; 3]. В сосновых лесах редок редок, 1 экз., Миорский р-н, противопожарная полоса.

90. *B. lacertosus* Sturm, 1815. Вероятно, повсеместен, обычен в подстилке широколиственных и смешанных лесов, на склонах ручьев и мелких рек, поросших сероольшаником. Имаго зимует. 08.04—28.10 [1; 3]. В сосновых лесах редок.

91. *Stenolophus teutonius* (Schrank, 1781). Крайне редок и локален. В некоторых местообитаниях может формировать популяции с высокой численностью. Встречается по берегам различных водоемов, в переходной зоне к верховым болотам, на пустошах [1; 3]. В сосновых лесах редок, Витебский р-н, 1 экз., 20.09.2019, суборь.

В исследуемых сосновых лесах количество видов варьировало от 14 до 46. Шесть видов (*Carabus arvensis*, *Carabus hortensis*, *Pterostichus niger*, *P. oblongopunctatus*, *Calathus micropterus* и *Calathus erratus*), которые зарегистрированы в большинстве исследуемых биотопов, составляют ядро ассамблей герпетобионтных видов. Некоторые виды, зарегистрированные в сосняках, такие как *Blethisa multipunctata*, *Agonum sexpunctatum*, *Bradycellus caucasicus*, *Badister bullatus*, *Stenolophus teutonius*, являются скорее случайными, а также многие виды из родов *Harpalus* и *Amara* встречаются в сосновых лесах только на просеках разной степени зарастания. Преобладают виды западно-центрально-палеарктического комплекса, среди которых подавляющее большинство приходится на виды с евро-сибирско-центрально-азиатскими ареалами [7]. Наибольшим видовым богатством отличаются сосняки вересковые (46 видов), наименьшим — сосняки черничные на заболоченных почвах (14 видов) и багульниковые (19 видов). Максимальными показателями среднего числа особей в выборках характеризовались сосняки вересковые ($100,92 \pm 11,66$) и багульниковые ($107,60 \pm 14,19$), минимальными — сосняки лишайниковые ($8,8 \pm 1,65$). Наибольшее разнообразие выявлено в ассамблеях жузейлиц сосняков лишайниковых ($H' = 2,543 \pm 0,14$) и вересковых ($H' = 2,511 \pm 0,08$), самое низкое — в сосняках багульничковых ($H' = 1,033 \pm 0,09$) [8].

Заключение. В сосновых лесах Белорусского Поозерья зарегистрирован 91 вид жузейлиц. Видовое богатство в целом за последние 20 лет не изменилось и является достаточно высоким. Наибольшие его показатели отмечены для сосняков средней увлажненности на минеральных почвах.

Автор выражает глубокую признательность за подтверждение определений видов, сложных в идентификации, И. А. Солодовникову (учреждение образования «Витебский государственный университет имени П. М. Машерова», Витебск).

Исследования проведены в рамках выполнения финансируемой научно-исследовательской работы ГПНИ 2.48, подпрограмма 10.2 (№ 20210710).

Список цитируемых источников

1. Александрович, О. Р. Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) запада лесной зоны Русской равнины. Фауна, зоогеография, экология, фауногенез / О. Р. Александрович. — Saarbrücken : Lambert Academic Publishing, 2014. — 462 с.
2. Юркевич, И. Д. Сосновые леса Белоруссии / И. Д. Юркевич, Н. Ф. Ловчий. — Минск : Наука и техника, 1984. — 176 с.
3. Солодовников, И. А. Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) Белорусского Поозерья. С каталогом видов жузейлиц Беларуси и сопредельных государств : монография / И. А. Солодовников. — Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2008. — 325 с.
4. Catalogue of Palaearctic Coleoptera / I. Löbl, A. Smetana (eds.). — Stenstrup : Apollo Books, 2003. — Vol. 1, Archostemata, Мухорфага, Adepфага. — 935 p.
5. Сушко, Г. Г. Современное состояние и эколого-таксономическая структура сообществ насекомых верховых болот Белорусского Поозерья / Г. Г. Сушко. — Минск : Изд-во БГУ, 2017. — 207 с.
6. Красная книга Республики Беларусь. Животные: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / И. М. Качановский (гл. ред.) [и др.]. — 4-е изд. — Минск : БелЭн, 2015. — 320 с.
7. Лакотко, А. А. Зоогеографический анализ населения жузейлиц (Coleoptera, Carabidae) сосновых лесов Белорусского Поозерья / А. А. Лакотко // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. — 2021. — № 4. — С. 53—59.
8. Лакотко, А. А. Биоразнообразие и экологическая структура ассамблей жузейлиц (Coleoptera, Carabidae) сосновых лесов Белорусского Поозерья : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.08. / А. А. Лакотко. — Минск : Право и экономика, 2022. — 25 с.

References

1. Aleksandrovich O. R. [Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of the west of the forest zone of the Russian Plain. Fauna, zoogeography, ecology, faunogenesis]. Saarbrücken, Lambert Academic Publishing, 2014, 462 p. (in Russian)
2. Yurkevich I. D., Lovchy N. F. [Pine forests of Belarus]. Minsk, Nauka i tekhnika, 1984, 176 p. (in Russian)

3. Solodovnikov I. A. [Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of the Belarusian Lake District. With a catalog of ground beetles of Belarus and neighboring states: monograph]. Vitebsk, VGU im. P. M. Masherova, 2008, 325 p. (in Russian)
4. Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Vol. 1. Archostemata, Мухophaga, Adephaga. I. Löbl, A. Smetana (eds.). Stenstrup, Apollo Books, 2003, 935 p.
5. Sushko G. G. [The current state and ecological and taxonomic structure of insect communities of the upland swamps of the Belarusian Lake District]. Minsk, Izd-vo BГУ, 2017, 207 p. (in Russian)
6. [Red Book of the Republic of Belarus. Animals: rare and endangered species of wild animals. 4th ed. I. M. Kachanovsky (ch. ed.) [et al.]. Minsk, BelEn, 2015, 320 p. (in Russian)
7. Lakotko A. A. [Zoogeographic analysis of the ground beetle population (Coleoptera, Carabidae) of pine forests of the Belarusian Lake District]. *Vesnik Vitebski dzharzhavnaga universitetata*, 2021, no. 4, pp. 53—59. (in Russian)
8. Lakotko A. A. [Biodiversity and ecological structure of ground beetles assemblages (Coleoptera, Carabidae) in the pine forests of the Belarusian Lakeland. Abstract of PhD. thesis, 03.02.08. Minsk, Pravo i ekonomika, 2022, 25 p. (in Russian)

Поступила в редакцию 19.12.2024.

Репозиторий БарГУ

УДК 595.76(476)

М. А. Лукашеня¹, А. В. Земоглядчук²Учреждение образования «Барановичский государственный университет», ул. Войкова, 21,
225404 Барановичи, Республика Беларусь, ¹kelogast@mail.ru, ²zemoglyadchuk@mail.ru

МАТЕРИАЛЫ К ИЗУЧЕНИЮ МИЦЕТОФИЛЬНЫХ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ (COLEOPTERA), СВЯЗАННЫХ С ПЛОДОВЫМИ ТЕЛАМИ ГРИБОВ РОДА *PLEUROTUS* (AGARICALES)

В статье приведены результаты исследований комплекса мицетофильных жесткокрылых, заселяющих плодовые тела грибов рода *Pleurotus* (Fr.) P. Kumm., проведенных на территории Брестской области, в том числе в границах особо охраняемых природных территорий — Национального парка «Беловежская пуца» и республиканского ландшафтного заказника «Стронга».

В результате исследований установлено, что комплекс жесткокрылых — обитателей плодовых тел *Pleurotus* в изучаемом регионе включает 64 вида, принадлежащих к 41 роду, в свою очередь относящемуся к 15 семействам. Доминирующим по числу представителей является семейство Staphylinidae, включающее 24 вида. По разнообразию родов (13) также выделяются жесткокрылые семейства Staphylinidae. Наибольшим числом представителей (5) в исследуемом регионе характеризуются роды *Atheta* (семейство Staphylinidae), *Triplax* (семейство Erotylidae) и *Mycetophagus* (семейство Mycetophagidae).

Исключительно в плодовых телах грибов рода *Pleurotus* в изучаемом регионе были отмечены *Pediacus dermestoides* (Fabricius, 1792) (семейство Cucujidae), *Corticaria lateritia* Mannerheim, 1844 (семейство Latridiidae), *Hadraule elongata* (Quensel, 1790) (семейство Ciidae).

Список охраняемых в странах Европы жесткокрылых, связанных со спорокарпами вешенок, представлен 18 видами, относящимися к 5 семействам. Наиболее высоким охранным статусом обладают представители семейства Cucujidae — *Cucujus haemotodes* Erichson, 1845 и *C. cinnaberinus* (Scopoli, 1763). Виды *Thymalus limbatus* (семейство Trogossitidae) и *Tryphtyllus bicolor* (семейство Erotylidae) входят в перечень видов — индикаторов ценных лесных биотопов.

В ходе проведения исследований установлено, что основу питания отдельных представителей семейств Nitidulidae и Erotylidae составляют разлагающиеся ткани плодовых тел вешенок, а также споры и частично мицелий несовершенных грибов, заселяющих поверхности их спорокарпов.

Ключевые слова: мицетофильные жесткокрылые; плодовые тела грибов; ксилотрофные грибы; питание жесткокрылых; *Pleurotus*; Брестская область.

Рис. 7. Библиогр.: 4 назв.

М. А. Lukashenia¹, A. V. Zemoglyadchuk²Education Institution “Baranavichy State University”, 21 Voykova str., 225404 Baranavichy,
the Republic of Belarus, ¹kelogast@mail.ru, ²zemoglyadchuk@mail.ru

MATERIALS FOR THE STUDY OF MYCETOPHYLOUS BEETLES (COLEOPTERA) ASSOCIATED WITH FUNGAL FRUIT BODIES OF THE *PLEUROTUS* SPECIES (AGARICALES)

The paper contains results of studying the association of mycetophylous beetles inhabiting fruit bodies of the fungi of the genus *Pleurotus* (Fr.) P. Kumm, which was carried out on Brest region territory including specifically protected natural areas — the Belovezhskaya Pushcha National Park and the landscape reserve of republican importance “Stronga”.

In the result of the research it was found out that in the study region the complex of beetles inhabiting fungal fruit bodies from the genus *Pleurotus* contains 64 species, belonging to 41 genera and 15 families. Staphylinidae family, including 24 species, dominates in a number of species. According to the diversity of genera (13), beetles of the family Staphylinidae are also leading. The genera *Atheta* (Staphylinidae family), *Triplax* (Erotylidae family) and *Mycetophagus* (Mycetophagidae family) are characterized by the greatest number of species (5) in the study region.

Pediacus dermestoides (Fabricius, 1792) (Cucujidae family); *Corticaria lateritia* Mannerheim, 1844 (Latridiidae family), *Hadraule elongata* (Quensel, 1790) (Ciidae family) are species that can develop only in fungal fruiting bodies from the genus *Pleurotus*.

The list of *Pleurotus* fruit bodies-inhabiting the beetles protected in European countries includes 18 species belonging to 5 families. Representatives of the Cucujidae family — *Cucujus haemotodes* Erichson, 1845 and *Cucujus cinnaberinus* (Scopoli, 1763) — have the highest conservation status. The species *Thymalus limbatus* (Trogossitidae family) and *Trypophyllus bicolor* (Erotylidae family) are included in the list of indicator species of woodland key habitats.

During the research activities it was found that decaying tissues of *Pleurotus* fruit bodies, spores and, partially, mycelium of imperfect fungi inhabiting sporocarps surface are the basis for feeding of individual species from Nitidulidae and Erotylidae families.

Key words: mycetophilous beetles; fungal fruit bodies; xylotrophic fungi; feeding of beetles; *Pleurotus*; Brest region. Fig. 7. Ref.: 4 titles.

Введение. Дереворазрушающие грибы являются важнейшей составляющей биологического разнообразия лесных экосистем, обеспечивающей их устойчивое функционирование. Являясь одними из основных разрушителей целлюлозы и лигнина [1], ксилотрофные макромицеты выступают в качестве ключевого компонента в процессе биологической деструкции древесины. С хозяйственной точки зрения данная экологическая группа включает виды, способные вызывать гибель жизнеспособных деревьев, снижать продуктивность древостоев, ухудшать потребительские качества древесины. В связи с этим представляет значительный научный и практический интерес всестороннее изучение как отдельных видов дереворазрушающих грибов, так и связанных с ними сообществ живых организмов, участвующих в регуляции их численности, распространении спор и деструкции плодовых тел.

В представленной работе приведены результаты исследования комплекса мицетофильных жесткокрылых, связанных в своем развитии со спорокарпами грибов, относящихся к роду вешенок (*Pleurotus*), состояние изученности которого применительно к лесным экосистемам на территории Беларуси остается недостаточным.

Материалы и методы исследования. Материал, использованный для написания настоящей работы, был собран в период с 2004 по 2024 год на территории Брестской области, в том числе в границах особо охраняемых природных территорий — Национального парка «Беловежская пуща» и республиканского ландшафтного заказника «Стронга». В ходе проведения исследований было обследовано более 120 спорокарпов грибов рода *Pleurotus*, растущих на деревьях различных пород (преимущественно на ели европейской) и находящихся на разных этапах развития и стадиях биологической деструкции (рисунки 1—3). Всего было собрано и обработано более 900 экземпляров жесткокрылых. Для определения видового состава мицетофильных жуков использовались стандартные методы сбора и идентификации видов: ручной сбор, просеивание плодовых тел грибов на почвенное сито, учет с помощью барьерных ловушек и др.

Результаты исследования и их обсуждение. В ходе проведения исследований в изучаемом регионе было выявлено 56 видов жесткокрылых из 15 семейств, связанных в своем развитии с плодовыми телами грибов рода *Pleurotus*. Еще 8 видов известны с территории Национального парка «Беловежская пуща» по литературным источникам [2]. Таким образом, в настоящее время комплекс жуков — обитателей спорокарпов вешенок на территории Брестской области представлен 64 видами, принадлежащими 41 роду, в свою очередь относящемуся к 15 семействам.

Ниже представлен список мицетофильных жесткокрылых, связанных с плодовыми телами грибов рода *Pleurotus* (виды, известные с территории Беловежской пущи по литературным источникам, отмечены *).

Hydrophilidae

Megasternum concinum (Marsham, 1802)

Histeridae

Paromalus flavicornis (Herbst, 1792)

**Margarinotus carbonarius* (Hoffmann, 1803)



Рисунки 1—3. — Спорокарпы грибов из рода *Pleurotus* (Fr.) P. Kumm.: 1 — спорулирующие плодовые тела вешенки на стволе ели; 2 — разлагающиеся плодовые тела вешенки на стволе ели; 3 — молодые плодовые тела вешенки на стволе осины

Figures 1—3. — Fungal sporocarps from the genus *Pleurotus* (Fr.) P. Kumm.: 1 — sporulating fruit bodies of *Pleurotus* sp. on the spruce trunk; 2 — decaying fruit bodies of *Pleurotus* sp. on the spruce trunk; 3 — young fruit bodies of *Pleurotus* sp. on the aspen trunk

Leiodidae

- **Amphicyllis globus* (Fabricius, 1792)
- Sciodrepoides watsoni* (Spence, 1815)

Staphylinidae

- Acrotona fungi* (Gravenhorst, 1806)
- Atheta crassicornis* (Fabricius, 1792)
- **Atheta gagatina* (Baudi, 1848)
- Atheta pilicornis* (Thomson, 1852)
- Atheta nigrifulva* (Gravenhorst, 1802)
- Atheta paracrassicornis* Brundin, 1954
- Bolitochara obliqua* Erichson, 1837
- Bolitochara pulchra* (Gravenhorst, 1806)
- **Carphacis striatus* (Olivier, 1795)
- **Dinaraea aequata* (Erichson, 1837)
- Gyrophana affinis* (Mannerheim, 1830)
- Gyrophana manca* Erichson, 1839
- Gyrophana fasciata* (Marsham, 1802)
- Gyrophana gentilis* Erichson, 1839
- Lordithon lunulatus* (Linnaeus, 1761)
- Lordithon thoracicus* (Fabricius, 1776)
- Lordithon trimaculatus* Fabricius, 1793
- Megarthus depressus* (Paykull, 1789)

Oxyporus mannerheimii (Gyllenhal, 1827)
**Oxyporus maxillosus* Fabricius, 1792
**Placusa tachyporoides* (Waltl, 1838)
Sepedophilus testaceus (Fabricius, 1792)
Scaphisoma agaricinum (Linnaeus, 1758)
**Thamiaraea cinnamomea* (Gravenhorst, 1802)

Trogossitidae

Thymalus limbatus (Fabricius, 1787)

Erotylidae

Dacne bipustulata (Thunberg, 1781)
Triplax aenea (Schaller, 1783)
Triplax lepida (Faldermann, 1837)
Triplax rufipes (Fabricius, 1781)
Triplax russica (Linnaeus, 1758)
Triplax scutellaris Charpentier, 1825

Mycetophagidae

Litargus connexus (Fourcroy, 1785)
Mycetophagus multipunctatus Fabricius, 1792
Mycetophagus piceus Fabricius, 1792
Mycetophagus ater (Reitter, 1879)
Mycetophagus atomarius (Fabricius, 1787)
Mycetophagus quadripustulatus (Linnaeus, 1761)
Tryphyllus bicolor (Fabricius, 1777)

Nitidulidae

Epuraea melanocephala (Marsham, 1802)
Cyllodes ater (Herbst, 1792)
Glischrochilus hortensis (Fourcroy, 1785)
Ipidia binotata Reitter, 1872

Cryptophagidae

Cryptophagus acutangulus Gyllenhal, 1827

Latridiidae

Corticaria lateritia Mannerheim, 1844
Corticaria alleni Johnson, 1974
Stephostethus pandellei (Brisout de Barneville, 1863)
Cartodere (= *Aridius*) *nodifer* Westwood, 1839

Silvanidae

Uleiota planata (Linnaeus, 1761)

Cucujidae

Cucujus haemotodes Erichson, 1845
Cucujus cinnaberinus (Scopoli, 1763)
Pediacus dermestoides (Fabricius, 1792)

Cerylonidae*Cerylon deplanatum* Gyllenhal, 1827*Cerylon ferrugineum* Stephens, 1830*Cerylon histeroides* (Fabricius, 1792)**Ciidae***Sulcacis fronticornis* (Panzer, 1806)*Cis micans* (Fabricius, 1792)*Ennearthron cornutum* (Gyllenhal, 1827)*Hadraule elongata* (Gyllenhal, 1827)**Tetratomidae***Hallomenus binotatus* (Quensel, 1790)

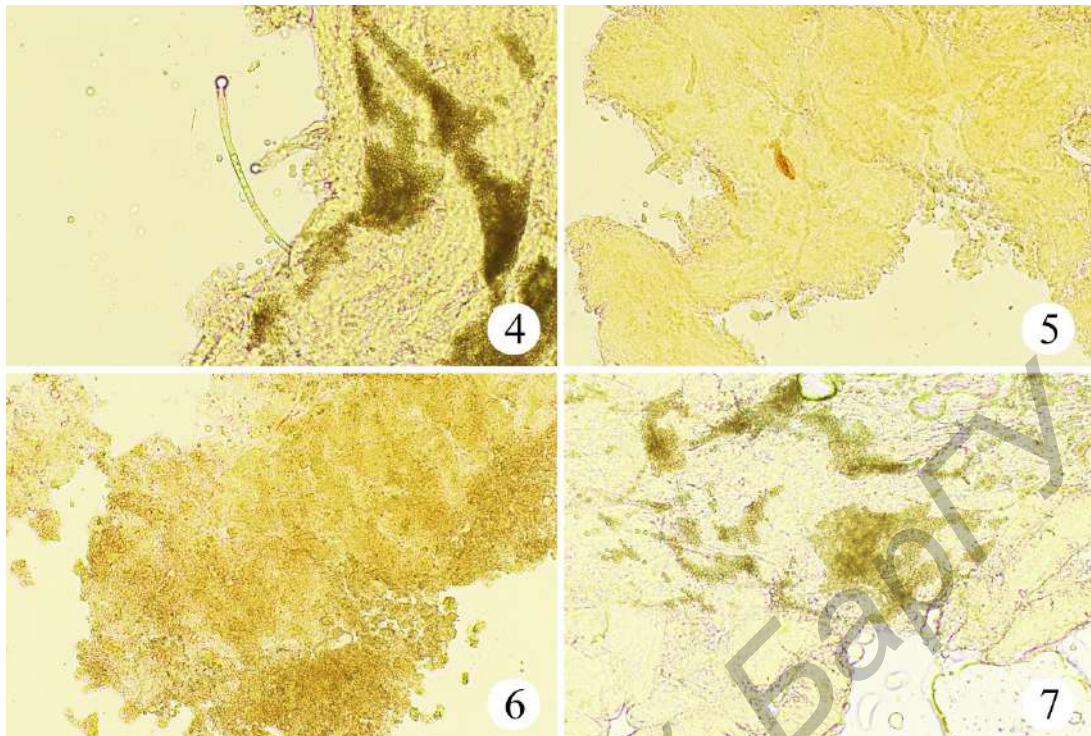
В результате исследований было установлено, что большинство выявленных жесткокрылых (24 вида) относится к семейству Staphylinidae. Следует отметить, что данная группа является доминирующей и в сообществах мицетофильных жесткокрылых, связанных с другими видами ксилотрофных грибов [3]. Менее разнообразно представлены жуки из семейств Mycetophagidae и Erotylidae, включающие 7 и 6 видов соответственно. В семействах Latridiidae, Nitidulidae и Ciidae выявлено по 4 вида, развитие которых связано с грибами рода *Pleurotus*. Представленность видами остальных семейств незначительна и не превышает трех.

По таксономическому разнообразию явно выделяется семейство Staphylinidae, представленное 13 родами. Семейства Nitidulidae и Ciidae объединяют по 4 рода. Остальные семейства менее разнообразны и включают от 1 до 3 родов.

Анализ таксономической структуры сообщества жесткокрылых, населяющих плодовые тела грибов рода *Pleurotus*, позволил установить, что максимальным числом представителей характеризуются роды *Atheta* (семейство Staphylinidae) *Triplax* (семейство Erotylidae) и *Mycetophagus* (семейство Mycetophagidae), включающие по 5 видов. Менее разнообразен род *Gyrophana* (семейство Staphylinidae), объединяющий 4 вида. Роды *Lordithon* (семейство Staphylinidae) и *Cerylon* (семейство Cerylonidae) насчитывают по 3 вида. Остальные рода малочисленны и представлены 1—2 видами.

В ходе исследований были выявлены жесткокрылые, встречающиеся исключительно в плодовых телах грибов рода *Pleurotus*. Только спорокарпы представителей данного рода заселяют *Pediacus dermestoides* (Fabricius, 1792) (семейство Cucujidae), *Corticaria lateritia* Mannerheim, 1844 (семейство Latridiidae), *Hadraule elongata* (Quensel, 1790) (семейство Ciidae).

Среди представителей сообщества мицетофильных жуков, экологически связанных с плодовыми телами грибов, выявлен ряд видов, имеющих официальный охраняемый статус в странах Европы. В настоящее время для исследуемого региона перечень охраняемых жесткокрылых включает 18 видов, относящихся к 5 семействам: *Oxyporus mannerheimii* (Gyllenhal, 1827) (семейство Staphylinidae); *Thymalus limbatus* (Fabricius, 1787) (семейство Trogossitidae); *Dacne bipustulata* (Thunberg, 1781), *Triplax aenea* (Schaller, 1783), *Triplax lepida* (Faldermann, 1837), *Triplax rufipes* (Fabricius, 1781), *Triplax russica* (Linnaeus, 1758), *Triplax scutellaris* Charpentier, 1825 (семейство Erotylidae); *Litargus connexus* (Fourcroy, 1785), *Mycetophagus multipunctatus* Fabricius, 1792, *Mycetophagus piceus* Fabricius, 1792, *Mycetophagus ater* (Reitter, 1879), *Mycetophagus atomarius* (Fabricius, 1787), *Mycetophagus quadripustulatus* Linnaeus, 1761), *Tryphyllus bicolor* (Fabricius, 1777) (семейство Mycetophagidae); *Cucujus haemotodes* Erichson, 1845, *Cucujus cinnaberinus* (Scopoli, 1763), *Pediacus dermestoides* (Fabricius, 1792) (семейство Cucujidae). Большинство указанных жуков занесено в Красную книгу сапроксильных жесткокрылых Европы. Исключением является только *Oxyporus mannerheimii*, включенный во второе приложение Бернской конвенции (резолюция № 6) и директиву Совета Европы № 92/43/ЕЭС [4].



Рисунки 4—7. — Примеры содержимого кишечника жесткокрылых — обитателей плодовых тел грибов из рода *Pleurotus*: 1 — содержимое кишечника *Cyllodes ater*; 2 — содержимое кишечника *Dacne bipustulata*; 3 — содержимое кишечника *Triplax aenea*; 4 — содержимое кишечника *Triplax rufipes*

Figures 4—7. — Examples of the gut contents of beetles inhabiting the fruiting bodies of fungi from genus *Pleurotus*: 1 — gut contents of *Cyllodes ater*; 2 — gut contents of *Dacne bipustulata*; 3 — gut contents of *Triplax aenea*; 4 — gut contents of *Triplax rufipes*

Наиболее высоким охранным статусом обладают представители рода *Cuscijus*. Так, *Cuscijus haemotodes* относится к категории исчезающих видов (категория EN — endangered), а *Cuscijus cinnaberinus* — к видам, находящимся в состоянии, близком к уязвимому (категория NT — near threatened). Последний, кроме того, включен в Красный список Международного союза охраны природы (категория NT), во второе приложение Бернской конвенции (резолюция № 6), директиву Совета Европы № 92/43/ЕЭС, а также занесен в Красную книгу Республики Беларусь и национальные красные книги Литвы, Латвии и Украины. Вид *Pediacus dermestoides* относится к видам, для оценки угрозы которым недостаточно данных (категория DD — data deficient), однако следует отметить, что на территории Беларуси он достоверно известен только с территории Беловежской пуши.

Все остальные виды сообщества жесткокрылых, связанных с плодовыми телами грибов рода *Pleurotus*, относятся к категории таксонов, вызывающих наименьшее опасение (категория LC — least concern) [4].

Вызывает интерес нахождение жесткокрылых, входящих в перечень видов — индикаторов ценных лесных биотопов Латвийской Республики [4]. Из числа жуков, отмеченных на спорокарпах вешенок, к данной категории относятся *Thymalus limbatus* и *Tryphyllus bicolor*.

В ходе проведения исследований были установлены некоторые особенности питания наиболее массовых видов мицетофильных жесткокрылых, составляющих основу комплекса жуков, связанных с грибами рода *Pleurotus* — *Cyllodes ater* (семейство Nitidulidae), *Dacne bipustulata*, *Triplax aenea*, *Triplax rufipes* (семейство Erotylidae). В целях изучения трофического преферендума данных видов были изготовлены и изучены микропрепараты содержимого их кишечника (рисунки 4—7). Проведенный анализ показал, что основу

питания указанных видов составляют продукты бактериальной деструкции омертвевших тканей плодовых тел вешенки, а также споры и частично мицелий несовершенных грибов, заселяющих поверхности их спорокарпов.

Заключение. На территории Брестской области комплекс мицетофильных жесткокрылых, обитающих в плодовых телах грибов рода *Pleurotus*, включает 64 вида, относящихся к 15 семействам: Hydrophilidae, Histeridae, Leiodidae, Staphylinidae, Trogossitidae, Erotylidae, Mycetophagidae, Nitidulidae, Cryptophagidae, Latridiidae, Silvanidae, Cucujidae, Cerylonidae, Ciidae, Tetratomidae.

Доминирующим по числу представителей является семейство Staphylinidae, включающее 24 вида, связанных с плодовыми телами вешенки.

Исключительно в спорокарпах грибов из рода *Pleurotus* были отмечены *Pediacus dermestoides* (семейство Cucujidae), *Corticaria lateritia* (семейство Latridiidae), *Hadraule elongata* (семейство Ciidae).

Список жесткокрылых — обитателей плодовых тел грибов из рода вешенки, охраняемых в странах Европы, представлен 18 видами, относящимися к 5 семействам.

Основу питания наиболее характерных представителей комплекса мицетофильных жесткокрылых, связанных с плодовыми телами грибов рода *Pleurotus* — *Cyllodes ater* (семейство Nitidulidae), *Dacne bipustulata*, *Triplax aenea*, *Triplax rufipes* (семейство Erotylidae), составляют продукты бактериальной деструкции омертвевших тканей плодовых тел вешенки, а также споры и фрагменты мицелия несовершенных грибов, заселяющих поверхности их спорокарпов.

Работа выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект № Б23-025).

Список цитируемых источников

1. Атлас-определитель ксилотрофных грибов, кустистых и листоватых лишайников Национального парка «Беловежская пушча» / Т. Г. Шабашова, А. П. Яцына, Е. Ю. Юрченко [и др.]. — Брест : Альтернатива, 2016. — 248 с.
2. Цинкевич, В. А. Ксилофильные жесткокрылые Национального парка «Беловежская пушча» / В. А. Цинкевич, М. А. Лукашя. — Минск : РИФТУР ПРИНТ, 2017. — 240 с.
3. Лукашя, М. А. Жесткокрылые — обитатели плодовых тел ксилотрофных грибов (Insecta: Coleoptera) Национального парка «Беловежская пушча» / М. А. Лукашя // Вестник БарГУ. Серия «Биологические науки (общая биология). Сельскохозяйственные науки (агротомия)». — 2019. — Вып. 7. — С. 59—65.
4. Лукашя, М. А. Охраняемые виды ксилофильных жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) Национального парка «Беловежская пушча» / М. А. Лукашя // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5, Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. — 2017. — № 1. — С. 43—54.

References

1. Shabashova T. G., Yacyna A. P., Yurchenko E. O. et al. [Identification atlas of xylotrophic fungi, fruticose and foliose lichens of Belovezhskaya Pushcha national park]. Brest, Alternative, 2016, 248 p. (in Russian)
2. Tsinkevich V. A., Lukashenia M. A. [Xylophilous beetles of the National park “Bielovezhskaya pushcha”]. Minsk, RIFTUR PRINT, 2017, 240 p. (in Russian)
3. Lukashenia M. A. [Xylophilous fungi fruiting bodies-inhabiting beetles (Insecta: Coleoptera) of Belovezhskaya Pushcha national park]. *Barsu Herald. Series “Biological Sciences (General biology). Agricultural Sciences (Agronomy)”*, 2019, iss. 7, pp. 59—65. (in Russian)
4. Lukashenia M. A. [Protected species of xylophilous beetles (Insecta: Coleoptera) of the national park “Bielovezhskaya pushcha”]. *Vestnik of Brest University. Series 5. Chemistry. Biology. Sciences about earth*, 2017, iss. 1, pp. 43—54. (in Russian)

Поступила в редакцию 29.01.2025.

УДК 595.754.1

А. О. Лукашук¹, Н. А. Котлярчук², С. Л. Чуонг³¹Государственное природоохранное учреждение «Березинский биосферный заповедник», ул. Центральная, 3, 211188 д. Домжерицы, Лепельский р-н, Витебская обл., Республика Беларусь, lukashukao@tut.by²Государственное учреждение образования «Средняя школа № 18 г. Барановичи», б-р Бородинского, 7/2, 225416 Барановичи, Республика Беларусь, kotliarchuk2011@mail.ru³Институт экологии и биологических ресурсов Вьетнамской академии наук и технологий, 18 Хоанг Куок Вьет, Ханой, Вьетнам, txlam.iebr@gmail.com

ДОПОЛНЕНИЕ К СПИСКУ НАСТОЯЩИХ ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫХ НАСЕКОМЫХ (HEMIPTERA: HETEROPTERA) БАРАНОВИЧСКОГО РАЙОНА (БРЕСТСКАЯ ОБЛАСТЬ, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ)

Для Барановичского района Брестской области было известно всего 192 вида клопов (Hemiptera: Heteroptera), что составляло менее половины известной гетероптерофауны нашей страны. В ходе изучения материалов по настоящим полужесткокрылым насекомым, собранным широко применяющимися в энтомологических исследованиях методами в различные годы на территории г. Барановичи и Барановичского района, выявлено 27 видов рассматриваемой таксономической группы, ранее не отмечавшихся в данном регионе.

С учетом новых данных в гетероптерофауне района сохранилось доминирование по числу видов у семейства Miridae — 73 вида клопов. Ряд видов настоящих полужесткокрылых, ранее уже обнаруженных в Барановичском районе, представляют фаунистический интерес: *Notonecta lutea* Muller, 1776 (семейство Notonectidae) — редкий вид, ранее включавшийся в Национальную Красную книгу, связанный с торфяными и заболоченными водными объектами, *Velia saulii* Tamanini, 1947 (семейство Veliidae) — вид из профилактического списка охраны, индикатор ненарушенных естественных водотоков с быстрым течением.

Два вида — *Gonocerus juniperi* Herrich-Schaffer, 1839 (семейство Coreidae) и *Rhaphigaster nebulosa* (Poda, 1761) (семейство Pentatomidae) — из впервые выявленных в Барановичском районе, инвайдеры из южных и западных регионов, в последнее десятилетие обнаружены на территории нашей страны и постепенно расширяют свой ареал в ее пределах. Оба вида потенциально могут наносить ущерб лесному, а последний и сельскому хозяйству (в частности плодоводству).

С учетом результатов, представленных в данной работе, список выявленных в Барановичском районе настоящих полужесткокрылых насекомых сегодня насчитывает 219 видов.

Ключевые слова: настоящие полужесткокрылые; Hemiptera; Heteroptera; фауна; Барановичский район; Брестская область; Беларусь.

Рис. 2. Библиогр.: 7 назв.

А. О. Lukashuk¹, N. A. Katliarchuk², X. L. Truong³¹State Environmental Institution “Berezinsky Biosphere Reserve”, 3 Tsentralnaya str., 211188 Domzheritsy, Lepel distr., Vitebsk reg., the Republic of Belarus, lukashukao@tut.by²State Education Institution “Comprehensive school No. 18 of Baranavichy”, 7/2 Borodinsky blvd., 225416 Baranavichy, the Republic of Belarus, kotliarchuk2011@mail.ru³Institute of Ecology and Biological Resources, Vietnam Academy of Science and Technology, 18 Hoang Quoc Viet, Hanoi, Vietnam, txlam.iebr@gmail.com

SUPPLEMENT TO THE LIST OF TRUE BUGS (HEMIPTERA: HETEROPTERA) OF BARANAVICHY DISTRICT (BREST REGION, THE REPUBLIC OF BELARUS)

For Baranavichy district of Brest region, only 192 species of true bugs (Hemiptera: Heteroptera) were known, which constituted less than half of the known heteropteroфауна of our country. During the study of the materials on true bugs collected by methods widely used in entomological research in various years on the territory of the city of Baranavichy and Baranavichy district, 27 species of the considered taxonomic group that had not previously been observed in this region were identified.

Taking into account the new data, the heteropteroфауна of the area remained dominating in the number of species of the Miridae family — 73 species. A number of species of true bugs previously discovered in Baranavichy district are

of faunistic interest: *Notonecta lutea* Müller, 1776 (family Notonectidae), a rare species previously included in the national Red Book associated with peat and swampy water bodies, and *Velia saulii* Tamanini, 1947 (family Veliidae), a species from the preventive list of protection, an indicator of undisturbed natural watercourses with a fast current.

Two species of *Gonocerus juniperi* Herrich-Schaffer, 1839 (family Coreidae) and *Rhaphigaster nebulosa* (Poda, 1761) (family Pentatomidae) first identified in Baranavichy district, are invaders from the southern and western regions, have been discovered in our country in the last decade and are gradually expanding their range within its borders. Both types can potentially cause damage to forestry, and the latter to agriculture (in particular, fruit growing).

Based on the results presented in this report, the list of Heteroptera identified in Baranavichy district currently includes 219 species.

Key words: true bugs; Hemiptera; Heteroptera; fauna; Baranavichy district; Brest region; Belarus.

Fig. 2. Ref.: 7 titles.

Введение. Полужесткокрылые насекомые являются важным структурно-функциональным элементом наземных и пресноводных экосистем, встречаются и на просторах Мирового океана, некоторые из них играют значительную роль в хозяйственной деятельности человека.

Если гетероптерофауна Республики Беларусь в целом выявлена относительно полно, то региональные локальные фауны нуждаются в целенаправленных исследованиях.

Так, к настоящему времени для Барановичского района Брестской области было известно всего 192 вида настоящих полужесткокрылых насекомых [1], что составляло менее половины гетероптерофауны нашей страны.

Предлагаемая работа в некоторой степени восполняет имеющийся пробел в наших знаниях об энтомофауне рассматриваемого региона.

Материалы и методы исследования. Материалом для настоящей работы послужили как собственные (май—сентябрь 2024 года), так и переданные коллегами для обработки сборы настоящих полужесткокрылых насекомых, проводившиеся в различные годы в г. Барановичи и Барановичском районе Брестской области (Республика Беларусь).

Исследования проводили по стандартным методикам, широко используемым в энтомологии [2; 3]. Маршрутный метод был основным при учете видового состава клопов. Сбор насекомых с травянистой и кустарниковой растительности, а также древесных крон осуществляли при помощи стандартного энтомологического сачка методом кошения. Применяли также ручной сбор, в том числе с использованием эксгаустера. Насекомых, обитающих на поверхности почвы, в травяной ветоши, мхах и т. п., собирали методом ручного разбора проб и просеиванием с использованием стандартных почвенных сит.

Насекомых сохраняли как на ватных матрасах, так и в этиловом спирте. При необходимости изготавливались препараты гениталий [4]. При определении материала использовали бинокулярный микроскоп Optica SZO-6.

В списке видов клопов этикетки приводятся без указания области (Брестская) и района (Барановичский), что понятно из названия работы, использованы общепринятые сокращения.

Результаты исследования и их обсуждение. В результате проведенных исследований выявлено 27 видов настоящих полужесткокрылых насекомых (Hemiptera: Heteroptera), ранее не указывавшихся с территории Барановичского района.

Список видов подотряда клопов, впервые отмеченных на рассматриваемой территории, приводится ниже.

Семейство Corixidae

***Hesperocorixa linnaei* (Fieber, 1848)**

Изученный материал: окр. д. Лотвичи, р. Исса, канализированное русло после дамбы, 25.04.2018, leg. С. К. Рындевич, 1 экз. (♂).

Семейство Gerridae

***Gerris odontogaster* (Zetterstedt, 1828)**

Изученный материал: окр. д. Лотвичи, р. Исса, канализированное русло после дамбы, 25.04.2018, leg. С. К. Рындевич, 2 экз. (♂ и ♀).

Семейство Tingidae

***Physatocheila smreczynskii* China, 1952**

Изученный материал: окр. д. Приозерное, на черемухе, 16.05.2021, leg. С. К. Рындевич, 1 экз. (♀).

Семейство Miridae

***Adelphocoris seticornis* (Fabricius, 1775)**

Изученный материал: д. Боровцы, откос ж/д, 10.08.2016, leg. Ю. В. Лайша, 1 экз. (имаго); п. Звездное, откос ж/д, 08.07.2018, leg. Ю. В. Лайша, 2 имаго; г. Барановичи, окр. водохранилища Барановичское, обочина дороги, кошение, 28.06.2022, leg. А. В. Земоглядчук, 1 экз. (♀); С.-В. г. Барановичи, ур. Гай, опушка елового леса с примесью березы, вдоль ж/д, на травянистой растительности, 27.05.2024, leg. М. А. Гордей, Н. А. Котлярчук, 1 экз. (♀); д. Гирово, 29.06.2024, leg. М. А. Гордей, Н. А. Котлярчук, 2 экз. (♀).

***Deraeocoris scutellaris* (Fabricius, 1794)**

Изученный материал: республиканский ландшафтный заказник «Стронга», пойма р. Исса, кошение, 27.06.2023, leg. А. В. Земоглядчук, 1 экз. (♂).

***Globiceps flavomaculatus* (Fabricius, 1794)**

Изученный материал: С.-В. г. Барановичи, ур. Гай, откос ж/д, 07.07.2016, leg. Ю. В. Лайша, 1 экз. (♂); окр. д. Приозерное, хутор Гелда, сосняк с примесью липы и клена, на буквице и зонтичных, 26.07.2022, С. К. Рындевич, 1 экз. (♀); З. г. Барановичи, д. Гирово, рудеральная растительность по краю пшеничного поля, 29.06.2024, leg. М. А. Гордей, Н. А. Котлярчук, 1 экз. (♀).

***Harpocera thoracica* (Fallén, 1807)**

Изученный материал: окр. д. Гирмантовцы, барьерная ловушка, 07.06.2020, leg. Д. С. Лундышев, 1 экз. (♀).

***Heterocordylus leptocerus* (Kirschbaum, 1856)**

Изученный материал: окр. д. Лесино, 204 км трассы М1, сосняк с примесью берёзы и осины, в подлеске лещина, 23.05.2024, leg. М. А. Гордей, Н. А. Котлярчук, 1 экз. (♂).

***Lygus punctatus* (Zetterstedt, 1838)**

Изученный материал: окр. д. Лесино, 204 км трассы М1, сосняк с примесью берёзы и осины, в подлеске лещина, 23.05.2024, leg. М. А. Гордей, Н. А. Котлярчук, 1 экз. (♀).

Семейство Nabidae

Himacerus mirmicoides (O. Costa, 1834)

Изученный материал: С.-В. г. Барановичи, ур. Гай, откос ж/д, 12.07.2016, leg. Ю. В. Лайша, 1 экз. (имаго); там же, опушка елового леса с примесью березы, вдоль ж/д, 27.05.2024, leg. М. А. Гордей, Н. А. Котлярчук, 1 экз. (♀); окр. г. Барановичи, окр. водохранилища Барановичское, обочина дороги, кошение, 28.06.2022, leg. А. В. Земоглядчук, 1 экз. (♀); там же, левый берег, суходольный луг, 04.08.2024, leg. М. А. Гордей, Н. А. Котлярчук, 1 экз. (нимфа старшего возраста); окр. д. Лесино, 204 км трассы М1, сосняк с примесью берёзы и осины, в подлеске лещина, 23.05.2024, leg. М. А. Гордей, Н. А. Котлярчук, 1 экз. (♂).

Семейство Reduviidae

Reduvius personatus (Linnaeus, 1758)

Изученный материал: д. Альбинки, в лет, 25.07.2020, leg. С. К. Рындевич, 1 экз. (♀).

Семейство Aradidae

Aneurus avenius (Dufour, 1833)

Изученный материал: окр. д. Ваггинты, под корой сосны, 03.05.2020, leg. Д. С. Лундышев, 1 экз. (♂); д. Гирмантовцы, барьерная ловушка, 07.06.2020, leg. Д. С. Лундышев, 2 экз. (♀).

Aradus betulae (Linnaeus, 1758)

Изученный материал: около 1 км В. д. Вершок, N53.158788, E25.655930, еловый лес, трутовик настоящий (*Fomes fomentarius* (L.) Fr., 1849), на березе, 27.06.2023, leg. А. В. Земоглядчук, 1 экз. (♀).

Aradus depressus (Fabricius, 1794)

Изученный материал: окр. д. Гирмантовцы, барьерная ловушка, 07.06.2020, leg. Д. С. Лундышев, 3 экз. (2♂ и 1♀).

Aradus obtectus Vásárhelyi, 1988

Изученный материал: окр. д. Полонка, под корой сосны, 30.05.2021, leg. С. К. Рындевич, 2 экз. (♂).

Семейство Rhyarochromidae

Drymus ryeii Douglas et Scott, 1865

Изученный материал: окр. д. Гирмантовцы, барьерная ловушка, 07.06.2020, leg. Д. С. Лундышев, 2 экз. (♂ и ♀).

Семейство Coreidae

Bathysolen nubilus (Fallén, 1807)

Изученный материал: окр. д. Березовка, пойменный луг, 07.07.2024, leg. М. А. Гордей, Н. А. Котлярчук, 1 экз. (♂); окр. д. Русино, пойменный луг, 25.08.2024, leg. М. А. Гордей, Н. А. Котлярчук, 1 экз. (имаго).

***Ceraleptus gracilicornis* (Herrich-Schäffer, 1835)**

Изученный материал: С.-В. г. Барановичи, ур. Гай, опушка ельника с примесью березы вдоль ж/д, на травянистой растительности, 27.05.2024, leg. М. А. Гордей, Н. А. Котлярчук, 1 экз. (♀).

***Gonocerus juniperi* Herrich-Schaffer, 1839 (рисунок 1)**

Изученный материал: г. Барановичи, ул. Новаторов, на можжевельнике казацком (*Juniperus sabina* L., 1753), 09.04.2024, leg. А. В. Земоглядчук, 1 экз. (имаго).



Рисунки 1—2. — Внешний вид клопов: 1 — *Gonocerus juniperi* Herrich-Schaffer, 1839; 2 — *Rhapsigaster nebulosa* (Poda, 1761)

Figures 1—2. — Habitus of true bugs: 1 — *Gonocerus juniperi* Herrich-Schaffer, 1839; 2 — *Rhapsigaster nebulosa* (Poda, 1761)

***Syromastus rhombeus* (Linnaeus, 1767)**

Изученный материал: г. Барановичи, ул. Брестская, 24.07.2024, leg. Н. В. Шиманюк, 1 экз. (имаго); окр. д. Русино, пойменный луг, 25.08.2024, leg. М. А. Гордей, Н. А. Котлярчук, 1 экз. (имаго).

***Ulmicola spinipes* (Fallén, 1807)**

Изученный материал: окр. д. Лесино, 204 км трассы М1, сосняк с примесью берёзы и осины, в подлеске лещина, 23.05.2024, leg. М. А. Гордей, Н. А. Котлярчук, 1 экз. (♂).

Семейство Cydnidae

***Legnotus picipes* (Fallén, 1807)**

Изученный материал: окр. д. Боровцы, откос ж/д, 29.06.2016, leg. Ю. В. Лайша, 1 экз. (♀); там же, 11.07.2016, leg. Ю. В. Лайша, 2 экз. (имаго).

Семейство Thyreocoridae

***Thyreocoris scarabaeoides* (Linnaeus, 1758)**

Изученный материал: окр. д. Юшковичи, дубово-грабовый лес, 18.05.1997, leg. С. К. Рындевич, 6 экз. (имаго); С.-В. г. Барановичи, ур. Гай, откос ж/д, 27.06.2016, leg. Ю. В. Лайша, 1 экз. (имаго).

Семейство Plataspidae

***Coptosoma scutellatum* (Geoffroy, 1785)**

Изученный материал: С.-В. г. Барановичи, ур. Гай, откос ж/д, 27.06.2016, leg. Ю. В. Лайша, 3 экз. (имаго); там же, 08.08.2016, leg. Ю. В. Лайша, 3 экз. (имаго); окр. д. Боровцы, откос ж/д, 27.06.2016, leg. Ю. В. Лайша, 6 экз. (имаго); там же, 10.08.2016, leg. Ю. В. Лайша, 2 экз. (имаго); г. Барановичи, мкр-н Южный, рудеральная растительность, 18.06.2024, leg. М. А. Гордей, Н. А. Котлярчук, 1 экз. (♂).

Семейство Pentatomidae

***Pentatoma rufipes* (L., 1758)**

Изученный материал: г. Барановичи, Слонимское шоссе, зеленые насаждения, на стволах лиственных деревьев, 28.06.2022, leg. А. В. Земоглядчук, 16 экз. (имаго); г. Барановичи, 15.08.—10.09.2022, leg. А. В. Полуян, 1 экз. (♀); там же, б-р Бородинского, СШ № 18, 13.06.2024, leg. М. А. Гордей, Н. А. Котлярчук, 1 экз. (нимфа V возраста (перелиняла в ♀)).

***Piezodorus lituratus* (Fabricius, 1794)**

Изученный материал: С.-В. г. Барановичи, ур. Гай, откос ж/д, 27.06.2016, leg. Ю. В. Лайша, 1 экз. (имаго); там же, 07.07.2016, leg. Ю. В. Лайша, 1 экз. (имаго); окр. д. Боровцы, откос ж/д, 11.07.2016, leg. Ю. В. Лайша, 1 экз. (имаго); окр. д. Лесино, 204 км трассы М1, сосняк с примесью берёзы и осины, в подлеске лещина, 23.05.2024, leg. М. А. Гордей, Н. А. Котлярчук, 1 экз. (♀); там же, водохранилище Барановичское, левый берег, суходольный луг, 04.08.2024, leg. М. А. Гордей, Н. А. Котлярчук, 1 экз.

***Rhaphigaster nebulosa* (Poda, 1761) (рисунок 2)**

Изученный материал: г. Барановичи, ул. Вильямса, Центр экологии, туризма и краеведения, на смородине золотистой, 27.04.2023, leg. А. Г. Рындевич, 1 экз. (имаго); окр. г. Барановичи, 06.07.2023, leg. А. В. Полуян, 1 экз. (♀); там же, 23.03.2024, leg. С. К. Рындевич, 1 экз. (♂).

С учетом новых данных в гетероптерофауне района сохранилось доминирование по числу видов у семейства Miridae — 73 вида (было 67), за ним следуют Pentatomidae — 19 (16), Rhyparochromidae — 15 (14), Corixidae — 13 (12), Nabidae (было 9) и Anthocoridae — по 10 видов. Семейство Lygaeidae (sensu lato) в настоящее время разбито на несколько семейств, из которых в нашей фауне наиболее представлено семейство Rhyparochromidae. Остальные семейства насчитывают менее 10 видов.

Два вида из выявленных в рассматриваемом регионе, инвайдеры из южных и западных регионов, в последнее десятилетие обнаружены на территории нашей страны и постепенно расширяют свой ареал в ее пределах: *Gonocerus juniperi* (Coreidae) и *Rhaphigaster nebulosa* (Pentatomidae). Оба вида потенциально могут наносить ущерб лесному, а последний и сельскому хозяйству (плодоводству).

Ряд видов настоящих полужесткокрылых, обнаруженных в ходе исследований в Барановичском районе, несмотря на то, что ранее указывались для данного региона, представляют фаунистический интерес, в связи с чем мы решили включить их в настоящую работу.

Семейство Notonectidae

***Notonecta lutea* Muller, 1776**

Изученный материал: г. Барановичи, отстойник, 27.06.2024, leg. С. К. Рындевич, 1 экз. (♀). Редкий вид, связанный с торфяными и заболоченными (эвтрофированными и с низким рН) водными объектами [5]. Включался в предыдущие издания Красной книги Республики Беларусь.

Семейство Veliidae

***Velia saulii* Tamanini, 1947**

Изученный материал: окр. д. Вершок, р. Исса, заводь, 28.09.2017, С. К. Рындевич, 1 экз. (♀); там же, у моста, участок с быстрым течением, leg. С. К. Рындевич, 1 экз. (имаго). Вид из профилактического списка охраны, индикатор ненарушенных естественных водотоков с быстрым течением [6; 7].

Заключение. В ходе изучения новых материалов по фауне Heteroptera Барановичского района удалось обнаружить 27 видов, ранее не указывавшихся для этой административной единицы. Список выявленных на рассматриваемой территории настоящих полужесткокрылых насекомых с учетом представленных в настоящей работе насчитывает 219 видов, что, однако, составляет около половины предполагаемого объема локальной гетероптерофауны. В связи с этим дальнейшие исследования клопов данного региона, учитывая их значение для хозяйственной деятельности человека и природных сообществ, представляются актуальными.

Авторы выражают искреннюю благодарность М. А. Гордей (государственное учреждение образования «Средняя школа № 18 г. Барановичи») за помощь в сборе полевого материала, а также кандидату биологических наук А. В. Земоглядчуку, кандидату биологических наук Д. С. Лундышеву, кандидату биологических наук С. К. Рындевичу и Н. В. Шиманюку (учреждение образования «Барановичский государственный университет», г. Барановичи), А. Г. Рындевич и А. В. Полуяну (Центр экологии, туризма и краеведения,

г. Барановичи), Ю. В. Лайше (г. Барановичи) за предоставление материалов по настоящим полужесткокрылым насекомым для обработки, а также А. В. Земоглядчуку и А. Г. Рындевич за предоставление фотографий клопов.

Работа выполнена при частичной поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект № Б24В-008) и Вьетнамской академии наук и технологий (проект № QTBY01.02/24-25).

Список цитируемых источников

1. Лукашук, А. О. Полужесткокрылые (Insecta: Hemiptera: Heteroptera) Барановичского района Брестской области (Беларусь) / А. О. Лукашук // Вестник БарГУ. Серия «Биологические науки (общая биология). Сельскохозяйственные науки (агрономия)». — 2015. — Вып. 3. — С. 56—66.
2. Голуб, В. Б. Коллекции насекомых: сбор, обработка и хранение материала / В. Б. Голуб, М. Н. Цуриков, А. А. Прокин. — М. : Товарищество науч. изд. КМК, 2012. — 339 с.
3. Фасулати, К. К. Полевое изучение наземных беспозвоночных / К. К. Фасулати. — М. : Высш. шк., 1971. — 424 с.
4. Péricart, J. Hemiptères Saldidae et Leptopodidae d'Europe occidentale et du Maghreb / J. Péricart. — Paris, 1990. — 238 p. — (Faune de France. Vol. 77).
5. Канюкова, Е. В. Водные полужесткокрылые насекомые (Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha) фауны России и сопредельных стран / Е. В. Канюкова. — Владивосток : Дальнаука, 2006. — 297 с.
6. Красная книга Республики Беларусь. Животные: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / гл. редкол.: И. М. Качановский (предс.) [и др.]. — 4-е изд. — Минск : Беларус. энцыкл., 2015. — 320 с.
7. Таксономическая и экологическая структура клопов (Hemiptera: Heteroptera) и жуков (Coleoptera) ненарушенных пойменных экосистем Беларуси / С. К. Рындевич, Ю. А. Хворик, А. О. Лукашук [и др.] // Вестник БарГУ. Серия «Биологические науки (общая биология). Сельскохозяйственные науки (агрономия)». — 2022. — № 2 (12). — С. 38—49.

References

1. Lukashuk A. O. [True bugs (Insecta: Hemiptera: Heteroptera) of Baranovichi district Brest region (Belarus)]. *BarSU Herald. Series "Biological Sciences (General biology). Agricultural Sciences (Agronomy)"*, 2015, iss. 3, pp. 56—66. (in Russian)
2. Golub V. B., Curikov M. N., Prokin A. A. [Insect collections: collection, processing and storage of material]. Moscow, KMK Scientific Publishing Association, 2012, 339 p. (in Russian)
3. Fasulati K. K. [Field study of terrestrial invertebrates]. Moscow, Higher school, 1971, 424 p. (in Russian)
4. Péricart J. Hemiptères Saldidae et Leptopodidae d'Europe occidentale et du Maghreb. Paris, 1990, 238 p. (Faune de France. Vol. 77).
5. Kanyukova E. V. [Aquatic and semiaquatic bugs (Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha) of the fauna of Russia and neighbouring countries]. Vladivostok, Dalnauka, 2006, 297 p. (in Russian)
6. Red book of the Republic of Belarus: Animals: rare and endangered species of wild animals. 4th issue. Eds. I. M. Kachanovsky et al. Minsk, Belaruskaya Entsiklapedya, 2015, 320 p. (in Russian)
7. Ryndevich S. K., Khvorik Yu. A., Lukashuk A. O. et al. [Taxonomic and Ecological Structure of True Bugs (Hemiptera: Heteroptera) and Beetles (Coleoptera) in Intact Floodplain Ecosystems of Belarus]. *BarSU Herald. Series "Biological Sciences (General biology). Agricultural Sciences (Agronomy)"*, 2022, no. 2 (12), pp. 38—49. (in Russian)

Поступила в редакцию 21.01.2025.

УДК 595.76(476.7+502.72)

Д. С. Лундышев

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», ул. Войкова, 21,
225404 Барановичи, Республика Беларусь, LundyshevDenis@yandex.ru

КСИЛОФИЛЬНЫЕ ЖЕСТКОКРЫЛЫЕ НАДСЕМЕЙСТВА HISTEROIDEA (COLEOPTERA) РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «ОЛЬМАНСКИЕ БОЛОТА»

На территории республиканского ландшафтного заказника «Ольманские болота» отмечено 16 видов (11 родов) ксилофильных жесткокрылых надсемейства Histeroidea (22,9 % от всех видов данного надсемейства фауны Беларуси), принадлежащих 2 семействам — Sphaeritidae Shuckard, 1839 и Histeridae Gyllenhal, 1808. Их сбор проводился вручную или при помощи эксгаустера. Для сбора жуков, обитающих в трухе, применялось почвенное сито и (или) белая ванночка для разбора гидробиологических и почвенных проб. Всего было обработано 448 экземпляров жесткокрылых надсемейства.

На территории заказника семейство Sphaeritidae представлено единственным видом — *Sphaerites glabratus* (Fabricius, 1792), который отмечается на вытекающем соке берез и в почве, пропитанной этим соком. Семейство Histeridae представлено 15 ксилофильными видами. Среди них наибольшее число видов (4) принадлежит роду *Platysoma*. Остальные роды представлены 1—2 видами.

Согласно трофической специализации, ксилофильные Histeroidea отнесены к трем трофическим группам. При этом абсолютным большинством видов представлена трофическая группа миксофагов — 13 видов, что составляет 81,25 % от всех ксилофильных Histeroidea. Трофическая группа зоофагов представлена двумя видами (*Dendrophilus* (*D.*) *punctatus punctatus* (Herbst, 1791) и *Hololepia* (*H.*) *plana* (Sulzer, 1776), а зоо-сапрофагов — единственным видом — *Margarinotus* (*P.*) *striola succicola* (Thomson, 1862).

Из 16 зарегистрированных 12 видов отмечаются исключительно в древесине или трухе, часто в сообществе с муравьями. Остальные виды более пластичны и встречаются также в других средах. Жуки надсемейства были обнаружены под корой 6 видов деревьев. Из отмеченных ксилофильных Histeroidea 14 видов (10 родов) встречаются на лиственных породах деревьев, а 4 вида (3 родов) — на хвойных породах.

Наиболее массовым представителем ксилофильных жесткокрылых заказника является *P. parallelepipedus*, относительное обилие которого составляет 25,7 %.

Материал, использованный для подготовки статьи, хранится в личной коллекции автора (Беларусь, г. Барановичи), а также в зоологической коллекции лаборатории наземных беспозвоночных животных государственного научно-производственного объединения «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам» (Республика Беларусь, г. Минск).

Ключевые слова: жуки; Coleoptera; Histeroidea; Sphaeritidae; Histeridae; таксономический состав; экологическая структура; ландшафтный заказник «Ольманские болота»; Беларусь.

Табл. 1. Библиогр.: 10 назв.

D. S. Lundyshev

Education Institution “Baranavichy State University”, 21 Voykova str., 225404 Baranavichy,
the Republic of Belarus, LundyshevDenis@yandex.ru

XYLOPHILOUS BEETLES OF SUPERFAMILY HISTEROIDEA (COLEOPTERA) OF THE REPUBLICAN LANDSCAPE RESERVE “OLMANY MIRE”

Sixteen species (11 genera) of xylophilous beetles of the superfamily Histeroidea (22.9 % of all species of this superfamily of the fauna of Belarus) belonging to 2 families: Sphaeritidae Shuckard, 1839 and Histeridae Gyllenhal, 1808 were found on the territory of the Republican landscape reserve “Olmany mire”. They were collected by hand searching or with the help of an insect aspirator. While collecting beetles living in the wood mould a soil sieve and (or) a white bath for the analysis of hydrobiological and soil samples were used. A total of 448 specimens of Coleoptera superfamily were examined.

On the territory of the reserve, the family Sphaeritidae is represented by a single species *Sphaerites glabratus* (Fabricius, 1792), which is noted on the flowing sap of birch trees and in the soil impregnated with this sap. The family

Histeridae is represented by 15 xylophilous species. Among them, the genus *Platysoma* is represented by the largest number of species (4). The remaining genera are represented by 1—2 species.

According to trophic specialization, xylophilous Histeroidea are classified into 3 trophic groups. At the same time, the trophic group of myxophages is represented by the absolute majority of species — 13 species, which is 81.25 % of all xylophilous Histeroidea. The zoophages trophic group is represented by two species (*Dendrophilus (D.) punctatus punctatus* (Herbst, 1791) и *Hololepta (H.) plana* (Sulzer, 1776), while zoosaprophages are represented by a single species, *Margarinotus (P.) striola succicola* (Thomson, 1862).

Of the 16 species noted, 12 species are recorded exclusively in the wood or wood mould, sometimes in community with ants. The remaining species are more plastic and are also found in other environments. Beetles of the superfamily have been recorded under the bark of 6 tree species. Of the found xylophilous Histeroidea, 14 species (10 genera) were recorded on deciduous tree species, and 4 species (3 genera) on coniferous species.

The most widespread representative of the xylophilous beetles of the reserve was *P. parallelepipedus*, with a relative abundance of 25.7 %.

The material used for the preparation of the article is stored in the author's personal collection (Belarus, Baranavichy), as well as in the zoological collection of the laboratory of terrestrial invertebrates of the State Scientific-Practical Association "Scientific-Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus for Biological Resources" (Belarus, Minsk).

Key words: beetles; Coleoptera; Histeroidea; Sphaeritidae; Histeridae; taxonomic composition; ecological structure; the Republican landscape reserve "Olmany mire"; Belarus.

Table 1. Ref.: 10 titles.

Введение. Особо охраняемые природные территории являются важными природными комплексами, служащими для сохранения и восстановления численности растений, грибов и животных. Одной из таких территорий является республиканский ландшафтный заказник «Ольманские болота», созданный в 1998 году и расположенный на территории Столинского района Брестской области. Его границы проходят по рекам Ствига и Льва, а площадь составляет 94 219 га.

Территория республиканского ландшафтного заказника «Ольманские болота» представлена мозаикой верховых, переходных и низинных болот с многочисленными лесными островами, а также крупными лесными массивами по периметру. Около половины территории заказника составляют болота, расположенные в центре заказника и переходящие в сфагновые сосняки и крупные лесные массивы. Большая часть лесного фонда заказника образована сосновыми лесами (72 % от всего лесного фонда заказника). Остальная часть сформирована пушисто-березовыми и черноольховыми лесами, а также дубравами, произрастающими главным образом в поймах рек Стви́ги и Львы [1].

Самой многочисленной группой животных являются насекомые, из которых экономически важную группу составляют ксилофильные жесткокрылые. Ряд представителей данной экологической группы жуков имеют охранный статус и являются индикаторами трансформации лесных экосистем. Другие — вредители сельского и лесного хозяйства, которые порой приводят к огромным экономическим потерям. Регуляторами численности вредителей выступают хищные ксилофильные жесткокрылые, в том числе жуки надсемейства Histeroidea.

Жесткокрылые надсемейства Histeroidea являются одной из слабоизученных групп жесткокрылых как на территориях заказников, так и на других особоохраняемых природных территориях Республики Беларусь. Специальные работы, посвященные ксилофильным жесткокрылым надсемейства Histeroidea республиканского ландшафтного заказника «Ольманские болота», отсутствуют. Список ксилофильных жесткокрылых надсемейства Histeroidea ландшафтного заказника «Ольманские болота» с раскрытием их некоторых экологических особенностей, несмотря на имеющиеся ранее отдельные сведения по данной экологической группе жуков [2—5], впервые приводится в данной статье.

Материалы и методы исследования. Кроме собственных полевых сборов для подготовки работы были обработаны и проанализированы коллекционные материалы сотрудников лаборатории наземных беспозвоночных животных государственного научно-производственного объединения «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам».

Для установления видового состава насекомых были использованы такие стандартные методы сбора, как ручной сбор и использование эксгаустера, просеивание трухи и древесного материала на почвенное сито с последующим использованием ванночки, предназначенной для разбора гидробиологических и почвенных проб. Отдельные виды, в том числе редко встречающиеся, были пойманы при помощи оконных ловушек. Их конструкционные особенности были ранее предложены М. А. Лукашней [6].

Всего было обработано 448 экземпляров жесткокрылых надсемейства Histeroidea, собранных на территории республиканского ландшафтного заказника «Ольманские болота».

Для определения видовой принадлежности жесткокрылых применялись бинокулярные микроскопы МБС-10 и Nikon SMZ800. Трофическая структура построена на основании собственных наблюдений и данных, приведенных в ряде литературных источников [2; 4; 5; 7].

Таксоны приводятся согласно Каталогу жесткокрылых Палеарктики [8].

Материал, использованный для подготовки статьи, хранится в личной коллекции автора (Республика Беларусь, г. Барановичи), а также в зоологической коллекции лаборатории наземных беспозвоночных животных государственного научно-производственного объединения «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам» (Республика Беларусь, г. Минск).

Результаты исследования и их обсуждение. Среди всех экологических групп Histeroidea ксилофильные представители надсемейства имеют достаточно характерные морфологические адаптации: форма тела, размеры, форма конечностей и др. Так, у жесткокрылых родов *Platylomalus* и *Platysoma* тело сплющенное в дорзо-вентральном направлении, что позволяет им обитать в лубе. Представители родов *Abraeus* и *Plegaderus* с более округлым телом, обитают в трухе под корой, а также в трухе, заполняющей ходы короедов и других ксилобионтов. В то же время у жуков родов *Paromalus* и *Teretrius* тело более вытянутое и цилиндрическое, позволяющее активно передвигаться в ходах короедов.

На территории республиканского ландшафтного заказника «Ольманские болота» отмечено 16 видов ксилофильных жесткокрылых (таблица 1) надсемейства Histeroidea (22,9 % от всех видов данного надсемейства фауны Беларуси) [2; 3; 8], принадлежащих 11 родам и 2 семействам (*Sphaeritidae* Shuckard, 1839 и *Histeridae* Gyllenhal, 1808). Жуки надсемейства были обнаружены под корой 6 видов деревьев.

Согласно трофической специализации, ксилофильные Histeroidea относятся к трем трофическим группам: Z — зоофаги (жесткокрылые, использующие в пищу различных беспозвоночных животных: клещей и насекомых на разных стадиях развития); ZS — зоосапрофаги (жесткокрылые, совмещающие питание животными и разлагающимися органическими остатками животного и растительного происхождения); M — миксофаги (жесткокрылые, совмещающие питание отмершими (разлагающимися) остатками животного и растительного происхождения, а также грибами, животными и растениями). Абсолютным большинством видов представлена трофическая группа миксофагов — 13 видов (81,25 % от всех видов ксилофильных Histeroidea), а относительное обилие представителей данной трофической группы составило 84,7 %. Трофическая группа зоофагов представлена двумя видами (*Dendrophilus* (*D.*) *punctatus punctatus* (Herbst, 1791) и *Hololepta* (*H.*) *plana* (Sulzer, 1776)), а зоосапрофагов — единственным видом — *Margarinotus* (*P.*) *striola succicola* (Thomson, 1862).

Из 16 зарегистрированных 12 видов отмечаются исключительно в древесине или трухе, порой в сообществе с муравьями. Остальные виды, кроме того, регулярно фиксируются на разлагающейся органике, в гнездах птиц и млекопитающих, в муравейниках, в плодовых телах грибов и др. К таким эврибионтным видам относится *D. (D.) punctatus punctatus*. Он встречается не только в трухе листовых деревьев, но и является самым массовым видом карапузиков в гнездах птиц (главным образом дуплогнездников), гораздо реже отмечаясь в муравейниках и на падали [4].

Т а б л и ц а 1. — Таксономический состав, экологическая структура и относительное обилие ксилофильных жесткокрылых надсемейства Histeroidea республиканского ландшафтного заказника «Ольманские болота»

T a b l e 1. — Taxonomic composition, ecological structure and relative abundance of xylophilous Histeroidea (Coleoptera) of the republican landscape reserve “Olmany mire”

| Вид | Tr | Dr | D |
|---|----|------------|-------|
| Sphaeritidae Shuckard, 1839 | | | |
| <i>Sphaerites glabratus</i> (Fabricius, 1792) | M | Bt | 3,6 |
| Histeridae Gyllenhal, 1808 | | | |
| <i>Abraeus (Abraeus) perpusillus</i> (Marsham, 1802) | M | Qu | 1,7 |
| <i>Acritus (Acritus) minutus</i> (Herbst, 1792) | M | Qu, Po | 5,4 |
| <i>Plegaderus (Plegaderus) caesus</i> (Herbst, 1792) | M | Qu, Sa, Po | 3,4 |
| <i>Plegaderus (Plegaderus) vulneratus</i> (Panzer, 1797) | M | Pn, Qu | 6,7 |
| <i>Teretrius (Teretrius) fabricii</i> Mazur, 1972 | M | Qu | 0,7 |
| <i>Dendrophilus (Dendrophilus) punctatus punctatus</i> (Herbst, 1791) | Z | Qu, Po, | 3,6 |
| <i>Paromalus (Paromalus) flavicornis</i> (Herbst, 1792) | M | Bt, Po | 6,9 |
| <i>Paromalus (Paromalus) parallelepipedus</i> (Herbst, 1792) | M | Pn | 25,7 |
| <i>Platylomalus complanatus</i> (Panzer, 1797) | M | Qu, Po | 4,0 |
| <i>Margarinotus (Ptomister) striola succicola</i> (Thomson, 1862) | ZS | Qu, Al, Bt | 6,3 |
| <i>Hololepta (Hololepta) plana</i> (Sulzer, 1776) | Z | Sa, Po | 5,4 |
| <i>Platysoma (Cylister) elongatum elongatum</i> (Thunberg, 1787) | M | Pn | 1,8 |
| <i>Platysoma (Cylister) lineare</i> Erichson, 1834 | M | Pn, Qu | 22,1 |
| <i>Platysoma (Platysoma) compressum</i> (Herbst, 1783) | M | Qu, Bt, Al | 1,6 |
| <i>Platysoma (Platysoma) deplanatum</i> (Gyllenhal, 1808) | M | Bt, Po | 1,1 |
| Итого | | | 100,0 |

Примечание — Tr — трофическая группа (Z — зоофаги, ZS — зоосапрофаги, M — миксофаги); Dr — порода дерева, в котором были обнаружены представители надсемейства (Qu — дуб черешчатый (*Quercus robur* L., 1753), Bt — береза (*Betula* sp.), Al — ольха (*Alnus* sp.), Po — осина обыкновенная (*Populus tremula* L., 1753), Sa — ива (*Salix* sp.), Pn — сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L., 1753)); D — относительное обилие (%).

Из отмеченных ксилофильных Histeroidea 14 видов (10 родов) встречаются на лиственных породах деревьев, а 4 вида (3 рода) — на хвойных породах. Только 2 вида, относящихся к 2 родам, встречаются на дубе черешчатом и сосне обыкновенной. Другие виды проявляют более высокую приуроченность к породе дерева. Так, только на лиственных породах деревьев отмечается 12 видов (11 родов), а на сосне обыкновенной — 2 вида (2 рода).

На территории заказника «Ольманские болота» семейство Sphaeritidae представлено единственным видом — *Sphaerites glabratus*. Данный миксофаг встречается в почве, пропитанной забродившим соком берез, а его относительное обилие составляет всего 3,6 %. *S. glabratus* часто встречается с более пластичным и массовым видом Histeridae — *M. striola succicola*. Пропитанная соком лиственных деревьев почва является основным местом обитания последнего вида, хотя он реже, но регулярно отмечается на падали и в гнездах птиц. В наших исследованиях относительное обилие этого карапузика составило 6,3 %.

Семейство Histeridae на исследуемой территории представлено 15 видами ксилофильных жесткокрылых. Наибольшим числом видов (4) характеризуется род *Platysoma*. Жуки рода развиваются в лубе под отмершей и влажной корой лиственных и хвойных деревьев, где активно охотятся на преимагинальные стадии и молодых насекомых-ксило-

фагов. Наиболее массовым представителем рода на исследуемой территории является *P. lineare*, относительное обилие которого составило 22,1 %. *P. (C.) elongatum elongatum*, *P. (P.) compressum* и *P. (P.) deplanatum* встречаются крайне редко и известны с территории заказника по единичным находкам.

Род *Plegaderus* представлен 2 видами, встречающимися под корой и в поверхностных слоях древесины, отдавая явное предпочтение участкам, содержащим большое количество заплесневелой трухи. Кроме того, представители рода регулярно встречаются и в трухе, заполняющей ходы короедов родов *Ips*, *Polygraphus*, *Dryocoetes*, *Hylurgops* и др., а также покрытой аско- и дейтеромицетами. Последнее позволяет считать, что часть их рациона составляют гифы грибов. Из двух видов рода наиболее часто отмечается *P. (P.) vulneratus*, показатель относительного обилия данного вида составил 6,7 %, а для более редкого *P. (P.) caesus* — 3,4 %.

Одним из самых массовых родов ксилофильных жесткокрылых семейства Histeridae заказника является род *Paromalus*, объединяющий два вида — *P. (P.) flavicornis* и *P. (P.) parallelepipedus*. Показатель относительного обилия данных видов составил 6,9 и 25,7 % соответственно. Следует отметить, что первый вид (*P. (P.) flavicornis*) встречается главным образом под корой лиственных пород деревьев и гораздо реже под корой обыкновенной сосны, а второй (*P. (P.) parallelepipedus*) отмечен исключительно под корой сосны обыкновенной. Жуки встречаются в жилых и покинутых ходах короедов, где совмещают питание как личинками насекомых, развивающимися под корой, так и грибами [10].

На основании наших исследований отмечено, что самым редким ксилофильным представителем семейства Histeridae является *Teretrius fabricii*. Показатель относительного обилия данного вида составил всего 0,7 %. Он известен из единственной точки заказника в пойме реки Ствиги, где был пойман при помощи оконных ловушек, а также собран на сухих пнях *Quercus robur*. Под корой крупных упавших ив и осин, образованных в результате ветровала, отмечается *Hololepta plana*. В отличие от предыдущего вида, данный представитель развивается под влажной, несколько отстающей корой, где питается главным образом предимагинальными стадиями ксилофильных Diptera. Можно предположить, что *H. plana* также питается грибами. Однако в настоящее время этому нет подтверждений, что обуславливает отнесение данного вида к группе зоофагов.

A. perpusillus, как единственный представитель рода, встречается крайне редко (относительное обилие — 1,7 %) и фиксировался нами на грибах рода *Huophiloma*, произраставших на пне дуба черешчатого. Однако, согласно литературным данным, представители рода более пластичны и также встречаются в гнилой древесине и под корой лиственных деревьев, часто с муравьями рода *Lasius* [7].

На территории заказника в трухе под корой дуба черешчатого и осины обыкновенной нами отмечен *Acritus minutus*. Это самый массовый и широко распространенный вид рода, также отмечается на плодовых телах полипоровых грибов и в муравейниках [10].

Заключение. В настоящее время на территории республиканского ландшафтного заказника «Ольманские болота» отмечено 16 видов (11 родов) ксилофильных жесткокрылых надсемейства Histeroidea (семейство Sphaeritidae и Histeridae), что составляет 22,9 % от всех видов данного надсемейства фауны Беларуси. Наибольшим числом видов (4) представлен род *Platysoma*. Согласно трофической специализации, ксилофильные Histeroidea относятся к трем трофическим группам, из которых наибольшим числом видов (13) представлена трофическая группа миксофагов. Наиболее массовым представителем ксилофильных жесткокрылых заказника является *P. parallelepipedus*, относительное обилие которого составило 25,7 %.

Автор выражает искреннюю признательность за помощь в сборе материала А. Ю. Мачульскому, М. А. Лундышевой (г. Барановичи, Республика Беларусь), И. А. Богдановичу (г. Минск, Республика Беларусь).

Список цитируемых источников

1. Заповедные территории Беларуси [сайт]. — URL: <https://zapovednytur.by/oopt/zakazniki-respublikanskogo-znacheniya/olmanskiye.html> (дата обращения: 05.12.2024).
2. Александрович, О. Р. Обзор жуков надсемейства Histeroidea фауны Беларуси / О. Р. Александрович, А. К. Тишечкин // Фауна и экология жесткокрылых Беларуси / О. Р. Александрович, А. К. Тишечкин ; под ред. И. К. Лопатина, Э. И. Хотько. — Минск, 1991. — С. 94—104.
3. Лундышев, Д. С. История изучения и современное состояние изученности семейства Histeridae Gyllenhal, 1808 (Coleoptera) фауны Беларуси / Д. С. Лундышев // Вестник БарГУ. Серия «Биологические науки (общая биология). Сельскохозяйственные науки (агронимия)». — 2021. — № 1—2 (10). — С. 55—67.
4. Лундышев, Д. С. Жесткокрылые семейства Histeridae — обитатели гнезд и убежищ птиц и млекопитающих Беларуси / Д. С. Лундышев // Наука. Образование. Технологии — 2008 : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Барановичи, 21—22 марта 2008 г. / Баранович. гос. ун-т. — Барановичи, 2008. — С. 331—334.
5. Лундышев, Д. С. Видовой состав и экологическая структура жесткокрылых насекомых (Insecta, Coleoptera) в консорции гнезд птиц закрытого типа Предполесской и Полесской провинций Беларуси / Д. С. Лундышев // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук. Матэматыка. Фізіка. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. — 2009. — № 2 (33). — С. 99—106.
6. Лукашяня, М. А. Использование оконных ловушек для изучения стволовых вредителей ели и их энтомофагов / М. А. Лукашяня // Прыроднае асяроддзе Палесся, асаблівасці і перспектывы развіцця : матэрыялы III Міжнар. навук.-практ. канф., Брэст, 7—9 чэрв. 2006 г. / рэдкал.: М. В. Михальчук [і інш.]. — Брэст, 2006. — С. 126.
7. Фауна СССР. Жесткокрылые : в 34 т. / редкол.: О. А. Скарлато (гл. ред.) [и др.]. — Л. : Наука, 1969—1985. — Т. 5, вып. 4, Жуки надсемейства Histeroidea / О. Л. Крыжановский, А. Н. Рейхард. — 1976. — 435 с.
8. Lackner, T. Family Histeridae / T. Lackner, S. Mazur, A. Newton // Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Hydrophiloidea-Staphylinoidea. Revised and updated edition / I. Löbl & D. Löbl (Eds). — 2015. — Vol. 2 (1). — P. 76—130. — Leiden, Boston: Koninklijke Brill NV.
9. Лундышев, Д. С. Новые локалитеты жесткокрылых (Coleoptera) семейства Trogidae и Histeridae для Беларуси / Д. С. Лундышев // Евразийский энтомологический журнал. — 2014. — № 13 (6). — С. 571.
10. Жесткокрылые-ксилобионты, мицетобионты и пластинчатоусые Приокско-террасного биосферного заповедника / Н. Б. Никитский, И. Н. Осипов, М. В. Чемерис [и др.]. — М. : Изд-во Моск. ун-та, 1996. — 197 с.

References

1. [Protected areas of Belarus], available at: <https://zapovednytur.by/oopt/zakazniki-respublikanskogo-znacheniya/olmanskiye.html> (accessed 5 December 2024).
2. Alexandrowicz O. R. [Review of beetles of the superfamily Histeroidea of the fauna of Belarus]. *Fauna i ekologiya zhestkokrylykh Belarusi* [Fauna and ecology of the beetles of Belarus. Collection of scientific papers]. Eds. I. K. Lopatin, L. I. Khotko. Minsk, Navuka i tekhnika, 1991, pp. 94—104. (in Russian)
3. Lundyshchev D. S. [History of study and current state of study of the family Histeridae Gyllenhal, 1808 (Coleoptera) of Belarusian fauna]. *BarSU Herald. Series "Biological Sciences (General biology). Agricultural Sciences (Agronomy)"*, 2021, vol. 1—2 (10), pp. 55—67. (in Russian)
4. Lundyshchev D. S. [Coleoptera of the family Histeridae — inhabitants of nests and shelters of birds and mammals in Belarus]. *Nauka. Obrazovanie. Tekhnologii* — 2008, 2008, pp. 331—334. (in Russian)
5. Lundyshchev D. S. [Species and ecological structure of nidicolous beetles (Insecta, Coleoptera) in consortia of nests registered in nest-boxes and cavities in Predpolesskaya and Polesskaya provinces of Belarus], *Vesn. Brest. un-ta. Ser. pryrodaznauchykh navuk, Matematyka, Fizika, Biyalogiya, Navuki ab zyamli* [Vesnik of Brest University. Ser. natural sciences, Mathematics, Physics, Biology. Sciences about earth], 2009, no. 2 (33), pp. 99—106. (in Russian)
6. Lukashenyha M. A. [Using window traps to study spruce stem pests and their entomophages]. *Pryrodnae asyaroddze pалессya, asablivasci i perspektivy razvicya*, 2006, pp. 126. (in Russian)
7. [The fauna of the USSR. Beetles]. Eds. O. A. Skarlato [et al.]. Leningrad, 1976, 435 p. (in Russian)
8. Lackner T., Mazur S., Newton A. Family Histeridae. *Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Hydrophiloidea-Staphylinoidea*, 2015, vol. 2 (1), pp. 76—130.
9. Lundyshchev D. S. [A new record of Trogidae and Histeridae families beetle species (Coleoptera) for Belorussian fauna]. *EvrAziatskij entomologicheskij zhurnal*, 2014, vol. 13 (6), pp. 571. (in Russian)
10. Nikitsky N. B., Osipov I. N., Chemeris M. V. et al. [The beetles of the Prioksko-terrasny Biosphere reserve xylobiontes, mycetobiontes and Scarabaeidae]. Moscow, 1996, 197 p.

Поступила в редакцию 26.12.2024.

УДК 595.754.1

О. А. Найман¹, Е. В. Маковецкая²¹Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по биоресурсам», ул. Академическая, 27, 220072 Минск, Республика Беларусь, oa.naiman@mail.ru²Закрытое акционерное общество «Галилей», ул. Жилуновича, 15, 220026 Минск, Республика Беларусь,
makovetskaya1992@gmail.com

РАСПРОСТРАНЕНИЕ *LEPTOGLOSSUS OCCIDENTALIS* (HEMIPTERA: HETEROPTERA: COREIDAE) НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Проблема биологических инвазий является актуальной и значимой для Беларуси ввиду её географического положения. На протяжении последних десятилетий наблюдается тенденция проникновения в Беларусь всё большего числа чужеродных видов. Американский хвойный клоп (*Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910) относится к семейству краевиков (Coreidae) и роду *Leptoglossus* Guérin-Méneville, 1831, который включает 62 вида, лишь два из которых встречаются в Палеарктике: *L. occidentalis* и *Leptoglossus gonagra* (Fabricius, 1775). Естественный ареал *Leptoglossus occidentalis* — Северная Америка. Этот чужеродный для нашей фауны вид был впервые зарегистрирован в Беларуси в 2020 году на территории Беловежской пуши и с тех пор продолжает распространение по стране. В 2024 году были обнаружены особи *Leptoglossus occidentalis* в Брестской, Гомельской и Минской областях. На данный момент наибольшее количество регистраций и наблюдений вида приводится с юга Беларуси (Брестская и Гомельская области). Самой северной точкой распространения вида в Беларуси является г. Минск. В своём естественном ареале, а также за его пределами американский хвойный клоп известен как вредитель лесного хозяйства. Клопы питаются на молодых побегах и генеративных органах более чем 40 видов хвойных деревьев и кустарников, в том числе сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), что приводит к снижению семенной продуктивности.

В статье приведены основные морфологические признаки, особенности биологии, распространение *L. occidentalis* в мире, обсуждается вопрос о сдерживании регуляции численности вредителя.

Ключевые слова: Heteroptera; Coreidae; американский хвойный клоп; *Leptoglossus occidentalis*; чужеродный вид; Беларусь.

Рис. 2. Библиогр.: 37 назв.

О. А. Naiman¹, K. V. Makavetskaya²¹The State Research and Production Association “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Bioresources”, 27 Akademicheskaya str., 220072 Minsk, the Republic of Belarus, oa.naiman@mail.ru²The Closed Joint Stock Company “Galilei”, 15 Zhilunovicha str., 220026 Minsk, the Republic of Belarus,
makovetskaya1992@gmail.com

DISTRIBUTION OF *LEPTOGLOSSUS OCCIDENTALIS* (HEMIPTERA: HETEROPTERA: COREIDAE) IN THE TERRITORY OF BELARUS

The problem of biological invasions is relevant and significant for Belarus, due to its geographical location. Over the past decades, there has been a tendency for an increasing number of alien species to enter Belarus. The Western conifer seed bug (*Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910) belongs to the family of leaf-footed bugs (Coreidae) and the genus *Leptoglossus* Guérin-Méneville, 1831, which includes 62 species, only two of which are found in the Palearctic: *L. occidentalis* and *Leptoglossus gonagra* (Fabricius, 1775). The natural habitat of *Leptoglossus occidentalis* is North America. This species, alien to our fauna, was first registered in Belarus in 2020 on the territory of Belovezhskaya Pushcha, and has continued to spread throughout the country since then. In 2024, samples of *Leptoglossus occidentalis* from the Brest, Gomel and Minsk regions were discovered. At the moment, the largest number of registrations and observations of the species are from the south of Belarus (Brest and Gomel regions). The northernmost point of distribution of the species in Belarus is Minsk. In its natural range and beyond, the western conifer seed bug is known as a pest of forestry. True bugs feed on young shoots and generative organs of more than 40 species of coniferous trees and shrubs, including the Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), which leads to a decrease in their seed productivity.

In the article the main morphological characteristics, biological features, distribution of *L. occidentalis* in the world are also presented, and the issue of curbing the regulation of pest numbers is discussed.

Key words: Heteroptera; Coreidae; Western conifer seed bug; *Leptoglossus occidentalis*; alien species; Belarus.
Fig. 2. Ref.: 37 titles.

Введение. Проблема биологических инвазий и внедрения чужеродных видов животных является глобальной. Для Беларуси ввиду ее географического положения она особенно актуальна и значима, так как страна является транзитным регионом, вследствие чего оказывается уязвимой к инвазиям новых видов [1]. На протяжении последних десятилетий отмечается тенденция проникновения в Беларусь более южных видов, в том числе инвазивных [2]. Среди настоящих полужесткокрылых чужеродными видами в фауне Беларуси являются *Cimex hemipterus* (Fabricius, 1803), *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) и (*Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910). Из них только *Cimex hemipterus* проявляет свойства инвазионного вида и быстро расширяет свой ареал в Беларуси. Данные о натурализации в наших условиях вида *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) отсутствуют [3].

Являясь вредителем семян хвойных растений, *Leptoglossus occidentalis* обладает высоким инвазионным потенциалом. Этот вид внесён в Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза, утверждённый решением Совета Евразийской экономической комиссии от 30 ноября 2016 года № 158 (с изменениями от 30 марта 2018 года). Преобладание в Беларуси сосновых лесов является благоприятным условием для распространения вида на территории страны. Это обуславливает важность организации и проведения регулярного мониторинга распространения и численности американского хвойного клопа. В Беларуси этот вид регистрируется с 2020 года (первые находки сделаны в Брестской области и в Беловежской пушце [4]), однако данные о его распространении на территории страны требуют актуализации.

Материалы и методы исследования. Материалом для данной публикации послужили исследования авторов с 2020 по 2024 год.

В сосняках поиск *L. occidentalis* производился методом кошения энтомологическим сачком по ветвям сосен, применением оконных ловушек барьерного типа, осмотром молодых побегов сосны, шишек, коры деревьев, пней. Учитывая особенность вида тяготеть к постройкам при уходе на зимовку, особое внимание уделялось также осматриванию зданий и прочих сооружений, расположенных недалеко от сосновых насаждений.

Идентификацию имеющегося материала выполняли самостоятельно по определительным таблицам [5]. Фотография *L. occidentalis* сделана при использовании стереоскопического микроскопа NSZ-810, совмещенного с цифровой камерой ImageFocus Alpha CMEX-5 Pro.

Материал хранится в коллекционном фонде лаборатории наземных беспозвоночных животных государственного научно-производственного объединения «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам».

Результаты исследования и их обсуждение. В результате выявлены новые точки распространения американского хвойного клопа на территории Беларуси.

Отряд Hemiptera Linnaeus, 1758 — полужесткокрылые
Подотряд Heteroptera Latreille, 1810 — настоящие полужесткокрылые, или клопы
Семейство Coreidae Leach, 1815 — краевики
Подсемейство Coreinae Leach, 1815
Триба Anisoscelini Laporte, 1832

Leptoglossus occidentalis Heidemann, 1910 —
американский хвойный клоп (или сосновый семенной клоп)

Изученный материал: Минская обл., г. Минск (Заводской р-н), ул. Жилуновича, 15, второй этаж здания (рядом участок леса в зеленой зоне города, сосновый лесопарк) N53.8761, E27.6314, 30.10.2024, 1 ♂ (рисунок 1), leg. Е. В. Маковецкая; Брестская обл., Брестский р-н, 0,5 км от д. Селяхи, сосновая вырубка, у комля соснового пня в чешуйках коры на зимовке, N51.6009, E23.5845, 15.11.2024, 1 ♀, leg. В. А. Кузнецов; Гомельская обл., Петриковский р-н, г. Петриков, районная ветстанция, на стене здания, $h = 125$ м, N52.1187, E28.4709, 20.10.2024, 1 ♀, leg А. И. Солодовникова.



Рисунок 1. — Габитус *L. occidentalis* (Минск, 2024)

Figure 1. — Habitus of *L. occidentalis* (Minsk, 2024)

Кроме того, имеется ряд наблюдений клопов данного вида, сделанных после 2020 года, находящихся в общем доступе на сайте inaturalist.org, из разных областей и районов Беларуси [6]. В основном все наблюдения были сделаны осенью 2024 года (с сентября по октябрь). В Брестской области *L. occidentalis* замечен в Каменецком (на территории Беловежской пуши) и Брестском районах, а также дважды в г. Бресте. В Гомельской области клопов наблюдали в Хойникском и Гомельском районах и в г. Калинковичи; в Гродненской области — в Гродненском районе. Следует отметить, что осенью 2022 года *L. occidentalis* был сфотографирован в г. Минске (Московский район города). Данные о распространении вида отражены на карте (рисунок 2).

Сосновый семенной клоп относится к семейству краевиков (Coreidae), которое распространено по всему миру, но наиболее богато представлено в тропиках и субтропиках. Род *Leptoglossus* насчитывает 62 вида клопов [8], среди которых лишь 2 вида встречаются в Палеарктике — *L. occidentalis* и *Leptoglossus gonagra* (Fabricius, 1775) [7].

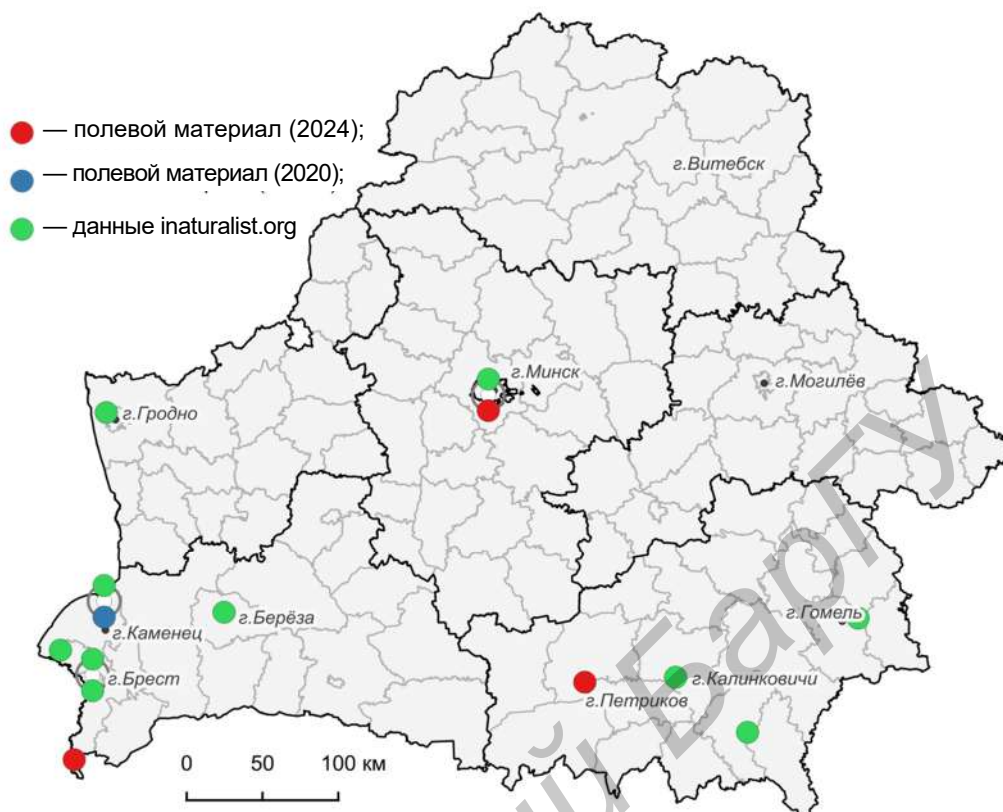


Рисунок 2. — Распространение *L. occidentalis* по территории Беларуси

Figure 2. — Distribution of *L. occidentalis* in Belarus

Leptoglossus occidentalis — крупный клоп, длина тела — от 15 до 20 мм. Тело удлинено-овальное от красновато-коричневого до серо-коричневого цвета (см. рисунок 1). Отличается от других европейских представителей семейства Coreidae характерной окраской надкрылий: беловатые радиальная, медиальная и поперечная жилки образуют зигзагообразный узор, напоминающий перевернутую букву «Ч» [7]. Для всех представителей рода *Leptoglossus* характерно наличие листовидных расширений на задних голенях, размеры и форма которых являются важным диагностическим признаком при определении видов рода. Так, у *L. occidentalis* внутреннее и наружное расширения задних голеней имеют почти равную длину и занимают менее 70 % длины голени, в то время как у *L. gonagra* наружные расширения задней голени занимают 85—90 % длины голени и имеют два крупных зубца. Также у *L. gonagra* отсутствует белая зигзагообразная перевязь на надкрыльях [5].

Нативный ареал *Leptoglossus occidentalis* — Северная Америка (от Южной Канады до Мексики). Распространившись во второй половине XX века по всей территории произрастания хвойных лесов в США, на юге Канады и почти на всю Мексику [7; 9], вид начал экспансию на другие континенты. После первого обнаружения в Европе в 1999 году на севере Италии в течение 25 лет *L. occidentalis* распространился почти по всем странам Западной, Центральной, Восточной, Южной и Северной Европы, где продолжает расселение [7; 10—14]. Не так давно *L. occidentalis* был обнаружен в Финляндии [15] и Эстонии [16]. Вид встречается в Турции, Закавказье — Грузии и Армении, Южном Средиземноморье — Израиле, Палестине и Ливане, продолжает распространяться по странам Азии (Казахстан, Япония, Китай и Южная Корея), Африки (Тунис, Марокко, Алжир, Южная Африка), в Центральной и Южной Америке (Коста-Рика, Гватемала, Чили, Бразилия, Аргентина и Уругвай) [17—19].

L. occidentalis регистрируется во всех граничащих с Беларусью странах. В Польше встречается с 2007 года [20] и теперь известен почти со всей её территории [21]. В России

L. occidentalis на данный момент распространён по югу европейской части (по всему черноморскому побережью, Кавказу) и до центральной полосы европейской части [7; 9]. Отмечен в Воронеже [22], в 2020 году обнаружен в граничащей с Беларусью Смоленской области — в г. Смоленске [23], в 2021-м — в Калининградской области [24]. Известен из Крыма [7]. В Украине *L. occidentalis* встречается с 2010 года, по последним данным, отмечен уже во многих областях [7; 14]. Е. В. Маковецкой *L. occidentalis* был обнаружен в октябре 2018 года в г. Киеве, на территории парка Феофания, где наблюдалось большое скопление этих клопов на стенах здания. Из ближайших к Беларуси территорий вид обнаружен в Житомирском Полесье (Житомирская область) в 2020 году [14], в г. Чернигове [4]. Американский хвойный клоп зарегистрирован также в Литве [25] и Латвии [26].

Активное расселение клопа за пределы естественного ареала происходит чаще всего посредством транспорта (поставки новогодних елей, сосен, хвойного посадочного материала и т. д.). Кроме того, локальному распространению американского хвойного клопа способствует его возможность перелетать на значительные расстояния и способность длительное время обходиться без пищи [27]. Источники и пути проникновения клопа в Беларусь не установлены, однако можно предположить, что *L. occidentalis* переместился из соседней Польши естественным путем (встречается в пригородах Варшавы (Кампиносский национальный парк) [4]) или с транспортом. Возможно, имел место случай вторичного завоза американского хвойного клопа в Беларусь в 2024 году, так как с 2021 по 2023 год клопы не обнаруживались (за исключением наблюдения в Минске в 2022 году).

В Беларуси *L. occidentalis* впервые был обнаружен в 2020 году в Брестской области, на территории Беловежской пуши (Каменецкий район) [4], откуда он предположительно и начал распространение по стране. На данный момент наибольшее количество собранного материала и наблюдений имеется с юга Беларуси (Брестская и Гомельская области) (см. рисунок 2). *L. occidentalis* за 4 года был замечен во всех областях, кроме Витебской и Могилёвской. На данный момент г. Минск является самой северной точкой обнаружения вида в Беларуси. Так как одним из способов адаптации к более суровым климатическим условиям является заселение клопом хвойных пород, произрастающих в городских условиях, более благоприятных по температурным показателям по сравнению с таковыми природных лесных массивов [7], не удивительно обнаружение в Беларуси *L. occidentalis* именно в городах. Это может объясняться одним из способов распространения клопов — с транспортом, принимая во внимание тот факт, что города являются узлами транспортной сети. Предположительно, в ближайшие несколько лет с наличием климатически благоприятных для него условий *L. occidentalis* будет обнаружен во всех областях Беларуси.

Было отмечено, что количество поколений *L. occidentalis* в год меняется с изменением высоты над уровнем моря и в зависимости от климатических условий (особенно температуры) [28]. В пределах своего естественного ареала вид даёт от 1 до 3 поколений в год в зависимости от местности [11]. В Европе вид даёт также от 1 до 3 поколений [11; 28; 29]. Однако, по некоторым данным, в Европе *L. occidentalis* может давать и до 4 поколений [29]. В Центральной Европе регистрируется 1 полное поколение за сезон. Если появляется 2-е поколение, оно обычно не завершает цикл развития в этом году [28]. В Украине предположительно 1—2 поколения, на юге — 3 [14; 30]. На юге России зарегистрировано 2 поколения в год, на Северном Кавказе — 1 [18]. В условиях Беларуси возможно предположить наличие 1 поколения в год.

Зимуют *L. occidentalis* на стадии имаго или нимфы последнего (5-го) возраста [18]. В местах зимовки, благодаря агрегационному феромону, образует большие скопления [27]. В естественных условиях зимует под корой мёртвых деревьев и пней, а также ищет убежища в гнездах птиц или грызунов [28]. Отмечена попытка зимовки американского хвойного клопа в гнездах серой цапли (*Ardea cinerea* L.) [21]. Часто в поисках убежищ для зимовки клопы проникают в постройки человека. Описаны многочисленные случаи зимовки *L. occidentalis*

в отапливаемых постройках человека в Северной Америке и Европе [22]. Присутствие клопов в жилых помещениях (особенно на стенах зданий), вероятно, связано с тем, что стены зданий быстро нагреваются и долго сохраняют тепло, тем самым привлекая насекомых. Кроме того, помещения предлагают множество укрытий для клопов и таким образом обеспечивают безопасные и стабильные условия для зимовки, особенно во время неблагоприятных погодных колебаний и резких перепадов температуры ниже 0 °C [20]. В Беларуси почти все обнаруженные особи (и в 2020, и в 2024 годах) были пойманы осенью, в период поиска мест для зимовки, либо на стенах зданий, либо внутри помещений. Лишь одна особь была найдена в природных условиях зимовки, под корой. Выход *L. occidentalis* из зимовки чаще всего происходит в апреле—мае, однако клопы отмечались в Европе уже в феврале, в Украине (Житомирское Полесье) активные имаго наблюдались в марте [14]. Нимфы, вышедшие из яиц, питаются на верхушечных побегах кормовых растений. Взрослые особи нового поколения появляются ближе к концу августа [18].

Как и все представители семейства Coreidae, американский хвойный клоп является фитофагом. Имаго и нимфы трофически связаны с хвойными растениями, питаются на молодых побегах и генеративных органах более чем 40 видов хвойных деревьев и кустарников, принадлежащих к семействам Pinaceae (*Abies*, *Cedrus*, *Larix*, *Libocedrus*, *Picea*, *Pinus*, *Pseudotsuga*, *Tsuga*) и Cupressaceae (*Calocedrus*, *Cupressus*, *Juniperus*) [7; 11; 17]. Помимо хвойных, отмечено питание на лиственных породах: фисташках (*Pistacia* spp.) и миндале *Amygdalus communis* [11]. Кроме того, в 2023 году в Канаде отмечено питание клопом на культурных сортах ежевики *Rubus fruticosus* (Rosaceae) [31].

L. occidentalis известен как вредитель хвойных, так как клопы, питаясь на генеративных органах кормовых растений, снижают их семенную продуктивность. В Северной Америке вид вредит лесному хозяйству, способствует резкому уменьшению или даже блокированию всхожести семян хвойных растений [7], что особенно сказывается на лесных питомниках [30]. Например, клоп может повредить до 70—80 % семян *Pinus monticola* и 50 % семян *Pseudotsuga menziesii* в естественных условиях [11]. Об экономических потерях лесных ресурсов и негативных последствиях в лесных экосистемах из-за присутствия в них *L. occidentalis* сообщалось из Южной Америки и Северной Африки [32]. В европейских странах этот фитофаг ранее не считался опасным для лесных сообществ ввиду того, что, повреждая часть семян, клоп практически не вредит самим деревьям [7; 9]. Однако истощая семенные ресурсы, способствуя сокращению генетического разнообразия, тем самым вызывая подавление естественного возобновления и роста саженцев, насекомое влияет на состояние хвойных лесов [33]. Отмечено, что распространение *L. occidentalis* в хвойных лесах приводит к образованию пустых семян. Так, всхожесть семян сосен в лесах Турции, связанная с распространением *Leptoglossus occidentalis*, снизилась от 60—80 до всего 10 % [33]. Также с 2012 года регистрируется снижение урожайности кедровых орехов в странах Средиземноморского бассейна [33]. Отмечено, что *L. occidentalis* представляет серьезную угрозу не только для питомников хвойных растений и молодых лесов [29], но и для охраняемых (заповедных) естественных сосняков Европы [28]. В России трехлетнее исследование показало влияние соснового семенного клопа на всхожесть семян сосны крымской (*Pinus nigra pallasiana* (Lamb.)) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях Ростовской области, таким образом выявив высокую вредоносность клопа [18] для данного региона. Американский хвойный клоп может приносить значительный вред на семенных плантациях. Для Беларуси это существенно, так как страна является экспортером семян хвойных [34].

L. occidentalis известен также как переносчик фитопатогенного гриба *Sphaeropsis sapinea* (= *Diplodia pinea*), вызывающего диплодиевый некроз (диплодиоз) сосны [17; 22]. Диплодиоз приводит к ослаблению и усыханию сеянцев в питомниках, растений сосны в лесных культурах и парковых насаждениях. Поражаются разные виды сосны и другие хвойные породы: ель, кедр, кипарис, лжетсуга, лиственница, пихта, туя и др. [35].

В Беларуси также существует проблема усыхания сосен из-за диплоидоза сосны [36]. Таким образом, при увеличении численности клопа совокупный ущерб сосновым лесам в нашей стране может быть весьма значительным.

Помимо вреда хвойным растениям, американский хвойный клоп также отмечен как вредитель на фисташковых плантациях. Сообщалось о связи между повреждением фисташковых деревьев *L. occidentalis* и появлением на этих растениях грибов рода *Botryosphaeria*, вызывающих фитофтороз плодов [28].

Исходя из совокупного вреда от *L. occidentalis* хвойным насаждениям, угрозы семенным ресурсам хвойных пород по всему миру, существует потребность в регуляции численности клопов этого вида. В ряде исследований рассматриваются способы контроля численности *Leptoglossus occidentalis*, как химические (с помощью препаратов пиретроидов [18]), так и биологические. Так, в Европе проводились исследования по возможности применения ряда биологических агентов контроля: хищнец *Zelus renardii* Kolenati, 1857 [37], паразитоид *Gryon pennsylvanicum* (Hymenoptera: Scelionidae) и энтомопатогенные грибы [28]. В России также обнаружен один вид паразитоидов — *Ectophasia crassipennis* (Diptera: Tachinidae), способный контролировать численность американского хвойного клопа [17].

Заключение. Выявлены новые точки распространения *L. occidentalis* на территории Беларуси, в частности, насекомые были обнаружены в Брестской, Гомельской и Минской областях. По сведениям из общедоступных баз данных, вид также отмечен в Гродненской области. На основании этого можно сделать предположение о распространении и возможной натурализации вида на нашей территории. Помимо этого, обобщены данные по биологии вида, спектру питания, вредоносности и способах контроля численности.

Дальнейший мониторинг вида позволит получить данные о динамике расселения американского хвойного клопа, особенностях биологии и экологии и влиянии на хвойные леса в условиях Беларуси.

Авторы выражают благодарность В. А. Кузнецову (Общество с ограниченной ответственностью «Альпиндустрия», г. Минск, Республика Беларусь) и А. И. Солодовниковой (государственное учреждение «Петриковская районная ветеринарная станция», г. Петриков, Республика Беларусь) за предоставленный для изучения материал, А. О. Лукашуку (государственное природоохранное учреждение «Березинский биосферный заповедник», д. Домжерицы, Республика Беларусь) за ценные рекомендации, А. А. Семеняку и М. М. Максимова (государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», г. Минск, Республика Беларусь) за помощь в подготовке иллюстраций к статье.

Список цитируемых источников

1. Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / В. П. Семенченко, С. В. Буга, А. В. Алехнович [и др.] ; под общ. ред. В. П. Семенченко, С. В. Буги. — Минск : Беларус. навука, 2020. — 163 с.
2. Лукашук, А. О. Первая регистрация *Zelus renardii* Kolenati, 1857 (Hemiptera: Heteroptera: Reduviidae) в Республике Беларусь. / А. О. Лукашук, О. А. Найман, А. В. Кулак // Вестник БарГУ. Серия «Биологические науки (общая биология). Сельскохозяйственные науки (агрономия)». — 2022. — № 1 (11). — С. 33—40.
3. Lukashuk, A. O. Invasive species of true bugs (Hemiptera: Heteroptera) in Belarus / A. O. Lukashuk // Alien species of animals, fungi and plants in Belarus and neighbouring countries : Book of Abstracts 1st International Scientific Conference, Minsk, March 23, 2021/ Belarusian State University. — Minsk : BSU, 2021. — P. 25—26.
4. Бубенько, А. Н. Первое указание для территории Беларуси *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) из национального парка «Беловежская пуща» / А. Н. Бубенько, А. О. Лукашук, О. А. Найман // Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования. — Минск : Белорус. Дом печати, 2020. — Вып. 15. — С. 41—45.
5. Brailovsky, H. Illustrated key for identification of the species included in the genus *Leptoglossus* (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae: Coreinae: Anisoscelini), and descriptions of five new species and new synonyms / H. Brailovsky // Zootaxa. — 2014. — Vol. 3794, no 1. — P. 143—178. — DOI: 10.11646/zootaxa.3794.1.7.
6. Сосновый семенной клоп (*Leptoglossus occidentalis*). — URL: <https://www.inaturalist.org/observations/63086896> (дата обращения: 01.11.2024).

7. Гапон, Д. А. Первые находки североамериканского клопа *Leptoglossus occidentalis* Heid. (Heteroptera, Coreidae) на территории России и Украины, закономерности его распространения и возможности расширения ареала в Палеарктике / Д. А. Гапон // Энтомологическое обозрение. — 2012. — Т. 91, № 3. — С. 559—568.
8. Tazakowski, A. Labial sensory organs of two *Leptoglossus* species (Hemiptera: Coreidae): Their morphology and supposed function / A. Tazakowski, A. Masłowski, J. Brożek // *Insects*. — 2022. — Vol. 14, no. 1. — P. 1—13. — DOI: 10.3390/insects14010030.
9. Гниненко, Ю. И. Сосновый семенной клоп *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) — новый инвайдер в лесах России / Ю. И. Гниненко, А. Г. Раков, И. В. Хегай // Карантин растений. Наука и практика. — 2017. — № 1 (19). — С. 18—23.
10. Rabitsch, W. Alien true bugs of Europe (Insecta: Hemiptera: Heteroptera) / W. Rabitsch // *Zootaxa*. — 2008. — Vol. 1827, no. 1. — P. 1—44. — DOI: 10.3897/biorisk.4.44.
11. Fent, M. First record of the invasive western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in Turkey / M. Fent, P. Kment // *North-Western Journal of Zoology*. — 2011. — Vol. 7, no. 1. — P. 72—80.
12. Putchkov, P. V. Invasive true bugs (Heteroptera) established in Europe / P. V. Putchkov // Український ентомологічний журнал. — 2013. — № 2. — С. 11—28.
13. Van der Heiden, T. Summarized data on the European distribution of *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae: Coreinae: Anisoscolini) / T. Van der Heiden // *Revista chilena de entomología*. — 2019. — Vol. 45 (3). — P. 499—502. — DOI: 10.35249/rche.45.3.19.24.
14. Орлов, А. А. Инвазия семенного соснового клопа (*Leptoglossus Occidentalis* Heidemann, 1910) (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) на Украине / А. А. Орлов // Современные проблемы лесозащиты и пути их решения : материалы II Междунар. науч.-практич. конф. — Минск : БГТУ, 2020. — С. 185—189.
15. Van der Heyden, T. Primeras Citas De *Leptoglossus Occidentalis* Heidemann (Heteroptera: Coreidae: Coreinae: Anisoscolini) en Finlandia / T. Van der Heiden // *Revista chilena de entomología*. — 2020. — Vol. 46, no. 1. — P. 73—74. — DOI: 10.35249/rche.46.1.20.09.
16. Van der Heyden, T. First records of *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) in Estonia and Belarus / T. Van der Heiden // *Heteroptera Poloniae — Acta Faunistica*. — Opole, 2021. — Vol. 15. — P. 5—6. — DOI: 10.5281/zenodo.4437385.
17. Калашян, М. Ю. Первая находка соснового семенного клопа *Leptoglossus occidentalis* Heid. (Heteroptera, Coreidae) в Армении / М. Ю. Калашян, Т. Л. Креджян, Г. А. Карагян // Российский журнал биологических инвазий. — 2021. — Т. 14, № 2. — С. 52—55.
18. Invasive insect pests of forests and urban trees in Russia: Origin, pathways, damage, and management / D. L. Musolin, N. I. Kirichenko, N. N. Karpun [et al.] // *Forests*. — 2022. — Vol. 13, no. 4. — С. 521—581. — DOI: 10.3390/f13040521.
19. Aukema, B. Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic region. Supplement / B. Aukema, C. Rieger, W. Rabitsch // *The Netherlands Entomological Society*. — Amsterdam, 2013. — Vol. 6. — 629 p.
20. Lis, J. A. Will the invasive western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) seize all of Europe? / J. A. Lis, B. Lis, J. Gubernator // *Zootaxa*. — 2008. — Vol. 1740, no. 1. — P. 66—68. — DOI: 10.11646/zootaxa.1740.1.8.
21. Litwiniak, K. An attempt of wintering of *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) in Grey Heron *Ardea cinerea* nests / K. Litwiniak, M. Przymencki // *Heteroptera Poloniae — Acta Faunistica*. — Opole, 2021. — Vol. 15. — P. 125—127. — DOI: 10.5281/zenodo.5172900.
22. Емец, В. М. Находка соснового семенного клопа *Leptoglossus Occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) в Воронежском заповеднике (Центральная Россия) / В. М. Емец // Российский журнал биологических инвазий. — 2023. — Т. 16, № 2. — С. 51—55.
23. Гильденков, М. Ю. Инвазивный вид клопа *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Heteroptera: Coreidae) в экосистемах Смоленской области / М. Ю. Гильденков // Современные научные исследования: тенденции и перспективы. — 2021. — С. 5—8.
24. Коппа, Н. А. Первое обнаружение соснового семенного клопа *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Heteroptera: Coreidae) в Калининградской области / Н. А. Коппа, В. И. Рожина // Форум молодых исследователей ХимБиоSeasons. — 2023. — С. 65.
25. Karalius, S. First record of the invasive western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera, Coreidae) in Lithuania / S. Karalius, A. Karaliūtė // *Lietuvos entomologų draugijos darbai*. — 2019. — Vol. 3, no. 31. — P. 17—18.
26. Van der Heyden, T. First records of *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) in Latvia / T. Van der Heyden, U. Piterāns // *Heteroptera Poloniae — Acta Faunistica*. — Opole, 2021. — Vol. 15. — P. 129—130. — DOI: 10.5281/zenodo.5172913.
27. Чеплянский, И. Я. Сосновый семенной клоп расширяет свой ареал / И. Я. Чеплянский, Н. С. Латышова, О. Н. Бондарева // Актуальные проблемы лесного комплекса. — 2016. — № 46. — С. 95—98.

28. Adamska, I. Can the western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* (Heidemann, 1910) threaten coniferous forests in Poland? / I. Adamska, M. Dzięgielewska // *Ecological Questions*. — 2020. — Vol. 32, no. 1. — P. 1—13. — DOI: 10.12775/EQ.2021.001.
29. Barta, M. Biology and temperature requirements of the invasive seed bug *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in Europe / M. Barta // *Journal of pest science*. — 2016. — Vol. 89. — P. 31—44. — DOI: 10.1007/s10340-015-0673-z.
30. Левченко, И. С. К изучению клопов (Insecta: Heteroptera) — фитофагов хвойных интродуцентов в Донбассе / И. С. Левченко, А. И. Губин, В. В. Мартынов // *Биология растений и садоводство: теория, инновации*. — 2020. — № 4 (157). — С. 42—49.
31. First report of *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: coreidae) feeding on *Rubus* (Rosaceae) fruit / J. B. Tanney, A. Dicaire, E. John [et al.] // *The Canadian Entomologist*. — 2024. — Vol. 156, no. 25. — P. 1—5. — DOI: 10.4039/tce.2024.22.
32. Spatial analysis of the occurrence of the western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in Europe based on multiple environmental variables / J. M. Jung, D. H. Byeon, D. H. Lee [et al.] // *Ecology and Evolution*. — 2023. — Vol. 13, no 5. — P. 101—104. — DOI: 10.1002/ece3.10104.
33. Determining empty seed formation and germination rates induced by *Leptoglossus occidentalis* (Heidemann) in coniferous species in Turkish forests / S. Parlak, M. Yilmaz, A. E. Akay [et al.] // *Journal of Plant Diseases and Protection*. — 2024. — Vol. 132, no. 6. — P. 1—33. — DOI: 10.21203/rs.3.rs-4654914/v1.
34. Буга, С. В. Сосновый семенной клоп (*Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910) — потенциальная угроза лесному семеноводству в Республике Беларусь / С. В. Буга, С. Л. Нестерчук // *Лесное хозяйство: материалы докл. 84-й науч.-тех. конф., посвящ. 90-летию юбилею БГТУ и Дню белорус. науки (с междунар. участием)*. — Минск: БГТУ, 2020. — С. 32—36.
35. Уманов, Р. А. Диплодиевый некроз сосны / Р. А. Уманов // *Лесной вестник*. — 2009. — № 5. — С. 166—167.
36. Ярмолович, В. А. Инфекционное усыхание побегов *Pinus sylvestris* L. в насаждениях Беларуси / В. А. Ярмолович, Н. О. Азовская // *Грибные сообщества лесных экосистем*. — М.—Петрозаводск: Карел. науч. центр РАН, 2014. — Т. 4. — С. 133—143.
37. Parlak, S. *Zelus renardii* (Kolenati, 1857) (Heteroptera, Reduviidae) can be used in biological control against seed pest *Leptoglossus occidentalis* (Heidemann, 1910) / S. Parlak // *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*. — 2022. — Vol. 23, no. 1. — P. 190—201.

References

1. Semenchenko V. P., Buga S. V., Alekhnovich A. V. et al. [Black Book of Invasive Animal Species of Belarus Alien species of animals in the fauna of Belarus]. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 2020, 163 p. (in Russian)
2. Lukashuk A. O., Naiman O. A., Kulak A. V. [First registration of *Zelus renardii* Kolenati, 1857 (Hemiptera: Heteroptera: Reduviidae) in the Republic of Belarus]. *BarSU Herald. Series of Biological Sciences (General Biology). Agricultural Sciences (Agronomy)*, 2022, vol. 1 (11), pp. 33—40. (in Russian)
3. Lukashuk A. O. Invasive species of true bugs (Hemiptera: Heteroptera) in Belarus. *Alien species of animals, fungi and plants in Belarus and neighbouring countries. Book of Abstracts 1st International Scientific Conference*. Minsk, BSU, 2021, pp. 25—26.
4. Bubenko A. N., Lukashuk A. O., Naiman O. A. [The first indication for Belarus *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) from the Belovezhskaya Pushcha National Park]. *Osobo okhraniaemye prirodnye territorii Belarusi. Issledovania*. Minsk, Belorusskiy Dom pečhati Publ., 2020, pp. 41—45. (In Russian)
5. Brailovsky H. Illustrated key for identification of the species included in the genus *Leptoglossus* (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae: Coreinae: Anisoscelini), and descriptions of five new species and new synonyms. *Zootaxa*, 2014, vol. 3794, no. 1, pp. 143—178. DOI: 10.11646/zootaxa.3794.1.7
6. Western conifer seed bug (*Leptoglossus occidentalis*), available at: <https://www.inaturalist.org/observations/63086896> (accessed 1 November 2024).
7. Gapon D. A. First records of the western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* Heid. (Heteroptera, Coreidae) from Russia and Ukraine, regularities in its distribution and possibilities of its range expansion in the Palaearctic region. *Entomological Review*, 2012, vol. 91, no. 3, pp. 559—568.
8. Tazsakowski A., Masłowski A., Brożek, J. Labial sensory organs of two *Leptoglossus* species (Hemiptera: Coreidae): Their morphology and supposed function. *Insects*, 2022, vol. 14, no. 1, pp. 1—13. DOI: 10.3390/insects14010030
9. Gninenko Yu. I., Rakov A. G., Hegai I. V. [The pine seed bug *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) is a new invader in the forests of Russia]. *Karantin rasteniy. Nauka i praktika*, 2017, no. 1 (19), pp. 18—23. (in Russian)

10. Rabitsch W. Alien true bugs of Europe (Insecta: Hemiptera: Heteroptera). *Zootaxa*, 2008, vol. 1827, no. 1, pp. 1—44. DOI: 10.3897/biorisk.4.44
11. Fent M., Kment P. First record of the invasive western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in Turkey. *North-Western Journal of Zoology*, 2011, vol. 7, no. 1, pp. 72—80.
12. Putchkov P. V. Invasive true bugs (Heteroptera) established in Europe. *Ukrainian Entomological Journal*, 2013, no. 2, pp. 11—28.
13. Van der Heiden, T. Summarized data on the European distribution of *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae: Coreinae: Anisoscolini). *Revista chilena de entomología*, 2019, vol. 45 (3), pp. 499—502. DOI: 10.35249/rche.45.3.19.24
14. Orlov A. A. [Invasion of the seed pine bug (*Leptoglossus Occidentalis* Heidemann, 1910) (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) in Ukraine]. *Sovremennyye problemy lesozashchity i puti ikh resheniya. Materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Minsk, BGTU, 2020, pp. 185—189. (in Russian)
15. Van der Heyden T. Primeras Citas De *Leptoglossus Occidentalis* Heidemann (Heteroptera: Coreidae: Coreinae: Anisoscelini) en Finlandia. *Revista chilena de entomología*, 2020, vol. 46, no. 1, pp. 73—74. DOI: 10.35249/rche.46.1.20.09
16. Van der Heyden T. First records of *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) in Estonia and Belarus. *Heteroptera Poloniae — Acta Faunistica*, Opole, 2021, vol. 15, pp. 5—6. DOI: 10.5281/zenodo.4437385
17. Kalashyan M. Yu., Kredzhyan T. L., Karagyan G. A. [The first find of the pine seed bug *Leptoglossus occidentalis* Heid. (Heteroptera, Coreidae) in Armenia]. *Rossiyskiy zhurnal biologicheskikh invaziy*, 2021, vol. 14, no. 2, pp. 52—55. (in Russian)
18. Musolin D. L., Kirichenko N. I., Karpun N. N. et al. Invasive insect pests of forests and urban trees in Russia: Origin, pathways, damage, and management. *Forests*, 2022, vol. 13, no. 4, pp. 521—581. DOI: 10.3390/f13040521
19. Aukema B., Rieger C., Rabitsch W. Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic region. Supplement. *The Netherlands Entomological Society*. Amsterdam, 2013, vol. 6, 629 pp.
20. Lis J. A., Lis B., Gubernator J. Will the invasive western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) seize all of Europe? *Zootaxa*, 2008, vol. 1740, no. 1, pp. 66—68. DOI: 10.11646/zootaxa.1740.1.8
21. Litwiniak K., Przymencki M. An attempt of wintering of *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) in Grey Heron *Ardea cinerea* nests. *Heteroptera Poloniae — Acta Faunistica*. Opole, 2021, vol. 15, pp. 125—127. DOI: 10.5281/zenodo.5172900
22. Emets V. M. [Finding of the pine seed bug *Leptoglossus Occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in the Voronezh Nature Reserve (Central Russia)]. *Rossiyskiy Zhurnal Biologicheskikh Invaziy*, 2023, vol. 16, no. 2, pp. 51—55. (in Russian)
23. Gil'denkov M. Yu. [Invasive bug species *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Heteroptera: Coreidae) in ecosystems of the Smolensk region]. *Sovremennyye nauchnyye issledovaniya: tendentsii i perspektivy*. 2021, pp. 5—8. (in Russian)
24. Koppa N. A., Rozhina V. I. Pervoye obnaruzheniye osnovnogo semennogo klopa *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Heteroptera: Coreidae) v Kaliningradskoy oblasti [First discovery of the pine seed bug *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Heteroptera: Coreidae) in the Kaliningrad region]. *Forum molodykh issledovateley KhimBioSeasons*, 2023, p. 65. (in Russian)
25. Karalius S., Karaliūtė A. First record of the invasive western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera, Coreidae) in Lithuania. *Lietuvos entomologų draugijos darbai*, 2019, vol. 3, no. 31, pp. 17—18.
26. Van der Heyden T., Piterāns U. First records of *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) in Latvia. *Heteroptera Poloniae — Acta Faunistica*. Opole, 2021, vol. 15, pp. 129—130. DOI: 10.5281/zenodo.5172913
27. Cheplyanskiy I. Ya., Latyshova N. S., Bondareva O. N. [Pine seed bug expands area]. *Aktual'nyye problemy lesnogo kompleksa*, 2016, no. 46, pp. 95—98. (in Russian)
28. Adamska I., Dzięgielewska M. Can the western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* (Heidemann, 1910) threaten coniferous forests in Poland? *Ecological Questions*, 2020, vol. 32, no. 1, pp. 1—13. DOI: 10.12775/EQ.2021.001
29. Barta M. Biology and temperature requirements of the invasive seed bug *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in Europe. *Journal of pest science*, 2016, vol. 8, pp. 31—44. DOI: 10.1007/s10340-015-0673-z
30. Levchenko I. S., Gubin A. I., Martynov V. V. [To the study of formation of phytophagous true bugs (Insecta: Heteroptera) complex on introduced coniferous in Donbass]. *Plant Biology and Horticulture: theory, innovation*, 2020, no. 4 (157), pp. 42—49.
31. Tanney J. B., Dicaire A., John E. et al. First report of *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: coreidae) feeding on *Rubus* (Rosaceae) fruit. *The Canadian Entomologist*, 2024, vol. 156, no. 25, pp. 1—5. DOI: 10.4039/tce.2024.22

32. Jung J. M., Byeon D. H., Lee D. H. et al. Spatial analysis of the occurrence of the western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in Europe based on multiple environmental variables. *Ecology and Evolution*, 2023, vol. 13, no. 5, pp. 101—104. DOI: 10.1002/ece3.10104
33. Parlak S., Yilmaz M., Akay A. E. et al. Determining empty seed formation and germination rates induced by *Leptoglossus occidentalis* (Heidemann) in coniferous species in Turkish forests. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 2024, vol. 132, no. 6, pp 1—33. DOI: 10.21203/rs.3.rs-4654914/v1
34. Buga S. V., Nesterchuk S. L. [Pine seed bug (*Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910) — a potential threat to forest seed production in the Republic of Belarus]. *Lesnoye khozyaystvo: materialy dokladov 84-y Nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*. Minsk, BGTU, 2020, pp. 32—36. (in Russian)
35. Umanov R. A. [Diplodia necrosis of pine]. *Forestry bulletin*, 2009, no. 5, pp. 166—167. (in Russian)
36. Yarmolovich V. A., Azovskaya N. O. [Infectious drying of shoots of *Pinus sylvestris* L. in plantations of Belarus]. *Gribnyye soobshchestva lesnykh ekosistem*. Moskva-Petrozavodsk, Karel'skiy nauchnyy tsentr RAN, 2014, vol. 4, pp. 133—143. (in Russian)
37. Parlak S. *Zelus renardii* (Kolenati, 1857) (Heteroptera, Reduviidae) can be used in biological control against seed pest *Leptoglossus occidentalis* (Heidemann, 1910). *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 2022, vol. 23, no. 1, pp. 190—201.

Поступила в редакцию 26.12.2024.

Репозиторий БарГУ

UDC 595.762

S. K. RyndevichEducation Institution “Baranavichy State University”, 21 Voykova str., 225404 Baranavichy,
the Republic of Belarus, ryndevichsk@mail.ru**NEW RECORDS OF NOTERIDAE AND DYTISCIDAE (COLEOPTERA)
FROM ZANZIBAR (TANZANIA)**

The material for this paper is the author's research during the expedition to Zanzibar in January—February, 2014. The Zanzibar Archipelago includes a group of islands off the coast of the mainland Tanzania in the Indian Ocean (Zanzibar, Pemba etc.). Zanzibar (Unguja) is the major island of the Zanzibar Archipelago. It is located in the subequatorial physical-geographical belt. The beetles were collected in the Mwera river and canals in rice paddies. During the research, 10 species of water Adepaga (from 2 families, 8 genera) from Unguja island were found. 9 species of Dytiscidae and 1 species Noteridae from Zanzibar are presented. The largest number of species (5) was reported from the subfamily Hydroporinae.

For the first time *Canthydrus notula* (Erichson, 1843), *Bidessus sharpi* Régimbart, 1895, *Clypeodytes meridionalis* Régimbart, 1895, *Hydroglyphus farquharensis* (Scott, 1912), *Uvarus gschwendtneri* (Guignot, 1942), *Hydrovatus acuminatus* Motschulsky, 1859, *Laccophilus adpersus* Boheman, 1848 are recorded for Unguja island and the Zanzibar Archipelago fauna. All these species were found on the mainland Tanzania.

The article describes the habitats of all species of aquatic beetles on Zanzibar, as well as the habits of species of the difficult to diagnose genus *Laccophilus* (*L. adpersus*, *L. continentalis* Gschwendtner, 1935 and *L. cf. canthydroides* Omer-Cooper, 1957).

Key words: Insecta; Coleoptera; Noteridae; Dytiscidae; fauna; Zanzibar; Tanzania.

Fig. 8. Ref.: 8 titles.

С. К. РындевичУчреждение образования «Барановичский государственный университет», ул. Войкова, 21,
225404 Барановичи, Республика Беларусь, ryndevichsk@mail.ru**НОВЫЕ УКАЗАНИЯ NOTERIDAE И DYTISCIDAE (COLEOPTERA)
ИЗ ЗАНЗИБАРА (ТАНЗАНИЯ)**

Материалом для данной статьи послужили исследования автора во время экспедиции на Занзибар в январе—феврале 2014 года. Занзибарский архипелаг включает группу островов у побережья материковой Танзании в Индийском океане (Занзибар, Пемба и т. д.). Занзибар (Унгуджа) — главный остров Занзибарского архипелага. Он расположен в субэкваториальном физико-географическом поясе. Жуки были собраны в реке Мвере и каналах на рисовых чеках. В ходе исследований было обнаружено 10 видов водных Adepaga (из 2 семейств, 8 родов) с острова Унгуджа. 9 видов Dytiscidae и 1 вид Noteridae были отмечены на Занзибаре. Наибольшее количество видов (5) было зарегистрировано из подсемейства Hydroporinae.

Впервые *Canthydrus notula* (Erichson, 1843), *Bidessus sharpi* Régimbart, 1895, *Clypeodytes meridionalis* Régimbart, 1895, *Hydroglyphus farquharensis* (Scott, 1912), *Uvarus gschwendtneri* (Guignot, 1942), *Hydrovatus acuminatus* Motschulsky, 1859, *Laccophilus adpersus* Boheman, 1848 отмечены для фауны острова Унгуджа и Занзибарского архипелага. Все эти виды встречаются на материковой части Танзании.

В статье проиллюстрированы места обитания всех видов водных жуков, а также габитус представителей трудного в диагностическом плане рода *Laccophilus* (*L. adpersus*, *L. continentalis* Gschwendtner, 1935 и *L. cf. canthydroides* Omer-Cooper, 1957).

Ключевые слова: Insecta; Coleoptera; Noteridae; Dytiscidae; фауна; Занзибар; Танзания.

Рис. 8. Библиогр.: 8 назв.

Introduction. The Zanzibar Archipelago is a group of islands off the coast of the mainland Tanzania in the Indian Ocean. The Zanzibar or Unguja is major island of the Zanzibar archipelago. It is located in the subequatorial physical-geographical belt (zone). The area of the island is 1 660 km². The Zanzibar climate is a tropical monsoon.

There are no generalizing papers on either the fauna of Noteridae and Dytiscidae or of Unguja island or the fauna of water beetles of the Zanzibar Archipelago for now [1—5].

Unfortunately, our studies in 2014 were also of one-time nature against the background of other fragmentary data on the fauna of water beetles. Moreover, we visited Unguja during the dry season, when most of the water bodies dried up. Although we managed to make some findings of Noteridae and Dytiscidae on the island. Little diversity during the dry season was also noted for other families of water beetles (Spercheidae and Hydrophilidae) [6].

Materials and methods. The material for this article was the author's collection during the expedition to Zanzibar in January and February, 2014.

The collection of water beetles was carried out with the use of a Balfour-Brown hydrobiological net (Figure 1). Beetles were fixed in 70 %-alcohol. The material is in the author's collection.

The material was examined with the use of a Nikon SMZ-745T stereomicroscope.

Habitus photographs were taken with the use of Nikon D5100 with Nikon 60 mm 1:2.8G Macro Lens. The figures were prepared with the help of Photoshop CS5 program.

Results and discussion. During the research, 10 species of water Adepaha (from 2 families, 8 genera) from Unguja island were found. Below is an annotated list of these species, their localities and distribution are indicated.

Family Noteridae

Subfamily Noterinae

Tribe Hydrocanthini

Canthydrus notula (Erichson, 1843) (Figures 1, 4)

Material examined. Africa, Tanzania, Zanzibar, Mwera vill., the Mwera river, 31.01.2014, leg. Ryndevich S. K., 2 specimens; Zanzibar, W Mwera vill., rice paddies, canal, 6.02.2014, leg. Ryndevich S. K., 1 specimen.

Distribution. Widespread through-out Africa [7]. New record for Zanzibar (Unguja).

Family Dytiscidae

Subfamily Hydroporinae

Tribe Bidessini

Bidessus sharpi Régimbart, 1895 (Figure 2)

Material examined. Africa, Tanzania, Zanzibar, Mwera vill., the Mwera river, 31.01.2014, leg. Ryndevich S. K., 1 specimen; same data but 06.02.2014, leg. Ryndevich S. K., 1 specimen.

Distribution. Widespread to Western, Central, Eastern and Southern Africa [7; 8]. New record for Zanzibar (Unguja).

Clypeodytes (Clypeodytes) meridionalis Régimbart, 1895 (Figure 1)

Material examined. Africa, Tanzania, Zanzibar, Mwera vill., the Mwera river, 06.02.2014, leg. Ryndevich S. K., 1 specimen.

Distribution. Widespread to Western, Central, Eastern and Southern Africa [7; 8]. New record for Zanzibar (Unguja).

Hydroglyphus farquharensis (Scott, 1912) (Figure 4)

Material examined. Tanzania, Zanzibar, W Mwera vill., rice paddies, canals, 03.02.2014, leg. Ryndevich S. K., 6 specimens; same data but 06.02.2014, 13 specimens.

Distribution. Widespread to Eastern and Southern Africa [7; 8]. New record for Zanzibar (Unguja).



Figures 1—2. — Mwera river: 1 — collection of water beetles in the river collected by using a Balfour—Brown hydrobiological net, habitat of *Clypeodytes meridionalis* Régimbart; 2 — habitat of *Canthydrus notula* (Erichson), *Bidessus sharpi* Régimbart, *Hydrovatus acuminatus* Motschulsky, *Hydaticus servillianus* Aubé and *Laccophilus continentalis* Gschwendtner

Рисунки 1—2. — Река Мвера: 1 — сбор водных жуков в реке с помощью гидробиологического сачка Бальфура—Брауна, местообитание *Clypeodytes meridionalis* Régimbart; 2 — местообитание *Canthydrus notula* (Erichson), *Bidessus sharpi* Régimbart, *Hydrovatus acuminatus* Motschulsky, *Hydaticus servillianus* Aubé и *Laccophilus continentalis* Gschwendtner



Figures 3—4. — The Mwera river (3) and canals in rice paddies (4): 3 — habitat of *Hydrovatus acuminatus* Motschulsky, *Hydaticus servillianus* Aubé, *Laccophilus* cf. *canthyroides* Omer-Cooper; 4 — habitat of *Canthydrus notula* (Erichson), *Bidessus sharpi* Régimbart, *Hydroglyphus farquharensis* (Scott), *Uvarus gschwendtneri* (Guignot), *Laccophilus adspersus* Boheman and *L. continentalis* Gschwendtner

Рисунки 3—4. — Река Мвера (3) и каналы на рисовых чеках (4): 3 — местообитание *Hydrovatus acuminatus* Motschulsky, *Hydaticus servillianus* Aubé, *Laccophilus* cf. *canthyroides* Omer-Cooper; 4 — местообитание *Canthydrus notula* (Erichson), *Bidessus sharpi* Régimbart, *Hydroglyphus farquharensis* (Scott), *Uvarus gschwendtneri* (Guignot), *Laccophilus adspersus* Boheman и *L. continentalis* Gschwendtner

***Uvarus gschwendtneri* (Guignot, 1942)** (Figure 4)

Material examined. Tanzania, Zanzibar, W Mwera vill., rice paddies, canal, 06.02.2014, leg. Ryndevich S. K., 3 specimens.

Distribution. Widespread to Central, Eastern and Southern Africa [7; 8]. New record for Zanzibar (Unguja).

Tribe Hydrovatini

***Hydrovatus acuminatus* Motschulsky, 1859** (Figures 2, 3)

Material examined. Tanzania, Zanzibar, Mwera vill., Mwera river, 29.01.2014, Ryndevich S. K., 1 specimen; same data but 31.01.2014, 1 specimen.

Distribution. Widespread in Paleogeoa (Afrotropical and Oriental Regions) [7; 8]. New record for Zanzibar (Unguja).

Subfamily Dytiscinae

Tribe Hydaticini

***Hydaticus servillianus* Aubé, 1838** (Figures 2, 3)

Material examined. Tanzania, Zanzibar, Mwera vill., Mwera river, 29.01.2014, Ryndevich S. K., 1 specimen; same data but 31.01.2014, leg. Ryndevich S. K., Lundyshev D. S., 3 specimens.

Distribution. Widespread to Western, Central, Eastern and Southern Africa [7; 8], Zanzibar (Unguja) [3].

Subfamily Laccophilinae

Tribe Laccophilini

***Laccophilus adpersus* Boheman, 1848** (Figures 4, 5)

Material examined. Africa, Tanzania, Zanzibar, W Mwera vill., rice paddies, canal, 06.02.2014, leg. Ryndevich S. K., 1 specimen.

Distribution. Western, Central, Eastern and Southern Africa [5; 8]. New record for Zanzibar (Unguja).

Remarks. The collected specimen is juvenile. Body length of the specimen is 3.8 mm (Figure 5).

***Laccophilus continentalis* Gschwendtner, 1935** (Figures 2, 4, 6)

Material examined. Africa, Tanzania, Zanzibar, Mwera vill., the Mwera river, 31.01.2014, leg. Ryndevich S. K., 2 specimens; Zanzibar, W Mwera vill., rice paddies, canal, 06.02.2014, leg. Ryndevich S. K., Lundyshev D. S., 4 specimens.

Distribution. Western, Eastern and Southern Africa. Zanzibar (Unguja and Pemba) [5].

Remarks. The species was collected in the Zanzibar Archipelago in the 1950s [5; 8]. Body length of the collected specimens 3.8—4.0 mm (Figure 6).

***Laccophilus cf. canthyroides* Omer-Cooper, 1957** (Figures 3, 7, 8)

Material examined. Africa, Tanzania, Zanzibar, Mwera vill., the Mwera river, 29.01.2014, leg. Ryndevich S. K., 1 specimen.

Distribution. Central, Eastern and Southern Africa. Zanzibar (Unguja) [5; 8].

Remarks. In Afrotropical region the genus *Laccophilus* includes valid 105 species from 17 species groups. Currently, 7 species of the genus *Laccophilus* are known from the Zanzibar Archipelago, including the islands of Ugunja and Pemba [5]. Most species are difficult to distinguish on habitus and can only be identified accurately if males are present. *Laccophilus canthyroides* Omer-Cooper was record from Zanzibar (Mangapwani, collected in 1955). My specimen is a female. All signs indicate closeness to *L. canthyroides* (elytral base and humeral region with a vague pale spot, structure of the apical ventrite of female). However, it is possible to reliably distinguish this species (for example, *Laccophilus inornatus* Zimmermann, 1926 etc.) from related species only in the presence of males. The female has clear microsculpture of the elytra in the form of irregular elongated and oval cells (Figure 8). Body length of the specimen is 3.7 mm (Figure 7).



Figures 5—8. — Habitus and elytral microsculpture of *Laccophilus*: **5** — *L. adpersus* Boheman; **6** — *L. continentalis* Gschwendtner; **7** — *L. cf. canthyroides* Omer-Cooper; **8** — microsculpture of the elytra base of *L. cf. canthyroides*

Рисунки 5—8. — Габитус и микроскульптура надкрылий *Laccophilus*: **5** — *L. adpersus* Boheman; **6** — *L. continentalis* Gschwendtner, **7** — *L. cf. canthyroides* Omer-Cooper; **8** — микроскульптура основания надкрылий *L. cf. canthyroides*

Conclusion. As a result of the research new finds for ten species of the water Adephaga (9 species of Dytiscidae and one species Noteridae from Zanzibar) are presented. For the first time *Canthydrus notula* (Erichson, 1843), *Bidessus sharpi* Régimbart, 1895, *Clypeodytes meridionalis* Régimbart, 1895, *Hydroglyphus farquharensis* (Scott, 1912), *Uvarus gschwendtneri* (Guignot, 1942), *Hydrovatus acuminatus* Motschulsky, 1859, *Laccophilus adspersus* Boheman, 1848 are recorded for Unguja island and the Zanzibar Archipelago fauna.

I am very grateful to Dr. D. S. Lundyshev (Baranavichy State University, Baranavichy, the Republic of Belarus) for help in collection of material and photos of some habitats, A. V. Zemoglyadchuk (Baranavichy State University, Baranavichy, the Republic of Belarus) for help in preparing the habitus photos of *Laccophilus*.

The work was carried out with the financial support of the Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research (project no. B24V-008).

References

1. Gerstaecker A. Beitrag zur Insekten-Fauna von Zanzibar. *Archiv für Naturgeschichte*, 1867, no. 33 (1), pp. 1—49.
2. Omer-Cooper J. Dytiscidae (Coleoptera) of Nyasaland and Southern Rhodesia. VII. Hydroporinae, Hydroporini. *Journal of the Entomological Society of Southern Africa*, 1964, vol. 26, no. 2, pp. 366—378.
3. Omer-Cooper J. Dytiscidae (Coleoptera) of Nyasaland and Southern Rhodesia. IX. Dytiscinae: Eretini, Hydaticini, Thennonectini. *Journal of the Entomological Society of Southern Africa*, 1965, vol. 28, no. 1, pp. 92—106.
4. Omer-Cooper J. New and little-known species of African *Laccophilus* (Coleoptera: Dytiscidae). *Journal of the Entomological Society of Southern Africa*, 1970, vol. 33, no. 2, pp. 285—294.
5. Bistrom O., Nilsson A. N., Bergsten J. Taxonomic revision of Afrotropical *Laccophilus* Leach, 1815 (Coleoptera, Dytiscidae). *ZooKeys*, 2015, iss. 542, pp. 1—379. DOI: <http://dx.doi.org/10.3897/zookeys.542.5975>
6. Рындевич С. К. [Preliminary results of the study of Hydrophiloidea (Coleoptera: Hydrophiloidea: Spercheidae, Hydrophilidae) of Zanzibar Island]. *Zoologicheskie chteniya — 2017. Collection of articles of the International scientific and practical conference* (Grodno, March 15—17, 2017). Eds. O. V. Yanchurevich et al. Grodno, Grodno State University, 2017, pp. 191—193. (in Russian)
7. Perissinotto R., Bird M. S., Bilton D. T. Predaceous water beetles (Coleoptera, Hydradephaga) of the Lake St Lucia system, South Africa: biodiversity, community ecology and conservation implications. *ZooKeys*, 2016, iss. 595, pp. 85—135.
8. Nilsson A. N., Hajek J. A. World Catalogue of the Family Dytiscidae, or the Diving Beetles (Coleoptera, Adephaga). Version 1.I.2018, 2018, 306, p., available at: http://www.waterbeetles.eu/documents/W_CAT_Dytiscidae_2018.pdf (accessed 17 January 2025).

Список цитируемых источников

1. Gerstaecker, A. Beitrag zur Insekten-Fauna von Zanzibar / A. Gerstaecker // Archiv für Naturgeschichte. — 1867. — № 33 (1). — С. 1—49.
2. Omer-Cooper, J. Dytiscidae (Coleoptera) of Nyasaland and Southern Rhodesia. VII. Hydroporinae, Hydroporini / J. Omer-Cooper // Journal of the Entomological Society of Southern Africa. — 1964. — Vol. 26, no. 2. — С. 366—378.
3. Omer-Cooper, J. Dytiscidae (Coleoptera) of Nyasaland and Southern Rhodesia. IX. Dytiscinae: Eretini, Hydaticini, Thennonectini / J. Omer-Cooper // Journal of the Entomological Society of Southern Africa. — 1965. — Vol. 28, no. 1. — С. 92—106.
4. Omer-Cooper, J. New and little-known species of African *Laccophilus* (Coleoptera: Dytiscidae) / J. Omer-Cooper // Journal of the Entomological Society of Southern Africa. — 1970. — Vol. 33, no. 2. — С. 285—294.
5. Bistrom, O. Taxonomic revision of Afrotropical *Laccophilus* Leach, 1815 (Coleoptera, Dytiscidae) / O. Bistrom, A. N. Nilsson, J. Bergsten // ZooKeys. — 2015. — Iss. 542. — С. 1—379. — DOI: <http://dx.doi.org/10.3897/zookeys.542.5975>
6. Рындевич, С. К. Предварительные итоги изучения Hydrophiloidea (Coleoptera: Hydrophiloidea: Spercheidae, Hydrophilidae) острова Занзибар / С. К. Рындевич // Зоологические чтения — 2017 : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. (Гродно, 15—17 марта 2017 г.) / О. В. Янчуревич (отв. ред.) [и др.]. — Гродно : ГрГУ, 2017. — С. 191—193.
7. Perissinotto, R. Predaceous water beetles (Coleoptera, Hydradephaga) of the Lake St Lucia system, South Africa: biodiversity, community ecology and conservation implications / R. Perissinotto, M. S. Bird, D. T. Bilton // ZooKeys. — 2016. — Iss. 595. — С. 85—135.
8. Nilsson, A. N. World Catalogue of the Family Dytiscidae, or the Diving Beetles (Coleoptera, Adephaga). Version 1.I.2018 / A. N. Nilsson, J. A. Hajek. — 2018. — 306 с. — URL: http://www.waterbeetles.eu/documents/W_CAT_Dytiscidae_2018.pdf (date of access: 17.01.2025).

Received by the editorial staff 25.01.2025.

УДК 504:574:581.9

К. Л. Савицкая

Государственное научное учреждение «Институт экспериментальной ботаники
имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси», ул. Академическая, 27, 220072 Минск,
Республика Беларусь, karina_savv@mail.ru

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗНАЧИМОСТИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ РАЗНООБРАЗИЯ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ

Под влиянием природных и антропогенных факторов в каждом водоеме и водотоке формируется свой, часто уникальный видовой состав растений. Для территорий, большинство водных объектов которых не изучались во флористическом отношении, бывает важно оценить вклад одного из них в поддержание разнообразия водных растений всего региона. С этой целью создана методика определения ценности водных объектов для сохранения видового разнообразия водных растений. Разработан интегральный индекс с использованием метода рангов, основанный на флористических (число гидрофитов, наличие и количество охраняемых, регионально редких видов растений, созологически ценных сообществ) и иных (генезис водного объекта, его принадлежность к редким или типичным биотопам) критериях. Выполнена апробация методики на 349 водоемах и водотоках Пуховичской равнины, которые дифференцированы по природоохранному значению. Высокий и очень высокий статусы присвоены 23 водным объектам, занимающим менее 1 % площади равнины и содержащим 78,9 % видового состава растений водных объектов региона. К ним относится участок р. Неман с притоками Лоша, Уздянка, находящиеся на западе равнины, и участок реки Птичь ниже деревни Поречье на юго-востоке, а также 4 водохранилища (Левки, Рудня, Лошанское, Узденское), 2 озера (Синее, Безодница), 2 пруда (на реки Нижняя Весейка, в окрестностях деревни Вежи) и обводненный карьер на месте торфоразработок, сообщающийся с озером Сергеевичское. Новая методика может использоваться при проведении оценки антропогенного воздействия на окружающую среду (в частности на водные объекты).

Ключевые слова: гидрофиты; индекс природоохранной значимости водного объекта; созологически ценные фитоценозы; редкие биотопы; охраняемые и регионально редкие виды растений.

Рис. 1. Табл. 2. Библиогр.: 19 назв.

К. L. Savitskaya

The State Scientific Institution "V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus", 27 Akademicheskaya str., 220072 Minsk, the Republic of Belarus, karina_savv@mail.ru

A NEW METHOD FOR ASSESSMENT OF THE SIGNIFICANCE OF WATER BODIES FOR THE CONSERVATION OF AQUATIC PLANTS

Species composition of plants in waterbodies and watercourses is often unique because of influence of various natural and anthropogenic factors. For the territories where most of the water bodies have not been studied floristically, it may be important to assess the contribution of one of them to maintaining the diversity of aquatic plants in the entire region. Therefore a new method for assessment of the role of different water bodies in maintaining aquatic plant biodiversity is presented. An integral index has been developed with the use of the rank method, based on floristic (the number of hydrophytes, the presence and number of protected, regionally rare plant species, sozoologically valuable communities) and other criteria (genesis of a water body, its belonging to rare or typical biotopes). The method was tested on 349 water bodies of the Pukhovichy Plain, which were classified according to their conservation value. High and very high status have been assigned to 23 water bodies, occupying less than 1 % of the plain area and containing 78.9 % of the total plant species composition. These include stretch of the Neman River with the tributaries Losha, Uzdyanka in the west of the plain, and a stretch of the Ptich River below Porechye Village in the southeast, 4 reservoirs (the Levki, the Rudnya, the Loshanskoye, the Uzdenskoye), 2 lakes (the Sinee, the Bezodnitsa), 2 ponds (on the Nizhnyaya Veseyka River, near Vezhi Village) and flooded quarry, connected with Lake Sergeevichskoye. The new method can be used to assess the anthropogenic impact on the environment (on water bodies, in particular).

Key words: hydrophytes; index of conservation significance of a water body; sozoologically valuable phytocenoses; rare biotopes; protected and regionally rare plant species

Fig. 1. Table 2. Ref.: 19 titles.

Введение. В настоящее время более половины водных объектов Европы подвержены антропогенному эвтрофированию, а также искусственному изменению гидрологических и морфологических параметров [1—3]. Водные растения считаются чувствительными биоиндикаторами перечисленных типов нарушений водоемов и водотоков, реагирующими на них изменением видового состава и обилия видов в фитоценозах [1]. Однако до недавнего времени гораздо более востребованными в целях биоиндикации эвтрофирования водоемов и их загрязнения определенными веществами были фито-, зоопланктон, фитоперифитон и зообентос (фиксировалось временное изменение численности и видового состава водорослей, структуры популяций организмов зоопланктона и зообентоса) [4]. Так, в Национальной системе мониторинга окружающей среды Республики Беларусь традиционно для классификации качества воды в поверхностных водных объектах по гидробиологическим показателям рассчитываются индексы сапробности по Пантле и Букку (в модификации Сладечека), индекс Гуднайта—Уитлея, биотический индекс по Вудивиссу [5]. Активная разработка новых методов оценки качества вод началась после опубликования Водной рамочной директивы Европейского союза (2000), где рекомендовано применение водных растений в качестве биоиндикаторов [6]. В разных странах мира появились как отдельные индексы (RI, TIM, MTR, IBMR и др.) [7], основанные, как правило, на учете обилия и индикаторной значимости разных видов водных растений, так и более сложные интегральные системы оценки экологического статуса водоемов и водотоков, одним из компонентов которых являлись растения. В то же время известно, что видовое богатство водных растений определяется и природными особенностями среды конкретной водной экосистемы (ее физико-химическими характеристиками, гидрологическим режимом, размерами, количеством различных микроразнообразий и т. д.). В результате сочетанного действия естественных и антропогенных факторов в каждом водоеме и водотоке складывается свой, часто уникальный состав водных растений и их сообществ. Поэтому разные водные объекты (даже подверженные сходной по характеру и величине антропогенной нагрузке, которую можно оценить с помощью вышеперечисленных и иных подходов) могут вносить очень неодинаковый вклад в поддержание биоразнообразия водных растений определенных территорий. В Беларуси большинство водоемов и водотоков слабо изучены во флористическом отношении, при этом часто при проведении оценки антропогенного воздействия на окружающую среду (в частности на водные объекты), выделении особо охраняемых природных территорий, исследовании популяций охраняемых видов растений необходимо определить положение одного или нескольких изучаемых водных объектов в гидрографической сети региона (когда ее полное обследование не планируется, требует больших финансовых затрат и т. д.) по их значимости в поддержании ее биоразнообразия. Для этой цели была создана методика определения ценности водных объектов для сохранения видового разнообразия водных растений.

Материалы и методы исследования. Индекс, положенный в основу новой системы оценки природоохранной ценности водных объектов, разрабатывался по методу рангов [8]. Методика оценки апробирована на 349 водных объектах Пуховичской равнины, включающей 8 административных районов (2 — полностью, 6 — частично) Минской области и 1 — Могилевской. Данные по видовому составу растений водных объектов получены при специальном изучении флоры данного региона по методу сеточного картирования с 2018 по 2023 год [9]. Классификация водных объектов соответствует приведенной в Водном кодексе Республики Беларусь [10], их дальнейшее разделение по уровню антропогенной трансформации принято по [11]. Определения терминов «водные растения», «заходящие в воду береговые растения», «гидрофиты» содержатся в работах [12; 13]. В состав гидрофитов включены харовые водоросли [13]. Названия таксонов приводятся согласно мировой базе данных [14]. Для определения статуса и категории охраны видов растений использовалось действующее издание Красной книги Республики Беларусь [15], соэкологическая ценность фитоценозов устанавливалась по критериям, приведенным в [16].

Результаты исследования и их обсуждение. Интегральный индекс природоохранной значимости водного объекта D_v вычисляется по формуле $D_v = \sum_{i=1}^n \left(\frac{H_i R_i}{K_i} \right)$, где n — количество показателей, H_i — вес i -го показателя (определен по методу экспертных оценок); R_i — ранг i -го показателя; K_i — нормирующий коэффициент (максимальное значение шкалы рангов для i -го показателя) (таблица 1).

Т а б л и ц а 1. — Критерии природоохранной значимости водоемов и водотоков

Т а б л е 1. — Criteria for the conservation significance of waterbodies and watercourses

| Номер показателя | Показатель | Значения | Ранг (R_i) | Вес (H_i) |
|------------------|---|---|----------------|---------------|
| I | Генезис водного объекта (природный, антропогенно измененный, антропогенно образованный) | Реки и их участки с естественным руслом, озера (в том числе старицы) | 3 | 0,1 |
| | | Водохранилища, пруды, обводненные карьеры (только сообщающиеся с озерами), канализированные участки рек | 2 | |
| | | Мелиоративные каналы, пруды-копани, обводненные карьеры, технологические водные объекты (каналы и пруды рыбоводных хозяйств) | 1 | |
| II | Наличие охраняемых видов водных и заходящих в воду береговых растений | 2 и более охраняемых (I—IV категорий охраны) видов (в том числе харовых водорослей), или 1 охраняемый вид и неохраняемые виды харовых водорослей, или 1 охраняемый вид и виды профилактической охраны | 3 | 0,3 |
| | | 1 охраняемый вид | 2 | |
| | | 1 и более видов профилактической охраны | 1 | |
| III | Наличие неохраняемых регионально редких дикорастущих видов водных и заходящих в воду береговых растений | 3 и более видов высших растений | 2 | 0,1 |
| | | 1—2 вида высших растений или 1 и более видов харовых водорослей | 1 | |
| IV | Наличие растительных сообществ с высоким обилием охраняемых или регионально редких видов водных и заходящих в воду береговых растений | Охраняемый вид или вид профилактической охраны является доминантом или субдоминантом хотя бы одного фитоценоза в водном объекте | 2 | 0,2 |
| | | Присутствует фитоценоз с доминированием или содоминированием регионально редкого вида | 1 | |
| V | Общее число видов гидрофитов | 16 и более | 4 | 0,2 |
| | | 11—15 | 3 | |
| | | 6—10 | 2 | |
| | | 1—5 | 1 | |
| VI | Принадлежность водного объекта к редким или типичным биотопам | Редкие или типичные биотопы группы 2 — биотопы пресноводных водотоков и водоемов или группы 5 — биотопы болот (ТКП 17.12-06-2021 (33140)) [17], а также встречающиеся в Беларуси биотопы перечня European Red List of Habitats (группа — пресноводные местообитания категории VU (Vulnerable)) [18] | 1 | 0,1 |

Ниже подробно описаны критерии, используемые при расчете индекса, сопровождаемые дополнительными данными о тех или иных категориях водных растений.

1. *Генезис водного объекта.* Из-за повсеместного снижения видового разнообразия водных растений как природные, так и антропогенно измененные или антропогенно образованные водные объекты могут быть важны для сохранения популяций тех или иных видов. Но в случае одинакового числа набранных баллов естественным и искусственным водным объектом предпочтение должно быть отдано первому, что регулируется через их ранги.

2. *Наличие охраняемых видов водных и заходящих в воду береговых растений.* Созологически значимые виды растений — важнейший компонент флоры водных объектов Пуховичской равнины, причем на долю гидрофитов приходится 17,8 % видов водного ядра флоры. Пять охраняемых видов водных и заходящих в воду береговых растений значатся в основном списке Красной книги Республики Беларусь, принадлежат к III категории охраны (*Berula erecta* (Huds.) Coville, *Najas major* All., *Drosera intermedia* Hayne, *Chara fragilis* Desv., *Nitellopsis obtusa* (Desvaux A. N.) Groves J.). Один вид относится к IV категории охраны (*Salvinia natans* (L.) All.). Видов, подлежащих профилактической охране, — шесть (*Potamogeton trichoides* Cham. et Schtdl., *P. acutifolius* Link, *Utricularia minor* L., *U. australis* R. Br., *Persicaria bistorta* Samp., *Galium trifidum* L.).

Установлено, что *Berula erecta* встречается довольно редко (в 15,0 % квадратов сетки) в юго-восточной части Пуховичской равнины в среднем и нижнем течении реки Птичь практически непрерывно, занимая прибрежные биотопы естественных участков русла этого водотока. Воспроизводство ценопопуляций вида преимущественно вегетативное, генеративные побеги образуются изредка.

Большинство локалитетов *Najas major* в пределах Пуховичской равнины приурочено к искусственным водоемам (водохранилищам, копаням на месте торфоразработок) с прозрачной водой и илисто-торфянистыми донными отложениями. При этом часть локалитетов связана непосредственно с озером Сергеевичское и его водосбором. Несмотря на наблюдаемое в настоящее время расширение ареала вида в северном направлении, которому способствует изменение климата, *N. major* остается уязвимым видом, лимитируемым в распространении низкой прозрачностью вод, их минеральным составом, накоплением ила в водоемах, конкуренцией с многолетними гидрофитами и иными факторами [15]. Согласно шкале встречаемости, *N. major*, отмеченная в 5,0 % ячеек сетки, относится к редким видам региона.

Drosera intermedia зарегистрирована в единственном локалитете — сплаvine вокруг озера Синее в пределах торфомассива Сергеевский, занятой сообществом с доминированием очеретника белого и сфагновых мхов, на переувлажненном торфянистом грунте. Стенотопный вид [15] заходящих в воду береговых растений.

Nitellopsis obtusa отмечался только в водохранилищах Левки, Рудня, Узденском и достигал высокого проективного покрытия в сообществах гидрофитов.

Salvinia natans также известна из одного местонахождения — водохранилища Рудня, где приурочена к слабо антропогенно измененному микроэкотопу (мелководье вблизи естественного берега, мало посещаемого людьми, граничащего с лесом) с прозрачной водой и торфянистыми донными отложениями.

Включение *Chara fragilis* в Красную книгу Республики Беларусь вызывает некоторые сомнения, поскольку доказана его толерантность к эвтрофированию водоемов, способность к быстрой колонизации нарушенных участков и широкое распространение в умеренной зоне Европы.

При этом предполагается, что чем большее число различных видов охраняемых растений содержит водный объект, тем экологически стабильнее и разнообразнее по микроэкотопам эта водная экосистема, что и учтено через соответствующие ранги.

3. *Наличие неохраняемых регионально редких дикорастущих видов водных и заходящих в воду береговых растений.* К неохраняемым регионально редким дикорастущим видам, часть из которых можно считать индикаторами естественных, слабо антропогенно трансфор-

мированных водных экотопов, относили те водные и заходящие в воду береговые растения, для которых известно наименьшее число местонахождений в регионе (категорий встречаемости «очень редкие» и «редкие», отмеченные не более чем в 14,9 % квадратов сетки). Гибриды включали в данный список в случае их редкости или если хотя бы один из родительских видов являлся редким. В качестве критерия отнесения растений к регионально редким рассматривалась также естественность произрастания видов — культивируемые виды не вошли в перечень.

Перечень регионально редких дикорастущих видов водных и заходящих в воду береговых растений, учитываемых при расчете индекса D_v

1. *Achillea salicifolia* Besser ex DC.
 2. *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla × *Bolboschoenus planiculmis* (F. Schmidt)
- T. V. Egorova
3. *Bolboschoenus planiculmis* (F. Schmidt) T. V. Egorova
 4. *Catabrosa aquatica* (L.) P. Beauv.
 5. *Catabrosa kneuckeri* Tzvelev
 6. *Ceratophyllum submersum* L.
 7. *Eleocharis mamillata* (H. Lindb.) H. Lindb.
 8. *Eleocharis uniglumis* (Link) Schult.
 9. *Eleocharis palustris* subsp. *waltersii* Bureš et Danihelka (*Eleocharis vulgaris* Á. Löve et D. Löve)
 10. *Galium palustre* L. × *Galium uliginosum* L.
 11. *Jacobaea paludosa* (L.) G. Gaertn., B. Mey. et Scherb.
 12. *Juncus inflexus* L.
 13. *Juncus ranarius* Songeon et E. P. Perrier
 14. *Leersia oryzoides* (L.) Sw.
 15. *Potamogeton acutifolius* Link × *Potamogeton compressus* L.
 16. *Potamogeton alpinus* Balb.
 17. *Potamogeton berchtoldii* Fieber
 18. *Potamogeton* × *confinis* Hagstr. (*P. friesii* Rupr. × *P. pusillus* L.)
 19. *Potamogeton* × *fluitans* Roth (*P. lucens* L. × *P. natans* L.)
 20. *Potamogeton* × *franconicus* G. Fisch. (*P. berchtoldii* Fieber × *P. trichoides* Cham. et Schtdl.)
 21. *Potamogeton friesii* Rupr. × *Potamogeton berchtoldii* Fieber
 22. *Potamogeton* × *grovesii* Dandy et G. Taylor (*P. pusillus* L. × *P. trichoides* Cham. et Schtdl.)
 23. *Potamogeton obtusifolius* Mert. et W. D. J. Koch
 24. *Potamogeton* × *olivaceus* Baagøe ex G. Fisch. (*P. alpinus* Balb. × *P. crispus* L.)
 25. *Potamogeton pusillus* L.
 26. *Potamogeton* × *semifructus* A. Benn. (*P. friesii* Rupr. × *P. obtusifolius* Mert. et W. D. J. Koch)
 27. *Ranunculus trichophyllus* Chaix
 28. *Rumex aquaticus* L.
 29. *Scheuchzeria palustris* L.
 30. *Scrophularia oblongifolia* Loisel. (*Scrophularia umbrosa* Dumort.)
 31. *Sparganium* × *longifolium* Turcz. ex Ledeb. (*Sparganium gramineum* Georgi × *Sparganium emersum* Rehmman)
 32. *Triglochin palustris* L.
 33. *Typha* × *glaucula* Godr. (*T. angustifolia* L. × *T. latifolia* L.)

Поскольку все виды харовых водорослей, отмеченные в пределах Пуховичской равнины, редки для исследуемой территории и, согласно литературным сведениям, весьма чувствительны к антропогенной трансформации водных экосистем, они также являются индикаторами высокого качества вод и учитываются с наивысшим рангом по рассматриваемому показателю.

4. *Наличие растительных сообществ с высоким обилием охраняемых или регионально редких видов водных и заходящих в воду береговых растений.* Наиболее соэкологически ценными для изучаемой территории являются фитоценозы с высоким обилием (доминированием) охраняемых (I—IV категории охраны) или регионально редких видов водных и заходящих в воду береговых растений. Данное утверждение лежит в рамках концепции (принципов) создания Зеленой книги Республики Беларусь и сопредельных территорий.

5. *Общее число видов гидрофитов.* Критерий введен, поскольку разнообразие гидрофитов Пуховичской равнины снижено (в некоторых прудах-копанях и каналах они и вовсе отсутствовали) и стремится к таковому на урбанизированных территориях [9; 19]. Соответственно, даже максимальное (из всех наблюдаемых) количество видов гидрофитов (23) в водном объекте не является подтверждением усиления антропогенного эвтрофирования водоема. Напротив, водоемы, поддерживающие прохождение жизненных циклов гидрофитов, имеют сравнительно высокую природоохранную ценность. Они не менее значимы, чем содержащие соэкологически ценные фитоценозы (показатель IV в таблице 1) (присвоен такой же весовой коэффициент — 0,2), так как сокращение количества видов «водного ядра» ввиду загрязнения и преобразования человеком их мест произрастания — повсеместное явление [3].

6. *Принадлежность водного объекта к редким или типичным биотопам.* Наряду с критерием 1 (вес — 0,1) является дополнительным и необходимым для уточнения уже определенного по иным параметрам статуса водных объектов. Устанавливается согласно ТКП 17.12-06-2021 (33140) [17] и European Red List of Habitats [18] (пресноводные местообитания из категории VU (Vulnerable), представленные на территории Беларуси). Водные объекты без водных растений (например, дистрофные водоемы биотопа 5.1 или мелиоративные каналы биотопа 5.2) нельзя назвать значимыми для сохранения видового разнообразия растений — таким объектам присваивается ранг 0 по данному показателю.

Значения индекса D_v могут изменяться от 0 до 1. Оценка природоохранной значимости водного объекта производится на основании следующей шкалы значений D_v : очень низкая — 0,00—0,19, низкая — 0,20—0,39, средняя — 0,40—0,59, высокая — 0,60—0,79, очень высокая — 0,80—1,00. D_v рассчитан для 349 обследованных водоемов и водотоков (их участков). Результаты отражены на рисунке 1.

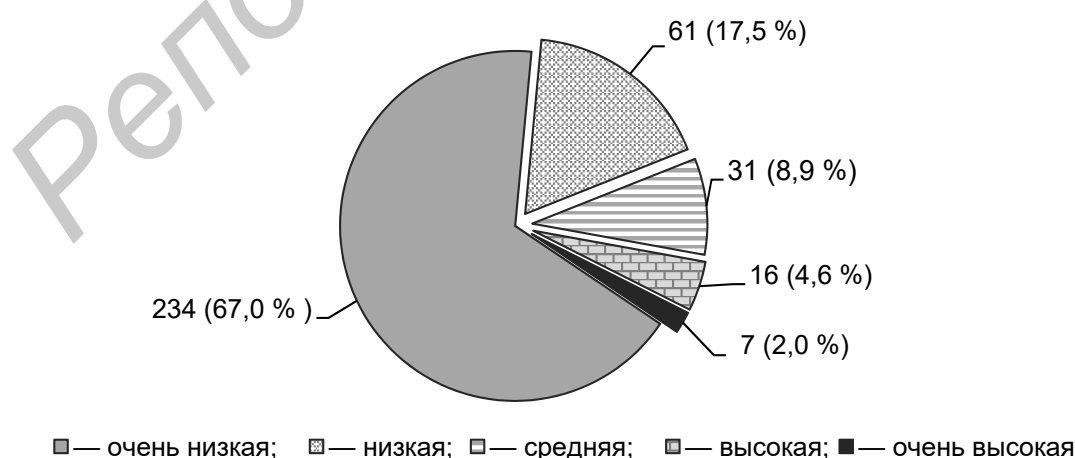


Рисунок 1. — Соотношение числа водоемов и водотоков с различной природоохранной значимостью на территории Пуховичской равнины

Figure 1. — The ratio of the number of waterbodies and watercourses with different conservation value on the territory of the Pukhovichy Plain

В пределах Пуховичской равнины преобладают водоемы и водотоки с очень низкой и низкой природоохранной значимостью (84,5 %), только 4,6 % водных объектов имеют высокую, а 2,0 % — очень высокую значимость для сохранения разнообразия водных растений этой территории (таблица 2).

Таким образом, наибольшее значение для сохранения разнообразия водных растений Пуховичской равнины имеют две речные сети: участок реки Неман с притоками Лоша, Уздянка в нижнем течении, находящиеся на западе исследуемой территории, и участок реки Птичь ниже деревни Поречье на юго-востоке равнины, а также несколько водохранилищ (Левки, Рудня, Узденское, Лошанское), два озера (Синее, Безодница), два пруда (на реке Нижняя Весейка, в окрестности деревни Вежи) и один обводненный карьер на месте торфоразработок, сообщающийся с озером Сергеевичское.

Т а б л и ц а 2. — Наиболее значимые с природоохранной точки зрения водные объекты Пуховичской равнины

T a b l e 2. — The most significant water bodies of the Pukhovichy Plain in terms of biodiversity conservation

| Водный объект | D_v | Природо-охранная значимость |
|---|-------|-----------------------------|
| Р. Неман (Узденский р-н, восточная окрестность (< 1 км) д. Костеши) | 1,00 | Очень высокая |
| Водохранилище Левки (Стародорожский р-н, 5,8 км юго-восточнее д. Щитковичи) | 0,92 | |
| Водохранилище Рудня (Слуцкий р-н, северная окрестность д. Рудня) | 0,92 | |
| Р. Неман (Узденский р-н, северо-восточная окрестность аг. Могильно) | 0,85 | |
| Р. Уздянка (Узденский р-н, западная окрестность д. Сымончицы) | 0,85 | |
| Р. Птичь (Пуховичский р-н, северная окрестность д. Выемка) | 0,80 | |
| Р. Птичь (Пуховичский р-н, южная окрестность д. Клетное) | 0,80 | Высокая |
| Водохранилище Лошанское (Узденский р-н, юго-западная окрестность д. Костюки) | 0,77 | |
| Обводненный карьер на месте торфоразработок (Пуховичский р-н, 1,8 км юго-восточнее д. Сергеевичи) | 0,77 | |
| Р. Лоша (Узденский р-н, юго-западная окрестность д. Рачица) | 0,77 | |
| Р. Птичь (Пуховичский р-н, восточная окрестность д. Поречье) | 0,75 | |
| Р. Птичь (Осиповичский р-н, 1,5 км восточнее д. Житин) | 0,75 | |
| Р. Птичь (Осиповичский р-н, д. Крынка) | 0,75 | |
| Р. Птичь (Осиповичский р-н, северная окрестность д. Дричин) | 0,75 | |
| Водохранилище Узденское (Узденский р-н, г. Узда) | 0,72 | |
| Р. Уздянка (Узденский р-н, восточная окрестность д. Зеньковичи) | 0,72 | |
| Р. Птичь (Пуховичский р-н, юго-восточная окрестность д. Мельница) | 0,70 | |
| Пруд (Слуцкий р-н, западная окрестность д. Вежи) | 0,67 | |
| Р. Лоша (Копыльский р-н, северная окрестность д. Луговая) | 0,67 | |
| Оз. Безодница (Дзержинский р-н, д. Безодница) | 0,65 | |
| Оз. Синее (Пуховичский р-н, 4 км северо-западнее д. Волосач) | 0,65 | |
| Пруд на р. Нижняя Весейка (Слуцкий р-н, д. Омговичи) | 0,62 | |
| Р. Неман (Копыльский р-н, д. Песочное) | 0,60 | |

Заключение. Показана возможность использования разработанного интегрального индекса природоохранной значимости водных объектов (D_v), основанного на флористических и иных критериях, для дифференциации водоемов и водотоков по их ценности для сохранения биоразнообразия водных растений различных территорий. Полнота и комплексность оценки водных объектов достигается через использование параметров трех уровней: видового, фитоценотического, экосистемного.

Водоемы и участки водотоков с высокой и очень высокой природоохранной значимостью занимают менее 1,0 % территории Пуховичской равнины и содержат 78,9 % всего видового состава водных растений региона.

Список цитируемых источников

1. Plants in aquatic ecosystems: current trends and future directions / M. T. O'Hare, F. C. Aguiar, T. Asaeda [et al.] // *Hydrobiologia*. — 2018. — Vol. 812. — P. 1—11. — DOI: 10.1007/s10750-017-3190-7.
2. European Waters: Assessment of Status and Pressures. EEA Report № 8/2012. — Luxembourg : Office for Official Publications of the European Union, 2012. — 96 p. — DOI: 10.2800/63266.
3. *Garcia-Murillo, P.* Decline of aquatic plants in an iconic European protected natural area / P. Garcia-Murillo, C. Díaz-Paniagua, R. Fernández-Zamudio // *Journal for Nature Conservation*. — 2025. — Vol. 84. — P. 1—12. — DOI: 10.1016/j.jnc.2024.126814.
4. Биоиндикация и биотестирование в пресноводных экосистемах : учеб. пособие для высш. учеб. заведений / Н. В. Зуева, Д. К. Алексеев, А. Ю. Кумыенко [и др.]. — СПб. : РГГМУ, 2019. — 140 с.
5. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2010. / под общ. ред. С. И. Кузьмина, В. В. Савченко. — Минск : БелНИЦ «Экология», 2011. — С. 35—96.
6. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy // *Official Journal L 327*. — 2000. — P. 1—73.
7. Report on the Central Baltic River GIG Macrophyte Intercalibration Exercise / S. Birk, N. Willby, C. Chauvin [et al.]. — Essen : University Duisburg-Essen, 2007. — 82 p.
8. *Тюсов, А. В.* Оценка природоохранного статуса территорий путем пространственного анализа распространения редких биологических видов (на примере Тверской области) : автореф. ... дис. канд. биол. наук : 25.00.23. — Пермь, 2008. — 17 с.
9. *Савицкая, К. Л.* Структура флоры водоемов и водотоков Пуховичской равнины / К. Л. Савицкая // *Ботаника (исследования) : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси*. — Минск, 2024. — Вып. 53. — С. 28—37.
10. Водный кодекс Республики Беларусь : 30 апр. 2014 г. № 149-3. — URL: <https://etalonline.by/document/?regnum=Нк1400149> (дата обращения: 23.01.2025).
11. *Капитонова, О. А.* Флора макрофитов Вятско-Камского Предуралья : монография / О. А. Капитонова. — Ярославль : Филигрань, 2021. — 568 с.
12. *Папченков, В. Г.* Основные гидрботанические понятия и сопутствующие им термины : проект / В. Г. Папченков, А. В. Щербаков, А. Г. Лапиров. — Рязань : Сервис, 2003. — 21 с.
13. *Папченков, В. Г.* О классификации растений водоемов и водотоков / В. Г. Папченков // *Гидрботаника: методология, методы : материалы школы по гидрботанике*, Борок, 8—12 апр. 2003 г. / науч. ред.: В. Г. Папченков [и др.] ; Ин-т биол. внутр. вод им. И. Д. Папанина РАН. — Рыбинск, 2003. — С. 23—26.
14. WFO (2024): World Flora Online. — URL: <http://www.worldfloraonline.org> (date of access: 11.11.2024).
15. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол.: И. М. Качановский (предс.), М. Е. Никифоров [и др.]. — 4-е изд. — Минск : Беларус. энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. — 448 с.
16. *Сцепановіч, І. М.* Прынцыпы, метады і крытэры сазалагічнай ацэнкі раслінных супольніцтваў / І. М. Сцепановіч // *Природные ресурсы*. — 2016. — № 1. — С. 34—47.
17. Охрана окружающей среды и природопользование. Территории. Растительный мир. Правила выявления типичных и (или) редких биотопов, типичных и (или) редких природных ландшафтов, оформления их паспортов и охранных обязательств : ТКП 17.12-06-2021 (33140). — Минск : Минприроды, 2021. — 85 с.
18. European Red List of Habitats. / J. A. M. Janssen, J. S. Rodwell, M. García Criado [et al.]. — Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2016. — Part 2, Terrestrial and freshwater habitats. — 38 p. — DOI: 10.2779/091372.
19. *Капитонова, О. А.* Гидрофильная флора урбанизированных территорий Вятско-Камского Предуралья (на примере городов Удмуртской республики) / О. А. Капитонова // *Труды Института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН*. — 2021. — Вып. 93, № 96. — С. 7—25. — DOI: 10.47021/0320-3557-2021-7-25.

References

1. O'Hare M. T., Aguiar F. C., Asaeda T. et al. Plants in aquatic ecosystems: current trends and future directions. *Hydrobiologia*, 2018, vol. 812, pp. 1—11. DOI: 10.1007/s10750-017-3190-7
2. European Waters: Assessment of Status and Pressures. EEA Report № 8/2012. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Union, 2012. 96 p. DOI: 10.2800/63266
3. Garcia-Murillo P., Díaz-Paniagua C., Fernández-Zamudio R. Decline of aquatic plants in an iconic European protected natural area. *Journal for Nature Conservation*, 2025, vol. 84, pp. 1—12. DOI: 10.1016/j.jnc.2024.126814
4. Zueva N. V., Alekseev D. K., Kulichenko A. Yu. et al. [Bioindication and biotesting in freshwater ecosystems: a textbook for higher educational institutions]. Saint Petersburg, RGGMU Publ., 2019, 140 p. (in Russian)
5. [National Environmental Monitoring System in the Republic of Belarus: observation results, 2010]. Eds. S. I. Kuz'min, V. V. Savchenko Minsk, BelNITs "Ekologiya" Publ., 2011, pp. 35—96. (in Russian)
6. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal L 327*, 2000, pp. 1—73.
7. Birk S., Willby N., Chauvin C. et al. Report on the Central Baltic River GIG Macrophyte Intercalibration Exercise. Essen, University Duisburg-Essen, 2007, 82 p.
8. Tyusov A. V. [Assessment of the environmental status of territories through spatial analysis of the distribution of rare biological species (using the example of the Tver Region)]. Abstract of Ph. D. thesis Perm, 2008, 17 p. (in Russian)
9. Savitskaya K. L. [Flora structure of the Pukhovichy plain waterbodies and waterflows]. *Botanika (issledovaniya). Sbornik nauchnykh trudov*, 2024, no. 53, pp. 28—37. (in Russian)
10. Vodnyi kodeks Respubliki Belarus'. 30 aprelya 2014 g. № 149-Z [Water Code of the Republic of Belarus. April 30, 2014 No. 149-Z]. Available at: <https://etalonline.by/document/?regnum=Hk1400149> (accessed 23 January 2025).
11. Kapitonova O. A. [Flora of macrophytes of the Vyatka-Kama Cis-Urals: monograph]. Yaroslavl, Filigran' Publ., 2021, 568 p. (in Russian)
12. Papchenkov V. G., Shcherbakov A. V., Lapirov A. G. [Basic hydrobotanical concepts and accompanying terms: Project]. Ryazan, Service Publ., 2003, 21 p. (in Russian)
13. Papchenkov V. G. [About the classification of plants of waterbodies and watercourses]. *Gidrobotanika: metodologiya, metody. Materialy shkoly po gidrobotanike*. Rybinsk, 2003, pp. 23—26. (in Russian)
14. WFO: World Flora Online (2024). Available at: <http://www.worldfloraonline.org> (accessed November 11, 2024).
15. [Red Book of the Republic of Belarus. Plants: rare and endangered species of wild plants]. 4th ed. Minsk, Belaruskaja jencyklapedyja imja P. Browki Publ., 2015, 448 p. (in Russian)
16. Scepanovich I. M. [Principles, methods and criteria of zoological assessment of plant communities]. *Natural resources*, 2016, no. 1, pp. 34—47. (in Belarusian)
17. [Technical Code of Practice 17.12-06-2021 (33140). Environmental protection and nature use Territories. Vegetation world. Rules of detection of typical and (or) rare biotopes, typical and (or) rare natural landscapes, registration of their passports and protective obligations]. ТКР 17.12-06-2021 (33140). Minsk, Minprirody Publ., 2021, 85 p. (in Russian)
18. Janssen J. A. M., Rodwell J. S., García Criado M. et al. European Red List of Habitats. Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2016, Part 2. Terrestrial and freshwater habitats, 38 p. DOI: 10.2779/091372
19. Kapitonova O. A. [Hydrophilic flora of urbanized territories of the Vyatka-Kama Cis-Urals (on the example of cities of the Udmurt Republic)]. *Transactions of Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS*, 2021, iss. 93, no. 96, pp. 7—25. (in Russian). DOI: 10.47021/0320-3557-2021-7-25

Поступила в редакцию 12.01.2025.

UDC 581.524.1:631.879.4:543.641

M. Yakhnovets¹, D. Podolsky², M. Stocki³, J. Maslowiecka⁴, E. Yurchenko⁵^{1,2}Education Institution “Polesky State University”, 23 Dniaproŭskaj flatylii str., 225710 Pinsk, the Republic of Belarus, ¹maksim.yakhnovets@gmail.com, ²dmitrij.podolskij.94@list.ru^{3,4,5}Institute of Forest Sciences, Białystok University of Technology, 45A Wiejska str., 15-351 Białystok, Poland, ³m.stocki@pb.edu.pl, ⁴j.maslowiecka@pb.edu.pl, ⁵eugene.o.yurchenko@gmail.com

CHANGES IN THE CHEMICAL COMPOSITION OF *ACER NEGUNDO* AND *ROBINIA PSEUDOACACIA* GREEN LEAF BIOMASS AFTER PASSIVE COMPOSTING

Acer negundo L. (Sapindaceae) and *Robinia pseudoacacia* L. (Fabaceae) are woody weeds with an expanding secondary range, recognized as invasive species in Belarus and many temperate countries. Due to their high biomass production potential, these plants are being considered for use as organic fertilizer or mulch after mechanical removal. To assess the risk of phytotoxicity from their phytomass to cultivated plants, a study was conducted on the content of organic compounds with presumed allelopathic activity, both before and after 10 months of composting, including during the cold seasons.

The Folin & Ciocalteu's assay, carried out independently in two laboratories, showed a reduction in total phenolic contents after composting, with 5,0—6.7-fold decrease in *A. negundo* leaves and 2,1—4.9-fold decrease in *R. pseudoacacia* leaves. Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) analysis of water extracts showed disappearance of selected (marker) phenolic compounds in both plants after composting. At the same time, the increase in the levels of organic acids was detected in composted phytomass compared to the non-composted material, especially lactic and phosphoric acids. The presumed decomposition of phenolic compounds reduces the phytotoxicity of leaves after composting, while the presence of allelopathically active organic acids may explain some remaining allelopathic effects in the compost. Both the Folin & Ciocalteu's assay and GC-MS analysis showed no apparent differences in phenolic compounds between *A. negundo* and *R. pseudoacacia* non-composted leaves that were dried in the shade and those dried in the sun.

Key words: *Acer negundo*; allelochemicals; invasive plants; organic acids; phenolic compounds; phytomass utilization; *Robinia pseudoacacia*.

Table 3. Ref.: 35 titles.

^{1,2}М. Яхновец¹, Д. Подольский², М. Стоцки³, И. Масловецка⁴, Е. Юрченко⁵^{1,2}Учреждение образования «Полесский государственный университет», ул. Днепровской флотилии, 23, 225710 Пинск, Республика Беларусь, ¹maksim.yakhnovets@gmail.com, ²dmitrij.podolskij.94@list.ru^{3,4,5}Институт лесных наук, Белостокский технический университет, ул. Сельская, 45А, 15-351 Белосток, Республика Польша, ³m.stocki@pb.edu.pl, ⁴j.maslowiecka@pb.edu.pl, ⁵eugene.o.yurchenko@gmail.com

ИЗМЕНЕНИЯ В ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ ЗЕЛЕННЫХ ЛИСТЬЕВ *ACER NEGUNDO* И *ROBINIA PSEUDOACACIA* ПОСЛЕ ИХ ПАССИВНОГО КОМПОСТИРОВАНИЯ

Acer negundo L. (Sapindaceae) and *Robinia pseudoacacia* L. (Fabaceae) — древесные сорняки с расширяющимся вторичным ареалом, признанные инвазионными видами в Беларуси и многих странах с умеренным климатом. По причине высокой продуктивности эти растения рассматриваются для использования в качестве органического удобрения или мульчи после механического удаления. Для оценки риска фитотоксичности их фитомассы для культурных растений было проведено исследование содержания органических соединений с предполагаемой аллелопатической активностью как до, так и после 10 месяцев компостирования, которые включали холодный период года.

Анализ методом Фолина—Чокальтеу, проведенный независимо в двух лабораториях, показал снижение общего содержания фенолов после компостирования с 5,0—6,7-кратным снижением в листьях *A. negundo* и 2,1—4,9-кратным снижением в листьях *R. pseudoacacia*. Анализ водных экстрактов методом газовой хроматографии-масс-спектрометрии показал исчезновение выбранных (маркерных) фенольных соединений в обоих растениях после компостирования. В то же время было обнаружено увеличение уровней органических кислот в компостированной фитомассе по сравнению с некомпостированным материалом, особенно молочной и фосфорной кислот. Предполагаемое разложение фенольных соединений снижает фитотоксичность листьев после компос-

тирования, в то время как присутствие аллелопатически активных органических кислот может объяснить некоторые остаточные аллелопатические эффекты в компосте. Как анализ методом Фолина—Чокальтеу, так и анализ методом газовой хроматографии-масс-спектрометрии не выявили очевидных различий по фенольным соединениям между некомпостированными листьями *A. negundo* и *R. pseudoacacia*, высушенными в тени и высушенными на солнце.

Ключевые слова: *Acer negundo*; аллелопатически активные вещества; инвазионные растения; органические кислоты; фенольные соединения; использование фитомассы; *Robinia pseudoacacia*.

Табл. 3. Библиогр: 35 назв.

Introduction. The ash-leaf maple (*Acer negundo* L.) and black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) are classified as invasive species or woody weeds in many countries with temperate climates [1—5]. In particular, in Belarus *A. negundo* and *R. pseudoacacia* are ranked among the top invasive trees and shrubs based on the number of populations and area they occupy [6; 7]. The spread of these species results in a decrease in local floristic diversity, as seen with *A. negundo* [8; 9], or a shift in communities towards alien and ruderal species, as observed with *R. pseudoacacia* [10; 11].

While the complete eradication of *A. negundo* and *R. pseudoacacia* in their secondary range may seem unattainable, the mechanical removal of the above-ground part of these plants is a viable method to control their spread. The above-ground phytomass of both species can be quite significant; for example, *A. negundo*, a fast-growing plant, covers over 351 ha in Belarus [7]. Therefore, solutions are needed for the utilization of their phytomass post-removal. A practical approach to managing this phytomass is through composting, with subsequent using leaves or chips as mulch in vegetable and ornamental plantations as well as orchards. The application of mulch using *R. pseudoacacia* leaves was previously suggested and studied [12]. The first author evaluated the use of leaf mass from both tree species as mulch for vegetable crops, aiming to combat weeds and retain soil moisture [13].

Nonetheless, there are evidences of a moderate inhibitory allelopathic effect of *A. negundo* and *R. pseudoacacia* phytomass [14—16]. Therefore, understanding the allelopathic impact of these plants biomasses on crops under different conditions is crucial. Prior to application, fresh leaf mass can undergo various treatments, ranging from short-term outdoor storage to long-term composting. It is anticipated that following such treatments, the levels of allelochemicals will change, influenced by the conditions and duration of exposure of the plant mass.

Previously, the issue of utilizing phytomass from woody weeds was explored using the example of *Lantana camara*, a highly invasive shrub found in many tropical and subtropical regions. The alterations in certain chemical characteristics and the reduction of phytotoxicity in this plant were studied during the composting process [17; 18]. The brief data about chemical composition of recently fallen leaves of *A. negundo* and *R. pseudoacacia*, obtained through GC-MS analysis, were published by Shelepova et al. [19]. However, the dynamics of the chemical composition of *A. negundo* and *R. pseudoacacia* leaf or stem phytomass after passive outdoor treatments have not been examined earlier.

This study aimed to identify differences in the levels of total phenolics and individual allelochemicals in the green leaves of *A. negundo* and *R. pseudoacacia* before and after undergoing outdoor storage for one cold period (composting), as well as before and after sun-drying.

Materials and methods. Plant material as leaves, including petioles, was collected from growing plants. Leaves of *A. negundo* and *R. pseudoacacia* were collected from 3—7 years old plants in synanthropic habitats in the central part of Belarusian Polesie (village Cierabień, northeast of Pinsk district, Belarus). Leaves were selected for the study because they contain significantly more amount of phenolic compounds than stems [20].

Four portions of plant material were prepared as follows: 1) collected in July 2021, dried in the sun, then stored indoor from September 2021 to July 2022; 2) collected in July 2021, dried in the sun, and then composted for 10 months; this material was kept outdoors, above the ground, in wicker plastic bags placed on boards, from September 2021 to July 2022; 3) collected in July 2022,

dried in the sun; 4) collected in July 2022, dried under a shed. The portions 1, 3, and 4 after drying and before powdering were stored in the attic of a barn.

To obtain water extracts, the coarse plant material described was ground into a powder with particle size mostly 0.05—0.50 mm, using an electric coffee mill. This powder was mixed with a specified volume of distilled water preheated to 25 °C and allowed to remain suspended for 24 h at 25 °C in the dark. After this incubation period, the suspension was intensively shaken and filtered first through four layers of gauze and then through Whatman filter paper (100 g / m²).

To obtain the lyophilized water extracts, 7 ml of powdered plant material was mixed with 21 ml of distilled water preheated to 25 °C, suspended, treated as above, and filtered using the same method. The filtered extracts were then freeze-dried with the use of the Christ Alpha 1—4 LDPlus lyophilizer (Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH, Germany).

The total phenolic content in plant extracts was determined colorimetrically by using the Folin & Ciocalteu's assay [21]. To create the first calibration curve, 17 standard solutions of gallic acid were prepared in the experiment with fresh extracts at concentrations of 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 120, 160, 200, 240, 300, 340, 400, 460, 520, and 580 mg / L. In the second calibration curve, prepared in the experiment with freeze-dried extracts, 6 standard solutions of gallic acid were used at concentrations of 5.5, 11, 44, 88, 132, and 176 mg / L. Linear regression equations were employed to determine the concentrations of total phenolics in the sample solutions, with optical absorbance as the dependent variable. The intercept (a) and slope of the regression (b) were calculated using the LINEAR function in MS Excel. Additionally, the regressions were manually verified by plotting standard points on the paper with a one-millimeter grid and drawing the median line equidistant from all points. Three types of samples, prepared as described above, were tested: 1) water extracts 10 g / L; 2) water extracts 100 g / L; 3) lyophilized water extracts reconstituted in distilled water, 400 mg / L. The 10 g / L concentration was chosen to reflect conditions more commonly found in the field. The experiments with fresh water extracts were conducted at Polessky State University using Folin & Ciocalteu's reagent (Vekton, Russia), gallic acid (Sigma-Aldrich, USA), and a Cary 50 spectrophotometer (Agilent, USA). The experiment with lyophilized water extracts was carried out at Białystok University of Technology using Folin & Ciocalteu's reagent (Chempur, Poland), gallic acid (Pol-Aura, Poland), and an AquaMate Plus spectrophotometer (Thermo Fisher Scientific, USA).

The chemical composition of extracts was studied using gas chromatography combined with mass spectrometry (GC-MS), on an Agilent 7890A chromatograph equipped with an Agilent 7693A automatic sample feeder, and coupled with an Agilent 5975C mass spectrometer, and also on an Agilent 8860 chromatograph equipped with an Agilent 5977B mass spectrometer (Agilent Technologies, USA). Compounds separation was performed on a HP-5MS capillary column (30 m × 0.25 mm inner diameter) with (5 %-phenyl)-methylpolysiloxane as stationary phase (0.25 μm thick film). Helium was used as carrier gas at a constant flow rate of 1 ml / min.

Ten milligrams of each solidified crude extract were dissolved in 1 ml of pyridine mixed with 0.1 ml of *N,O*-Bis(trimethylsilyl)trifluoroacetamide (BSTFA); 1 μl of this solution was introduced into the gas chromatograph using an automatic sampler. The derivatization (silylation) process with BSTFA was applied to enhance the volatility and thermostability of the analyzed compounds [22]. The injector operated at a temperature of 300 °C and in a split mode with 1 : 10 ratio. The initial oven temperature was 50 °C, increasing to 325 °C at a rate of 3 °C / min; the final temperature was maintained for 10 min. The total separation time was 100 min. The ion source and quadrupole temperatures were 230 °C and 150 °C, respectively, with an ionization energy of 70 eV. Detection was performed in a full scan mode, covering a range from 41 to 800 a. m. u.

The chromatograms were recorded, analyzed, and compound identified using Enhanced ChemStation E.02.02.1431 and F.01.03.2357 software (Agilent Technologies, Inc., 2011 and 2015, accordingly), supplied with NIST Mass Spectral Library. For chromatogram integration, the Output parameter Minimum peak area was set as 0.1 % of the largest peak, Baseline Preference as Baseline

drop else tangent, and other parameters as default. Following integration, the percentage contribution of each substance to the total ion current (TIC) was calculated based on its peak area, assuming a total integrated peak area is 100 %.

Individual compounds were identified by their experimentally obtained mass spectrum, retention time (RT), and retention index (RI), compared to the mass spectra and RI in NIST library. Temperature programmed retention indices ([23], equation 1) were calculated relatively to the retention times of n-alkanes C10—C36, which were separated as hexane solution under the GC-MS conditions described above. Individual peaks were also compared using the Overlay function in the Enhanced ChemStation software. (+)-Catechin hydrate (Aldrich, USA) and quercetin (Fluorochem Ltd, UK) were analyzed using GC-MS as comparative standards for the subsequent identification of these substances in the extracts. During the naming of substances, trimethylsilyl (TMS) groups were excluded from their formulas to revert to the parent compound groups containing active hydrogen.

Results and discussion. The regression equation derived from the first calibration set (gallic acid concentrations ranging from 10 to 580 mg / L) is as follows: $A_{765} = 0.0058c + 0.0797$, where A_{765} — absorbance at 765 nm, as measured by spectrophotometer, c — gallic acid concentration, mg / L. The regression equation obtained from the second calibration set (gallic acid concentrations ranging from 5.5 to 176 mg / L) is: $A_{765} = 0.0025c + 0.0152$. The total phenolic content for the extracts, determined from the A_{765} values using these regression equations, is presented in Table 1. The extracts from powdered leaves 100 g / L demonstrated excessively dark (bluish black) solutions following the Folin & Ciocalteu's reaction, so they were excluded from the measurements.

Table 1. — Total phenolic content, expressed as gallic acid equivalents, in water extracts from the leaves of invasive plants subjected to various treatments

Таблица 1. — Общее содержание фенольных соединений, выраженное в эквивалентах галловой кислоты, в водных вытяжках из листьев инвазивных растений, подготовленных различными способами

| Plant species | Sample no. | Leaf mass preparation | Total phenolic content | |
|-----------------------------|------------|---|--|--|
| | | | in water extracts, % to the dry mass, suspended for extraction | in lyophilized water extracts, repeatedly dissolved in water, % to the dry mass of extract |
| <i>Acer negundo</i> | 1 | Collected in 2021, non-composted | 2.56 | 5.40 |
| | 2 | Collected in 2021, composted from September 2021 to July 2022 | 0.51 | 0.81 |
| | 4 | Collected in 2022, dried in the shade | 1.94 | n. d. |
| | 3 | Collected in 2022, dried in the sun | 2.61 | n. d. |
| <i>Robinia pseudoacacia</i> | 5 | Collected in 2021, non-composted | 3.27 | 3.49 |
| | 6 | Collected in 2021, composted from September 2021 to July 2022 | 0.67 | 1.67 |
| | 8 | Collected in 2022, dried in the shade | 3.72 | n. d. |
| | 7 | Collected in 2022, dried in the sun | 2.74 | n. d. |

Note — n. d. — determination was not carried out.

The application of GC-MS revealed that water extracts from the leaves of both *A. negundo* and *R. pseudoacacia* predominantly contained mono- and disaccharides, organic acids (including fat acids), polyols, and lactones, with carbohydrates being the most abundant class of compounds. Only a few substances were chosen for quantitative characterization based on their established or presumed allelopathic activity. Specifically, certain organic acids and phenolic compounds were identified in the chromatograms as markers for assessing the dynamics of the chemical composition (Table 2). Our study confirmed the presence of caffeic acid and catechin in *A. negundo* leaves, as previously documented by Barrales-Cureño et al. [20].

Table 2. — Quantitative changes in the chemical composition of invasive tree leaf phytomass after passive composting, as determined through GC-MS profiling

Таблица 2. — Количественные изменения химического состава фитомассы листьев инвазивных деревьев после пассивного компостирования, выраженные с помощью газовой хроматографии-масс-спектрометрии

| Substance | Retention parameters, stated in this research | | Before composting | | After composting | |
|---|---|-----------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | Retention time, min | Retention index | Peak area, $\times 10^6$ | % of the total peaks area | Peak area, $\times 10^6$ | % of the total peaks area |
| <i>Acer negundo</i> , water extract | | | | | | |
| α -Lactic acid | 12.45 | 1 067 | 0.83 | 0.04 | 126.07 | 59.49 |
| Glycolic acid | 13.07 | 1 082 | 1.13 | 0.05 | 0.92 | 0.43 |
| β -Lactic acid | 16.05 | 1 152 | 0.39 | 0.02 | 0.22 | 0.10 |
| Malonic acid | 18.77 | 1 216 | traces | | — | — |
| Phosphoric acid | 22.02 | 1 290 | 83.15 | 3.94 | 29.75 | 14.04 |
| Glyceric acid | 24.62 | 1 351 | 4.22 | 0.20 | 0.32 | 0.15 |
| Malic acid | 31.22 | 1 510 | 19.68 | 0.93 | 0.35 | 0.17 |
| 2,3,4-trihydroxybutyric acid | 33.71 | 1 575 | 0.90 | 0.04 | — | — |
| Fructose | 43.72 | 1 854 | 298.90 | 14.18 | — | — |
| Caffeic acid | 53.00 | 2 153 | 1.44 | 0.07 | — | — |
| Catechin | 72.77 | 2 936 | 2.77 | 0.13 | — | — |
| Acacetin | 73.96 | 2 990 | 7.62 | 0.36 | — | — |
| Quercetin | 78.62 | 3 214 | traces | | — | — |
| Neochlorogenic acid | 79.71 | 3 268 | 15.99 | 0.76 | — | — |
| <i>Robinia pseudoacacia</i> , water extract | | | | | | |
| Phenol | 11.83 | 1 052 | traces | | — | — |
| α -Lactic acid | 12.51 | 1 068 | 2.16 | 0.09 | 302.47 | 32.24 |
| Hexanoic acid | 12.75 | 1 074 | traces | | traces | |
| β -Lactic acid | 16.09 | 1 153 | 1.27 | 0.06 | 0.36 | 0.04 |
| 3-hydroxybutyric acid | 16.83 | 1 170 | 0.41 | 0.02 | 0.96 | 0.10 |
| 4-vinylphenol | 21.54 | 1 279 | 0.96 | 0.04 | — | — |
| Phosphoric acid | 22.04 | 1 291 | 57.17 | 2.50 | 102.33 | 10.91 |
| Succinic acid | 23.51 | 1 325 | 0.91 | 0.04 | 3.37 | 0.07 |
| Glyceric acid | 24.63 | 1 351 | 4.90 | 0.21 | 0.68 | 0.07 |
| 3,4-dihydroxybutanoic acid | 28.95 | 1 454 | 0.42 | 0.02 | traces | |
| Fructose | 43.71 | 1 854 | 159.10 | 6.96 | — | — |
| Quinic acid | 45.28 | 1 898 | 195.30 | 8.54 | — | — |
| Catechin | 72.78 | 2 937 | 0.99 | 0.04 | — | — |

Note — “—”the substance was not detected.

Short-term composting of *Acer negundo* resulted in the complete disappearance of several phenolic compounds, including caffeic acid, catechin, acacetin, quercetin, and neochlorogenic acid. Additionally, there was a decrease in the chromatographic peak area corresponding to glycolic, phosphoric, glyceric, and malic acids. Conversely, the level of α -lactic acid increased significantly (Table 2).

In the case of *R. pseudoacacia*, a similar pattern was observed regarding the disappearance of phenolic compounds, including phenol, 4-vinylphenol, quinic acid, and catechin. The increase in α -lactic acid followed a pattern akin to that observed in *A. negundo*. Furthermore, there were notable increases in the signals for phosphoric, succinic, and hydroxybutyric acids after composting, while the amount of glyceric and 3,4-dihydroxybutanoic acids decreased (Table 2).

Table 3 shows the quantitative differences in some phenolic compounds in *A. negundo* and *R. pseudoacacia* samples exposed to shade-drying and sun-drying. Overall, there were no significant differences in the general patterns of the GC-MS profiles between the phytomass prepared using these two methods.

Т а б л е 3. — Quantitative characteristics of some phenolic compound in leaves dried in the shade and in the sun, as determined through GC-MS profiling

Т а б л и ц а 3. — Количественные характеристики некоторых фенольных соединений в листьях, высушенных в тени и на солнце, выраженные с помощью газовой хроматографии-масс-спектрометрии

| Species | Substance | Leaves dried in the shade | | Leaves dried on the sun | |
|-----------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | Peak area, $\times 10^6$ | % of the total peaks area | Peak area, $\times 10^6$ | % of the total peaks area |
| <i>Acer negundo</i> | Catechin* | 1.80 | 0.10 | 3.01 | 0.20 |
| | Neochlorogenic acid | 12.05 | 0.68 | 52.81 | 3.48 |
| <i>Robinia pseudoacacia</i> | Quinic acid | 111.09 | 5.62 | 107.59 | 4.78 |
| | Catechin** | 4.62 | 0.23 | 3.44 | 0.15 |

Note — * — isomer with RT = 72.19 min and RI = 2910; ** — isomer with RT = 72.78 min and RI = 2 937/

The debris of invasive trees can come from branches, trunks, and woody roots. However, green leaves are considered the most common type of soft material that accumulates after the mechanical cutting of these trees. Leaves are particularly promising for short-term composting.

It is widely recognized that phenolic compounds are significant components in allelopathic interactions [24—26]. The primary hypothesis regarding the allelopathic action of fallen leaves posits that substances, including phenolics, migrate from leaf litter into the soil [27]. Analyzing and experimentally applying crude water extracts is the most effective method for studying allelopathy. This approach simulates the effects of rain and other natural waters on litter, i.e. leaching of phenols from leaves [28], even though the extraction of phenolic compounds from tissues by water is not entirely complete.

The working hypothesis of this research posited that a part of allelopathically active substances in the leaves of *A. negundo* and *R. pseudoacacia* degrade after a period of composting. Our measurements of the total phenolic content revealed a significant decrease of these compounds in both plants after composting: a reduction of fivefold in *A. negundo* and 4.9-fold in *R. pseudoacacia*, as indicated by fresh water extracts (Table 1). Analysis of dried water extracts further demonstrated that the phenolic content in the plant material of *A. negundo* decreased by a factor of 6.7, while *R. pseudoacacia* it decreased by 2.1 (Table 1).

In addition to the dynamics of composting, there are notable differences in the total phenolic content between two invasive plant species, as observed in the initial phytomass. This content for

the 2021 harvest was 28 % higher in *R. pseudoacacia* compared to *A. negundo*. In the 2022 harvest, *R. pseudoacacia* showed 92 % higher level of phenolics than in *A. negundo* (Table 1).

Folin & Ciocalteu's assay is widely recognized; however, two important points should be emphasized. First, this method quantifies phenolic compounds in terms of gallic acid equivalents, rather than measuring the mass or concentration of total phenolic compounds. The second is that this assay can yield positive results also for reducing sugars [29] in their open-chain forms [30].

The GC-MS analysis of the substances extracted by water from the studied plants had two limitations regarding phenolics. The first limitation is the low solubility of many phenolic compounds in water. For instance, the water solubility of quercetin is 2.15 mg / L [31], and (+)-catechin is 450 mg / L at room temperature [32]. The second limitation is the poor separation of compounds with a molecular weight above 300.

Our previous biotest research on germinating seeds [33] demonstrated that the inhibitory effect of extracts from *A. negundo* reliably decreases after composting of the leaves, particularly at high extract concentrations. Consequently, the biotest results for *A. negundo* align with the reduction of phenolic compounds observed in this study. In contrast, similar biotests revealed that the inhibitory effect of high concentrations of extract from *R. pseudoacacia* leaves increases following the composting of the plant material [33]. The latter effect can be explained supposedly by organic acids accumulation. The allelopathic activity is known for lactic, glycolic, malic, and succinic acids [34; 35], but has not yet been documented for phosphoric acid.

Research conducted by other authors on the composting of leaves from allelopathically active weeds has demonstrated that plant material can partially or completely lose its allelopathic properties [17]. In particular, composting has been proposed as a viable method for managing the biomass of the aggressive and toxic shrub *Lantana camara*, which can subsequently be used for soil fertilization [18].

The influence of sunlight on the total phenolic content in dead plant tissue is not clearly established in this study. *Acer negundo* exhibited a total phenolic content that was 1.3 times higher in sun-dried material compared to the control sample dried in the shade. Conversely, *R. pseudoacacia* leaves showed a 1.3-times higher phenolic content when dried in the shade compared to those dried in sunlight. The GC-MS analysis of selected phenolic compounds in leaves prepared in the shade and in the sun yielded results similar to those obtained by using the Folin & Ciocalteu method (Table 3).

Conclusion. A reduction of phenolic compounds in *A. negundo* and *R. pseudoacacia* leaves, even after one year of plant material exposure to wind, rain, snow, frost, and some sunlight, was confirmed through experiments in two separate laboratories. The decrease is likely due to chemical transformations into other organic compounds, mineralization into inorganic forms, and leaching caused by precipitation. The trend in phenolic content dynamics observed through GC-MS after composting was consistent with the results of Folin & Ciocalteu's assay. In addition to the degradation of phenolic compounds, two other key trends are observable during composting through GC-MS analysis. The first is the decrease or complete disappearance of sugars, such as fructose, which is attributed to their consumption by fungi and bacteria. The second trend is the accumulation of low molecular weight organic acids, especially lactic acid, leading to acidification. This study, in conjunction with previous research [13; 33], suggests the potential use of leaf debris from *A. negundo* and *R. pseudoacacia* as a fertilizer or mulch for cultivated plants, especially after an extended composting period.

The authors are grateful to M. Kowalska (Institute of Forest Sciences, Białystok University of Technology, Poland) for her work in solidifying the extracts.

References

1. Camenen E., Porté A. J., Garzón M. B. American trees shift their niches when invading Western Europe: evaluating invasion risks in a changing climate. *Ecology and Evolution*, 2016, vol. 6, iss. 20, pp. 7263—7275. DOI: 10.1002/ece3.2376
2. Cierjacks A., Kowarik I., Joshi J. et al. Biological Flora of the British Isles: *Robinia pseudoacacia*. *Journal of Ecology*, 2013, vol. 101, iss. 6, pp. 1623—1640. DOI: 10.1111/1365-2745.12162
3. Erfmeier A., Böhnke M., Bruelheide H. Secondary invasion of *Acer negundo*: the role of phenotypic responses versus local adaptation. *Biological Invasions*, 2011, vol. 13, pp. 1599—1614. DOI: 10.1007/s10530-010-9917-2
4. Martin G. D. Addressing geographical bias: A review of *Robinia pseudoacacia* (black locust) in the Southern Hemisphere. *South African Journal of Botany*, 2019, vol. 125, pp. 481—492. DOI: 10.1016/j.sajb.2019.08.014
5. Vinogradova Yu. K., Galkina M. A. Genotypic variability of *Acer negundo* L. along the Trans-Siberian railway. *Russian Journal of Biological Invasions*, 2023, vol. 14, iss. 4, pp. 499—508. DOI: 10.1134/s207511723040185
6. Maslovskiy O. M., Chumakov L. S., Sysoy I. P. et al. Monitoring of invasive plant species. *Monitoring of flora in the Republic of Belarus: results and prospects*. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 2019, pp. 177—216. (in Russian)
7. Dubovik D. V., Dmitriyeva S. A., Laman N. A. et al. Black book of Belarus flora: alien harmful plant species. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 2020, 407 p. (in Russian)
8. Yakhnovets M. N., Yurchenko E. O. The coenotic role of *Acer negundo* in forests dominated by *Salix alba* in the valley of Pina river (Belarus). *Bulletin of Palesky State University. Series in Natural Sciences*, 2019, no. 2, pp. 29—39.
9. Dubrovin D. I., Veselkin D. V., Gusev A. P. Plant species richness and invasional meltdown in different parts of *Acer negundo* L. secondary range. *Forests*, 2023, vol. 14, no. 11, 2118. DOI: 10.3390/f14112118
10. Vítková M., Sádlo J., Roleček J. et al. *Robinia pseudoacacia*-dominated vegetation types of Southern Europe: Species composition, history, distribution and management. *Science of The Total Environment*, 2020, vol. 707, 134857. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.134857
11. Slabejová D., Čejka T., Hegedúšová K. et al. Comparison of alien *Robinia pseudoacacia* stands with native forest stands across different taxonomic groups. *Forest Ecology and Management*, 2023, vol. 548, 121413. DOI: 10.1016/j.foreco.2023.121413
12. Bross E. L., Gold M. A., Nguyen P. V. Quality and decomposition of black locust (*Robinia pseudoacacia*) and alfalfa (*Medicago sativa*) mulch for temperate alley cropping systems. *Agroforestry Systems*, 1995, vol. 29, pp. 255—264. DOI: 10.1007/BF00704872
13. Yakhnovets M. N. Influence of *Acer negundo* and *Robinia pseudoacacia* leaf phytomass on crops in field conditions. *VSU Bulletin*, 2024, no. 2, pp. 53—61. (in Russian)
14. Csiszár Á. Allelopathic effects of invasive woody plant species in Hungary. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*, 2009, vol. 5, no. 1, pp. 9—17. DOI: 10.37045/aslh-2009-0001
15. Lobón N. C., Félix M. G., Gallego J. C. A. Comparison of the allelopathic potential of non-native and native species of Mediterranean ecosystems. *Plants*, 2023, vol. 12, iss. 4, 972. DOI: 10.3390/plants12040972
16. Nasir H., Iqbal Z., Hiradate S., Fujii Y. Allelopathic potential of *Robinia pseudo-acacia* L. *Journal of Chemical Ecology*, 2005, vol. 31, iss. 9, pp. 2179—2192. DOI: 10.1007/s10886-005-6084-5
17. Rajbanshi S. S., Inubushi K. Chemical and biochemical changes during laboratory-scale composting of allelopathic plant leaves (*Eupatorium adenophorum* and *Lantana camara*). *Biology and Fertility of Soils*, 1997, vol. 26, pp. 66—71. DOI: 10.1007/s003740050344
18. Rawat I., Suthar S. Composting of tropical toxic weed *Lantana camara* L. Biomass and its suitability for agronomic applications. *Compost Science & Utilization*, 2014, vol. 22, iss. 3, pp. 105—115. DOI: 10.1080/1065657X.2014.895455
19. Shelepova O. V., Tkacheva E. V., Ivanovskii A. A. et al. Leaf extracts of invasive woody species demonstrate allelopathic effects on the growth of a lawn grass mixture. *Plants*, 2023, vol. 12, iss. 24, 4084. DOI: 10.3390/plants12244084
20. Barrales-Cureño H. J., Salgado-Garciglia R., López-Valdez L. G. et al. Metabolomic data of phenolic compounds from *Acer negundo* extracts. *Data in Brief*, 2020, vol. 30, 105569. DOI: 10.1016/j.dib.2020.105569
21. Kupina S., Fields C., Roman M. C., Brunelle S. L. Determination of total phenolic content using the Folin-C assay: single-laboratory validation, first action 2017.13. *Journal of AOAC International*, 2018, vol. 101, iss. 5, pp. 1466—1472. DOI: 10.5740/jaoacint.18-0031
22. Proestos C., Komaitis M. Analysis of naturally occurring phenolic compounds in aromatic plants by RP-HPLC coupled to diode array detector (DAD) and GC-MS after silylation. *Foods*, 2013, no. 2 (1), pp. 90—99. DOI: 10.3390/foods2010090
23. Isidorov V., Maslowiecka J., Sarapultseva P. Bidirectional emission of organic compounds by decaying leaf litter of a number of forest-forming tree species in the northern hemisphere. *Geoderma*, 2024, vol. 443, 116812. DOI: 10.1016/j.geoderma.2024.116812
24. Bachheti A., Sharma A., Bachheti R. K. et al. Plant allelochemicals and their various applications. *Coevolution of secondary metabolites*, 2020, pp. 441—465. DOI: 10.1007/978-3-319-96397-6_14

25. Inderjit I. Plant phenolics in allelopathy. *The Botanical Review*, 1996, vol. 62, no. 2, pp. 186—202. DOI:10.1007/BF02857921
26. John J., Sarada S. Role of phenolics in allelopathic interactions. *Allelopathy Journal*, 2012, vol. 29, no. 2, pp. 215—230.
27. Kuiters A. T., Sarink H. M. Leaching of phenolic compounds from leaf and needle litter of several deciduous and coniferous trees. *Soil Biology and Biochemistry*, 1986, vol. 18, iss. 5, pp. 475—480. DOI: 10.1016/0038-0717(86)90003-9
28. Bedgood D. R., Bishop A. G., Prenzler P. D., Robards K. Analytical approaches to the determination of simple biophenols in forest trees such as *Acer* (maple), *Betula* (birch), *Coniferus*, *Eucalyptus*, *Juniperus* (cedar), *Picea* (spruce) and *Quercus* (oak). *Analyst*, 2005, vol. 130, no. 6, pp. 809—823. DOI: 10.1039/b501788b
29. Sánchez-Rangel J. C., Benavides J., Heredia J. B. et al. The Folin-Ciocalteu assay revisited: improvement of its specificity for total phenolic content determination. *Analytical Methods*, 2013, vol. 5, iss. 21, 5990—5999. DOI: 10.1039/c3ay41125g
30. Angyal S. J. The composition of reducing sugars in solutions. *Advances in carbohydrate chemistry and biochemistry*, 1984, vol. 42, pp. 15—68.
31. Srinivas K., King J. W., Howard L. R., Monrad J. K. Solubility and solution thermodynamic properties of quercetin and quercetin dihydrate in subcritical water. *Journal of Food Engineering*, 2010, vol. 100, iss. 2, pp. 208—218. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2010.04.001
32. Cuevas-Valenzuela J., González-Rojas Á., Wisniak J., Apelblat A., Pérez-Correa J. R. Solubility of (+)-catechin in water and water-ethanol mixtures within the temperature range 277.6—331.2 K: Fundamental data to design polyphenol extraction processes. *Fluid Phase Equilibria*, 2014, vol. 382, pp. 279—285. DOI: 10.1016/j.fluid.2014.09.013
33. Yakhnovets M. N., Yurchenko E. O. Evaluation of the biological activity of extracts from *Acer negundo* L. and *Robinia pseudoacacia* L. composted leaves on seedlings of test cultures. *Journal of the Belarusian State University. Ecology*, 2023, no. 3, pp. 4—15. DOI: 10.46646/2521-683X/2023-3-4-15 (in Russian)
34. Asaduzzaman M., Asao T. Autotoxicity in beans and their allelochemicals. *Scientia Horticulturae*, 2012, vol. 134, pp. 26—31. DOI: 10.1016/j.scienta.2011.11.035
35. Quan W., Wang A., Li C., Xie L. Allelopathic potential and allelochemical composition in different soil layers of *Rhododendron delavayi* forest, southwest China. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2022, vol. 10, 963116. DOI: 10.3389/fevo.2022.963116

Список цитируемых источников

1. Camenen, E. American trees shift their niches when invading Western Europe: evaluating invasion risks in a changing climate / E. Camenen, A. J. Porté, M. B. Garzón // *Ecology and Evolution*. — 2016. — Vol. 6, iss. 20. — P. 7263—7275. — DOI: 10.1002/ece3.2376.
2. Biological Flora of the British Isles: *Robinia pseudoacacia* / A. Cierjacks, I. Kowarik, J. Joshi [et al.] // *Journal of Ecology*. — 2013. — Vol. 101, iss. 6. — P. 1623—1640. — DOI: 10.1111/1365-2745.12162.
3. Erfmeier, A. Secondary invasion of *Acer negundo*: the role of phenotypic responses versus local adaptation / A. Erfmeier, M. Böhnke, H. Bruelheide // *Biological Invasions*. — 2011. — Vol. 13. — P. 1599—1614. — DOI: 10.1007/s10530-010-9917-2.
4. Martin, G. D. Addressing geographical bias: A review of *Robinia pseudoacacia* (black locust) in the Southern Hemisphere / G. D. Martin // *South African Journal of Botany*. — 2019. — Vol. 125. — P. 481—492. — DOI: 10.1016/j.sajb.2019.08.014.
5. Vinogradova, Yu. K. Genotypic variability of *Acer negundo* L. along the Trans-Siberian railway / Yu. K. Vinogradova, M. A. Galkina // *Russian Journal of Biological Invasions*. — 2023. — Vol. 14, iss. 4. — P. 499—508. — DOI: 10.1134/s2075111723040185.
6. Мониторинг инвазионных видов растений / О. М. Масловский, Л. С. Чумаков И. П. Сысой [и др.] // Мониторинг растительного мира в Республике Беларусь: результаты и перспективы / И. В. Бордок [и др.] ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперимент. ботаники им. В. Ф. Купревича ; под общ. ред. А. В. Пугачевского, А. В. Судника. — Минск : Беларус. навука, 2019. — Гл. 6. — С. 177—216.
7. Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения / Д. В. Дубовик, С. А. Дмитриева, Н. А. Ламан [и др.]. — Минск : Беларус. навука, 2020. — 407 с.
8. Yakhnovets, M. N. The coenotic role of *Acer negundo* in forests dominated by *Salix alba* in the valley of Pina river (Belarus) / M. N. Yakhnovets, E. O. Yurchenko // *Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук*. — 2019. — № 2. — С. 29—39.
9. Dubrovin, D. I. Plant species richness and invasional meltdown in different parts of *Acer negundo* L. secondary range / D. I. Dubrovin, D. V. Veselkin, A. P. Gusev // *Forests*. — 2023. — Vol. 14, no. 11. — 2118. — DOI: 10.3390/f14112118.

10. *Robinia pseudoacacia*-dominated vegetation types of Southern Europe: Species composition, history, distribution and management / M. Vítková, J. Sádlo, J. Roleček [et al.] // Science of The Total Environment. — 2020. — Vol. 707. — 134857. — DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.134857.
11. Comparison of alien *Robinia pseudoacacia* stands with native forest stands across different taxonomic groups / D. Slabejová, T. Čejka, K. Hegedúšová [et al.] // Forest Ecology and Management. — 2023. — Vol. 548. — 121413. — DOI: 10.1016/j.foreco.2023.121413.
12. *Bross, E. L.* Quality and decomposition of black locust (*Robinia pseudoacacia*) and alfalfa (*Medicago sativa*) mulch for temperate alley cropping systems / E. L. Bross, M. A. Gold, P. V. Nguyen // Agroforestry Systems. — 1995. — Vol. 29. — P. 255—264. — DOI: 10.1007/BF00704872.
13. Яхновец, М. Н. Влияние листовой фитомассы *Acer negundo* и *Robinia pseudoacacia* на культурные растения в полевых условиях / М. Н. Яхновец // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. — 2024. — № 2. — С. 53—61.
14. *Csiszár, Á.* Allelopathic effects of invasive woody plant species in Hungary / Á. Csiszár // Acta Silvatica et Lignaria Hungarica. — 2009. — Vol. 5, no. 1. — P. 9—17. — DOI: 10.37045/aslh-2009-0001.
15. *Lobón, N. C.* Comparison of the allelopathic potential of non-native and native species of Mediterranean ecosystems / N. C. Lobón, M. G. Félix, J. C. A. Gallego // Plants. — 2023. — Vol. 12, iss. 4. — 972. — DOI: 10.3390/plants12040972.
16. Allelopathic potential of *Robinia pseudo-acacia* L. / H. Nasir, Z. Iqbal, S. Hiradate, Y. Fujii // Journal of Chemical Ecology. — 2005. — Vol. 31, iss. 9. — P. 2179—2192. — DOI: 10.1007/s10886-005-6084-5.
17. *Rajbanshi, S. S.* Chemical and biochemical changes during laboratory-scale composting of allelopathic plant leaves (*Eupatorium adenophorum* and *Lantana camara*) / S. S. Rajbanshi, K. Inubushi // Biology and Fertility of Soils. — 1997. — Vol. 26 — P. 66—71. — DOI: 10.1007/s003740050344.
18. *Rawat, I.* Composting of tropical toxic weed *Lantana camara* L. Biomass and its suitability for agronomic applications / I. Rawat, S. Suthar // Compost Science & Utilization. — 2014. — Vol. 22, iss. 3 — P. 105—115. — DOI: 10.1080/1065657X.2014.895455.
19. Leaf extracts of invasive woody species demonstrate allelopathic effects on the growth of a lawn grass mixture / O. V. Shelepova, E. V. Tkacheva, A. A. Ivanovskii [et al.] // Plants. — 2023. — Vol. 12, iss. 24. — 4084. — DOI: 10.3390/plants12244084.
20. Metabolomic data of phenolic compounds from *Acer negundo* extracts / H. J. Barrales-Cureño, R. Salgado-Garciglia, L. G. López-Valdez [et al.] // Data in Brief. — 2020. — Vol. 30. — 105569. — DOI: 10.1016/j.dib.2020.105569.
21. Determination of total phenolic content using the Folin-C assay: single-laboratory validation, first action 2017.13 / S. Kupina, C. Fields, M. C. Roman, S. L. Brunelle // Journal of AOAC International. — 2018. — Vol. 101, iss. 5. — P. 1466—1472. — DOI: 10.5740/jaoacint.18-0031.
22. *Proestos, C.* Analysis of naturally occurring phenolic compounds in aromatic plants by RP-HPLC coupled to diode array detector (DAD) and GC-MS after silylation / C. Proestos, M. Komaitis // Foods. — 2013. — No. 2 (1). — P. 90—99. — DOI: 10.3390/foods2010090.
23. *Isidorov, V.* Bidirectional emission of organic compounds by decaying leaf litter of a number of forest-forming tree species in the northern hemisphere / V. Isidorov, J. Maslowiecka, P. Sarapultseva // Geoderma. — 2024. — Vol. 443. — 116812. — DOI: 10.1016/j.geoderma.2024.116812.
24. Plant allelochemicals and their various applications / A. Bachheti, A. Sharma, R. K. Bachheti // Co-evolution of secondary metabolites. — 2020. — P. 441—465. — DOI: 10.1007/978-3-319-96397-6_14.
25. *Inderjit, I.* Plant phenolics in allelopathy / I. Inderjit // The Botanical Review. — 1996. — Vol. 62, no. 2. — P. 186—202. DOI:10.1007/BF02857921.
26. *John, J.* Role of phenolics in allelopathic interactions / J. John, S. Sarada // Allelopathy Journal. — 2012. — Vol. 29, no. 2. — P. 215—230.
27. *Kuiters, A. T.* Leaching of phenolic compounds from leaf and needle litter of several deciduous and coniferous trees / A. T. Kuiters, H. M. Sarink // Soil Biology and Biochemistry. — 1986. — Vol. 18, iss. 5. — P. 475—480. — DOI: 10.1016/0038-0717(86)90003-9.
28. Analytical approaches to the determination of simple biophenols in forest trees such as *Acer* (maple), *Betula* (birch), *Coniferus*, *Eucalyptus*, *Juniperus* (cedar), *Picea* (spruce) and *Quercus* (oak) / D. R. Bedgood, A. G. Bishop, P. D. Prenzler, K. Robards // Analyst. — 2005. — Vol. 130, no. 6. — P. 809—823. — DOI: 10.1039/b501788b.
29. The Folin-Ciocalteu assay revisited: improvement of its specificity for total phenolic content determination / J. C. Sánchez-Rangel, J. Benavides, J. B. Heredia [et al.] // Analytical Methods. — 2013. — Vol. 5, iss. 21. — P. 5990—5999. — DOI: 10.1039/c3ay41125g.
30. *Angyal, S. J.* The composition of reducing sugars in solutions / S. J. Angyal // Advances in carbohydrate chemistry and biochemistry. — 1984. — Vol. 42. — P. 15—68.
31. Solubility and solution thermodynamic properties of quercetin and quercetin dihydrate in subcritical water / K. Srinivas, J. W. King, L. R. Howard, J. K. Monrad // Journal of Food Engineering. — 2010. — Vol. 100, iss. 2. — P. 208—218. — DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2010.04.001.

32. Solubility of (+)-catechin in water and water-ethanol mixtures within the temperature range 277.6—331.2 K: Fundamental data to design polyphenol extraction processes / J. Cuevas-Valenzuela, Á. González-Rojas, J. Wisniak [et al.] // *Fluid Phase Equilibria*. — 2014. — Vol. 382. — P. 279—285. — DOI: 10.1016/j.fluid.2014.09.013.
33. Яхновец, М. Н. Оценка биологической активности экстрактов из компостированных листьев *Acer negundo* и *Robinia pseudoacacia* на проростках тест-культур / М. Н. Яхновец, Е. О. Юрченко // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. — 2023. — № 3. — С. 4—15.
34. *Asaduzzaman, M.* Autotoxicity in beans and their allelochemicals / M. Asaduzzaman, T. Asao // *Scientia Horticulturae*. — 2012. — Vol. 134. — P. 26—31. — DOI: 10.1016/j.scienta.2011.11.035.
35. Allelopathic potential and allelochemical composition in different soil layers of *Rhododendron delavayi* forest, southwest China / W. Quan, A. Wang, C. Li, L. Xie // *Frontiers in Ecology and Evolution*. — 2022. — Vol. 10. — 963116. — DOI: 10.3389/fevo.2022.963116.

Received by the editorial staff 09.01.2025.

Репозиторий БарГУ