

Учреждение образования
«Барановичский государственный университет»

Вестник БарГУ

Ежеквартальный научно-практический журнал

Издаётся с марта 2013 г.

Выпуск 7, сентябрь, 2019.

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

Учредитель: учреждение образования «Барановичский государственный университет».

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор журнала Кочурко Василий Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик Белорусской инженерной академии, академик Международной академии технического образования, академик Международной академии наук педагогического образования, академик Академии экономических наук Украины, Заслуженный работник образования Республики Беларусь, ректор учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Барановичи, Республика Беларусь).

Заместитель главного редактора журнала Климук Владимир Владимирович, кандидат экономических наук, доцент, проректор по научной работе учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Барановичи, Республика Беларусь).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ

Главный редактор серии

Рындевич Сергей Константинович, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры естественнонаучных дисциплин учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Барановичи, Республика Беларусь).

Редактор текстов на английском языке

Карапетова Елена Геннадьевна, кандидат филологических наук, доцент, заведующий кафедрой теории и практики перевода №1 учреждения образования «Минский государственный лингвистический университет» (Минск, Республика Беларусь).

Абарова Елена Эдуардовна (*ответственный за направление «Агрономия»*), кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, директор обособленного структурного подразделения «Ляховичский государственный аграрный колледж» учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Ляховичи, Республика Беларусь);

Земоглядчук Алексей Владимирович (*ответственный за направление «Общая биология»*), кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой естественнонаучных дисциплин учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Барановичи, Республика Беларусь);

Александрович Олег Родославович, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой зоологии Поморской академии в Слупске (Слупск, Польша);

Бизюкова Татьяна Тимофеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры естественнонаучных дисциплин учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Барановичи, Республика Беларусь);

Бушуева Вера Ивановна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры селекции и генетики учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (Горки, Республика Беларусь);

Гриб Станислав Иванович, академик Национальной академии наук Беларуси, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии Беларуси наук по земледелию» (Жодино, Республика Беларусь);

Гричик Василий Витальевич, доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой общей экологии и методики преподавания биологии Белорусского государственного университета (Минск, Республика Беларусь);

Джус Максим Анатольевич, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры ботаники Белорусского государственного университета (Минск, Республика Беларусь);

Ерошов Анатолий Иванович, доктор биологических наук, профессор, академик Международной академии экологии, профессор кафедры энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (Минск, Республика Беларусь);

Кильчевский Александр Владимирович, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор биологических наук, профессор, главный ученый секретарь Национальной академии наук Беларуси (Минск, Республика Беларусь);

Лукашевич Нина Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой кормопроизводства учреждения образования «Витебская ордена “Знак почёта” государственная академия ветеринарной медицины» (Витебск, Республика Беларусь);

Прокин Александр Александрович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт биологии внутренних вод имени И. Д. Папанина Российской академии наук» (п. Борок, Российская Федерация);

Цзя Фенлонг, доктор, профессор, Институт энтомологии, факультет естественных наук, Университет имени Сунь Ятсена (Гуанчжоу, Китайская Народная Республика);

Шаманаев Виктор Анатольевич, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры агрономии и экологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Смоленская государственная сельскохозяйственная академия» (Смоленск, Российская Федерация).

Шофман Леонид Исаакович, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Республиканского унитарного предприятия «Минская областная сельскохозяйственная опытная станция Национальной академии наук Беларуси» (п. Натальевск, Республика Беларусь);

Янчуревич Ольга Викторовна, кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой зоологии и физиологии человека и животных учреждения образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы» (Гродно, Республика Беларусь).

Адрес редакции:

ул. Войкова, 21, 225404 г. Барановичи.

Телефон: +375 (163) 45 46 28.

E-mail: vestnik@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.

Издатель: учреждение образования «Барановичский государственный университет».

Выходит на русском, белорусском и английском языках.

Журнал распространяется на территории Республики Беларусь.

Заведующий редакционно-издательской группой С. А. Березнюк

Технический редактор А. Ю. Сидоренко

Компьютерная вёрстка С. А. Березнюк

Корректор С. А. Березнюк

Подписано в печать 13.09.2019. Формат 60 × 84 ¹/₈. Бумага офсетная. Печать цифровая. Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 18,50. Уч.-изд. л. 14,10. Тираж 75 экз. Заказ

Цена свободная.

Полиграфическое исполнение: Гродненское областное унитарное полиграфическое предприятие «Слонимская типография». Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/203 от 07.03.2014, № 2 от 25.02.2014.

Адрес: ул. Хлюпина, 16, 231800 Слоним, Гродненская обл.

© БарГУ, 2019

Установа адукацыі
«Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт»

Веснік БарДУ

Штоквартальны навукова-практычны часопіс

Выдаецца з сакавіка 2013 г. Выпуск 7, верасень, 2019.

Серыя «Біялагічныя навукі (агульная біялогія). Сельскагаспадарчыя навукі (аграномія)»

Заснавальнік: установа адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт».

РЭДАКЦЫЙНАЯ КАЛЕГІЯ

Галоўны рэдактар часопіса Качурка Васіль Іванавіч, доктар сельскагаспадарчых навук, прафесар, акадэмік Беларускай інжынернай акадэміі, акадэмік Міжнароднай акадэміі тэхнічнай адукацыі, акадэмік Міжнароднай акадэміі навук педагагічнай адукацыі, акадэмік Акадэміі эканамічных навук Украіны, Заслужаны работнік адукацыі Рэспублікі Беларусь, рэктар установы адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт» (Баранавічы, Рэспубліка Беларусь).

Намеснік галоўнага рэдактара часопіса Клімук Уладзімір Уладзіміравіч, кандыдат эканамічных навук, дацэнт, прарэктар па навуковай рабоце ўстановы адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт» (Баранавічы, Рэспубліка Беларусь).

РЭДАКЦЫЙНАЯ КАЛЕГІЯ СЕРЫІ

Галоўны рэдактар серыі

Рындзевіч Сяргей Канстанцінавіч, кандыдат біялагічных навук, дацэнт, дацэнт кафедры прыродазнаўчых дысцыплін установы адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт» (Баранавічы, Рэспубліка Беларусь).

Рэдактар тэкстаў на англійскай мове

Карапетава Алена Генадзьеўна, кандыдат філалагічных навук, дацэнт, загадчык кафедры тэорыі і практыкі перакладу № 1 установы адукацыі «Мінскі дзяржаўны лінгвістычны ўніверсітэт» (Мінск, Рэспубліка Беларусь).

Абарава Алена Эдуардаўна (*адказы за напрамак «Аграномія»*), кандыдат сельскагаспадарчых навук, дацэнт, дырэктар адасобленага структурнага падраздзялення «Ляхавіцкі дзяржаўны аграрны каледж» установы адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт» (Ляхавічы, Рэспубліка Беларусь);

Земаглядчук Аляксей Уладзіміравіч (*адказы за напрамак «Агульная біялогія»*), кандыдат біялагічных навук, дацэнт, загадчык кафедры прыродазнаўчых дысцыплін установы адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт» (Баранавічы, Рэспубліка Беларусь);

Александровіч Алег Радаслававіч, доктар біялагічных навук, прафесар, загадчык кафедры заалогіі Паморскай акадэміі ў Слупску (Слупск, Польшча);

Бізюкова Таццяна Цімафееўна, кандыдат сельскагаспадарчых навук, старшы выкладчык кафедры прыродазнаўчых дысцыплін установы адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт» (Баранавічы, Рэспубліка Беларусь);

Бушуева Вера Іванаўна, доктар сельскагаспадарчых навук, прафесар, прафесар кафедры селекцыі і генетыкі ўстановы адукацыі «Беларуская дзяржаўная ордэнаў Кастрычніцкай Рэвалюцыі і Працоўнага Чырвонага Сцяга сельскагаспадарчая акадэмія» (Горкі, Рэспубліка Беларусь);

Грыб Станіслаў Іванавіч, акадэмік Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі, доктар сельскагаспадарчых навук, прафесар, галоўны навуковы супрацоўнік Рэспубліканскага ўнітарнага прадпрыемства «Навукова-практычны цэнтр Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі па земляробстве» (Жодзіна, Рэспубліка Беларусь);

Грычык Васіль Вітальевіч, доктар біялагічных навук, дацэнт, загадчык кафедры агульнай экалогіі і методыкі выкладання біялогіі Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта (Мінск, Рэспубліка Беларусь);

Джус Максім Анатольевіч, кандыдат біялагічных навук, дацэнт, дацэнт кафедры батанікі Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта (Мінск, Рэспубліка Беларусь);

Ерашоў Анатоль Іванавіч, доктар біялагічных навук, прафесар, акадэмік Міжнароднай акадэміі экалогіі, прафесар кафедры энергаэфектыўных тэхналогій установы адукацыі «Міжнародны дзяржаўны экалагічны ўніверсітэт імя А. Д. Сахарова» Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта (Мінск, Рэспубліка Беларусь);

Кільчэўскі Аляксандр Уладзіміравіч, член-карэспандэнт Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі, доктар біялагічных навук, прафесар, галоўны навуковы сакратар Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі (Мінск, Рэспубліка Беларусь);

Лукашэвіч Ніна Пятроўна, доктар сельскагаспадарчых навук, прафесар, загадчык кафедры кормавытворчасці ўстановы адукацыі «Віцебская ордэна «Знак пашаны» дзяржаўная акадэмія ветэрынарнай медыцыны» (Віцебск, Рэспубліка Беларусь);

Прокін Аляксандр Аляксандравіч, кандыдат біялагічных навук, старшы навуковы супрацоўнік федэральнай дзяржаўнай бюджэтнай установы навуки «Інстытут біялогіі ўнутраных водаў імя І. Д. Папаніна Расійскай акадэміі навук» (п. Барок, Расійская Федэрацыя);

Цзя Фенлонг, доктар, прафесар, Інстытут энтамалогіі, факультэт прыродазнаўчых навук, Універсітэт імя Сунь Ятсена (Гуанчжоу, Кітайская Народная Рэспубліка);

Шаманаеў Віктар Анатольевіч, доктар сельскагаспадарчых навук, старшы навуковы супрацоўнік, прафесар кафедры аграноміі і экалогіі федэральнай дзяржаўнай бюджэтнай адукацыйнай установы вышэйшай прафесійнай адукацыі «Смаленская дзяржаўная сельскагаспадарчая акадэмія» (Смаленск, Расійская Федэрацыя).

Шофман Леанід Ісаакавіч, доктар сельскагаспадарчых навук, старшы навуковы супрацоўнік Рэспубліканскага ўнітарнага прадпрыемства «Мінская абласная сельскагаспадарчая доследная станцыя Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі» (п. Натальеўск, Рэспубліка Беларусь);

Янчурэвіч Вольга Віктараўна, кандыдат біялагічных навук, дацэнт, загадчык кафедры заалогіі і фізіялогіі чалавека і жывёл установы адукацыі «Гродзенскі дзяржаўны ўніверсітэт імя Янкі Купалы» (Гродна, Рэспубліка Беларусь).

Адрас рэдакцыі:

вул. Войкава, 21, 225404 г. Баранавічы.

Тэлефон: +375 (163) 45 46 28.

E-mail: vestnik@barsu.by .

Падпісныя індэксы: 00993 — для індывідуальных падпісчыкаў; 009932 — для арганізацый.

Пасведчанне аб рэгістрацыі сродкаў масавай інфармацыі № 1533 ад 30.07.2012, выдадзенае Міністэрствам інфармацыі Рэспублікі Беларусь.

У адпаведнасці з загадам Вышэйшай атэстацыйнай камісіі Рэспублікі Беларусь ад 21 студзеня 2015 г. № 16 навукова-практычны часопіс «Веснік БарДУ» серыя «Біялагічныя навукі (агульная біялогія). Сельскагаспадарчыя навукі (аграномія)» уключаны ў Пералік навуковых выданняў Рэспублікі Беларусь для апублікавання вынікаў дысертацыйных даследаванняў па біялагічных навуках (агульная біялогія), сельскагаспадарчых навуках.

Навукова-практычны часопіс «Веснік БарДУ» уключаны ў РІНЦ (Расійскі індэкс навуковага цытавання), ліцэнзійны дагавор № 06-01/2016.

Выдавец: установа адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт».

Выходзіць на рускай, беларускай і англійскай мовах.

Часопіс распаўсюджваецца на тэрыторыі Рэспублікі Беларусь.

Загадчык рэдакцыйна-выдавецкай групы С. А. Беразнюк

Тэхнічны рэдактар Г. Ю. Сідарэнка

Камп'ютарная вёрстка С. А. Беразнюк

Карэктар С. А. Беразнюк

Падпісана да друку 13.09.2019. Фармат 60 × 84 ¹/₈. Папера афсетная. Друк лічбавы. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 18,50. Ул.-выд. арк. 14,15. Тыраж 75 экз. Заказ

Кошт свабодны.

Паліграфічнае выкананне: Гродзенскае абласное ўнітарнае паліграфічнае прадпрыемства «Слоніўская тыпаграфія». Пасведчанне аб дзяржаўнай рэгістрацыі выдаўца, вытворцы, распаўсюджвальніка друкаваных выданняў № 1/203 ад 07.03.2014, № 2 ад 25.02.2014.

Адрас: вул. Хлюпіна, 16, 231800 Слонім, Гродзенская вобл.

© БарДУ, 2019

Education institution
“Baranovichi State University”

BarSU Herald

A quarterly scientific-and-practical journal

Published since March 2013

Volume 7, September 2019.

Series “Biological sciences
(general biology). Agricultural
sciences (agronomy)”

Promoter: educational institution “Baranovichi State University”.

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief Vasilii I. Kochurko, Doctor of Agriculture, Professor, Member of the Belarusian Academy of Engineering, Member of the International Academy of Technical Education, Member of the International Academy of Pedagogical Education, Member of the Academy of Economic Sciences of Ukraine, Distinguished Educator of the Republic of Belarus, Rector of Baranovichi State University (Baranovichi, the Republic of Belarus).

Deputy Editor-in-Chief Vladimir V. Klimuk, Ph. D. in Economic Sciences, associate professor, Vice-rector for Scientific Work of Baranovichi State University (Baranovichi, the Republic of Belarus).

EDITORIAL BOARD OF THE SERIES

Editor of the issue

Sergey K. Ryndevich, Ph. D. in Biology, associate professor at the Department of Sciences, the Education Institution “Baranovichi State University” (Baranovichi, the Republic of Belarus).

English Text Editor

Yelena G. Karapetova, Ph. D. in Philology, Head of the Translation and Interpreting Department No 1 at the Education Institution “Minsk State Linguistic University” (Minsk, the Republic of Belarus).

Yelena E. Abarova (*responsible for the topic area “Agronomy”*), Ph. D. in Agriculture, associate professor, Head of the economically autonomous structural subdivision “Lyakhovichi State Agricultural Colledge” at the Education Institution “Baranovichi State University” (Lyakhovichi, the Republic of Belarus);

Aleksey V. Zemoglyadchuk (*responsible for the topic area “General Biology”*), Ph. D. in Biology, associate professor, Head of the Department of Sciences, the Education Institution “Baranovichi State University” (Baranovichi, the Republic of Belarus);

Oleg R. Alexandrovich, D. Sc. in Biology, Professor, Head of the Department of Zoology at Pomorsk Academy in Slupsk (Slupsk, Poland);

Tatyana T. Bizyukova, Ph. D. in Agriculture, Senior Lecturer of the Department of Sciences, the Education Institution “Baranovichi State University” (Baranovichi, the Republic of Belarus);

Vera I. Bushueva, D. Sc. in Agriculture, professor at the Department of Selection and Genetics, the Education Institution “The Belarusian State Agricultural Academy in the name of order of the October Revolution and Labor Red Banner” (Gorki, the Republic of Belarus);

Stanislav I. Grib, D. Sc. in Agriculture, member of the National Academy of Sciences of Belarus, Head Researcher at the Republican Unitary Enterprise “The Scientific-and-Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus for Arable Farming” (Zhodino, the Republic of Belarus);

Vitaly V Grichik, D. Sc. in Biology, Head of the Department of General Ecology and Methods of Teaching Biology the Belarusian State University (Minsk, the Republic of Belarus);

Maxim A. Dzhus, Ph. D. in Biology, associate professor at the Department of Botany the Belarusian State University (Minsk, the Republic of Belarus);

Anatoly I. Eroshov, D. Sc. in Biology, Member of the International Academy of Ecology, Professor at the Department of Energy Efficient Technologies, at the Education Institution “The International State University of Ecology named after A. D. Sakharov” the Belarusian State University (Minsk, the Republic of Belarus);

Alexander V. Kilchevskiy, D. Sc. in Biology, corresponding member of the National Academy of Sciences of Belarus, Chief Scientific Secretary of the National Academy of Sciences of Belarus (Minsk, the Republic of Belarus);

Alexander A. Prokin, Ph. D. in Biology, Senior Researcher at the Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences (Borok, the Russian Federation);

Nina P. Lukashevich, D. Sc. in Agriculture, Head of the Department of Fodder Cropping at the Education Institution “Vitebsk of the Badge of Honor Order State Academy of Veterinary Medicine” (Vitebsk, the Republic of Belarus);

Fenglong Jia, Ph. D. in Biology, Institute of Entomology, School of Life Sciences, Sun Yat-sen University (Guangzhou, China);
Viktor A. Shamanayev, D. Sc. in Agriculture, Senior Researcher at the Department of Agronomical Science and Ecology,
the Federal State Education Institution of Higher Vocational Education “Smolensk State Academy of Agriculture” (Smolensk,
the Russian Federation).

Leonid I. Shofman, D. Sc. in Agriculture, Senior Researcher at the Republican Unitary Enterprise “Minsk Regional
Agricultural Experimental Station” of the National Academy of Sciences of Belarus (Natalyevsk, the Republic of Belarus);

Olga V. Yanchurevich, Ph. D. in Biology, Head of the Department of Zoology and Physiology of Man and Animals, the
Education Institution “Grodno State University named after Yanka Kupala” (Grodno, the Republic of Belarus).

Editorial address:

21 Voykova Str., 225404 Baranovichi. Phone: +375 163 45 46 28.

E-mail: vestnik@barsu.by.

Subscription indexes: 00993 — for individual subscribers; 009932 — for companies.

The certificate of the registration of mass media № 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 № 16 the scientific-and-practical journal “BarSU Herald”, the series “Biological sciences (general biology). Agricultural sciences (agronomy)” was included on 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).

Scientific-and-practical journal “BarSU Herald” is included into RSCI (Russian Science Citation Index), license agreement № 06-01/2016.

Published: educational institution “Baranovichi State University”.

Issued in Russian, Belarusian and English.

The journal is distributed on the territory of the Republic of Belarus.

Managing editor S. A. Bereznyuk
Technical editor A. Y. Sidorenko
Desktop Publishing S. A. Bereznyuk
Proofreader S. A. Bereznyuk

Signed to print 13.09.2019. Format 60 x 84 ¹/₈. Offset paper. Digital printing. Headset Times. Cond. print. l. 18.50. Acc.-pub. l. 14.15.
Circulation: 75 copies. Order

Free price.

Printing performance: Grodno Regional Printing Unitary Enterprise “Slonim printing establishment”. The state registration certificate of the publisher, manufacturer and publications distributor № 1/203 of 07.03.2014, № 2 of 25.02.2014.

Address: 16 Hlyupin St., 231800 Slonim, Grodno region.

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Общая биология

Заика Ю. В., Аникина Н. Ю. О новых местонахождениях микроостатков морских организмов в отложениях верхнего кайнозоя Беларуси	9
Земоглядчук К. В. Стациональное распределение особей <i>Succinea putris</i> (L.) (Gastropoda, Succineidae) в Борисовском районе	26
Крылов А. В. Новые ордовикские трилобиты из Ленинградской и Архангельской областей (Trilobita: Phacopida: Pterygometeropidae; Asaphida: Nielidae, Niobidae; Agnostida: Agnostidae)	34
Крылов А. В., Марке Р. Новые данные по кайнозойским моллюскам родов <i>Mya</i> , <i>Cyrtodaria</i> и <i>Neptunea</i> (Mollusca: Niatellidae, Myidae, Buccinidae) полуостровов Канин и Югорский	45
Лукашэня М. А. Жесткокрылые — обитатели плодовых тел ксилотрофных грибов (Insecta: Coleoptera) Национального парка «Беловежская пушча»	59
Лундышев Д. С. Жесткокрылые семейств Histeridae и Silphidae (Coleoptera) Барановичской равнины (Беларусь)	66
Мороз Д. С., Шпак М. Ю., Петровская Е. А., Медведик С. Е. Особенности адаптации меристемных растений земляники садовой <i>Fragaria</i> × <i>Ananassa</i> Duch. в условиях светодиодного освещения	73
Плакс Д. П. Новый вид акантодовой рыбы из Костюковичского горизонта (средний девон, эйфель) Беларуси	83
Рындэвич С. К. Энтомофауна (Insecta: Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Hemiptera, Coleoptera, Megaloptera, Trichoptera) ненарушенных водных экосистем некоторых особо охраняемых природных территорий Беларуси.	98

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Агрономия

Абраскова С. В., Шишлова Н. П. Изменение кормовой ценности зерна тритикале в зависимости от сортовых различий и условий выращивания.	108
Бученков И. Э., Рышкель И. В. Анализ признаков селекционного материала <i>Ribes Nigrum</i> L., <i>R. Rubrum</i> L., <i>Grossularia Reclinata</i> MILL., созданного на основе метода автополиплоидии.	116
Поух Е. В. Оценка интродуцированных клоновых подвоев яблони в маточнике в южной зоне плодоводства Республики Беларусь	124
Релина Л. И., Вечерская Л. А., Голик О. В. Содержание белка и минералов в зерне некоторых видов редких тетраплоидных пшениц	130
Шиянова Т. П., Супрун О. Г., Богуславский Р. Л. Жирнокислотный состав масла эндоспермальных мутантов кукурузы в связи с долговечностью семян при хранении	139

ЗМЕСТ

БІЯЛАГІЧНЫЯ НАВУКІ

Агульная біялогія

Заіка Ю. У., Анікіна Н. Ю. Аб новых месцазнаходжаньнях мікраарэшткаў марскіх арганізмаў у адкладах верхняга кайназою Беларусі	9
Земаглядчук К. У. Стацыяльнае размеркаванне асобін <i>Succinea putris</i> (L.) (Gastropoda, Succineidae) у Барысаўскім раёне	26
Крылоў А. У. Новыя ардовікскія трылабіты з Ленінградскай і Архангельскай абласцей (Trilobita: Phacopida: Pterygometeropidae; Asaphida: Nielidae, Niobidae; Agnostida: Agnostidae)	34
Крылоў А. У., Марке Р. Новыя звесткі па кайназойскіх малюсках родаў <i>Mya</i> , <i>Cyrtodaria</i> і <i>Neptunea</i> (Mollusca: Niatellidae, Myidae, Buccinidae) паўастравой Канін і Югорскі	45
Лукашэня М. А. Цвёрдакрылыя — насельнікі пладовых целаў ксілатрофных грыбоў (Insecta: Coleoptera) Нацыянальнага парка «Белавежская пушча»	59
Лундышаў Д. С. Цвёрдакрылыя сямействаў Histeridae і Silphidae (Coleoptera) Баранавіцкай раўніны (Беларусь)	66
Мароз Д. С., Шпак М. Ю., Пятроўская Е. А., Мядзведзік С. Я. Асаблівасці адаптацыі мерыстэмных раслін суніц садовых <i>Fragaria</i> × <i>Ananassa</i> Duch. ва ўмовах светадыяднага асвятлення	73
Плакс Д. П. Новы від акантодавай рыбы з Касцюковіцкага гарызонту (сярэдні дэвон, эйфель) Беларусі	83
Рындзевіч С. К. Энтамафаўна (Insecta: Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Hemiptera, Coleoptera, Megaloptera, Trichoptera) непарушаных водных экасістэм некаторых асабліва ахоўваемых прыродных тэрыторый Беларусі	98

СЕЛЬСКАГАСПАДАРЧЫЯ НАВУКІ

Аграномія

Абраскова С. В., Шышлова Н. П. Змяненне кармавой каштоўнасці зерня трыцікале ў залежнасці ад сартавых адрозненняў і ўмоў вырошчвання	108
Бучанкоў І. Э., Рышкель І. В. Аналіз прыкмет селекцыйнага матэрыялу <i>Ribes Nigrum</i> L., <i>R. Rubrum</i> L., <i>Grossularia Reclinata</i> Mill., створанага на аснове метаду аўтаполіплаіды	116
Поух А. В. Ацэнка інтрадучыраваных клонавых падвояў яблыні ў матачніку ў паўднёвай зоне пладаводства Рэспублікі Беларусь	124
Рэліна Л. І., Вячэрская Л. А., Голік А. В. Утрыманне бялку і мінералаў у зерні некаторых відаў рэдкіх тэтраплоідных пшаніц	130
Шыянава Т. П., Супрун А. Г., Багуслаўскі Р. Л. Тлустакіслотны склад алею эндаспермальных мутантаў кукурузы ў сувязі з даўгавечнасцю насення пры захоўванні	139

CONTENTS

BIOLOGICAL SCIENCES

General Biology

Zaika Yu. U., Anikina N. Yu. On new localities of marine microfossils in Upper Cenozoic deposits of Belarus	9
Zemoglyadchuk K. V. Station distribution of <i>Succinea putris</i> (L.) (Gastropoda, Succineidae) individuals in Borisov area	26
Krylov A. V. New ordovician trilobites from Leningrad and Arkhangelsk regions (Trilobita: Phacopida: Pterygomotopidae; Asaphida: Nielidae, Niobidae; Agnostida: Agnostidae)	34
Krylov A. V., Marquet R. New data on the Cenozoic molluscs of the genera <i>Mya</i> , <i>Cyrtodaria</i> and <i>Neptunea</i> (Mollusca: Hiatelidae, Myidae, Buccinidae) of the Kanin and Jugorskii peninsulas	45
Lukashenia M. A. Beetles (Insecta: Coleoptera) inhabiting the fruiting bodies of xylotrophic fungi in the National park "Belovezhskaya pushcha"	59
Lundyshev D. S. Beetles of families of Histeridae and Silphidae (Coleoptera) of the Baranovichy plain (Belarus)	66
Moroz D. S., Shpak M. Y., Petrovskaya E. A., Medvedik S. E. The adaptation features of strawberry <i>Fragaria</i> × <i>Ananassa</i> Duch. meristemic plants under led lighting conditions	73
Plax D. P. A new species of the acanthodian fish from the Kostyukovichy regional stage (Middle Devonian, Eifelian) of Belarus	83
Ryndevich S. K. Entomofauna (Insecta: Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Hemiptera, Coleoptera, Megaloptera, Trichoptera) of intact water ecosystems of some specially protected natural areas of Belarus	98

AGRICULTURAL SCIENCES

Agronomy

Abraskova S. V., Shishlova N. P. Change of fodder value of grain of triticale depending on high-quality distinctions and conditions of cultivation	108
Butschenkov I. E., Ryshkel I. V. The analysis of the features of breeding material <i>Ribes Nigrum</i> L., <i>R. Rubrum</i> L., <i>Grossularia Reclinata</i> Mill. created on the basis of the auto-polyploidy method	116
Poukh A. V. Evaluation of introduced apple clonal rootstocks in mother plantings in the Southern zone of fruit growing of the Republic of Belarus	124
Relina L. I., Vecherska L. A., Golik O. V. Protein and mineral contents in the grain of some underutilized tetraploid wheats	130
Shyianova T.P., Suprun O.G., Boguslavskiy R.L. Fatty acid composition of oil of maize endospermal mutants in connection with seed longevity in storage	139

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Общая биология

BIOLOGICAL SCIENCES

General biology

UDC 563.12

Yu. U. Zaika¹, N. Yu. Anikina²

¹Unitary Enterprise "Geoservice", 53, Janki Maura ul., 220036, Minsk, the Republic of Belarus +375(44)709 37 36, yu_z@tut.by;

²Central Mining and Geological Laboratory Ltd., 131/6, Oktiabrsky pr., 167000, Syktyvkar, Komi Republic, the Russian Federation, anikinanadya@mail.ru

ON NEW LOCALITIES OF MARINE MICROFOSSILS IN UPPER CENOZOIC DEPOSITS OF BELARUS

New data on microfossils from the Upper Cenozoic strata from the territory of Belarus are reported in the article. In the Radashkovichy Upland (Central Belarus), in sands, silts and clays, which are currently mapped as Middle Pleistocene, a mixed association of Upper Cretaceous and Cenozoic Foraminifera was revealed. It is suggested that the Upper Cretaceous foraminifers were reworked in the process of erosion of loose Coniacian — Maastrichtian sediments previously deposited in that region, whereas Cenozoic ones can occur in reworked sediments as well as in situ, as inhabitants of a Late Cenozoic marine basin which supposedly spread over this territory. In the judgment of the authors, any possibilities of preservation of delicate tests of Foraminifera during hypothetical glacial destruction of their host rocks seem very problematic. Another result of the present study is the discovery of an in situ association of agglutinated and calcareous tubular microscopic structures, which may belong to cold-water Foraminifers, in a site located in the eastern part of the Polesian Lowland (Dnieper river bank) in boulder clay. Their host sedimentary unit is regarded in the regional geological literature as the moraine of the Middle Pleistocene Dnieper glaciation. Perhaps this paleontological finding provides evidence of the supposed Late Cenozoic marine transgression to this region. On the basis of the studied material preliminary assumptions about paleogeographical setting and on conditions of sedimentation are suggested.

Key words: Foraminifera; marine microfossils; Upper Cretaceous; Late (Upper) Cenozoic; reworking; in situ occurrence; Belarus.

Fig. 8. Ref.: 20 titles.

Ю. У. Заика¹, Н. Ю. Анікіна²

¹Унітарнае прадпрыемства «Геасервіс», вул. Янкі Маўра, 53, 220036 Мінск, Беларусь, +375 (44) 709 37 36, yu_z@tut.by;

²Таварыства з абмежаванай адказнасцю «Цэнтральная горна-геалагічная лабараторыя», Акцябрскі праспект, д. 131/6, 167000 Сыктыўкар, Рэспубліка Комі, Расійская Федэрацыя, anikinanadya@mail.ru

АБ НОВЫХ МЕСЦАЗНАХОДЖАННЯХ МІКРАРЭШТКАЎ МАРСКИХ ОРГАНИЗМАЎ У АДКЛАДАХ ВЕРХНЯГА КАЙНАЗОЮ БЕЛАРУСІ

У артыкуле паведамляюцца новыя дадзеныя пра знаходкі мікраскапічных выкапнёвых арганічных рэшткаў з адкладаў верхняга кайназою на тэрыторыі Беларусі. Асацыяцыя мікрарэшткаў змешанага тыпу, у складзе якой фарамініферы верхняй крэіды і кайназою, выяўлена ў межах Радашковіцкага ўзвышша (цэнтральная Беларусь) у пакрыўных пясках, алеўрытах і гліністых пародах, пазначаных на дзейных геалагічных

мапах у якасці сярэднеплейстацэнавых. Выказана меркаванне, што верхнекрэйдавыя фарамініферы былі пераадкладзены ў выніку размыву слабалітыфікаванага асадка каньяцкага-маастрыхтскага ўзросту, распаўсюджанага на гэтай тэрыторыі ў мінулым. У сваю чаргу, кайназойскія фарамініферы могуць знаходзіцца таксама і ў першасным заляганні, як насельнікі познекайназойскага марскога басейна, які мог быць пашыраны ў даследаваным рэгіёне. На думку аўтараў, здольнасць крохкіх панцыраў фарамініфер вытрымаць гіпатэтычную ледавіковую дэструкцыю ўмяшчальных адкладаў выглядае малаверагоднай. Другім вынікам праведзенай працы з'яўляецца адкрыццё "інсітнай" асацыяцыі трубчатых карбанатных і аглютынаваных мікрарэшткаў, якія разглядаюцца намі як верагодныя панцыры халаднаводных фарамініфер, у валунным супеску на беразе Дняпра, на ўсходзе Палескай нізіны. Умяшчальныя адклады ў рэгіянальна-геалагічнай літаратуры адносяцца да сярэдняга плейстаэну і лічацца марэнай Дняпроўскага зледзянення. Знаходка можа з'яўляцца палеанталагічным сведчаннем познекайназойскага заталення гэтай вобласці. Прапануюцца папярэднія высновы пра палеагеаграфічныя абстаноўкі і ўмовы седыментацыі.

Ключавыя словы: фарамініферы; марскія арганічныя выкапнёвыя мікрарэшткі; верхняя крэйда; позні (верхні) кайназой; пераадкладанне; знаходжанне "*in situ*"; Беларусь.

Мал. 8. Бібліягр.: 20 назваў.

Introduction. The micropalaeontological study of some types of argillaceous sediments of Belarus, regarded by most researchers as formations of glacial genesis, that we had undertaken earlier, led to the discovery of Foraminifers and remains of other groups of marine microbiota [1]. The results obtained suggest that the studied strata contain assemblages of micro-fossils, including both elements reworked from previously existing more ancient formations and organisms that lived directly in the basins of the newest sedimentation. This is not entirely consistent with the glacial version of the formation of the enclosing sediments [2]. In particular, the good preservation of fragile microfauna excludes the repeated destructive effects of a series of glaciations, including glacial plucking of the subglacial substrate, erosion by melt water streams saturated with abrasive particles, high pressures on loose rocks from moving ice masses, which are postulated by glacial geologists. In contrast to these views, the hypothesis of water erosion under certain hydrodynamic characteristics of the aquatic environment does not conflict with the possibility of reworking of easily destroyed microfossils found in an almost intact form.

In turn, the presence of fossils of those representatives of marine microfauna that, in our opinion, lived *in situ*, can be considered as direct evidence of the marine genesis of some types of sediments traditionally classified as continental glacial ones. These include the mass accumulation of tubular cold-water foraminifera, which was identified in the Virynka Section of microlayered clays and silts in the north of the Polack Lowland (Figure 1) [1].

New studies, the results of which are reported in this article, allow us to supplement the previously obtained data, as well as to draw several new conclusions about the conditions of formation of the studied sedimentary units.

Material and methods. The present study is based on the methods described in our previous article [1]. Samples were taken in outcrops and quarries in order to evaluate the main lithological facies. Formation members of considerable thickness (more than 2 m) and a uniform lithological composition were sampled with combined samples weighing not less than 200 g consisting of spot samples taken along the strike and across the strike of the member. In the laboratory, after exposure to short-term heating in a solution of baking soda, a part of each sample weighing 100 g was passed through the standard set of sieves. The thinnest fraction passing the 0.25 mm sieve was collected and subsequently decanted. The remaining parts of the samples are kept intact for possible additional analyses: diatom, spore-pollen, isotope-geochemical, etc.

Fossil microobjects were selected under a binocular microscope from washed and dried sediment with a wet brush or a preparation needle and mounted with a sticky solution of sucrose on a cardboard carrier for subsequent imaging.

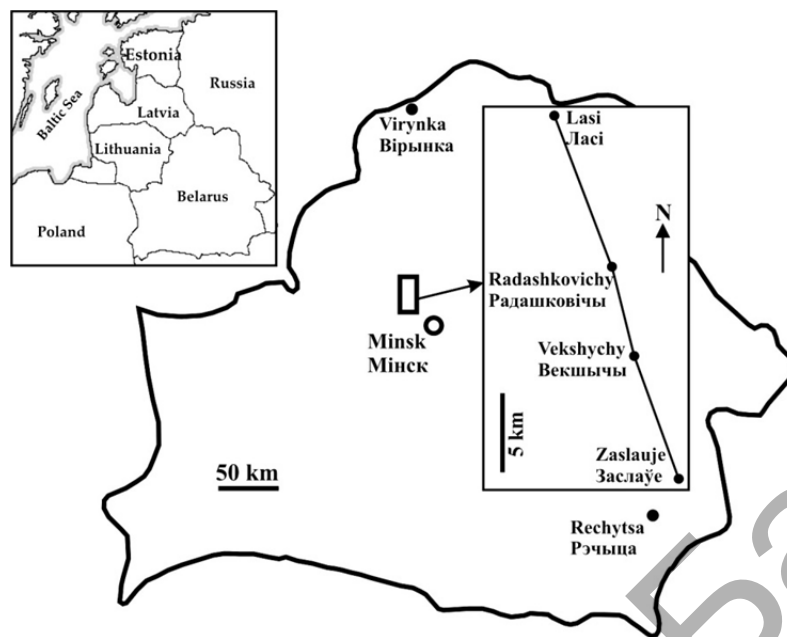


Figure 1. — Studied localities of marine microfossils in Upper Cenozoic deposits in Belarus

Малюнак 1. — Даследаваньня месцазнаходжанні мікрарэшткаў марскіх выкапнёвых арганізмаў у адкладах верхняга кайназою Беларусі

Microfossils were imaged by means of scanning electron microscopy (SEM) and also under reflected light using the OGME-P2 binocular microscope and the Sony DSC-H10 digital camera. The coordinates and absolute altitude of the studied locations are determined using the “Google Earth” service and topographic maps.

The studied micropaleontological material is deposited in Yu. Zaika’s collection (Minsk, Belarus).

Results and discussion

Radashkovichy Upland. As a result of sampling of sand-gravel pits located along a conditional line along the axis of the Radashkovichy Upland to the north of Zaslauye area described earlier [1] the foraminifera and other organic microfossil assemblages were revealed in the localities of Viekshychy, Radashkovichy-1 and Lasi (Figure 1).

The Viekshychy Section (54°3'44.01"N, 27°11'0.50"E) is located 8.5 km northwest of Zaslauye area, north of the settlement of Viekshychy in the Minsk Region. Sampling was carried out in a sand and gravel pit on the southern slope of an elevation with an absolute altitude of about 290 m. The following formations were revealed from top to bottom under the topsoil (Figure 2).

1. White-yellow loess-type sandy loam, about 0.5 m thick.
2. Light-yellow bedded sand with interlayers of brown argillaceous sand. The bedding is intensely deformed. Thickness is up to 3.0 m.
3. Dense brown sandy loam and loam, with interlayers and lenses of gravel, pebbles, infrequent boulders of crystalline and sedimentary rocks (“till”). Thickness of the member is about 5.0 m. From its lower part sample M27 was taken, in which remnants, presumably of *Pteropoda* Cuvier and other organisms of problematic systematic position, were found.
4. Uniform interlayer of fine, argillaceous, thin-bedded sand, about 0.2 m thick.

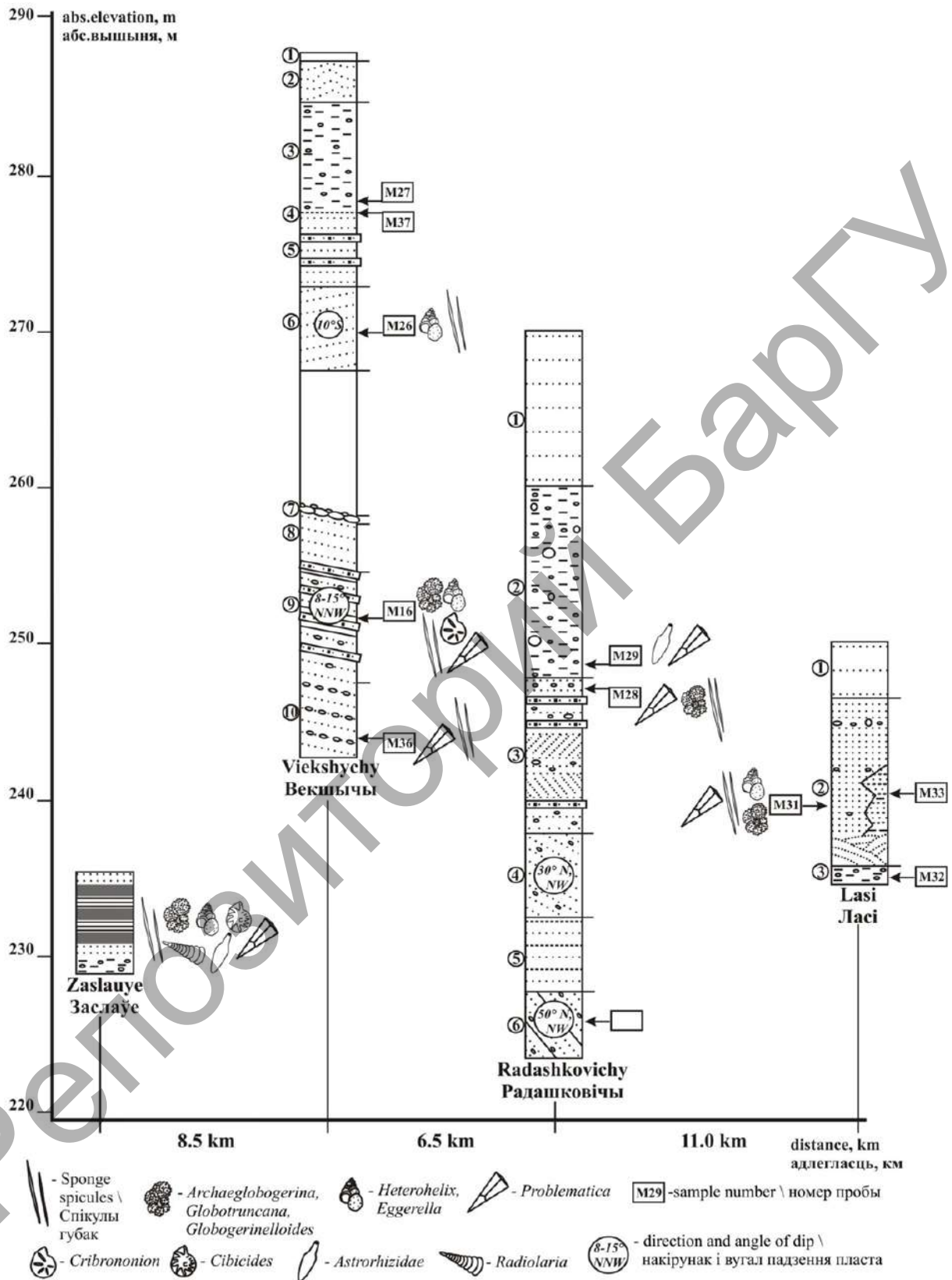


Figure 2. — Zaslauye [1], Vieکشychy, Radashkovichy-1 and Lasi Sections (Radashkovichy Upland) with sampled localities (layerwise description given in the text)

Малюнак 2. — Разрэзы Заслаўе [1], Векшычы, Радашковічы-1 і Ласі (Радашковіцкае ўзвышша), з указаннем месцаў адбору проб (паслойнае апісанне прыведзена ў тэксце)

5. Laminated sand and gravel unit, in some intervals cemented in the form of slabs and massifs of sandstone and gravelite, with a total thickness of about 5 m. Mostly hidden by scree.

6. Fine-grained sand, thin-bedded, with thickness of about 5.0 m. The dip of the bedding is to the south at an angle of 10°. Sample M26 was taken from the lower part of the interval, in which foraminifera *Heterohelix striata* (Ehrenberg) (= *Guembelina (Pseudoguembelina) striata* (Ehrenberg)) (Figure 3, *p*) were revealed, as well as some globigerinidae-like foraminifers (Figure 4, *a*). Of them, *H. striata* (Ehrenberg) is characteristic of the Upper Cretaceous, mainly for the Coniacian-Maastrichtian. The foraminifers mentioned in the present work as *H. striata* (Ehrenberg) are probably identical to the foraminifera of Zaslauye area, which we previously referred to as *Spiroplecta* sp. [1]. In addition, sponge spicules (Figures 5, *a—e*) and microfossils of unidentified organisms (Figures 5, *l—n*) were found.

The sand interval below with a thickness of about 7—9 m is almost completely covered with talus.

7. A boulder-pebble interlayer with the uniform thickness of about 0.5 m that dips to the north-northwest at angles of 8—15°. All the underlying layers down to the bottom of the pit have the same dip. Thus, between layers 6 and 7, there is probably an angular unconformity hidden by the talus.

8. Layered sands, with streaks of gravel, pebbles and with separate boulders. The member is up to 3-4 meters thick.

9. Horizontally and diagonally layered sand and gravel with pebbles and boulders, separate intervals of which are cemented to form slabs of sandstone and gravelite about 0.5 m thick. The slabs can merge into layered cemented massifs of more than 2.0 m thick. In the middle of the unit there are thin bands of fine and silty sands grading into silt, as well as individual thin bands of brown “chocolate” silty clay. Total thickness of the member is about 6—8 m. Sample M16 was taken from a silty clay band; in the sample numerous foraminifers (Figures 3, 4), as well as sponge spicules, sometimes interconnected (Figure 5, *a*), fish teeth (Figure 5, *k*) and other microfossils (Figures 5, *f—j, l—n*) were found. The number of tests of Foraminifera is measured in hundreds of specimens per 100 g of sediment. Sponge spicules and foraminifers are well-preserved. The following foraminifers were identified: *Archaeoglobigerina* sp. (Figures 3, *a—i*), *Globotruncana* sp. (Figures 3, *j—l*), *Heterohelix striata* (Ehrenberg) (Figures 3, *n, o*), *Lagena* sp. (Figure 4, *b*), *Elphidiella* sp. (Figure 4, *f*) and *Eggerella brady* (Cushman) (Figure 3, *m*). The majority of the foraminifers found are similar to the Upper Cretaceous (mainly Coniacian-Maastrichtian) foraminifera. At the same time, some of them may be characteristic of the Cenozoic, including representatives of the family *Elphidiidae* (Figures 4, *c—e*), *Elphidiella* sp. (Figure 4, *f*) and also *Cribronion incertus* (Williamson) (Figures 4, *g—j*). The latter represents a widespread Late Cenozoic arctic-boreal species, existing until the present time. *Eggerella brady* (Cushman) also belongs to a group of foraminifers with a wide stratigraphic range from the Cretaceous to the present.

10. Horizontally, obliquely and diagonally layered sands, with interlayers and lenses of gravel, pebbles and boulders, sometimes cemented into sandstone and gravelite. The unit thickness above the bottom of the pit is about 4 m. In a sample M36 taken 2.5 meters above the pit bottom numerous sponge spicules and some skeletal debris were found. In the gravel fraction there are some apparently reworked fossils, including a tiny specimen of solitary Scleractinian coral.

The Radashkovichy-1 Section (54°7'19.45"N, 27°10'4.79"E) is located in the Maladziechna District of the Minsk Region, 6.5 km north of the Viekschy Section, and is characterized by absolute altitudes of 255—280 m, exposed from the south by the pit mine.

The following sedimentary units were revealed from top to bottom under the topsoil (Figure 2).

1. Light-colored loess-like deposits, grading downward to white-gray sand with pebbles and small boulders. Total thickness is about 10 m.

2. Brown sandy loam (“till”) with a large number of boulders and pebbles, with interlayers and lenses of clay sands. Total thickness is up to 15 m. In sample M29, taken directly above the bottom of the sequence, an association of microfossils was encountered, which, similar to the upper sandy loam unit in the Viekschy Section, included supposed pteropods and problematic organic forms, as well as single tubular agglutinating foraminifera of the family *Astrorhizidae* (Figure 4, *k*).

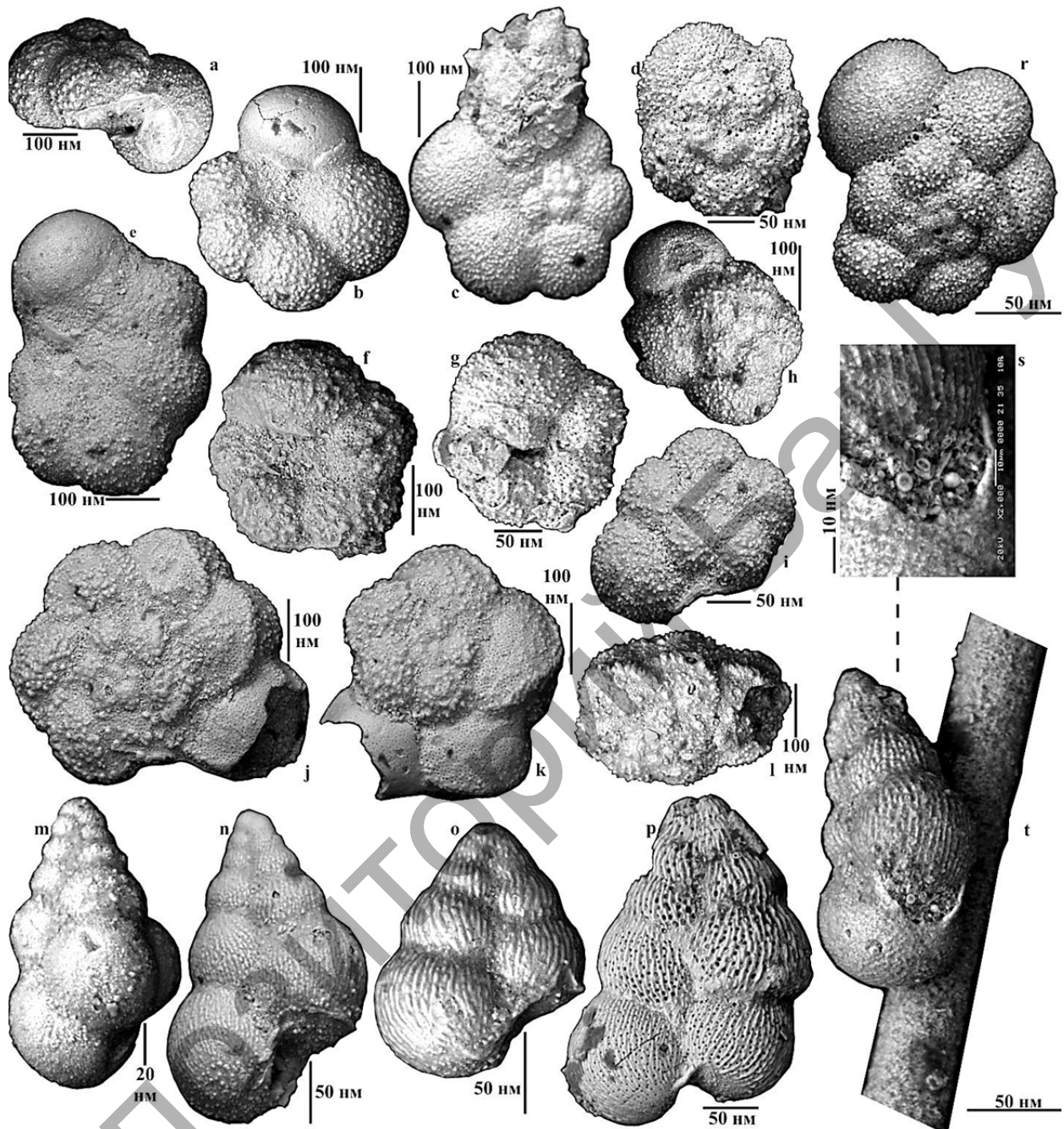


Figure 3. — Upper Cretaceous foraminifera of the Viekshychy, Radashkovichy-1 and Lasi Sections (Radashkovichy Upland): *Archaeglobigerina* sp.: **a—i** (sample M16, Viekshychy), **h** (sample M28, Radashkovichy), **r** (sample M31, Lasi); *Globotruncana* sp.: **j—l** (sample M16, Viekshychy); *Eggerella brady* (Cushman): **m** (sample M16, Viekshychy); *Heterohelix striata* (Ehrenberg): **n, o** (sample M16, Viekshychy), **p** (sample M26, Viekshychy), **s, t** (sample M31, Lasi), **t** — test of *H. striata* attached to sponge spicule, **s** — aperture of same test filled with nanofossils

Малюнак 3. — Фарамініферы верхньої крэйды з разрэзаў Векшычы, Радашковічы-1 і Ласі (Радашковіцкае ўзвышша): *Archaeglobigerina* sp.: **a—i** (узор M16, Векшычы), **h** (узор M28, Радашковічы), **r** (узор M31, Ласі); *Globotruncana* sp.: **j—l** (узор M16, Векшычы); *Eggerella brady* (Cushman): **m** (узор M16, Векшычы); *Heterohelix striata* (Ehrenberg): **n, o** (узор M16, Векшычы), **p** (узор M26, Векшычы), **s, t** (узор M31, Ласі), **t** — панцыр *H. striata*, прымацаваны да спікулы губкі, **s** — вусце таго ж экзэмпляра, запоўненае нанофасіліямі

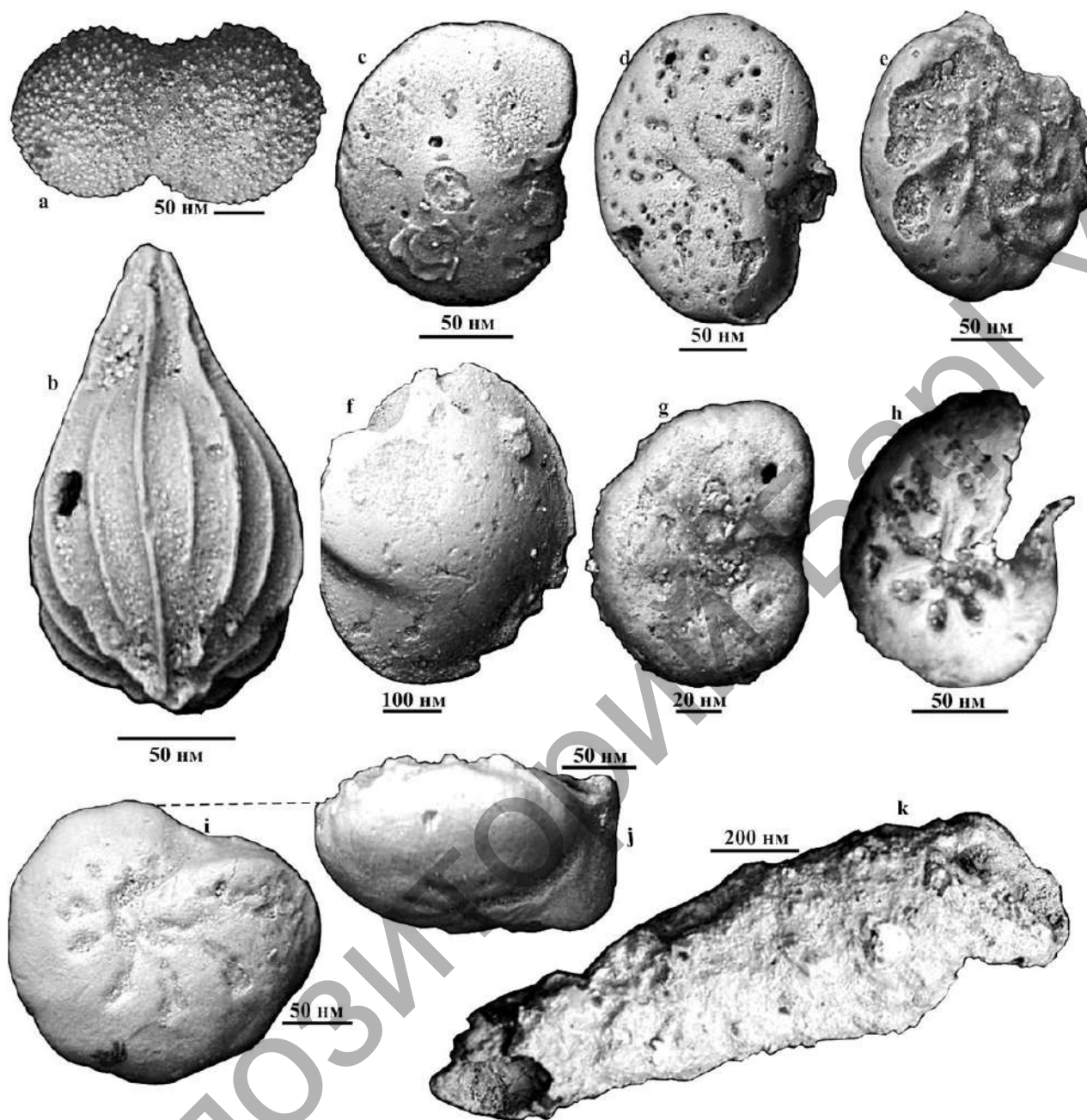


Figure 4. — Cenozoic and Upper Cretaceous Foraminifera from the Viekshychy and Radashkovichy-1 Sections (Radashkovichy Upland): *a* — *Globigerinidae* inc. gen. (sample M26, Viekshychy); *b* — *Lagena* sp. (sample M16, Viekshychy); *c*—*e*: *Elphidiidae* inc. gen. (sample M16, Viekshychy); *f* — *Elphidiella* sp. (sample M16, Viekshychy), *g*—*j* — *Cribrononion incertus* (Williamson) (sample M16, Viekshychy); *k* — *Astrorhizidae* inc.gen. (sample M29, Radashkovichy-1)

Малюнак 4. — Фарамініфери кайназою і верхньої крэйды з разрэзаў Векшычы і Радашковічы-1 (Радашковіцкае ўзвышша): *a* — *Globigerinidae* inc. gen. (узор M26, Векшычы); *b* — *Lagena* sp. (узор M16, Векшычы); *c*—*e*: *Elphidiidae* inc. gen. (узор M16, Векшычы); *f* — *Elphidiella* sp. (узор M16, Векшычы), *g*—*j* — *Cribrononion incertus* (Williamson) (узор M16, Векшычы); *k* — *Astrorhizidae* inc. gen. (узор M29, Радашковічы)

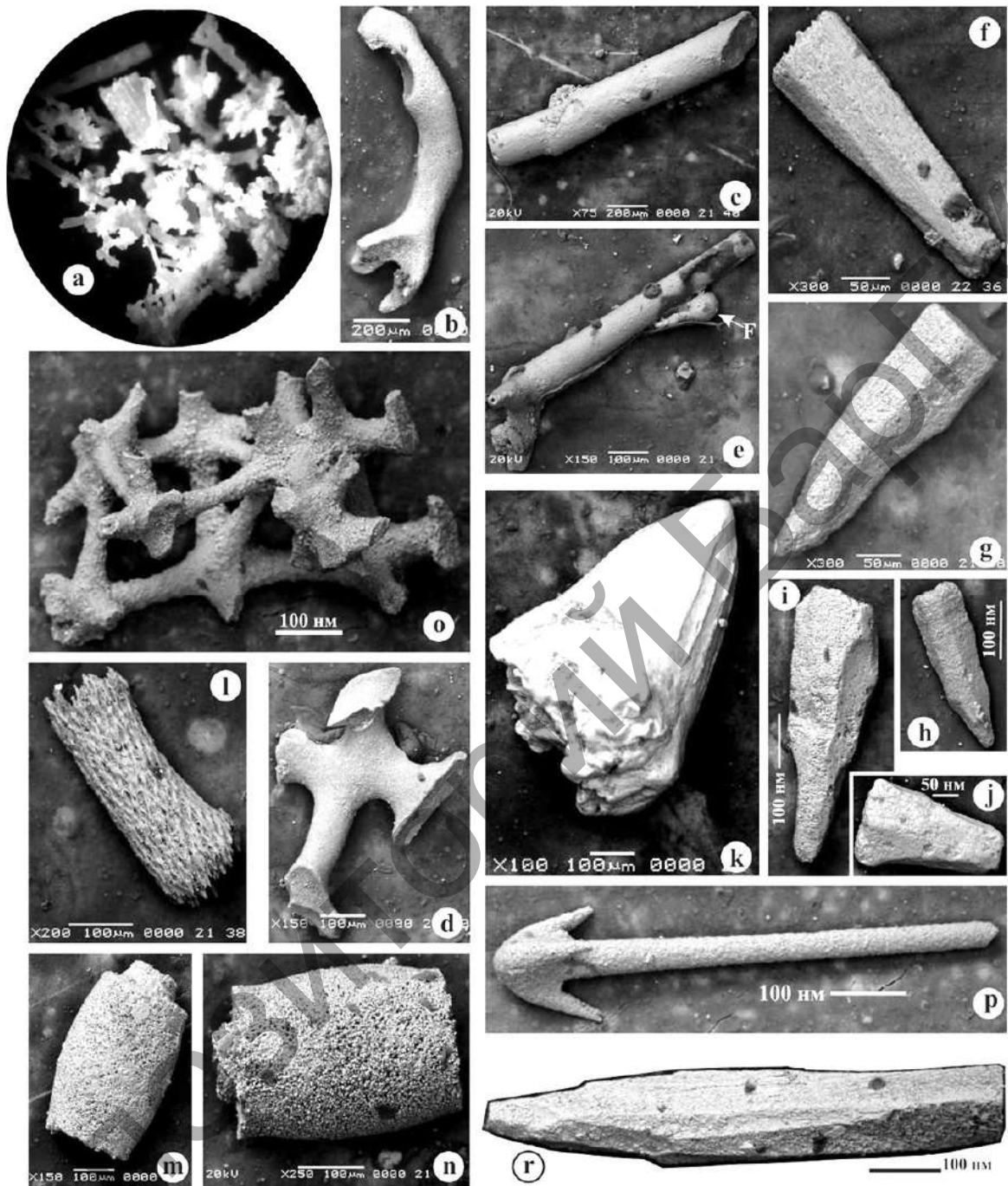


Figure 5. — Microfossils from the Viekschychy, Radashkovichy-1 and Lasi Sections (Radashkovichy Upland): *Porifera*: **a** (sample M16, Viekschychy) and **o** (sample M31, Lasi) — fragments of *Hexactinellid* sponge skeletons, **b—e** (sample M26, Viekschychy) — skeletal elements, **e** — spicule with attached foraminifera test (F), **p** — tetraaxonal spicule (*Demospongiae*, sample M31, Lasi); bony fish (*Osteichthyes*): **k** — tooth (sample M16, Viekschychy); problematic microfossils (*Problematica*): **f, h, j** (sample M16, Viekschychy), **g, i, l** (sample M28, Radashkovichy), **m, n** (sample M16, Viekschychy — small laminae on surfaces of the microfossils are mineral particles of enclosing sediment), **r** — (sample M31, Lasi)

Малюнок 5. — Выкапнёвыя арганічныя мікрарэшткі з разрэзаў Векшычы, Радашковічы-1 і Ласі (Радашковіцкае ўзвышша): *Porifera*: **a** (узор M16, Векшычы), **o** (узор M31, Ласі) — фрагменты шкілетаў *Hexactinellida*, **b—e** (узор M26, Векшычы) — шкілетныя элементы, **e** — спікула з прымацаванай фарамініферай (F), **p** — тэтраксонная спікула (*Demospongiae*, узор M31, Ласі); касцявыя рыбы (*Osteichthyes*): **k** — зуб (узор M16, Векшычы); праблематычныя мікрарэшткі (*Problematica*): **f, h, j** — узор M16 (Векшычы), **g, i, l** — узор M28 (Радашковічы-1), **m, n** (узор M16, Векшычы — дробныя пласцінкі на паверхнях мікрафасілій з’яўляюцца мінеральнымі часцінкамі асадку), **r** — (узор M31, Ласі)

3. Subhorizontal and cross-laminated sands, with intervals of clay sands, layers and lenses of boulders, pebbles and gravel. Laminated sandstone slabs and gravelite massifs are observed. The total thickness of the stratum is about 10 m. Sample M28 was taken from near its top, and contain a few foraminifera *Archaeoglobigerina* sp. (Figure 3, *h*), resembling foraminifers known from Coniacian and Santonian strata of Belarus.

4. Layered sands with gravel interlayers, occurring with angular unconformities with respect to overlying and underlying intervals. The dip is towards the north and northwest at an angle of 30°. Thickness is about 5 m.

5. Brown, horizontally layered clayey sands with gravel and small boulders. Thickness is about 5 m.

6. White, layered, fine sand with streaks of fine gravel, dipping to the north and northwest at an angle of 45—50°. Bands of brown “chocolate” silty clay are found inside the unit. In a sample taken from the silty clay no microfossils were revealed. The part of this unit exposed in the pit has a thickness of about 5 m.

The Lasi Section (54°12'25.62"N, 27° 4'46.71"E) is located near the railway station of the same name, 11 km north-northwest of the Radashkovichy-1 Section. It is confined to an elevation with absolute altitudes of about 250 m, exposed by quarrying. The following sedimentary units were revealed from top to bottom under the topsoil (Figure 2).

1. Loess-like sandy loam, strongly sandy at the bottom of the interval, with traces of post-depositional sediment flow. The member is up to 2 m thick.

2. Complex sandy unit, represented by subhorizontally- and diagonally-layered light yellow sand with interlayers of gravel, with lenses of pebbles, which laterally transform into sand-gravel mixtures with a high content of boulders, as well as clayey brown moraine-like carbonate sand and gravel deposit. The lamination in the upper intervals of the sequence is intensively deformed in some places. The total thickness of the stratum is about 10 m. Sample M31 was taken from the bottom of yellow layered sands at a depth of about 8 m, in which numerous sponge spicules were found, including interconnected ones (Figures 5, *o*, *p*), single foraminifera tests, including *Archaeoglobigerina* sp. (Figure 3, *r*) and *Heterohelix striata* (Ehrenberg) (Figures 3, *s*, *t*) and also problematic microfossils (Figure 5, *r*). All the collected microfossils are well-preserved.

Sample M33 was taken from the clayey sand and gravel moraine-like deposits at a depth of about 5 m, in which problematic tubular microfossils, presumably algae, were found.

3. Red-brown sandy loam and loam. Only the top of the unit was exposed by a quarry.

To generally characterize Zaslauye [1], Viekschy, Radashkovichy-1 and Lasi localities, it can be noted that among the foraminifers identified in these sections, Coniacian to Maastrichtian (Upper Cretaceous) representatives prevail. Some of the Foraminifera found are known in the Cenozoic and also occur in recent basins: *Cribronion incertus* (Williamson) and *Eggerella brady* (Cushman). Zaslauye area is somewhat distinguished by the presence of radiolarians, as well as problematic *Astrorhizidae* foraminifers, not revealed in the other sections. In the Radashkovichy-1 section, the *Astrorhizidae* are represented by single specimens, and their preservation is significantly different from those in Zaslauye.

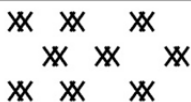
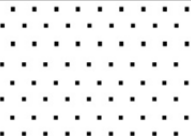


Based on the number of specimens of foraminifera in the samples, the Viekschy Section is distinguished by the abundance of tests in layers of thin and micro-layered silty clay and fine sand. In contrast, in sand samples from Radashkovichy-1 and Lasi Sections, foraminifera are rare. This contrast reflects the geological situation in the areas where the relevant sections are located. In Viekschy and Zaslauye the Upper Cenozoic sandy-clayey strata are underlain by Cretaceous (Cenomanian-Turonian) formations, while in the area of the Radashkovichy-1 and Lasi Sections the underlying formations are Devonian [3].

Traces of deformation of sediments and the presence of angular unconformities may indicate events of post-sedimentary seismic and tectonic impact on the deposits.

Polesian Lowland: microfossils from boulder clay (“till”) of the Rechytsa-1 Section. The Section is located on the right bank of the Dnieper River in Rechytsa, Gomel Region. Absolute elevations of the locality are about 118—120 m. The following strata are exposed in the river bank for 1.0 km, from top to bottom.

1. Recent topsoil, up to 1.0 m thick.
2. Fine and medium sand, light yellow, about 1.0—1.5 m thick.
3. Brown massive boulder clay (sandy loam or “till”), with inclusions of a small number of boulders, pebbles and gravel particles, with frequent randomly scattered round nodules of sandy loam composition. About 5—7 m of sandy loam is exposed at the water’s edge in the river (Figure 6). Member 3, exposed along the bank of the river, is referred in literature to the Middle Pleistocene and is considered to be a moraine of the Dnieper Glaciation [4].

”Rechytsa-1” Section / Разрез “Рэчыца-1”

Bed No. № слоя	Lithology Літалогія	Sample No. № пробы	Description Апісанне	Microfossils Арганічныя мікраарэшткі
1			Artificial soil, topsoil \ Насыпны грунт, дзёран 1.0 m	
2			Sand light-yellow \ Пясок светла-жоўты 1.0 - 1.5 m	
3			Brown sandy loam (“Till”) with pebbles and globose nodules of lithified loam \ Руды супесак (“марэна”) з галькай і сферычнымі канкрэцыямі літыві- каванага супеску	 <ul style="list-style-type: none"> - Agglutinated encrusting tests on gravel particles \ Аглютынаваныя абрасталнікі на жвіровых часцінках - Accumulation of calcareous-agglutinated tubules \ Скупчэнне трубчатых карбанатна-аглютынаваных утварэнняў - <i>Elphidiella</i> (?) sp.

Water's edge / Урэз вады 7.0 m

Figure 6. — Rechytsa-1 Section, Polesian Lowland (layerwise description given in the text)

Малюнак 6. — Разрез Рэчыца-1, Палеская нізіна (паслойнае апісанне прыведзена ў тэксце)

The sampling of sedimentary unit 3 was carried out in a clay pit located at the base of the river bank (52°22'31.60"N, 30°25'0.22"E). The sample M30 revealed fragments of agglutinating microscopic formations resembling foraminifers of the genus *Tolypammina* Rhumbler and *Rhabdammina* M. Sars (Figures 7, *a–e*), as well as single tests of *Elphidiella* sp. (Figure 8, *k*). Encrustation of grains of coarse sand and gravel by *Tolypammina* sp. is observed (Figures 7, *b*; 8 *g, h*). Although the belonging of some of the collected specimens to the foraminifera is debatable, recent foraminifera having similar tests that encrust ice-rafted pebbles have been reported in the literature from cold-water seas of high latitudes [5]. Many of the revealed calcareous-agglutinating tubules are characterized by a multilayer wall that includes a relatively complex internal calcareous layer (Figures 7, *c*; 8, *a–e*) outside of which occurs a zone of agglutinated particles, cemented by calcareous substance (Figures 8 *c, i, j*). A similar “cellular” structure of the inner part of test is typical for some representatives of the family *Diffusulinidae* Loeblich et Tappan. The tubules in sample M30 form labyrinthine aggregations covered on the outside by a common layer of silt and fine sand grains.

In addition to the above-described forms, pteropods (?) and organisms of unidentified systematic affiliation were found in sample M30, identical to microfossils of the sandy loams (“tills”) of the above-described Viekshychy, Radashkovichy-1 and Lasi Sites. Their preservation may indicate that they are reworked, in contrast to the tubular formations (? foraminifera), the *in situ* occurrence of which seems undoubted.

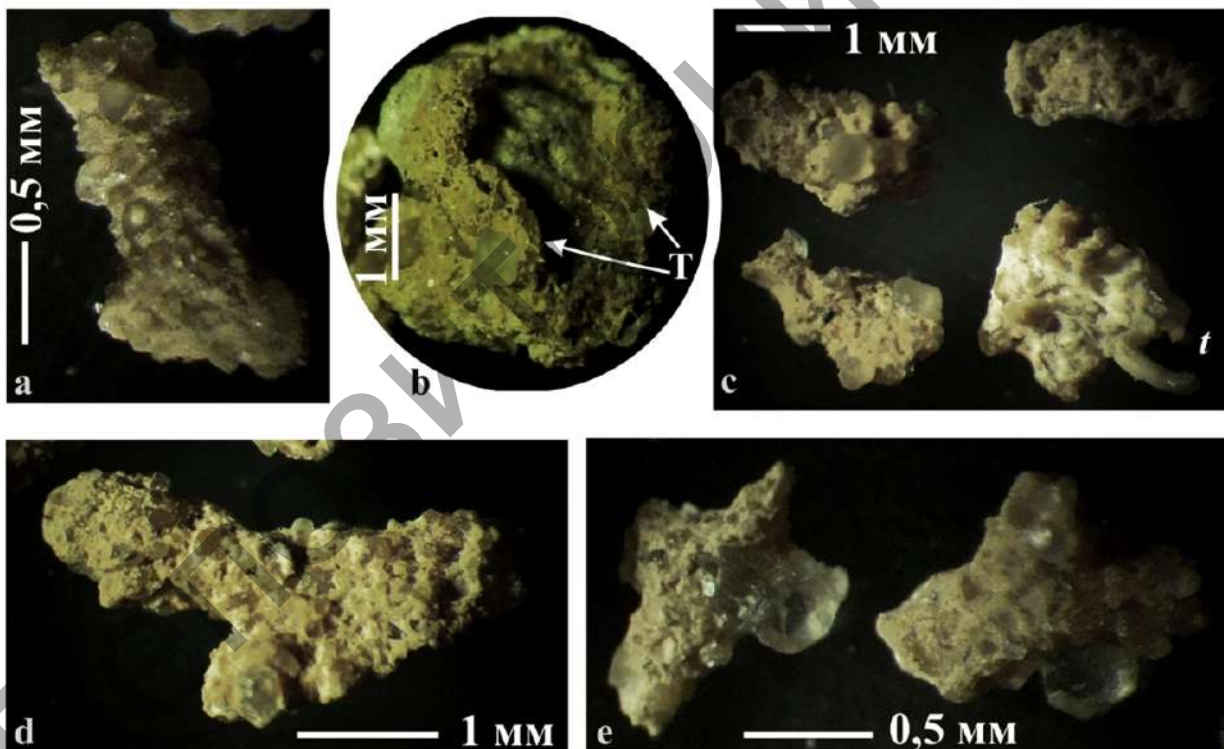


Figure 7. — Agglutinating tubular formations (? foraminifers) from boulder clay (“till”) of the Rechytsa-1 Site, Polesian Lowland (sample M30): *a, d, e* — fragments of agglutinated tubules (probably *Rhabdammina* sp.); *b* — probable encrusting *Tolypammina* sp. (T) on gravel particle; *c* — probable fragments of *Rhabdammina* sp. and aggregation of calcareous tubules (t)

Малюнок 7. — Аглютынаванія трубчатых ўтварэнні (? фарамініферы) з валунных супескаў («марэны») месцазнаходжання Рэчыца-1, Палеская нізіна (узор М30): *a, d, e* — фрагменты аглютынаваных трубчатых утварэнняў (верагодна, *Rhabdammina* sp.); *b* — верагодна, панцыр *Tolypammina* sp. (T), які абрастае жвіровую часцінку; *c* — верагодна, фрагменты *Rhabdammina* sp. і скупчэнне карбанатных трубчатых утварэнняў (t)

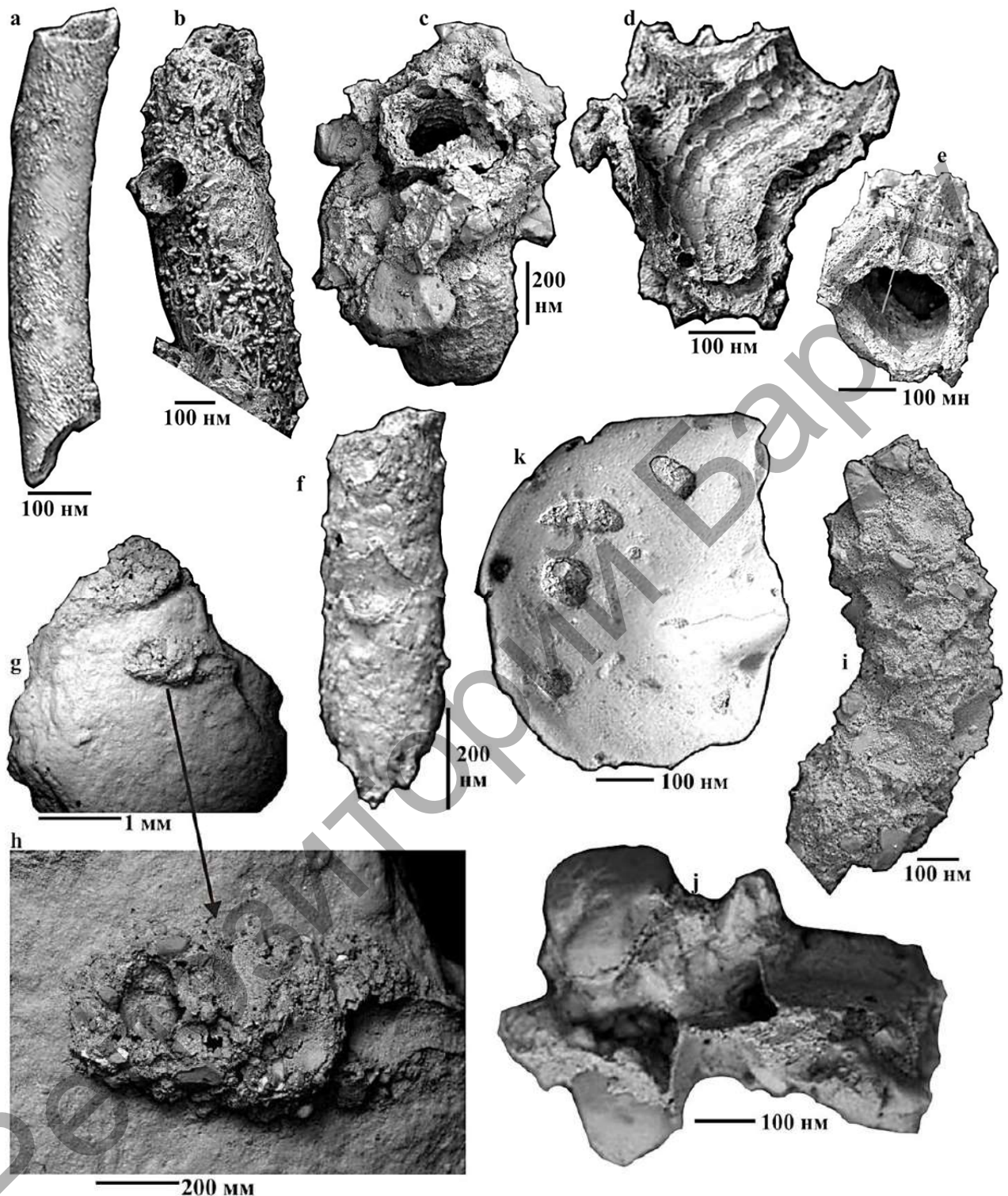


Figure 8. — Microfossils from boulder clay ("till") of the Rechytsa-1 Site, Polesian Lowland (sample M30): *a, b, e, f* — fragments of calcareous tubules (foraminifera ?); *c, i, j* — fragments of calcareous tubules (foraminifera ?) with agglutinated particles; *d* — inner surface of a dichotomous fragment of a calcareous tubule; *g, h* — encrusting *Tolypammina* sp. on a gravel particle; *k* — *Elphidiella* sp.

Малюнок 8. — Мікрарешткі з месцазнаходжання Рэчыца-1, Палеская нізіна (узор М30): *a, b, e, f* — фрагменти карбанатных трубчатых утварэнняў (? панцыры фарамініфер); *c, i, j* — фрагменты карбанатных трубчатых утварэнняў (? панцыры фарамініфер) з аглютынаванымі часцінкамі; *d* — унутраная паверхня дыхатамічнага фрагмента карбанатнага трубчатата ўтварэння; *g, h* — форма *Tolypammina* sp., якая нарастае на жвіровую часцінку; *k* — *Elphidiella* sp.

Reworked and in situ occurrence. These data complement the information we have previously reported [1], and indicate that “moraine” and “glacial-fluvial” sequences in Belarus at various hypsometric levels often contain marine microfossils, which can be either reworked or *in situ*, in some cases occurring together.

The Radashkovichy Upland, as well as the whole Minsk Upland System, is considered by proponents of the glacial concept to be an area of complexly-arranged glacial marginal forms [4]. Accordingly, the material composing them, with various reservations, is considered as largely allochthonous, incorporated by glaciers along their path, and partly mixed with local material [6]. In contrast to such notions, the data obtained by us are consistent with the hypothesis about the prevailing autochthonous origin of clay, silt and partly sand fractions of these sediments, as well as microfossils found in these strata, as supported by the following pieces of evidence:

– *The presence of assemblages of Upper Cretaceous foraminifera of similar geological age and taxonomic composition in several locations of Upper Cenozoic sandy, silty and argillaceous formations over a distance of more than 25 km.* Moreover, since in the northern sections — Radashkovichy-1 and Lasi — the foraminifera are the rarest, it can be assumed that the source of the material was not located to the north of the mentioned locations and, accordingly, the microfossils were not moved from this direction by hypothetical glaciers.

– *Fine preservation of foraminifera tests, their mass accumulations in separate intervals.* It is doubtful that the fragile foraminifers could withstand multiple glacial effects. These effects would have included the destruction of the original Cretaceous sediments and the deposits of preceding glaciations, in which the tests would have been included, and the subsequent erosion by glacial-fluvial flows containing suspension of mineral particles. It should be noted that according to the current stratigraphic schemes of Quaternary formations of Belarus [7], the region in which the studied sections are located, was subjected to no less than four glaciations during the Pleistocene. Some published sources indicate an even greater number of glaciations. Additional effects would have occurred during their secondary stages which could have included oscillatory movements as well as motion of glacial lobes. Therefore, additional active plucking and sediment-destructive activity are postulated [2].

When considering glacial transport, it is necessary to take into account the facts that the possibility of transporting fragile objects by recent continental glaciers, as well as the ability of microscopic fossils to remain intact inside moving glaciers, are not confirmed and are the subjects of discussion [8]. These problems are, as a rule, ignored by the proponents of the glacial theory, who *a priori* declare all the facts of occurrence of marine micro- and macrofossils in the Quaternary strata on the continents to be a result of glacial reworking.

– *The geological age of the Cretaceous foraminifera in the locations of Zaslauye and Viekshychy is slightly younger than that of the Cenomanian-Turonian bedrock strata, which occur in this area.* Accordingly, the revealed microfossil associations could have come from autochthonous formations that stratigraphically and structurally occurred directly above these bedrock strata in the past and which were later eroded. The estimated age of the hypothetical destroyed strata is the Coniacian — Maastrichtian Stages of the Upper Cretaceous and, possibly, the Paleogene and Neogene. Consequently, the clay, silt and fine sand fractions may be the products of water erosion and reworking of the previously existing indigenous bedrock formations of the corresponding age. In contrast to the glacial hypothesis, the deposition of the enclosing sandy and clay formations by water does not contradict the possibility of erosion and redeposition of loose Upper Cretaceous and Paleogene sediments containing foraminifera tests, while preserving them in good condition.

Unlike the fine fractions of the sediment, the coarse clastic material encountered in the described sections may be to varying degrees allochthonous, brought by floating ice, as is currently observed in the Arctic basins.

Along with the foraminifera, the assemblages of microfauna that we established are also characterized by sponge spicules. At least some of the spicules have an Upper Cretaceous age, since they are used by Upper Cretaceous foraminifera as an agglutinated material (Figures 3, *t*; 5, *e*).

Especially remarkable is the detection of calcareous and agglutinated tubular microscopic formations in the area of the “Dnieper glacial moraine” in southeastern Belarus (Rechytsa-1 site, Figures 1, 7, 8), which we interpret as benthic foraminifera, with some degree of doubt. In our opinion, the association identified here includes mainly specimens that were not reworked from older strata. This, along with the good preservation of fragile tubules, is indicated by the encrustation of sediment particles by *Tolypammina* sp. Glacial transport of these encrusted gravel particles does not correspond with the ability of the encrusting tests to remain intact.

Taking into account the finding of tubular foraminifera in the microlayered clays of the Virynka Section in the north of the Polack Lowland [1] located 430 km north-northwest of Rechytsa (Figure 1), the Rechytsa-1 locality, in the southeast of the Polesian Lowland, is of particular interest. In both cases, the intervals containing the tubular foraminifera are confined to a comparable absolute height: about 122 m (Virynka) and about 118—120 m (Rechytsa). To date, there are no sufficient grounds to confidently consider this fact as an indication of their stratigraphic equivalence, which, however, cannot be ruled out. Such a conclusion would contradict the glacial stratigraphic scheme, according to which the boulder clay stratum (“till”) on the Dnieper River in Rechytsa should be attributed to the Middle Pleistocene, whereas the laminated clays on the Virynka River should be attributed to the Upper Pleistocene [7]. Additional detailed research will be required to clarify the stratigraphic interrelation of the mentioned sections, including further micropaleontological study of the Upper Cenozoic sediments. In the subsequent consideration of this problem, it is also necessary to note the fact that Virynka and Rechytsa-1 sections are located on opposite sides of the Baltic Sea and Black Sea watershed.

Preliminary assumptions on depositional environments. In our opinion, the Radashkovichy Upland at some stage of its development in the Late Cenozoic could have been a zone of sand bars or islands surrounded by shallow waters in a seasonally freezing marine basin. The sandy-aleuritic and argillaceous fractions are mainly formed as a result of erosion of local Upper Cretaceous and younger loose rocks, while allochthonous boulder and pebble material found in large amounts at some intervals could have been brought by floating ice. The presence of an angular unconformity in the Viekschy and Radashkovichy-1 Sections, as well as the alternation of horizontally layered units with separate horizons with intensive distortion of bedding may indicate a periodically occurring tectonic activation of the area of the future Radashkovichy Upland. Thus, the formation of the composite Cretaceous-Cenozoic assemblage of foraminifera can be explained by the reworking of Upper Cretaceous and Paleogene microfossils and the simultaneous inclusion of Cenozoic foraminifera. The latter include *Cribrononion incertus* (Williamson) and *Eggerella brady* (Cushman), which could have inhabited the basin during the Late Cenozoic transgression. It is important to note that *Cribrononion incertus* (Williamson) is among ecologically tolerant forms and can be found not only in normal sea conditions, but also in brackish shallow hydrodynamically active environments [8].

If the above-described tubular and encrusting forms indeed belong to foraminifera, the Rechytsa-1 Site apparently is among locations of the Late Cenozoic marine microfossils which are the most distant from the modern marine basins known in Eastern Europe. Hypotheses about the sea flooding of this part of the Polesian Lowland have already been suggested by some specialists. In particular, I. G. Pidoplichko [9] acknowledged the presence of a brackish strait connecting the supposed joint Pliocene-Pleistocene the White Sea and the Baltic Sea basins and the hypothetical Dnieper-Donets system of lakes. I. L. Kuzin [10] substantiated the existence in the valley of the Dnieper River of the strait between the supposed North European and joint the Black Sea and the Caspian Sea basins, formed at least in the Early Pliocene. Our data do not yet allow us to answer

the question of the time of flooding of this area; however, they can be a paleontological confirmation of the above hypotheses.

Concerning sedimentation conditions in the Rechytsa Site, the following tentative assumptions can be made. Recent representatives of *Tolypammina* and *Rhabdammina* are able to inhabit a wide range of environments with different salinity and depths [11—15], which causes their non-specificity as paleoecological and paleohydrological indicators. According to T. G. Lukina [16], the recent *Tolypammina vagans* (Brady) representatives were revealed in the Arctic Ocean at depths of 27—5 278 m, in the Atlantic Ocean at 290—3 220 m, in the Pacific Ocean at 200—6 916 m, in the Atlantic sector of the sub-Antarctic at 105—267 m (Falkland Islands region) and at 26—4 041 m (South Georgia Island), and in the Pacific sector of the Antarctic to a depth of 3 200—3 400 m. The living conditions of the “*Rhabdammina* fauna” also vary significantly as it is widespread from oceanic depressions to lagoon and brackish near-coastal environments [17—19]. Mass accumulations of agglutinating foraminifera are very characteristic of cold-water basins, including the northern and southern polar and subpolar shallow waters. Therefore, despite the fact that domination of agglutinating foraminifera in fossil assemblages can be a secondary phenomenon caused by the dissolution of calcareous tests of foraminifera of the initial community [20], we do not find a contradiction with the assumption about the marine nature of enclosing sandy loams (“moraines” or “tills”) and about their having been formed in the cold sea basin. The lack of bedding and the random placement of pebbles and boulders may indicate a comparatively calm hydrodynamic environment and the entry of coarse material with floating ice. Moreover, the intensive movement of gravel and larger clastic particles by movements of the near-bottom water would probably prevent the settling of encrusting foraminifers and would lead to their destruction.

Conclusion. The information above is considered as an indication of the need to revise the existing ideas about the paleogeographic conditions and sedimentation factors that led to the formation of the Upper Cenozoic surficial deposits in the territory of Belarus and neighboring regions of Eastern Europe. As part of the paradigm of continental glaciation dominant in Quaternary geology, the microfaunistic (foraminiferal) study of the Upper Cenozoic strata of Belarus had previously been regarded as meaningless and was never carried out purposefully. Among other reasons, this led to the construction of stratigraphic charts for Quaternary sediments based on the principles of glacial stratigraphy, which can now be challenged. Our study revealed the presence of reworked and, probably, in situ foraminifera in the Upper Cenozoic strata of Belarus. The excellent preservation of reworked foraminifera tests contrasts with the hypothesis of multiple destructive glacial erosion. In situ specimens even more do not agree with the glacial theory. At the same time, the belonging of some of the tubular agglutinating forms described above to foraminifera must be regarded as not definitively established and requiring additional confirmations. In these regards, further micropaleontological studies of the Upper Cenozoic formations are needed and should be supplemented by a wider array of other methods.

The authors are grateful to the leading geologist of the A. P. Karpinsky All-Russian Geological Institute (“VSEGEI”) V. A. Zharkov (Syktyvkar, Komi Republic, Russia) for valuable comments that contributed to the improvement of our article. The initial discussion of the work was attended by the “VSEGEI” geologist A. V. Krylov (St. Petersburg, Russia), to whom our gratitude is also expressed. The authors are very much obliged to the paleontologist C. Schraer (Anchorage, Alaska, USA) and Dr. R. B. Blodgett (Blodgett & Associates, Geological & Paleontological Consultants, Anchorage, Alaska, USA) for their careful work on editing the English usage.

References

1. 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)". Vol. 6, Sept. 2018, pp. 33—56.
2. Geology of Belarus / A. S. Makhnach [et al.] (eds.). Minsk: Institute of geol. sci. of the Nat. Acad. of sci. of Belarus, 2001. 815 p. (in Russian).
3. Geological map of pre-Quaternary strata of the Belarusian SSR. Scale 1:500000 / A. S. Makhnach (chief ed.). Ministry of Geology of the USSR. Agency of Geology of the Belarusian SSR. 1983. (in Russian).
4. Geological map of Quaternary strata of the Belarusian SSR. Scale 1:500000 / G. I. Garetskij (chief ed.). Ministry of Geology of the USSR. Agency of Geology of the Belarusian SSR. 1983. (in Russian).
5. Kaminski M. A., Neissen F. Modern agglutinated Foraminifers from the Novgard Ridge, Fram Strait, west of Spitsbergen: evidence for a deep bottom current // Annales Societatis Geologorum Poloniae. 2015. V. 85. P. 309—320.
6. San'ko A. F., Yartsev V. I., Dubman A. V. Genetic types and facies of Quaternary deposits of Belarus. Minsk. 2012. 311 p. (in Russian).
7. Stratigraphic charts of Precambrian and Phanerozoic deposits of Belarus / S. A. Kruchek et al. (eds.). Minsk: BelNIGRI. 2010. 282 p.+15 Stratigraphic charts. (in Russian).
8. Krapivner R. B. Crisis of the glacial theory: arguments and facts. Moscow: Geos. 2018. 320 p. (in Russian).
9. Pidoplichko I. G. On the Ice Age. Issue 4. Origin of the Boulder Clay Formation. Kiev: Acad. of Sci. of the Ukrainian SSR. 1956. 334 p. (in Russian).
10. Kuzin I. L. Myths and Reality of the Theory of Continental Glaciations. St. Petersburg: Nasledie. 2013. 178 p. (in Russian).
11. Majewski W. Benthic foraminifera from West Antarctic fiord environments: An overview // Polish Polar Research. 2010. V. 31. No. 1. PP. 61—82.
12. Jones R. W., Brady H. D. The Challenger Foraminifera. Oxford Univ. Press. 1994. 416 p.
13. Cushman J. A. The Foraminifera of the Atlantic Ocean. Part 1. Astrorhizidae // Smithsonian Institution United States National Museum Bulletin. 104. 1918. 111 p.
14. Cushman J. A., Parker F. L. Recent Foraminifera from the Atlantic coast of South America // Proceedings of the United States National Museum. 1931. 80 (2903): pp. 1—24.
15. Murray J. W. Ecology and Palaeoecology of Benthic Foraminifera. Harlow, Essex, England: Longman Scientific and Technical; New York: Wiley. 1991. 397 p.
16. Lukina T. G. Deep-water foraminifera of the central part of the Pacific Ocean // In Series: Studies of Sea Fauna. V. XXIV (XXXII). Leningrad: Nauka. 1980. 204 p. (in Russian).
17. Principles of paleontology / Yu. A. Orlov (ed.). Vol. 1. Generality. Protista. Academy of Sciences of the USSR. Moscow, 1959. 367 p. (in Russian).
18. Fursenko A. V. Introduction into the study of Foraminifera. Novosibirsk: Nauka, 1978. 242 p. (in Russian).
19. Gradstein F. M., Berggren W. A. Flysch-type agglutinated foraminifera and the Maastrichtian to Paleogene history of the Labrador and North Seas. Marine Micropaleontology. 1981. V. 6. P. 211—268.
20. Murray, J. W., Alve E. High diversity agglutinated foraminiferal assemblages from the NE Atlantic: dissolution experiments // Late Cenozoic benthic Foraminifera: taxonomy, ecology and stratigraphy. In honour of Rolf W. Feyling-Hanssen on his 75th birthday, July 24th, 1993. Cushman Foundation for Foraminiferal Research Special Publication. 1994. No. 32. P. 33—51.

Список цитованих криниц

1. *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 // BarSU Herald. Series "Biological sciences (general biology). Agricultural sciences (agronomy)". Vol. 6. Sept. 2018, pp. 33—56.
2. Геология Беларуси / А. С. Махнач [и др.] (ред.). — Минск : Ин-т геол. наук Нац. акад. наук Беларуси, 2001. — 815 с.
3. Геологическая карта дочетвертичных отложений Белорусской ССР. Масштаб 1:500000 / А. С. Махнач (гл. ред.). — М-во геологии СССР. Управление геологии БССР, 1983.
4. Геологическая карта четвертичных отложений Белорусской ССР. Масштаб 1:500000 / Г. И. Горещкий (гл. ред.). — М-во геологии СССР. Управление геологии БССР, 1983.
5. *Kaminski, M. A.* Modern agglutinated Foraminifers from the Novgard Ridge, Fram Strait, west of Spitsbergen: evidence for a deep bottom current / M. A. Kaminski, F. Neissen // Annales Societatis Geologorum Poloniae (2015). — Vol. 85. — Pp. 309—320.
6. *Санько, А. Ф.* Генетические типы и фации четвертичных отложений Беларуси / А. Ф. Санько, В. И. Ярцев, А. В. Дубман. — Минск, 2012. — 311 с.

7. Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси / С. А. Кручек (ред.) [и др.]. — Минск : БелНИГРИ, 2010. — 282 с. + 15 стратиграф. схем.
8. Крапивнер, Р. Б. Кризис ледниковой теории: аргументы и факты / Р. Б. Крапивнер — М. : Геос, 2018. — 320 с.
9. Пидопличко, И. Г. О ледниковом периоде. Выпуск 4. Происхождение валунной формации / И. Г. Пидопличко. — Киев : АН УССР, 1956. — 334 с.
10. Кузин, И. Л. Мифы и реалии учения о материковых оледенениях / И. Л. Кузин. — СПб. : СЗНИИ Наследие. 2013. — 178 с.
11. Majewski, W. Benthic foraminifera from West Antarctic fiord environments: An overview / W. Majewski // Polish Polar Research. — 2010. — V. 31. — No. 1. — Pp. 61—82.
12. Jones, R. W. The Challenger Foraminifera / R. W. Jones, H. D. Brady. — Oxford Univ. Press, 1994. — 416 p.
13. Cushman, J. A. The Foraminifera of the Atlantic Ocean. Part 1. Astrorhizidae / J. A. Cushman // Smithsonian Institution United States National Museum Bulletin. — 1918. — Vol. 104. — 111 p.
14. Cushman, J. A. Recent Foraminifera from the Atlantic coast of South America // J. A. Cushman, F. L. Parker // Proceedings of the United States National Museum. — 1931. — No. 80 (2903). — Pp. 1—24.
15. Murray, J. W. Ecology and Palaeoecology of Benthic Foraminifera / J. W. Murray // Harlow, Essex, England: Longman Scientific and Technical. — New York : Wiley, 1991. — 397 p.
16. Лукина, Т. Г. Глубоководные фораминиферы центральной части Тихого океана / Т. Г. Лукина. // В сер.: Иссл. фауны морей. Т. XXIV (XXXII). — Л. : Наука, 1980. — 204 с.
17. Основы палеонтологии / Ю. А. Орлов (ред.). Т. 1. Общая часть. Простейшие. — М. : Изд-во Акад. наук СССР, 1959. — 367 с.
18. Фурсенко, А. В. Введение в изучение фораминифер / А. В. Фурсенко. — Новосибирск : Наука, 1978. — 242 с.
19. Gradstein, F. M. Flysch-type agglutinated foraminifera and the Maastrichtian to Paleogene history of the Labrador and North Seas / F. M. Gradstein, W. A. Berggren // Marine Micropaleontology. — 1981. — V. 6. — Pp. 211—268.
20. Murray, J. W. High diversity agglutinated foraminiferal assemblages from the NE Atlantic: dissolution experiments / J. W. Murray // Late Cenozoic benthic Foraminifera: taxonomy, ecology and stratigraphy. In honour of Rolf W. Feyling-Hanssen on his 75th birthday, July 24th, 1993 / J. W. Murray, E. Alve // Cushman Foundation for Foraminiferal Research Special Publication. — 1994. — No. 32. — P. 33—51.

Паведамляецца пра новыя знаходкі выкапнёвых арганічных мікрарэшткаў з верхнекайназойскіх адкладаў Беларусі (Радашковіцкае ўзвышша, Палесская нізіна). Марскія мікрарэшткі з Радашковіцкага ўзвышша прымеркаваны да пясчана-алеўрытавых утварэнняў і прадстаўлены фарамініферамі, губкамі і некаторымі іншымі групамі. Іх узрост ацэньваецца як верхнякрэйдавы і кайназойскі. Гэтая асацыяцыя складаецца пераважна з пераадкладзеных мікрафасілій, вымытых з парод адпаведнага ўзросту, якія маглі існаваць у тым жа раёне, а таксама ўключае формы, для якіх можна меркаваць існаванне *in situ* ў познекайназойскім марскім басейне. Выключна добрая захаванасць верхнякрэйдавых фарамініфер не стасуецца з версіяй пра шматразовае зледзяненне даследаванага раёна і, адпаведна, інтэнсіўную дэструкцыю адкладаў ледавікамі. Трубчатая аглютынацыя і вапнавыя формы, якія з некаторым сумненнем таксама разглядаюцца аўтарамі як фарамініферы, знойдзены на Палесскай нізіне (разрэз Рэчыца-1 на правым беразе Дняпра) і прымеркаваны да валунных супескаў. Гэтая асацыяцыя мікрарэшткаў знаходзіцца ў першапачатковым заляганні, на што ўказвае, у прыватнасці, прысутнасць меркаваных фарамініфер-абрастальнікаў на пясчана-жвіровых часцінках. Ледавіковае перамяшчэнне такіх часцінак у складзе марэны не пакінула б магчымасці для захавання на іх паверхнях крохкіх мікрафасілій. Такім чынам, разрэз Рэчыца-1 можа лічыцца другім з вядомых на беларускай тэрыторыі месцазнаходжанняў трубчатых аглютынаваных фарамініфер, пасля нядаўняга адкрыцця месцазнаходжання на р. Вірынка ў Полацкай нізіне. Абодва гэтыя разрэзы маюць амаль аднолькавае гіпсаметрычнае становішча — каля 120 м над сучасным узроўнем мора, аднак размяшчаюцца па розных бакі Балта-Чарнаморскага водападзелу. Аўтары лічаць, што атрыманыя звесткі могуць быць дадатковымі доказамі раней выказанай гіпотэзы аб утварэнні шэрагу тыпаў адкладаў, якія традыцыйна лічацца ледавіковымі, у марскіх умовах.

Received by the editorial staff 13.05.2019

УДК 594.382.1:574.38

К. В. Земоглядчук

Учреждение образования «Барановичский государственный университет»,
Министерство образования Республики Беларусь, ул. Войкова, 21, 225404 Барановичи,
Республика Беларусь, +375 (29) 376 85 76, konstantinz@bk.ru

СТАЦИОНАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСОБЕЙ *SUCCINEA PUTRIS* (L.) (GASTROPODA, SUCCINEIDAE) В БОРИСОВСКОМ РАЙОНЕ

Наблюдения проводились в таких типах биотопов, как низинные и пойменные луга, ивняки и ольшаники. Установлено, что особи *Succinea putris* (L.) предпочитают селиться в стациях двух типов — в подстилке и на поверхности листьев высоких травянистых растений, образующих сплошной напочвенный покров, таких как сныть (*Aegopodium podagraria* L.), крапива двудомная (*Urtica dioica* L.) и бодяк полевой (*Cirsium arvense* L.). В период с июня по сентябрь на листьях находится 85—100 % всех особей *Succinea putris*. Высота раковины этих моллюсков превышает 8 мм. Уход моллюсков в подстилку начинается в октябре. В этот период в подстилке присутствуют как молодые особи с размером раковины 2—6 мм, так и крупные моллюски с размером раковины 10—16 мм.

Ключевые слова: Mollusca; Gastropoda; *Succinea putris* (L.); популяция; стациональное распределение.

Рис. 6. Библиогр.: 13 назв.

K. V. Zemoglyadchuk

Baranovichi State University, Ministry of Education of the Republic of Belarus, 21, Voykova str., 225404
Baranovichi, the Republic of Belarus, +375 (29) 376 85 76, konstantinz@bk.ru

STATION DISTRIBUTION OF *SUCCINEA PUTRIS* (L.) (GASTROPODA, SUCCINEIDAE) INDIVIDUALS IN BORISOV AREA

Observations have been carried out in such types of biotopes as lowland and floodplain meadows. Individuals of *Succinea putris* (L.) prefer to settle in the litter and on the leaf surface of herbaceous plants. Between June and September 85—100 % of all individuals of *Succinea putris* population inhabit leaves of plants. There are specimens with a shell larger than 8 mm. *Succinea putris* prefers to settle on the leaves of such plants as *Aegopodium podagraria* L., *Urtica dioica* L. and *Cirsium arvense* L. *Succinea putris* leave leaf litter in October. During this period both young individuals with a shell size of 2—6 mm and large mollusks with a shell size of 10—16 mm are present in the litter.

Key words: Mollusca; Gastropoda; *Succinea putris* (L.); population; station distribution.

Fig. 6. Ref.: 13 titles.

Введение. *Succinea putris* — один из самых распространённых видов наземных моллюсков на территории Беларуси [1]. Местами обитания для этого вида служат влажные биотопы, такие как болота, ивняки, ольсы, а также низинные и пойменные луга, где *Succinea putris* по своей численности часто является доминирующим видом [2; 3].

Важность хозяйственного значения *Succinea putris* заключается в том, что он является промежуточным хозяином паразитического червя *Leucochloridium paradoxum* Carus. Этот вид сосальщиков известен как распространённый паразит птиц из разных отрядов, чаще ржанкообразных и воробьинообразных [4]. Известны также случаи заражения этим паразитом человека [5]. Кроме того, янтарки способны повреждать сельскохозяйственные и декоративные растения. Этому способствует высокая численность популяций *Succinea putris* и широкое распространение вида.

В настоящее время проводится активное изучение различных аспектов биологии *Succinea putris* — особенностей жизненного цикла [6; 7], особенностей репродуктивной биологии [8], заражённости янтарок сосальщиком, а также особенностей развития этого паразита внутри янтарки [9]. Несмотря на столь пристальное внимание исследователей к биологии *Succinea putris*, публикации, посвящённые стациальному распределению данного вида, отсутствуют. Важность изучения данного аспекта биологии вида состоит в том, что от распределения особей по стациям зависит баланс между рождаемостью и смертностью в популяции. Например, от стациального распределения зависят вероятность встречи партнёров при размножении и смертность особей в результате воздействия паразитов и хищников [10].

Информация о закономерностях распределения особей *Succinea putris* по стациям позволит прогнозировать изменение численности данного моллюска в различных биотопах, а также изменение степени заражённости птиц паразитом *Leucochloridium paradoxum* и степень повреждения янтаркой сельскохозяйственных растений. Очевидно, что для моделирования процессов, происходящих в популяциях *Succinea putris*, недостаточно простого упоминания того, что особи янтарки встречаются на листьях и на подстилке [7]. Для этих целей нужно учитывать размерную и возрастную структуру населения улиток в каждой из стаций, время и условия перехода особей из одной стации в другую, активность особей в каждой из стаций и др.

Материал и методы исследований. Исследования основаны на наблюдениях за особями *Succinea putris* в течение 2015—2017 годов на территории Борисовского района. Наблюдения проводились в таких типах биотопов, как низинные и пойменные луга, ивняки и ольшаники, которые располагались в окрестностях посёлков Гора (54°11'38.8"N, 28°33'05.1"E), Кургановка (54°16'49.8"N, 28°41'18.8"E), Дубени (54°19'52.9"N, 28°26'10.2"E), Юзефово (54°23'08.8"N, 28°35'28.4"E), а также на территории г. Борисова (54°14'07.6"N, 28°29'55.5"E). При этом, большая часть наблюдений была проведена в ивняках и на низинных лугах (46,8 и 48,7 % соответственно). Наблюдение за моллюсками в популяциях, обитающих в окр. посёлков Кургановка и Гора, а также вблизи пешеходного моста в г. Борисов проводились еженедельно в течение 2016—2017 годов. Ниже приводится описание этих биотопов.

Окр. п. Кургановка: влажный разнотравный луг. В травяном покрове преобладает крапива двудомная (*Urtica dioica* L.), мятлики (*Poa spp.*), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* F. H. Wigg.), яснотка белая (*Lamium album* L.), лютик ползучий (*Ranunculus repens* L.), лапчатка гусиная (*Potentilla anserina* L.), бодяк полевой (*Cirsium arvense* L.), лопух обыкновенный (*Arctium lappa* L.).

Окр. п. Юзефово: влажный осоковый луг. В травяном покрове преобладают осоки (*Carex spp.*), мятлик луговой (*Poa pratensis* L.) и лютик ползучий.

Окр. п. Дубени: берег озера, заросший рогозом узколистным (*Typha angustifolia* L.) и чередой трехраздельной (*Bidens tripartita* L.).

Окр. п. Гора и г. Борисов вблизи пешеходного моста. Данные биотопы сходны по своему флористическому составу. Древесная растительность представлена клёном американским (*Acer negundo* L.) и ивой белой (*Salix alba* L.). В травяном покрове преобладают крапива двудомная, бодяк полевой, лопух обыкновенный, одуванчик лекарственный, сныть (*Aegopodium podagraria* L.), чистотел большой (*Chelidonium majus* L.).

На присутствие особей *Succinea putris* проверялись следующие стации: дупла деревьев; подстилка; поверхность листьев и стеблей злаковых трав; поверхность и толщина мохового покрова; древесные остатки в виде лежащих стволов и крупных ветвей; поверхность коры древесно-кустарниковых растений; поверхность почвы без подстилки и травяного покрова; поверхность камней и пространство под ними; листья древесно-кустарниковых и травянистых растений (за исключением злаков); стебли травянистых растений (за

исключением злаков); цветки травянистых растений; прикорневое пространство отмерших деревьев; пространство под пологом незлаковых травянистых растений.

Во время ежедекадных наблюдений подсчитывалось количество активных и эпифрагмированных особей янтарки. Активной считалась любая особь без эпифрагмы, вне зависимости от того, двигалась она или нет.

В дальнейшем, для анализа сезонных изменений в стациальном распределении особей *Succinea putris*, данные из вышеназванных трёх точек были объединены.

Размерная группа, к которой принадлежали особи *Succinea putris*, определялась по высоте раковины, измеряемой с помощью штангенциркуля [11].

Результаты и их обсуждение. В ходе проведённых исследований особи *Succinea putris* были отмечены в следующих стациях: на поверхности листьев, на поверхности и в толще подстилки, на поверхности почвы, под стволами и ветвями отмерших деревьев, на их поверхности, на стволах и ветвях деревьев. Установлено, что моллюски предпочитают заселять подстилку и поверхность листьев (рисунок 1). В этих стациях было найдено более 90 % всех особей янтарки.

Янтарки были найдены на листьях растений 44 видов (среди которых 6 видов — деревья, 3 вида — кустарники, а остальные — травянистые растения). Установлено, что моллюск предпочитает селиться на высоких травянистых растениях с достаточно широкими листьями. Наибольшее количество особей *Succinea putris* (14—35 %) обнаружено на листьях растений трех видов: сныть, крапива двудомная и бодяк полевой. Реже янтарки отмечались на листьях ежевики (*Rubus caesius* L.), хмеля (*Humulus lupulus* L.), дудника лесного (*Angelica sylvestris* L.), ириса болотного (*Iris pseudacorus* L.), мятликов (*Poa spp.*), полыней (*Artemisia spp.*), одуванчика лекарственного. На этих растениях отмечено 1—5 % особей янтарки.

Находящиеся на листьях особи *Succinea putris* не отдают предпочтение какой либо стороне листа и встречаются одинаково часто как на вертикально стоящих, так и на обеих сторонах горизонтально расположенных листьев. Доля находок *Succinea putris* на каждой из сторон листа составляет 30 %.

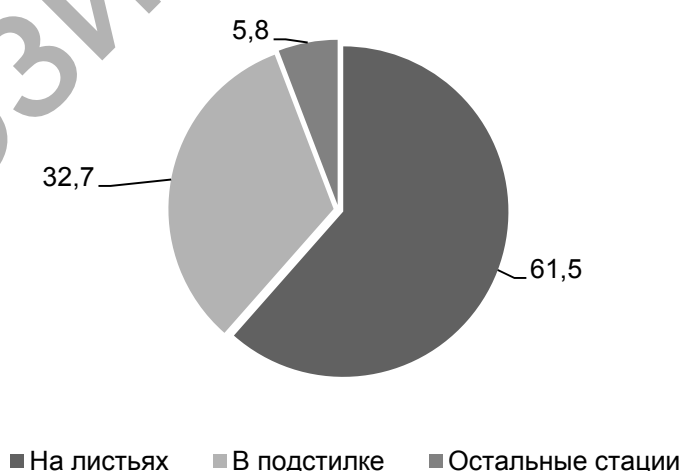


Рисунок 1. — Стациональное распределение особей *Succinea putris*

Figure 1. — Station distribution of *Succinea putris* individuals

Наблюдения за янтарками, проводившиеся в течение сезона их активности, показали, что до апреля все особи *Succinea putris* находятся в толще подстилки (рисунок 2).

В этот период подстилка заселена молодыми янтарками, высота раковины которых составляет 1—6 мм (рисунок 3). Такие особи присутствуют в исследованных популяциях на протяжении всего года [11]. Кроме того, весной в толще подстилки находится небольшое количество особей *Succinea putris* с раковинной размер 10—14 мм. Несмотря на то, что эти особи ещё не достигли максимального размера, они уже могут размножаться [12].

Факт, что весной в подстилке находятся как молодые, так и взрослые особи *Succinea putris* (см. рисунок 3) служит доказательством двухгодичного жизненного цикла янтарки на территории Беларуси [11].

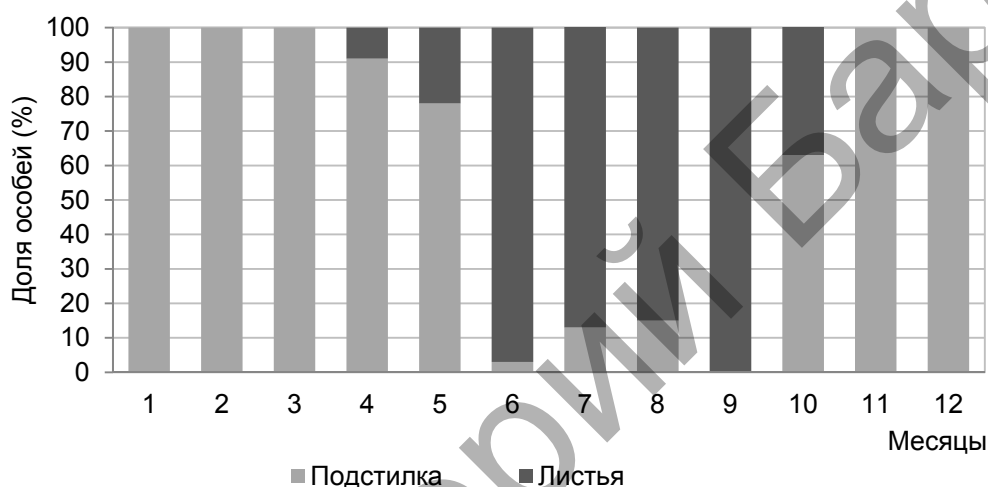


Рисунок 2. — Изменение доли (%) особей *Succinea putris* на листьях растений и в подстилке в течение года

Figure 2. — Change in the part of *Succinea putris* individuals on the leaves and on the litter during the year

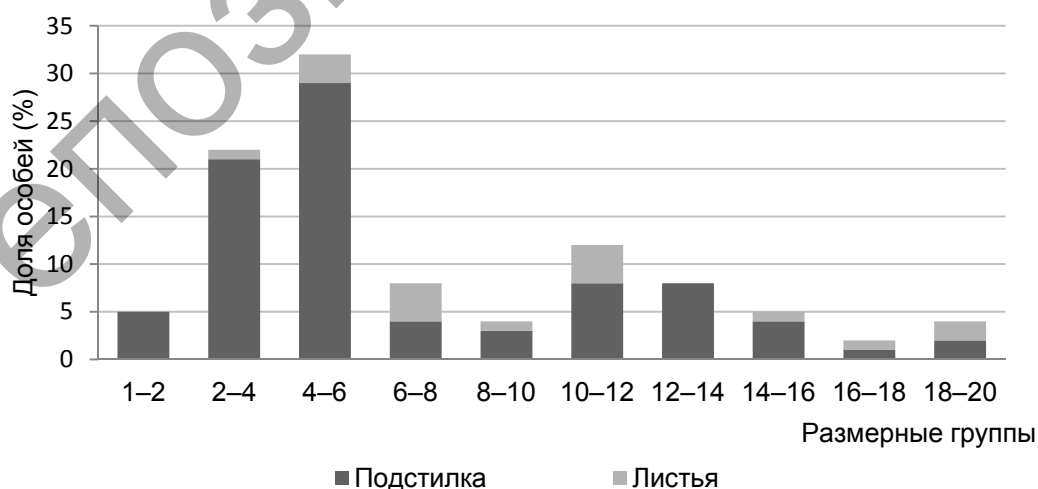


Рисунок 3. — Размерная структура популяции *Succinea putris* в основных станциях. Весна

Figure 3. — The size structure of the population of *Succinea putris* in the main stations. Spring

Начиная с апреля, особи *Succinea putris* переходят на листья высоких травянистых растений. В дальнейшем, в течение трёх летних месяцев и сентября, на листьях находятся практически все особи популяции (рисунок 4). В это время на листьях преобладают особи размером 8—12 мм (см. рисунок 4). Янтарки с раковиной такого размера, как было сказано выше, уже являются половозрелыми [12].

В этот же период (с мая по сентябрь) особи *Succinea putris* присутствуют и в других станциях, таких как поверхность почвы и подстилка. Однако в данных станциях находится относительно небольшая доля особей — 1,3—2,0 %. Можно предположить, что поверхность почвы используется янтарками в этот период для того, чтобы перемещаться между стеблями отдельных растений.

В октябре особи *Succinea putris* начинают уходить в подстилку. В этот период в подстилке присутствуют как молодые особи с размером раковины 2—6 мм, так и крупные моллюски с размером раковины 10—16 мм (рисунок 5).

Следует отметить, что весной и осенью подстилка служит янтаркам не только местом зимовки, но и стацией, где происходит их активное перемещение. Об этом свидетельствует факт, что в подстилке в течение всего сезона доля активных особей *Succinea putris* сравнима с долей активных особей этого моллюска на листьях растений (рисунок 6).

Доля активных моллюсков в подстилке весной и осенью даже несколько выше, чем на поверхности листьев. Это можно объяснить тем, что температура почвы колеблется в меньших пределах, чем температура воздуха, за счёт чего в подстилке формируется более стабильный микроклимат [13].

Основываясь на выявленных нами закономерностях распределения *Succinea putris*, можно объяснить некоторые наблюдения, сделанные Г. Л. Атаевым и А. С. Токмаковой [9]. Эти авторы установили, что на территории Ленинградской области молодые спороцисты *Leucochloridium paradoxum* появлялись в телах *Succinea putris* во второй половине лета. Исходя из вышеописанных нами особенностей биологии янтарки, можно утверждать, что причина этого в том, что именно летом большинство янтарок находится на поверхности листьев (см. рисунок 2), где и заражается *Leucochloridium paradoxum* через помет заражённых птиц.

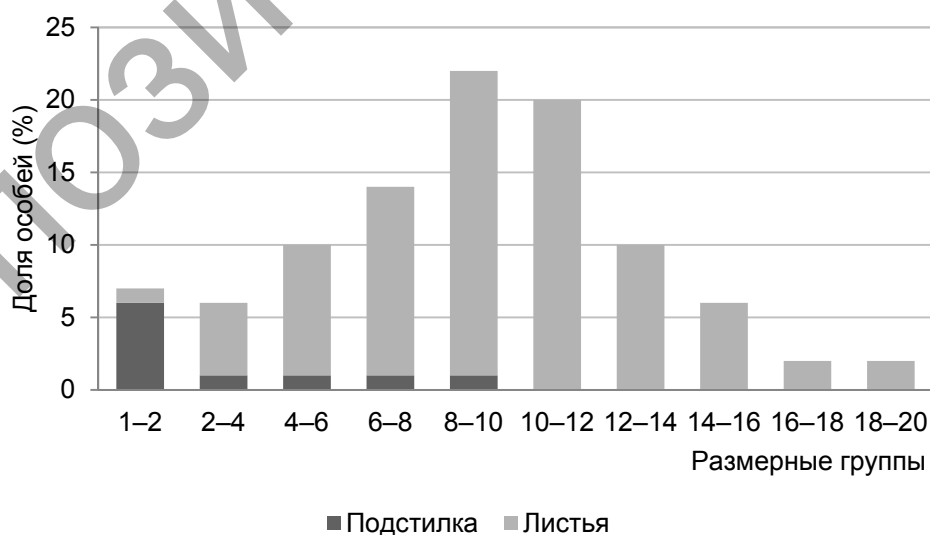


Рисунок 4. — Размерная структура популяции *Succinea putris* в основных станциях. Лето

Figure 4. — The size structure of the population of *Succinea putris* in the main stations. Summer

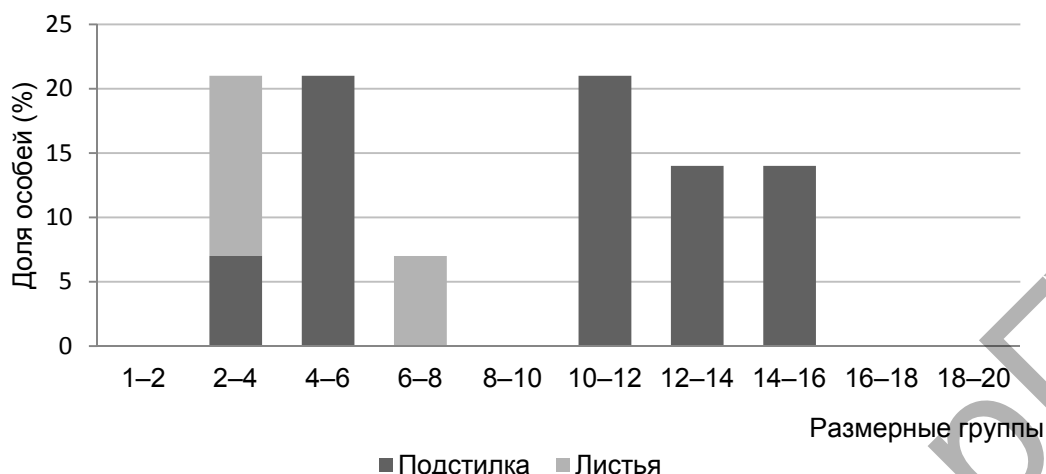


Рисунок 5. — Размерная структура популяции *Succinea putris* в основных станциях. Осень

Figure 5. — The size structure of the population of *Succinea putris* in the main stations. Autumn

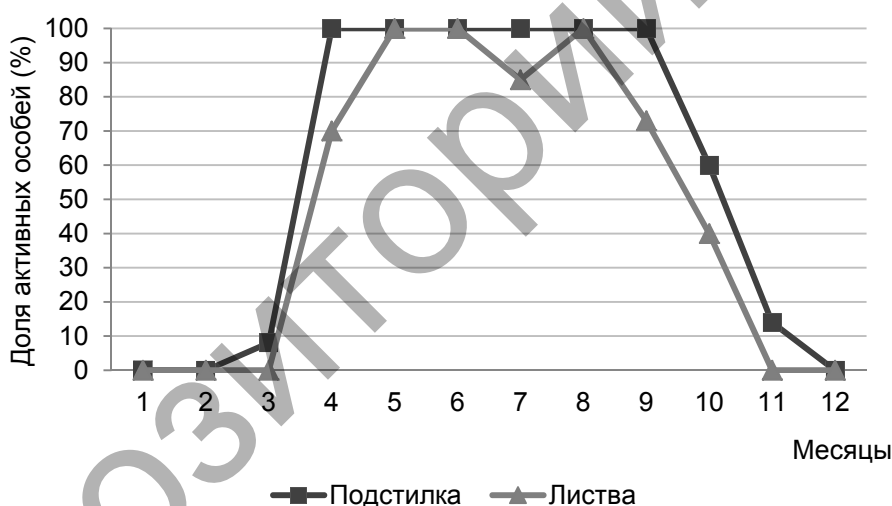


Рисунок 6. — Изменение доли активных особей *Succinea putris* в двух основных станциях обитания

Figure 6. — Change in the proportion of active individuals of *Succinea putris* in two main habitat stations

Кроме того, можно предположить, что первые очаги заражения янтарок будут возникать во влажных (однако не затопляемых паводком) местах по причине того, что особи *Succinea putris* зимуют в подстилке и, следовательно, весенний паводок будет уничтожать янтарок в тех местах, которые будут подвергаться затоплению.

Заключение. Особи *Succinea putris* предпочитают занимать подстилку и поверхность листьев травянистых растений.

На поверхности листьев растений янтарки присутствуют в период с апреля по октябрь, причём в период с июня по сентябрь там находится 85—100 % всех особей популяции этого моллюска. Находящиеся на поверхности листьев янтарки — это подверженные заражению взрослые особи *Succinea putris* и особи, размер раковины которых превышает 8 мм.

Succinea putris предпочитает селиться на листьях таких травянистых растений, как сныть, крапива двудомная и бодяк полевой.

Подстилка служит местом для зимовки главным образом молодых особей янтарки с размером раковины 1—6 мм, а также стацией, где происходит активное передвижение *Succinea putris*. Кроме того, в подстилке зимует небольшое количество взрослых моллюсков с размером раковины 10—16 мм.

По причине более стабильного микроклимата доля активных особей *Succinea putris* в подстилке весной и осенью несколько выше, чем на листьях растений.

Уход моллюсков в подстилку начинается в октябре. В этот период в подстилке присутствуют как молодые особи с размером раковины 2—6 мм, так и относительно крупные моллюски с размером раковины 10—16 мм.

Список цитируемых источников

1. Земоглядчук, К. В. Видовой состав наземных моллюсков фауны Беларуси / К. В. Земоглядчук // Вести Нац. акад. наук Беларуси. — 2009. — Т. 5. — №. 4. — С. 105—108.
2. Земоглядчук, К. В. Малакофауна дубрав Национального парка «Припятский» / К. В. Земоглядчук // Эколого-функциональні та фауністичні аспекти дослідження молюсків, їх роль у біоіндикації стану навколишнього середовища / ЖДУ ім. І. Франка. — Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. — 2006. — С. 97—100.
3. Земоглядчук, К. В. Малакокомплексы поймы р. Березина / К. В. Земоглядчук // Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця. — Вып. 5. — Брест, 2012. — С. 99—101.
4. Кириллов, А. А. Трематоды наземных позвоночных Среднего Поволжья / А. А. Кириллов, Н. Ю. Кириллова, И. В. Чихляев. — Тольятти : ИЭВБ РАН, 2012. — 328 с.
5. Макогон, Х. Г. Випадок ураження трематодою *Leucochloridium paradoxum* / Х. Г. Макогон, Ю. Г. Кияк // Наук. вісн. ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького. — 2010. — Т. 12. — № 3(45). — С. 136—138.
6. Datkauskienė, I. Characteristic of lifespan and reproduction period of *Succinea putris* (L.) (Gastropoda: Stylomatophora) / I. Datkauskienė // Ekologija. — 2005. — Vol. 3. — P. 28—33.
7. On the population dynamics, reproductive biology and growth of *Succinea putris* (Linnaeus, 1758) (Gastropoda: Pulmonata: Succeniidae) / E. Kuznik-Kowalska [et al.] // Folia Malacologica. — 2013. — Vol. 21. — No. 4. — P. 215—224.
8. Fecundity in the hermaphroditic land snail *Succinea putris* (Pulmonata: Succineidae): does body size matter? / L. Dillen, K. Jordaens, L. De Bruyn, T. Backeljau // Journal of Molluscan Studies. — 2010. — Vol. 76. — No. 4. — P. 376—383.
9. Атаев, Г. Л. Сезонные изменения в биологии *Leucochloridium paradoxum* (Trematoda, Leucochloridionorphidae) / Г. Л. Атаев, А. С. Токмакова // Паразитология. — 2015. — Т. 49. — № 3. — С. 200—207.
10. The spatial habitat structure of host populations explains the pattern of rejection behavior in hosts and parasitic adaptations in cuckoos / E. Roskaft, A. Moksnes, B. G. Stokke et al. // Behavioral Ecology. — 2002. — Vol. 13. — No. 2. — P. 163—168.
11. Земоглядчук, К. В. Dimensional structure features of the population of *Succinea putris* (Gastropoda, Pulmonata) / К. В. Земоглядчук // Journal of Wetland Biodiversity. — 2015. — Vol. 5. — P. 57—61.
12. Dillen, L. Life-history variation and breeding system in the hermaphroditic land snail *Succinea putris* (Pulmonata: Succineidae) / L. Dillen, K. Jordaens, T. Backeljau // Journal of Molluscan Studies. — 2009. — Vol. 75. — No. 3. — P. 311—313.
13. Сухомлинова, В. В. Динамика температурного градиента между почвой и атмосферой под воздействием пирогенного фактора / В. В. Сухомлинова // Изв. Иркут. гос. ун-та. — 2013. — Т. 6. — № 3. — С. 86—93.

References

1. Zemoglyadchuk K. V. Vidovoj sostav nazemnykh mollyuskov fauny Belarusi [The species composition of land moluscs of the fauna of Belarus]. Vesti natsionalnoj akademii nauk Belarusi. 2009. T. 5. №. 4. Pp. 105—108.
2. Zemoglyadchuk K. V. Malakofauna dubrav Natsionalnogo parka Pripyatskij [Malacofauna of oak forests of national park Pripyatskij] / Ekologo-funktsional’ni ta faunistichni aspekti doslidzhennya molyuskiv, ih rol’ u

bioindikatsii stanu navkolishn'ogo seredovishcha [Ecological-functional and faunistic aspects of mollusc investigations and their role in bioindication of the environment]. Zhitomir: Vid-vo ZHDU im I. Franka. 2006. Pp. 97—100.

3. Zemoglyadchuk K. V. Malakokompleksy pojmy r. Berezina [Malacocomplexes of Berezina river] // Pryrodnae asyarodze Palessya: asablivastsi i perspektyvy razvitsya: sbornik nauchnyh statej. №. 5. Brest: Alternativa, 2012. Pp. 99—101.

4. Kirillov A. A., Kirillova N. Yu., Chihlyayev I. V. Trematody nazemnyh pozvonochnyh Srednego Povolzh'ya [Trematodes of land vertebrates of Middle Povolzh'e]. Tolyatti: IEVB RAN, 2012. 328 p.

5. Makogon H. G. Vipadok urazhennya trematodoyu *Leucochloridium paradoxum* [The event of infecting human by *Leucochloridium paradoxum* trematode]. Naukovij visnik LNUVMBT imeni S. Z. Gzickogo. 2010. T. 12. №. 3(45). Pp. 136—138.

6. Datkauskienė I. Characteristic of lifespan and reproduction period of *Succinea putris* (L.) (Gastropoda: Stylomatophora). Ekologija. 2005. Vol. 3. Pp. 28—33.

7. Kuznik-Kowalska E., Pokryszko B. M., Prockow M., Oczkowska M. On the population dynamics, reproductive biology and growth of *Succinea putris* (Linnaeus, 1758) (Gastropoda: Pulmonata: Succineidae). Folia Malacologica. 2013. Vol. 21. No. 4. Pp. 215—224.

8. Dillen L., Jordaens K., De Bruyn L., Bäckeljau T. Fecundity in the hermaphroditic land snail *Succinea putris* (Pulmonata: Succineidae): does body size matter? Journal of Molluscan Studies. 2010. Vol. 76. No. 4. Pp. 376—383.

9. Ataev G. L., Tokmakova A. S. Sezonnnye izmeneniya v biologii *Leucochloridium paradoxum* (Trematoda, Leucochloridionorphidae) [Season changes in biology of *Leucochloridium paradoxum* (Trematoda, Leucochloridionorphidae)]. Parazitologiya. 2015. T. 49. №. 3. Pp. 200—207.

10. Røskoft E., Moksnes A., Stokke B. G., Moskát C. The spatial habitat structure of host populations explains the pattern of rejection behavior in hosts and parasitic adaptations in cuckoos. Behavioral Ecology. 2002. Vol. 13. No. 2. Pp. 163—168.

11. Zemoglyadchuk K. V. Dimensional structure features of the population of *Succinea putris* (Gastropoda, Pulmonata). Journal of Wetland Biodiversity. 2015. Vol. 5. Pp. 57—61.

12. Dillen L., Jordaens K., Bäckeljau T. Life-history variation and breeding system in the hermaphroditic land snail *Succinea putris* (Pulmonata: Succineidae). Journal of Molluscan Studies. 2009. Vol. 75. No. 3. Pp. 311—313.

13. Suhomlinova V. V. Dinamika temperaturnogo gradienta mezhdru pochvoj i atmosferoj pod vozdejstviem pirogenogo faktora [Dynamics of the temperature gradient between the soil and the atmosphere under the influence of the pyrogenic factor]. Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. 2013. T. 6. №. 3. Pp. 86—93.

Succinea putris (L.) — is a widespread species of land snails of Belarus. It inhabits wet biotopes. Biology of this species is well investigated, but there are no publications about its station distribution. The investigation of *Succinea putris* individuals has been carried out on the example of Borisov area populations.

It is found out, that individuals of this snail prefer to inhabit the leaves surface of those plants, which create continuous ground cover. In summer plants leaves are inhabited by 85—100 % of all individuals in *Succinea putris* population. In October *Succinea putris* individuals begin to migrate to the leaf litter. During this period both young individuals with a shell size of 2—6 mm and large mollusks with a shell size of 10—16 mm are present in the litter. From October to November individuals in the leaf litter remain active.

Поступила в редакцию 02.07.2019

УДК 565: 556.733

А. В. Крылов

Акционерное общество «Поляргео», 24 линия В. О. д. 3-7, корп. 20, лит. Б, 199106 Санкт-Петербург,
Российская Федерация, krylov-polargeo@yandex.ru

**НОВЫЕ ОРДОВИКСКИЕ ТРИЛОБИТЫ ИЗ ЛЕНИНГРАДСКОЙ
И АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТЕЙ (TRILOBITA: PHACOPIDA:
PTERYGOMETOPIDAE; ASAPHIDA: NIELIDAE, NIOBIDAE;
AGNOSTIDA: AGNOSTIDAE)**

В статье приводятся описания четырех местонахождений и четырех новых видов трилобитов дапингского—катийского ярусов Архангельской и Ленинградской областей: *Calyptaulax lesnikovae* sp. nov., *Nileus zhuravlevi* sp. nov., *Niobella amdermensis* sp. nov. и *Geragnostus lawae* sp. nov. Вид трилобитов *Bolbochasmops kruegeri* (Haller, 1973) впервые установлен в Ленинградской области.

Ключевые слова: трилобиты; *Calyptaulax*; *Bolbochasmops*; *Nileus*; *Niobella*; *Geragnostus*; новые виды; ордовик; дапингский ярус; дарривильский ярус; катийский ярус.

Рис. 24. Табл. 4. Библиогр.: 13 назв.

A. V. Krylov

Joint-Stock Company “Polargeo”, Vasilevski Island, 24th Line, 3-7, Building 20-B, 199106 St. Petersburg, the Russian Federation, krylov-polargeo@yandex.ru

**NEW ORDOVICIAN TRILOBITES FROM LENINGRAD AND ARKHANGELSK
REGIONS (TRILOBITA: PHACOPIDA: PTERYGOMETOPIDAE; ASAPHIDA:
NIELIDAE, NIOBIDAE; AGNOSTIDA: AGNOSTIDAE)**

In the article four localities and four new trilobite species: *Calyptaulax lesnikovae* sp. nov., *Nileus zhuravlevi* sp. nov., *Niobella amdermensis* sp. nov. and *Geragnostus lawae* sp. nov. of the Dapingian—Katian Stages of the Leningrad and Arkhangelsk regions are described. Trilobite species *Bolbochasmops kruegeri* (Haller, 1973) has been found in the Saint-Petersburg region for the first time.

Key words: trilobites; *Calyptaulax*; *Bolbochasmops*; *Nileus*; *Niobella*; *Geragnostus*; new species; Ordovician; Dapingian stage; Darriwilian stage; Katian stage.

Fig. 24. Table 4. Ref.: 13 titles.

Введение. Исследованием ордовикских трилобитов Ленинградской и Архангельской областей занимались А. Ф. Фольборг, Ф. Б. Шмидт, А. З. Бурский и многие другие ученые. Они отмечали более 350 видов этих животных, среди которых доминируют представители семейств Megistaspidae, Asaphidae, Illaenidae, Cheiruridae, Lichidae. Однако морфология и видовой состав представителей родов *Bolbochasmops*, *Calyptaulax*, *Geragnostus*, *Nileus* и *Niobella*, принадлежащих к семействам Pterygometopidae, Agnostidae, Nielidae, Niobidae, нуждаются в дополнительном исследовании. Также недостаточной изученностью отличаются местонахождения трилобитов нижнего и верхнего ордовика этих регионов и их фаунистическая характеристика.

Материал и методы исследования. В 1998—2006 годах автором проведено изучение 2 местонахождений трилобитов кундаского—идавереского горизонтов (дарривильский—катийский ярусы) Ленинградской области, в которых было найдено 34 панциря и фрагмента

трилобитов, принадлежащие к 27 видам, среди них было обнаружено 14 фрагментов панцирей птеригометопидных и агностидных трилобитов, принадлежащих к 2 новым видам. В ходе работ геологов АО «Поляргео» на Югорском п-ве (Архангельская обл.) в 3 местонахождениях йындысейского и тэлашорского горизонтов (дапингский—дарри-вильский ярусы) собрано 30 фрагментов трилобитов, из которых 9 фрагментов панцирей ниелинидных и ниобидных трилобитов (рисунки 13—19, 23, 24), принадлежащие к 2 новым видам, остальные трилобиты определены до рода. При описании использовалась схемы описания и классификации трилобитов, предложенные в ряде отечественных и зарубежных научных изданий [1; 2].

Результаты исследований и их обсуждение. В ходе исследований были изучены и описаны 3 местонахождения трилобитов Архангельской обл. и 1 местонахождение трилобитов Ленинградской обл. В результате сравнения с ранее известными видами из ордовика бассейнов Балтоскандии и Палеоурала установлены 4 новых вида: *Calyptaulax lesnikovae* sp. nov., *Nileus zhuravlevi* sp. nov., *Niobella amdermensis* sp. nov. и *Geragnostus lawae* sp. nov. Впервые на территории Ленинградской области был найден вид *Bolbochasmops kruegeri* (Haller, 1973), ранее описанный из валунов Северной Германии [3]. Ниже приводится описание новых местонахождений трилобитов этих регионов.

Река Каменка. Местонахождение расположено на левом берегу р. Каменки в 2 км вверх по течению от её устья. Представлено обнажением, вскрывшим ритмичную толщу серых сланцев с прослоями известняков (мощностью до 1,5 м, мощность сланцев между ними до 5 м), протяженностью 60 м и падением 45°, с фрагментами панцирей трилобитов: *Niobella amdermensis* sp. nov., *Megistaspidella* sp., *Megistaspis* sp., *Lonchodomus* sp.

Бухта Местная. Местонахождение — на южном берегу пролива Морозова на участке побережья между устьями р. Каменка и Яркоцаяха, в 1,0 км к востоку от устья р. Каменка. Представлено обнажением серых сланцев (мощностью до 1,5 м и протяженностью 30 м) с фрагментами панцирей трилобитов: *Niobella amdermensis* sp. nov., *Nileus* sp., *Megistaspidella* sp., *Megistaspis* sp., *Gog* sp., *Lonchodomus* sp.

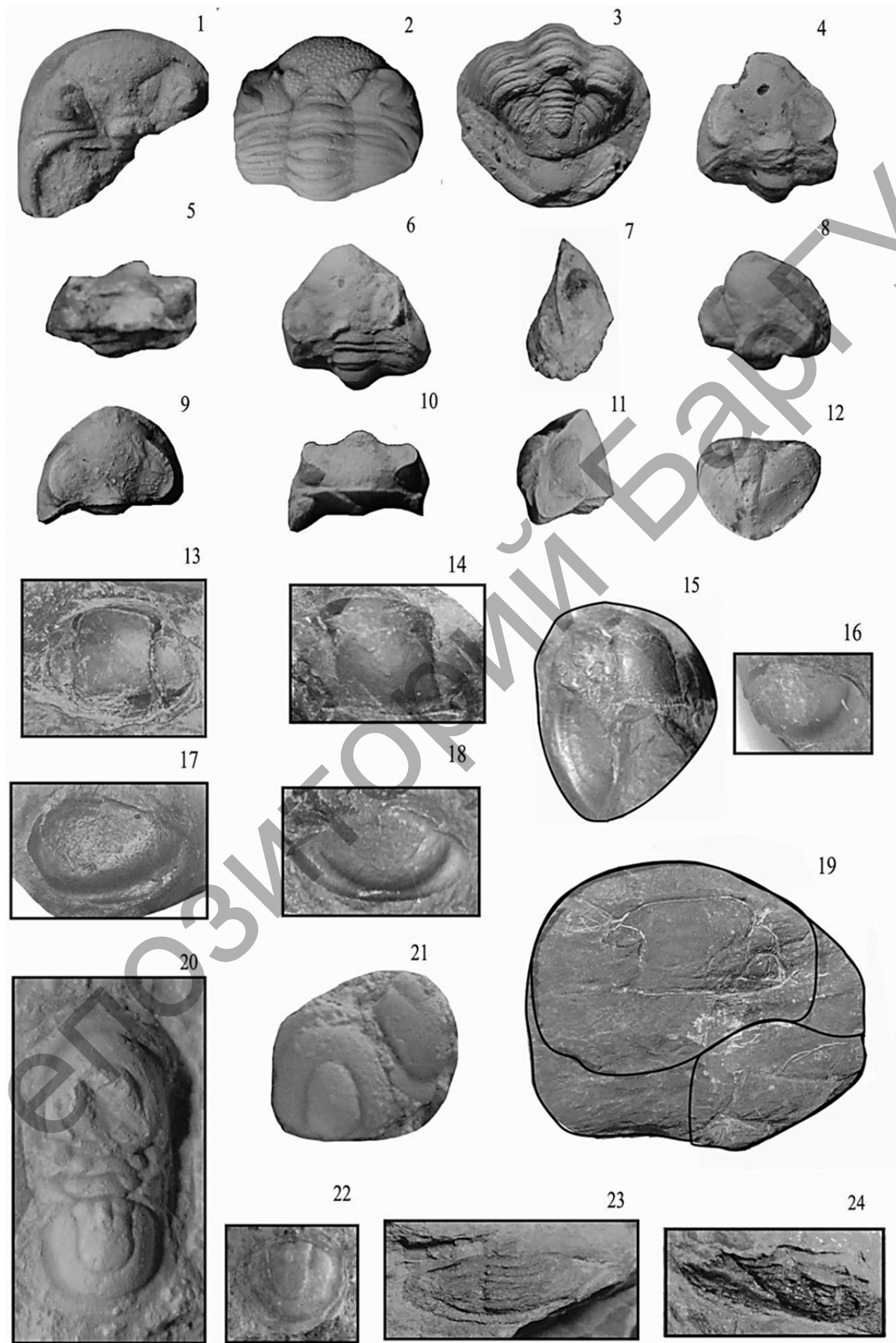
Мыс Ливанова. Местонахождение располагается в 350 м к северо-востоку от кладбища в пос. Амдерма и в 0,5 км к юго-западу от мыса Ливанова на побережье Карского моря и представлено обнажением черных известняков и темно-серых сланцев (мощностью до 2,5 м, протяженностью более 50 м) с фрагментами панцирей трилобитов: *Nileus zhuravlevi* sp. nov. и *Pseudobasilicis* sp.

Обнажение у деревни Витино. Местонахождение расположено на окраине деревни и представлено обнажением серых четвертичных алевролитов, образовавшихся за счет размыва отложений идавереского горизонта (видимой мощностью 0,5 м и протяженностью 25 м, шириной 5 м) с панцирями и обломками панцирей трилобитов: *Chasmops iferensis* (Schmidt), *Bolbochasmops kruegeri* (Haller), *Calyptaulax lesnikovae* sp. nov., *Postasaphus iferensis* (Schmidt), *Iliaenus dubari* (Krylov), *Estoniops mannili* Roommusoks и обломков панцирей представителей неустановленных родов сем. Lichidae плохой сохранности. Разрез сходен с верхней частью разреза сходных четвертичных алевролитов у д. Клясино.

Таксономия

Класс Trilobita Walch, 1771
Отряд Phacopida Salter, 1853
Семейство Pterygometopidae Reed, 1905
Род *Bolbochasmops* McNamara, 1980
Bolbochasmops kruegeri (Haller, 1973) (рисунки 1—3)

Chasmops kruegeri: Haller, 1973, Taf. 9, Fig. 2, 8, Taf. 11, Fig. 3, Taf. 12, Fig. 2, S. 738—740.



Рисунки 1—24. — Внешний вид изученных панцирей ордовикских трилобитов Ленинградской и Архангельской областей: **1** — *Bolbochasmops kruegeri* (Haller, 1973), поврежденный цефалон, № 40/501: дорзальный вид. Четвертичные алевриты, образовавшиеся из пород идавереского горизонта, д. Витино; **2** — *Bolbochasmops kruegeri* (Haller, 1973), свернутый панцирь, № 40/503: дорзальный вид, четвертичные алевриты, д. Витино; **3** — *Bolbochasmops kruegeri* (Haller, 1973), свернутый панцирь, № 40/503: вентральный вид, четвертичные алевриты, д. Витино; **4** — *Calyptaulax lesnikovae* sp. nov., свернутый панцирь, паратип, № 40/303: передний вид, четвертичные алевриты, д. Витино; **5** — *Calyptaulax lesnikovae* sp. nov., свернутый панцирь, голотип, № 40/304: передний вид, четвертичные алевриты, д. Витино; **6** — *Calyptaulax lesnikovae* sp. nov., свернутый панцирь, голотип, № 40/304: дорзальный вид, четвертичные алевриты, д. Витино; **7** — *Calyptaulax lesnikovae* sp. nov., свернутый панцирь, голотип, № 40/304: левый латеральный вид, четвертичные алевриты, д. Витино; **8** — *Calyptaulax lesnikovae* sp. nov., свернутый панцирь, паратип, № 40/301: дорзальный вид, четвертичные алевриты, д. Витино; **9** — *Calyptaulax lesnikovae* sp. nov., свернутый панцирь, паратип, № 40/307: передний вид, четвертичные алевриты, д. Витино; **10** — *Calyptaulax lesnikovae* sp. nov., свернутый панцирь, паратип, № 40/307: дорзальный вид, четвертичные алевриты, д. Витино; **11** — *Calyptaulax lesnikovae* sp. nov., свернутый панцирь, паратип, № 40/307: левый латеральный вид, четвертичные алевриты, д. Витино; **12** — *Calyptaulax lesnikovae* sp. nov., пигидий свернутого панциря, паратип, № 40/306 дорзальный вид, четвертичные алевриты, д. Витино; **13** — *Nileus zhuravlevi* sp. nov., кранидий, паратип, № 40/311: дорзальный вид, тэлашорский горизонт, район мыса Ливанова; **14** — *Nileus zhuravlevi* sp. nov., кранидий, голотип, № 40/312: дорзальный вид, тэлашорский горизонт, район мыса Ливанова; **15** — *Nileus zhuravlevi* sp. nov., кранидий и пигидий, голотип, № 40/312: дорзальный вид, тэлашорский горизонт, район мыса Ливанова; **16** — *Nileus zhuravlevi* sp. nov., пигидий, паратип, № 40/315: дорзальный вид, тэлашорский горизонт, район мыса Ливанова; **17** — *Nileus zhuravlevi* sp. nov., пигидий, паратип, № 40/313: дорзальный вид, тэлашорский горизонт, район мыса Ливанова; **18** — *Nileus zhuravlevi* sp. nov., пигидий, голотип, № 40/312: дорзальный вид, тэлашорский горизонт, район мыса Ливанова; **19** — *Niobella amdermensis* sp. nov., кранидий и пигидий, голотип, № 40/303: дорзальный вид, йндысейский горизонт, бухта Местная; **20** — *Geragnostus lawae* sp. nov., развернутый панцирь, паратип, № 40/351: дорзальный вид, кундаский горизонт, р. Лава у д. Городище; **21** — *Geragnostus lawae* sp. nov., головной и хвостовой щиты, голотип, № 40/352: дорзальный вид, кундаский горизонт, р. Лава у д. Городище; **22** — *Geragnostus lawae* sp. nov., хвостовой щит, № 40/353: дорзальный вид, кундаский горизонт, р. Лава у д. Городище; **23** — *Niobella amdermensis* sp. nov., пигидий, паратип, № 40/307: дорзальный вид, йндысейский горизонт, бухта Местная; **24** — *Niobella amdermensis* sp. nov., пигидий, паратип, № 40/308: дорзальный вид, йндысейский горизонт, бухта Местная

Figures 1—24. — Trilobite shields and their fragments habitus of the studied trilobites of Ordovician of Leningrad and Arkhangelsk regions: **1** — *Bolbochasmops kruegeri* (Haller, 1973), broken cephalon, № 40/501: dorsal view, Quaternary alevrites formed from deposits of Idavere Regional Stage, Vitino village; **2** — *Bolbochasmops kruegeri* (Haller, 1973), rolled shield, № 40/503: dorsal view, Quaternary alevrites, Vitino village; **3** — *Bolbochasmops kruegeri* (Haller, 1973), rolled shield, № 40/503: ventral view, Quaternary alevrites, Vitino village; **4** — *Calyptaulax lesnikovae* sp. nov., rolled shield, paratype, № 40/303: dorsal view, Quaternary alevrites, Vitino village; **5** — *Calyptaulax lesnikovae* sp. nov., rolled shield, holotype, № 40/304: anterior view, Quaternary alevrites, Vitino village; **6** — *Calyptaulax lesnikovae* sp. nov., rolled shield, holotype, № 40/304: dorsal view, Quaternary alevrites, Vitino village; **7** — *Calyptaulax lesnikovae* sp. nov., rolled shield, holotype, № 40/304: left lateral view. Quaternary alevrites, Vitino village; **8** — *Calyptaulax lesnikovae* sp. nov., rolled shield, paratype, № 40/301: dorsal view, Quaternary alevrites, Vitino village; **9** — *Calyptaulax lesnikovae* sp. nov., rolled shield, paratype, № 40/307: anterior view, Quaternary alevrites, Vitino village; **10** — *Calyptaulax lesnikovae* sp. nov., rolled shield, paratype, № 40/307: dorsal view, Quaternary alevrites, Vitino village; **11** — *Calyptaulax lesnikovae* sp. nov., rolled shield, paratype, № 40/307: left lateral view, Quaternary alevrites, Vitino village; **12** — *Calyptaulax lesnikovae* sp. nov., pygidium of rolled shield, paratype, № 40/306: dorsal view, Quaternary alevrites, Vitino village; **13** — *Nileus zhuravlevi* sp. nov., cranidium, paratype, № 40/311: dorsal view, Telashorskii Regional Stage, Cape Livanova region; **14** — *Nileus zhuravlevi* sp. nov., cranidium, holotype, № 40/312: dorsal view, Telashorskii Regional Stage, Cape Livanova region; **15** — *Nileus zhuravlevi* sp. nov., cranidium and pygidium, holotype, № 40/312: dorsal view, Telashorskii Regional Stage, Cape Livanova region; **16** — *Nileus zhuravlevi* sp. nov., pygidium, paratype, № 40/315: dorsal view, Telashorskii Regional Stage, Cape Livanova region; **17** — *Nileus zhuravlevi* sp. nov., pygidium, paratype, № 40/313: dorsal view, Telashorskii Regional Stage, Cape Livanova region; **18** — *Nileus zhuravlevi* sp. nov., pygidium, holotype, № 40/312: dorsal view, Telashorskii Regional Stage, Cape Livanova region; **19** — *Niobella amdermensis* sp. nov., cranidium and pygidium, holotype, № 40/303: dorsal view, Indyseiskii Regional Stage, Mesnaya Bay; **20** — *Geragnostus lawae* sp. nov., enrolled shield, paratype, № 40/351: dorsal view, Kunda Regional Stage, Lava river near Goroditshe village; **21** — *Geragnostus lawae* sp. nov., head and tail shields, holotype, № 40/352: dorsal view, Kunda Regional Stage, Lava river near Goroditshe village; **22** — *Geragnostus lawae* sp. nov., tail shield, № 40/353: dorsal view, Kunda Regional Stage, Lava river near Goroditshe village; **23** — *Niobella amdermensis* sp. nov., pygidium, paratype, № 40/307: dorsal view, Indyseiskii Regional Stage, Mesnaya Bay; **24** — *Niobella amdermensis* sp. nov., pygidium, paratype, № 40/308: dorsal view, Indyseiskii Regional Stage, Mesnaya Bay

Материал. Два поврежденных цефалона и один поврежденный свернутый панцирь, Ленинградская обл., обнажение у д. Витино, сборы А. В. Крылова, 2006 год.

Диагноз. Передняя краевая кайма цефалона широкая и вогнутая. Фронтальная лопасть глабели полуовальная. Базальные лопасти глабели широкие, треугольные, их длина составляет треть длины глабели. Глазные крышки небольшие, высоко приподняты, отстоят от переднего и заднего краев цефалона на расстоянии, равном их длине. Пигидий почти округлый, сжат с боков, с узкой краевой каймой. Длина рахиса пигидия составляет две третьих длины пигидия. Окончание пигидия закругленное и слабовыпуклое.

Замечания. Данный вид вместо рода *Chasmops* McCoy, 1849 был отнесен К. МакНамарой [4] к новому роду *Bolbochasmops* McNamara, 1980. Российские представители этого вида отличаются от германских более низкими глазными буграми.

Распространение. Валун из четвертичных отложений Германии: о. Рюген, г. Зеллин. Четвертичные алевриты, сформировавшиеся из мергелей идавереского горизонта, Россия, Ленинградская обл., обнажение у д. Витино.

Род *Calyptaulax* Cooper, 1930

Подрод *Homalops* (Remele, 1885)

Calyptaulax (*Homalops*) *lesnikovae* sp. nov. (рисунки 4—12)

Материал. Шесть панцирей и один пигидий. *Голотип.* Свернутый целый панцирь (рисунки 5—7) хранится в музее СПбГГИ(ТУ), № 40/304, Ленинградская обл., четвертичные алевриты, образовавшиеся за счет размыва отложений идавереского горизонта (катиийский ярус), д. Витино, сборы А. В. Крылова, 2006 год. *Паратипы.* Свернутые поврежденные панцири и пигидий, № 40/301—40/303, 40/305—40/307 (рисунки 4, 8—12), Ленинградская обл., четвертичные алевриты, д. Витино, сборы А. В. Крылова, 2006 год.

Диагноз. Кранидий сильновыпуклый. Фронтальная лопасть глабели треугольная, вогнутая, длинная. Базальные лопасти глабели узкие и длинные, треугольные, составляют половину длины кранидия, задние поперечные лопасти короткие, без пережимов. Задние ветви лицевых швов короткие (их длина составляет одну восьмую от длины глазных крышек), диагонально расходятся по бокам. Затылочное кольцо узкое, толстое и слабовыпуклое. Длина рахиса пигидия составляет две трети от длины пигидия.

Описание. Спинной панцирь эллиптический, сжат с боков (спереди и сзади), небольших размеров, слабовыпуклый. Кранидий сильновыпуклый, спереди умеренно выпуклый, небольших размеров. Передние ветви лицевых швов длинные, сначала проходят параллельно друг другу, затем на переднем крае глабели сходятся. Глабель трапециевидная, резко выступает вперед с треугольной фронтальной лопастью, вогнута спереди, расширена с боков в передней части, спереди закруглена, гладкая. Базальные лопасти глабели узкие и длинные, треугольные, составляют половину длины кранидия, задние поперечные лопасти короткие, без пережимов. Глазные крышки длинные, вытянуты назад, сближены (их длина в полтора раза меньше длины кранидия), с узкой каймой, значительно приподняты. Задние ветви лицевых швов короткие (их длина составляет одну восьмую от длины глазных крышек), диагонально расходятся по бокам. Затылочное кольцо узкое, толстое и сильновыпуклое. Торакс состоит из одиннадцати сегментов, плевры узкие, с диагональными бороздами. Рахис торакса составляет половину ширины торакса. Пигидий округло-треугольный, рассечен на семь частей (линии рассечения не доходят до заднего края пигидия), вытянут кзади со слабовогнутым с боков задним краем. Рахис пигидия узкий, его длина составляет две трети от длины пигидия, рассечен на семь колец. Окончание пигидия вытянуто кзади.

Приведем размеры найденных панцирей и фрагментов найденного вида трилобитов (таблица 1).

Т а б л и ц а 1. — Размеры спинных панцирей и их фрагментов *Calyptaulax (Homalops) lesnikovae* sp. nov. (в мм)

T a b l e 1. — Dimensions of shields and theirs fragments of *Calyptaulax (Homalops) lesnikovae* sp. nov. (in mm)

Размеры	№ 40/301	№ 40/302	№ 40/303	№ 40/304	№ 40/305	№ 40/306
Длина кранидия	4	4	5	5	—	—
Длина глазных крышек	2	2,5	3	3	—	—
Длина базальных лопастей глабелы	0,5	0,7	1,2	1,5	—	—
Длина поперечных борозд глабелы	0,4	0,4	0,5	0,5	—	—
Длина подвижных щёк	—	5	6	4	—	—
Длина затылочного кольца	0,4	0,5	1	1,2	—	—
Длина пигидия	4	—	5	4,5	7	8
Длина рахиса пигидия	—	—	2,5	2,5	4,5	5

Замечание. Первые сведения о находке новой птеригометопиды с крупными базальными лопастями и закругленными щечными углами из четвертичных образований, сформировавшихся из отложений идавереского горизонта запада Ленинградской области, приводятся в работе Б. П. Асаткина (опред. А. Ф. Лесниковой), однако вид ею не был описан как новый, а эти коллекционные материалы не сохранились [5].

Сравнение. От *Calyptaulax (Homalops) altunii* (Remele, 1885) из валунов и глыб глауконитового известняка Германии и Швеции [6; 7] этот вид отличается: вогнутой спереди передней частью цефалона, сильно вытянутой вперед глабелю, длиной базальных лопастей глабелы в три раза меньшей длины глабелы, меньшей длиной задних поперечных борозд глабелы, длинными глазными крышками, длинным и толстым затылочным кольцом, вогнутой задней частью пигидия и длиной рахиса пигидия, составляющей три четверти длины пигидия, вытянутым кзади окончанием пигидия. От *Calyptaulax (Homalops) norvegicus* Stormer, 1945 [8] из верхних хасмопсовых известняков Норвегии описанный вид имеет следующие отличия: отсутствие выраженной каймы на переднем крае цефалона, длина базальных лопастей глабелы в три раза меньше длины глабелы, горизонтальные задние поперечные борозды глабелы с невыраженными с боков двумя вздутиями у затылочного кольца, узкое затылочное кольцо, длина рахиса пигидия, составляющая три четвертых его длины, слабовогнутый с боков задний край пигидия.

Этимология. Название новому виду дано в честь А. Ф. Лесниковой — первой исследовательницы трилобитов идавереского горизонта и связанных с ним четвертичных образований Ленинградской области.

Распространение. Четвертичные алевриты, образовавшиеся за счет размыва отложений идавереского горизонта Ленинградской области четвертичным морским бассейном: карьер у д. Клясино, обнажение у д. Витино, 0,1—0,5 м вниз от кровли.

Отряд Asaphida Fortey et Chatterton, 1988
Семейство Nielidae Angelin, 1854
Род *Nileus* Dalman, 1827
Nileus zhuravlevi sp. nov. (рисунки 13—18)

Материал. Два кранидия и три пигидия.

Голотип. Кранидий с пигидием, № 40/312 (рисунки 14, 15, 17), дарривильский ярус, Архангельская обл., тэлашорский горизонт, разрез у мыса Ливанова, сборы А. В. Журавлева, 2013 год.

Паратипы. Кранидий и два пигидия, № 40/311, № 40/313, № 40/314 (рисунки 13, 16, 18), Архангельская обл., тэлашорский горизонт, разрез у мыса Ливанова, сборы А. В. Журавлева, 2013 год.

Диагноз. Кранидий узкий, с небольшими глазными крышками. Глабель трапециевидная, закруглена спереди, вогнута с боков. Глазные крышки крупных размеров. Затылочный бугорок присутствует. Длина глабели вдвое больше её ширины. Кайма, отделяющая глазные крышки от глабели, — резкая и широкая. Глабель расширяется кзади на расстояние, равное трети длины глазных крышек. Затылочный бугорок маленький. Пигидий с узкой задней краевой каймой. Длина задней краевой каймы пигидия в четыре раза меньше длины пигидия.

Описание. Кранидий и пигидий — небольших размеров, сильновыпуклые и гладкие. Кранидий сильновыпуклый, узкий. Лицевые швы заднещечные. Глабель спереди закруглена, узкая, трапециевидная, резко сужается с боков, и спереди расширяется на треть длины глазных крышек. Длина глабели вдвое больше её ширины. Глазные крышки крупные, широкие, полуэллиптические, отстоят от переднего края на расстоянии полутора их длины. Кайма, отделяющая глазные крышки от глабели, — резкая и широкая. Затылочное кольцо не выражено, затылочный бугорок маленький, находится на задней трети длины глабели. Пигидий полуэллиптический, с узкой и плоской краевой каймой (и толстым перегибом), расширяющейся с боков. Длина задней краевой каймы пигидия в четыре раза меньше длины пигидия. Рахис пигидия — спереди широкий, треугольный.

Сравнение. От *Nileus armadillo* Dalman 1827 [9] из экспанзусового известняка Швеции новый вид отличается: более узкой глабелю, наличием затылочного бугорка, слабо-выраженным рахисом пигидия и краевой каймой пигидия, составляющей одну четвертую часть длины пигидия, от *Nileus svalbardensis* (Fortey, 1975) из отложений формации Валхаффона [10]: узкой передней частью глабели, четкими спинными бороздами кранидия, меньшими размерами глазных крышек и выраженной задней каймой пигидия.

Замечание. Наиболее таксономически полный образец трилобита этого вида представлен одним кранидием и пигидием, принадлежащим к одному панцирю (рисунки 14, 15 и 17), которым соответствуют по морфологии (размеры глазных крышек, ширина рахиса пигидия и задней каймы пигидия) ещё один кранидий и два пигидия (рисунки 15, 17, 18).

Приведем размеры изученных фрагментов панцирей описанного вида (таблица 2).

Этимология. Название новому виду дано в честь А. В. Журавлева, собравшего типовой материал.

Распространение. Нижний ордовик, дарривильский ярус, тэлашорский горизонт, Архангельская область, северный берег бухты Местной, 1,0 км к востоку от устья р. Каменка, 1,2 м вверх от подошвы разреза, район мыса Ливанова, в 0,5 км к востоку от пос. Амдерма.

Т а б л и ц а 2. — Размеры фрагментов панцирей *Nileus zhuravlevi* sp. nov. (в мм)

T a b l e 2. — Dimensions of fragments of shields of *Nileus zhuravlevi* sp. nov. (in mm)

Размеры	№ 40/311	№ 40/312	№ 40/313	№ 40/314
Длина кранидия	6	7	—	—
Длина передних ветвей лицевых швов	4	5	—	—
Длина глазных крышек	4	4	—	—
Длина задних ветвей лицевых швов	1	2	—	—
Длина пигидия	—	6	9	10
Длина рахиса пигидия	—	4	6	7
Ширина задней краевой каймы пигидия	—	2	2	2

Семейство Niobidae Jaanusson, 1959
Род *Niobella* Reed, 1931
Niobella amdermensis sp. nov. (рисунки 19, 23, 24)

Материал. Один кранидий и три пигидия. *Голотип.* Кранидий с пигидием, № 40/309 (рисунок 19), дапингский ярус, йндысейский горизонт, Архангельская обл., северный берег бухты Местной, сборы А. В. Крылова, 2012 год.

Паратипы. Два пигидия, № 40/307, № 40/308 (рисунки 23 и 24), дапингский ярус, йндысейский горизонт, Архангельская обл., северный берег бухты Местной, сборы А. В. Крылова, 2012 год.

Диагноз. Передняя краевая кайма кранидия узкая, составляет менее одной восьмой его длины. Кайма, отделяющая глазные крышки от глабели, — узкая и тонкая. Глабель слабо вогнута с боков, расширяется на половины длины глазных крышек. Длина глабели вдвое больше её ширины. Глазные крышки небольшие, плоские, полукруглые, отстоят от переднего и заднего краев на расстоянии полторы их длины. Длина задней краевой каймы пигидия в четыре раза меньше длины пигидия.

Описание. Кранидий слабовыпуклый, с уплощенными и широкими глазными крышками, крупных размеров. Передняя краевая кайма кранидия узкая (её длина в восемь раз меньше длины кранидия). Глабель булавовидная, широкая спереди, закруглена, резко сужается с боков, и спереди расширяется на половину длины глазных крышек. Длина глабели вдвое больше её ширины. Глазные крышки небольшие, плоские, полукруглые, отстоят от переднего и заднего краев на расстоянии полторы их длины. Кайма, отделяющая глазные крышки от глабели, — узкая и нечеткая. Затылочное кольцо узкое, слабо выражено. Затылочный бугорок отсутствует. Пигидий полуэллиптический, с узкой задней краевой каймой (и толстым перегибом), составляющей одну четвертую длины пигидия. Рахис пигидия умеренно широкий, трапециевидный, сзади закруглен, слабо рассечен на семь сегментов, доходит до задней краевой каймы.

Приведем размеры найденных фрагментов панцирей этого вида (таблица 3).

Сравнение. От *Niobella snigirevskii* (Krylov, 2004) из латорпского горизонта Ленинградской обл. [11] новый вид отличается: узкой глабелью, наличием затылочного бугорка, слабовыраженным рахисом пигидия и краевой каймой пигидия, составляющей одну четвертую часть его длины. От *Niobella uralica* Balashova, 1976 из туфов Урала [9] описанный вид отличается: широко расставленными глазными крышками, отстоящими от переднего и заднего краев цефалона на расстоянии полторы их длины, широкой глабелью, резко сужающимся назад рахисом и выраженной задней краевой каймой пигидия. Этот вид также отличается от установленных в этом районе *Niobella laeviceps* Dalman, 1827, *N. sp. 1*, *N. sp. 2* [12]: широкой глабелью, глазными крышками, отстоящими от глабели на расстояние, равное их длине, задней каймой, начинающейся у рахиса пигидия, и меньшей шириной рахиса пигидия.

Т а б л и ц а 3. — Размеры фрагментов панцирей *Niobella amdermensis* sp. nov. (в мм)

T a b l e 3. — Dimensions of fragments of shields of *Niobella amdermensis* sp. nov. (in mm)

Размеры	№ 40/307	№ 40/308	№ 40/303
Длина кранидия	—	—	23
Длина передних ветвей лицевых швов	—	—	21
Длина глазных крышек	—	—	7
Длина задних ветвей лицевых швов	—	—	11
Длина пигидия	7	10	23
Ширина задней краевой каймы пигидия	1,5	2	2,2

Замечание. Наиболее полным набором таксономических признаков этого вида характеризуется образец, представленный кранидием и пигидием, принадлежащим к одной особи (рисунок 19). Ему соответствуют по длине задней каймы пигидия, очертаниям и ширине рахиса два других отдельных пигидия (рисунки 23 и 24).

Этимология. Название виду дано по названию месту локализации типовых экземпляров (пос. Амдерма).

Распространение. Средний ордовик, дапингский ярус, йндысейский горизонт, восточная часть Архангельской обл., северный берег бухты Местной, 1,0 км к востоку от устья р. Каменка, левый берег, 2 км от устья реки вверх по течению, 1,2 м вверх от подошвы разреза.

Отряд Agnostida Salter, 1864
Семейство Agnostidae McCoy, 1849
Род *Geragnostus* Howell, 1935
Geragnostus lawae sp. nov. (рисунки 20—22)

Материал. Один поврежденный панцирь, один головной и два хвостовых щита.

Голотип. Головной и хвостовой щиты, № 40/352, (рисунок 21), дарривильский ярус, Ленинградская обл., р. Лава у д. Городище, кундаский горизонт, сборы Г. С. Исколюя, 2018 год.

Паратип. Панцирь, № 40/351 (рисунок 20), дарривильский ярус, Ленинградская обл., р. Лава у д. Городище, кундаский горизонт, сборы М. А. Кошкарлова, 1997 год.

Дополнительный материал. Хвостовой щит № 40/353 (рисунок 22), дарривильский ярус, Ленинградская обл., р. Лава у д. Городище, кундаский горизонт, сборы Г. С. Исколюя, 2018 год.

Диагноз. Ширина передней каймы составляет одну седьмую от длины головного щита. Глабель спереди сужена и закруглена. Длина глабели составляет пять седьмых длины головного щита. Хвостовой щит удлинённый, с узкой и выпуклой осевой продольной лопастью и двумя небольшими боковыми передними лопастями.

Описание. Спинной панцирь сильновыпуклый, гладкий. Головной щит удлинённый, полуэллиптический, спереди закруглен, сильновыпуклый, с широкой вогнутой передней краевой каймой. Ширина передней каймы составляет одну седьмую от длины головного щита и равна ширине задней каймы хвостового щита. Глабель узкая, округло-прямоугольная, спереди закруглена, с небольшим пережимом в задней части на расстоянии трети её длины. Длина глабели составляет пять седьмых длины головного щита. В задней части глабели по бокам от неё присутствуют две малые, овальные, расширенные с боков короткие лопасти. Торакс короткий, состоит из двух коротких плевр с крупными полукруглыми вздутиями. Хвостовой щит полуэллиптический, с широкой задней вогнутой краевой каймой и двумя небольшими шипами. Рахис хвостового щита длинный, с двумя поперечными пережимами, узкой и выпуклой прямоугольной осевой лопастью и двумя небольшими боковыми передними лопастями.

Приведем размеры панцирей и фрагментов трилобитов этого вида (таблица 4).

Сравнение. От *Geragnostus ingrlica* (Schmidt, 1894) из волховского горизонта Ленинградской обл. [13] новый вид отличается: широкими головным и хвостовым щитами с узкой каймой, расширенной спереди глабелю, резко выраженными боковыми лопастями на рахисе пигидия, узким рахисом пигидия.

Замечание. Наиболее полным набором морфологических признаков лучшей сохранности отличается образец с головным и хвостовым щитами, принадлежащими к одной особи (рисунок 21), которым соответствует развернутый панцирь и хвостовой щит по ширине передней каймы головного и задней каймы хвостового щитов, выпуклости осевой и боковых лопастей рахиса пигидия (рисунки 20, 22).

Т а б л и ц а 4. — Размеры спинного панциря и фрагментов панцирей *Geragnostus lawae* sp. nov. (в мм)T a b l e 4. — Dimensions of shields and fragments of shields of *Geragnostus lawae* sp. nov. (in mm)

Размеры	№ 40/351	№ 40/352	№ 40/353
Длина головного щита	3,5	4	—
Длина глабели	2,5	2,5	—
Ширина передней краевой каймы головного щита	0,5	0,5	—
Длина хвостового щита	3,5	4	5

Этимология. Название виду дано по р. Лава (Ленинградская обл.), в разрезах каньона которой найден данный вид.

Распространение. Нижний ордовик, флоский ярус, кундаский горизонт, Ленинградская область, р. Лава у д. Городище, левый берег реки, 0,4—0,5 м вверх от подошвы слоев с *Asaphus expansus* Linn.

Заключение. В результате проведенных исследований были описаны: четыре новых местонахождения трилобитов дарривильского—катийского ярусов Ленинградской и Архангельской областей: северный берег бухты Местной, р. Каменка, мыс Ливанова и д. Витино, и четыре новых вида трилобитов: *Calyptaulax lesnikovae* sp. nov., *Nileus zhuravlevi* sp. nov., *Niobella amdermensis* sp. nov. и *Geragnostus lawae* sp. nov. (также был переописан ещё один вид *Bolbochasmops kruegeri* (Haller, 1973), впервые отмеченный на территории Ленинградской обл.). Эти данные позволяют уточнить морфологию, распространение и видовой состав родов ордовикских трилобитов *Bolbochasmops*, *Calyptaulax*, *Geragnostus*, *Nileus* и *Niobella* (семейства Pterygometopidae, Agnostidae, Nielidae, Niobidae) Восточной Европы.

Автор благодарит за ценные советы доктора географических наук Д. Ю. Большинова (ААНИИ), кандидата геолого-минералогических наук Ю. В. Заику (УП «Геосервис», Минск, Беларусь), а также кандидата геолого-минералогических наук Г. С. Искюля (ФГБУ «ВСЕГЕИ», Санкт-Петербург, Россия), кандидата геолого-минералогических наук А. В. Журавлева (Институт геологии ИЦ Коми УРО РАН). Е. А. Юферову, К. П. Рязанова, В. А. Плаксину (ФГБУ «ВСЕГЕИ», Санкт-Петербург, Россия) и М. А. Кошкарова, помогавших при сборе образцов трилобитов.

Список цитируемых источников

1. Основы палеонтологии. Том «Членистоногие. Трилобитообразные и ракообразные». — М.: Госнаучтехиздат, 1960 — 518 с.
2. Treatise of the Invertebrate Paleontology. Part. O. Arthropoda I / Ed. R. C. Moore // The Geological Society of America and Univ. of Kansas Press. — Kansas, 1959. — 500 p.
3. Haller, J. Die ordovizinsche Trilobitengattung Chasmops aus baltoskandischen Geschieben / J. Haller // Paläont. Abh., Abt. A 4. — 1973. — S. 723—768.
4. McNamara, K. J. Taxonomy and distribution of chasmopine trilobites / K. J. McNamara // Geological Magazine. — 1980. — Vol. 117. — № 1. — P. 65—80.
5. Асаткин, Б. П. Новые данные по стратиграфии нижнего силура Ленинградской области / Б. П. Асаткин // Изв. Всесоюз. геол.-разведыват. объединения. — Л., 1931. — Т. 50. — Вып. 81. — С. 1211—1218.
6. Remele, A. Katalog der von Prof. Dr. Ad. Remele beim internationalen Geologen-Congress zu Berlin im September und October 1885 ausgestellten Geschiebesammlung / A. Remele // Berlin, 1885. — S. 1—32.
7. Wiman, C. Studien uber das Nordbaltische Silurgebiet / C. Wiman // Bull. Geol. Inst. Univ. Uppsala. — 1908. — Vol. 8. — P. 73—168.
8. Stormer, L. Remarks on the Tretaspis (Trinucleus) Shales of Hadeland / L. Stormer // Norsk Geologisk Tidsskrift. — 1945. — Vol. 25. — P. 379—426.

9. Балашова, Е. А. Систематика трилобитов Asaphina и их представители в СССР / Е. А. Балашова // М-во геологии СССР, Сев.-Зап. территор. геол. упр. — Л. : Недра, 1976 — 215 с.
10. Fortey, R. A. Early Ordovician trilobite communities. The Ordovician trilobites of Spitsbergen. Vol. II. Asaphidae, Nileidae, Raphiophoridae and Telephinidae of the Valhallfonna Formation / R. A. Fortey // Fossils and Strata. — 1975. — Vol. 162. — P. 1—207.
11. Крылов, А. В. Новые виды ордовикских трилобитов Ленинградской области / А. В. Крылов // Вестн. СПбГУ. — 2004. — Сер. 7. — Вып. 3. — С. 22—25.
12. Бурский, А. З. Раннеордовикские трилобиты севера Пай-Хоя / А. З. Бурский // Опорный разрез ордовика Пай-Хоя, Вайгача и юга Новой Земли. — М. : Изд-во НИИГА, 1970. — С. 96—138.
13. Schmidt, F. Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten. Abt. 4. Calymmeniden, Proetiden, Bronteiden, Harpediden, Trinucleiden, Remopleuriden und Agnostiden / F. Schmidt // Memoires L'Academie Imperiale des Sciences de St. Petersburg. — 1894. — Ser. 7. — T. 42. — № 5. — S. 1—93.

References

1. Osnovy paleontologii. "Tom Chlenistonogie. Trilobitoobrasnye i rakoobraznye". M., Gosnauchtechizdat, 1960. 518 p. (in Russian).
2. Treatise of the Invertebrate Paleontology. Part. O. Arthropoda I / Ed. R. C. Moore // The Geological Society of America and University of Kansas Press. Kansas, 1959. 500 p.
3. Haller J. Die ordovizinsche Trilobitengattung Chasmops aus baltoskandischen Geschieben // Paläont. Abh., Abt. A 4. 1973. S. 723—768.
4. McNamara K. J. Taxonomy and distribution of chasmopine trilobites // Geological Magazine. 1980. Vol. 117. № 1. P. 65—80.
5. Remele A. Katalog der von Prof. Dr. Ad. Remele beim internationalen Geologen-Congress zu Berlin im September und October 1885 ausgestellten Geschiebesammlung. Berlin, 1885. S. 1—32
6. Wiman C. Studien uber das Nordbaltische Silurgebiet // Bull. Geol. Inst. Univ. Uppsala. 1908. Vol. 8. P. 73—168.
7. Asatkin B. P. Novye dannye po stratigrafii nizhnego silura Leningradskoi oblasti // Izv. Vsesouznogo geol.-razvedyvat. Objedinenia, L., 1931. T.50. Vyp. 81. P. 1211—1218 (in Russian).
8. Stormer L. Remarks on the Tretaspis (Trinucleus) Shales of Hadeland // Norsk Geologisk Tidsskrift. 1945. Vol. 25. P. 379—426.
9. Balashova E. A. Sistematika trilobitov Asaphina i ih predstaviteli v SSSR // M-vo geologii SSSR, Sev.-Zap. territor. geol. uпр., L., Nedra, 1976. 215 p. (in Russian).
10. Fortey R. A. Early Ordovician trilobite communities. The Ordovician trilobites of Spitsbergen. Vol. II. Asaphidae, Nileidae, Raphiophoridae and Telephinidae of the Valhallfonna Formation // Fossils and Strata. 1975. Vol. 162. P. 1—207.
11. Burskii A. Z. Ranneordovikskie trilobity severa Pai-Hoia // Oporny razrez ordovika Pai-Hoia, Vaigacha i uga Novoi Zemli // Izd-vo NIIGA. 1970. P. 96—138 (in Russian).
12. Krylov A. V. Novye vidy ordovikskih trilobitov Leningradskoi oblasti // Vestnik SPBGU. 2004. Ser. 7. Vyp. 3. P. 22—25 (in Russian).
13. Schmidt F. Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten. Abt. 4. Calymmeniden, Proetiden, Bronteiden, Harpediden, Trinucleiden, Remopleuriden und Agnostiden // Memoires L'Academie Imperiale des Sciences de St. Petersburg, 1894. Ser. 7. T. 42. № 5. S. 1—93.

In the article four new trilobite localities of the Florian—Katian Stages (Lower—Upper Ordovician): Kamenka river, Livanova Cape, Mesnaya Bay and Vitino village of the Arkhangelsk and Saint-Petersburg regions and four new trilobite species: *Calyptaulax lesnikovae* sp. nov., *Nileus zhuravlevi* sp. nov., *Niobella amdermensis* sp. nov., *Geragnostus lawae* sp. nov. from these localities have been described. Trilobite species *Bolbochasmops kruegeri* (Haller, 1973) has been found in Saint-Petersburg region for the first time. New data on morphology, paleogeographic distribution and species consideration of trilobite genus *Bolbochasmops*, *Calyptaulax*, *Geragnostus*, *Nileus* и *Niobella* (Pterygomtopidae, Agnostidae, Nileidae, Niobidae) of East Europe have been obtained.

Поступила в редакцию 04.03.2019

УДК 551.77:551.7

А. В. Крылов¹, Р. Марке²¹Акционерное общество «Поляргео», 24 линия В. О. д. 3-7, корп. 20, лит. Б, 199106 Санкт-Петербург, Российская Федерация, krylov-polargeo@yandex.ru²Королевский бельгийский институт естественных наук, ул. Вотье, д. 29, г. Брюссель, Бельгия, robert.marquet@hotmail.be

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО КАЙНОЗОЙСКИМ МОЛЛЮСКАМ РОДОВ *MYA*, *CYRTODARIA* И *NEPTUNEA* (MOLLUSCA: HIATELLIDAE, MYIDAE, BUCCINIDAE) ПОЛУОСТРОВОВ КАНИН И ЮГОРСКИЙ

В статье дается морфологическая характеристика двух видов и одного подвида вымерших морских двустворчатых моллюсков: *Mya pullus* Sowerby, 1826, *Cyrtodaria angusta* (Nyst et Westendorp, 1839) и *Neptunea striata lyratodespecta* Strauch, 1972 атлантического происхождения плиоцена — раннего плейстоцена полуостровов Канин и Югорский. Представители этих видов были обнаружены в семнадцати местонахождениях на реках: Рыбная, Мурсеяха, Большая Ою, Янгарей, Хейяха, Черная, ручьях Правый и Вельмвож, г. Хубтапэ и в районах озер Хардто, Янгарейты, районов мысов Андреева, Нгарка-Пэсаля, Шпиндлер, устьев рек Первая Песчаная, Третья Песчаная, Яркоцаяха, Юдеседьяха и гряды Табеймусюр. Эти виды также встречаются на архипелагах Новая Земля и Северная Земля. Изученные комплексы морских моллюсков показывают, что возможна корреляция между отложениями роговской свиты полуострова Канин и Югорский и формации Красный Краг (верхняя часть) Англии, песков формации Кап Кобенхавн Гренландии, песков Мескем Бельгии и сходных песков Нидерландов и Германии, пачки алевритов Шпицберген. Комплексы морских моллюсков колвинской свиты Югорского полуострова коррелируются с отложениями Кораллинового Крага Англии, формации Лилло Бельгии, формаций Остерхаут и Масслуис Нидерландов.

Ключевые слова: *Mya*; *Cyrtodaria*; *Neptunea*; кайнозой; плиоцен; плейстоцен; Северная Евразия; занклевский ярус; гелазский ярус.

Рис. 44. Библиогр.: 25 назв.

A. V. Krylov¹, R. Marquet²¹Joint-Stock Company “Polargeo”, Vasilevski Island, 24th Line, 3-7, Building 20-B, 199106 St. Petersburg, the Russian Federation, krylov-polargeo@yandex.ru²The Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Rue Vauteur, Building 29, Brussels, Belgium, robert.marquet@hotmail.be

NEW DATA ON THE CENOZOIC MOLLUSCS OF THE GENERA *MYA*, *CYRTODARIA* AND *NEPTUNEA* (MOLLUSCA: HIATELLIDAE, MYIDAE, BUCCINIDAE) OF THE KANIN AND JUGORSKII PENINSULAS

In the article morphological characteristic of two distinct marine bivalve species and one subspecies: *Mya pullus* Sowerby, 1826, *Cyrtodaria angusta* (Nyst et Westendorp, 1839), and *Neptunea striata lyratodespecta* Strauch, 1972 of Atlantic origin of the Pliocene— Early Pleistocene of the Kanin and Jugorskii Peninsulas is given. The representatives of these species have been found in seventy localities, which included the rivers Rybnaya, Murseiya, Bolshaya Ou, Yangarei, Heiaha rivers, Velymvozh and Pravyi streams, mountain Hubtape and Andreeva, Ngarka-Pesale, Shpindler Capes, Hardto lake region, estuarium of Pervaya Peschanaya, Tretia Peschanya, Yarkotzayaha, Udesediaha and Tabeimusur ridge. These species have been found in Novaya and Severnaya Zemlya Archipelago. The studied complexes of molluscs show possible correlation between deposits of Rogovskaya Formation of the Kanin and Jugorskii Peninsulas and the upper part of Red Crag Formations of England, sands of Kap Kobenhaven of Greenland, and Meskem sands of Belgium and similar sands of the Netherlands and Germany, member of alevrites of Spitzbergen Archipelago. Deposits of Kolvinskaya Formation of the Jugorskii Peninsula correlate with deposits of Coralline Crag of England, Lillo Formation of Belgium and Oosterhout and Massluis Formations of the Netherlands.

Key words: marine molluscs; *Mya*; *Cyrtodaria*; *Neptunea*; Pliocene; Pleistocene; North Eurasia; Zanclean Stage; Gelasian Stage.

Fig. 44. Ref.: 25 titles.

Введение. Изучением ископаемых кайнозойских морских моллюсков севера западной Евразии занимались Р. Л. Мерклин, В. Н. Сакс, В. С. Зархидзе, С. Л. Троицкий, Э. И. Эйхвальд, М. А. Лаврова, [1—3 и др.]. Однако малакофауне наиболее древних отложений кайнозоя уделялось недостаточное внимание, хотя ряд исследователей [2 и др.] отмечали наличие ряда вымерших видов атлантического происхождения. Данные о присутствии видов атлантического происхождения в этом районе подтверждаются наблюдениями миграции современной малакофауны в западной части Евразийской Арктики [4]. Целью данной статьи является морфологическая характеристика некоторых слабоизученных вымерших видов моллюсков, типичных для отложений кайнозоя запада Евразийской Арктики.

Материал и методы исследования. Материалом для данной работы послужили результаты исследований в течение 10 лет в 14 местонахождениях в разрезах плиоцена — раннего плейстоцена полуостровов Канин и Югорский. Всего было собрано 56 раковин и фрагментов раковин морских двустворчатых и брюхоногих моллюсков, которые принадлежат к 2 видам и 1 подвиду.

Основными методами исследования являются таксономическое описание и проведение сравнения морфологии изученных видов с их представителями из разрезов Северной Атлантики и Северной Сибири. При этом применялась классификация моллюсков, предложенная в “Treatise of Invertebrate Paleontology” [5]. Образцы изученных моллюсков хранятся в музеях: IRScNB IST — музей Королевского бельгийского института естественных наук, г. Брюссель (Бельгия), SMF — музей естественных наук г. Франкфурт-на-Майне (Германия), USNM — Американском Национальном музее, г. Нью-Йорк (США) и музее АО «Поляргео», г. Санкт-Петербург (Россия).

Результаты исследований и их обсуждение. В результате осуществленных исследований была дана морфологическая характеристика двух видов и одного подвида вымерших морских моллюсков полуостровов Канин и Югорский, которые ранее не отмечались в отложениях кайнозоя этих районов: *Mya pullus* Sowerby, 1826, *Cyrtodaria angusta* (Nyst et Westendorp, 1839) и одному подвиду *Neptunea striata lyratodespecta* Strauch, 1972. Они, соответственно, относятся к 3 родам: *Mya* Linnaeus, 1758, семейства Myidae Lamarck, 1809, *Cyrtodaria* Reuss, 1801 семейства Hiatellidae Gray, 1824 и *Neptunea* Roding, 1798 семейства Vuccinidae, 1815. Эта фауна представляет особый интерес с точки зрения корреляции разрезов кайнозоя запада Евразийской Арктики с разрезами Западной Европы, Исландии, Гренландии и севера Сибири. Находки этих видов позволяют значительно расширить ареал былого распространения этих вымерших форм (считающихся типичными для морей севера Западной Европы) на запад Северной Евразии и говорят о тесной связи малакофаун Северной Атлантики и Северного Ледовитого океана в плиоцен-раннеплейстоценовое время.

Семейство Myidae Lamarck, 1809

Род *Mya* Linnaeus, 1758

Mya pullus Sowerby, 1826

Рисунки 1—15

Mya pullus Sowerby, 1826: таблица DXXXI, рисунок 2, с. 58 [7]; *Mya truncata* var. *pullus* Wood, 1857: таблица XXVIII, рисунок 1f, с. 277—279 (part) [8]; *Mya truncata gudmunduri* Strauch, 1972: таблица 11, рисунки 6, 9, с. 139—140 [9].

Неотип. Целая правая створка раковины USNM 644314 изображена на таблице 11, рисунке 9 и описана С. МакНейлом [6], а в представленной статье — на рисунке 5, нижний плейстоцен, Красный Краг (верхняя часть), гелазский ярус, район фермы Нейтрал, Англия, коллекторы Д. Ф. Баден-Поуэлл, Ф. С. МакНейл, Д. Л. Хопкинс, 1962 год. Предложен в качестве неотипа авторами статьи, так как раковины из коллекции Д. Сауэрби [7] и С. В. Вуда [8] не сохранились [6; 9].

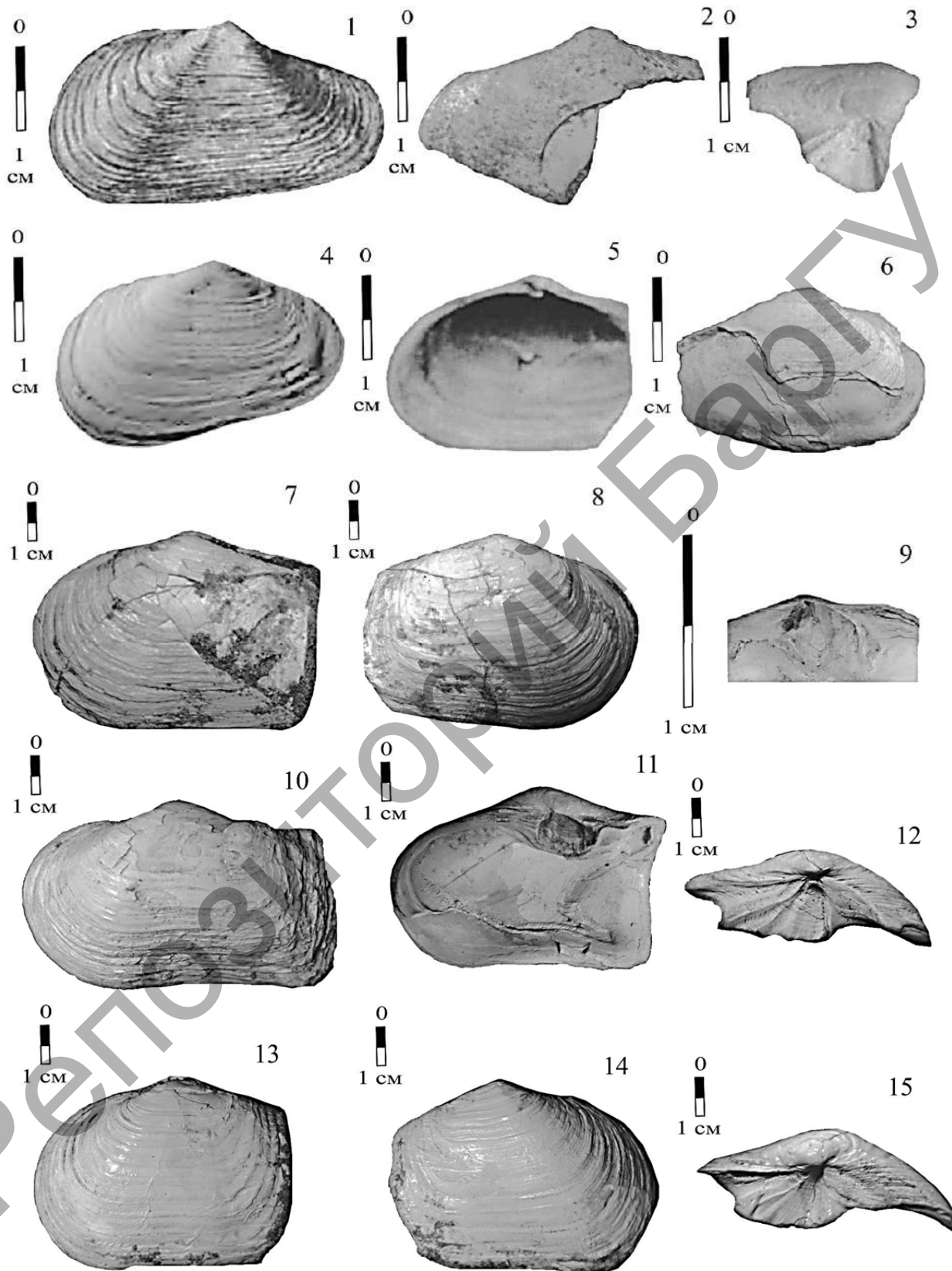
Материал: 8 целых, 3 поврежденные створки раковин и 24 замка.

Диагноз. Раковина сильно вытянута вперед в области макушки. Макушка узкая, ориентирована в горизонтальной плоскости, сильновыпуклая, треугольная, заострена, сильно сужена с боков. Макушечный угол 125—140 градусов. Хондрофор и замочная впадина крупных размеров. Передняя краевая кайма створок раковин спереди и сзади макушек длинная. В боковой задней части хондрофора (со стороны выхода ноги) присутствуют две продольные каймы, расходящиеся под небольшим углом (скошенная кпереди), в передней иногда одна слабовыраженная продольная кайма. Замочная впадина приподнята, с выраженной задней боковой краевой каймой (со стороны выхода ноги). Передние мускульные отпечатки длинные. Мантийный синус расширенный, округло-треугольный. Задняя краевая кайма раковины широкая.

Описание. Раковина небольших и средних размеров, слабовыпуклая у края, противоположного выходу ноги, равносторончатая, полуэллиптическая, с умеренно-выпуклой макушкой, опущена вниз, немного вытянута в поперечном направлении ($LS/WS = 0.72—0.75$), с закругленным задним краем и частыми тонкими концентрическими ребрами. Передняя часть раковины выпуклая. Макушка раковины небольшая, сильновыпуклая, сильно сужена с боков. Замочная впадина ромбовидно-овальная, приподнята. Ширина замочной впадины в 1,2 раза больше её длины, приближена к внутреннему краю раковины. Замочная впадина удалена от переднего края раковины на расстояние 0,2 раза от её длины. Вдоль краев замочной впадины проходит узкая и нечеткая кайма. Краевая боковая кайма на хондрофоре узкая, выпуклая с обеих сторон. В боковой части хондрофора (со стороны выхода ноги) присутствуют две четкие продольные борозды, расходящиеся под небольшим углом с выпуклыми краями, с противоположной стороны — вогнутости. Задний край раковины вогнут и закруглен. Передние мускульные отпечатки узкие и длинные, удлинённо-полуэллиптические (их длина соответствует $\frac{3}{5}$ длины раковины), приближены к боковым краям раковины, задние — полукруглые. По задней стороне раковины изнутри проходит очень узкая, почти не выраженная краевая кайма. Мантийный синус неглубокий, расширенный, округло-треугольный, не доходит до середины раковины, сливается с мантийной линией. Дистальный край раковины узкий.

Размеры (в мм): длина раковин: GA-4 = 31, GA-5 = 41, GA-6 = 42, GA-7 = 36, GA-11 = 62, ширина раковин: GA-4 = 56, GA-5 = 57, GA-6 = 58, GA-7 = 59, GA-11 = 68.

Сравнение. От *Mya gudmunduri* (Strauch, 1972) [9] описанный вид отличается: хондрофором и замочной впадиной более крупных размеров, выпуклой, заостренной, вытянутой, горизонтально ориентированной треугольной макушкой, сильно суженной с боков, макушечным углом 125—140 градусов, длинной краевой каймой спереди и сзади макушки на левой створке раковины, наличием в боковой части хондрофора (со стороны выхода ноги) двух очень узких продольных борозд, расходящихся под небольшим углом, отсутствием поперечной борозды у основания хондрофора и боковой продольной борозды в передней части хондрофора, наличием поперечной выпуклой закругленной внутрь каймы в боковой задней части замочной впадины, очень узкой, почти не выраженной краевой каймой на внутренней стороне раковины и коротким округло-треугольным мантийным синусом, от *Mya truncata* Linnaeus, 1758 [1] наличием хондрофора и замочной впадины более крупных размеров, выпуклой горизонтально расположенной и суженной с боков заостренной макушкой, макушечным углом 125—140 градусов, длинной передней бороздой на внутренней стороне раковины у макушки, крупными хондрофором и замочной впадиной, наличием в боковой части хондрофора (со стороны выхода ноги) хорошо развитой, относительно широкой, с выпуклыми боковыми краями, внутренней продольной борозды, расходящейся под небольшим углом, наличием поперечной выпуклой закругленной внутрь каймы в боковой задней части замочной впадины, более длинным передним мускульным отпечатком, резко выраженным мантийным синусом, наличием широкой, но слабовыраженной, внутренней краевой каймы в задней части раковины.



Рисунки 1—15. — Внешний вид изученных раковин морских моллюсков *Mya pullus* Sowerby, 1826:

1 — правая створка, дорзальный вид, образец утерян, приводится по Д. Сауэрби [7], таблица DXXXL, рисунок 2, и по С. В. Вуду [8], таблица XXVIII, рисунок 1f, гелазский ярус, Англия, д. Батлей; **2** — левая створка, дорзальный вид, GA-2, гелазский ярус, Югорский п-ов, мыс Шпиндлер; **3** — хондрофор поврежденной правой створки, дорзальный вид, GA-1, гелазский ярус, Югорский п-ов, р. Хейяха; **4** — правая створка, USNM 644313, дорзальный вид, по С. Мак Нейлу [6], таблица 11, рисунок 9, Красный Краг, Англия, ферма Нейтрал; **5** — правая створка, вентральный вид, неотип, USNM 644314, по С. МакНейлу [6], таблица 11, рисунок 12, Красный Краг, Англия, ферма Нейтрал; **6** — левая створка, дорзальный вид, GA-3, гелазский ярус, Югорский п-ов, р. Хейяха; **7** — правая створка, раковина с сомкнутыми створками, дорзальный вид, GA-6, гелазский ярус, п-ов Канин, р. Рыбная; **8** — левая створка, раковина с сомкнутыми створками, дорзальный вид, GA-6, гелазский ярус, п-ов Канин, р. Рыбная; **9** — замочная впадина правой створки, вентральный вид, GA-10, гелазский ярус, п-ов Канин, р. Рыбная; **10** — правая створка, дорзальный вид, GA-4, гелазский ярус, п-ов Канин, р. Рыбная; **11** — левая створка, вентральный вид, GA-5, гелазский ярус, п-ов Канин, р. Рыбная; **12** — хондрофор правой створки, GA-9, дорзальный вид, калабрийский ярус, п-ов Таймыр, р. Коралловая; **13** — правая створка, GA-7, дорзальный вид, гелазский ярус, п-ов Канин, р. Рыбная; **14** — правая створка, GA-7, дорзальный вид, гелазский ярус, п-ов Канин, р. Рыбная; **15** — хондрофор правой створки, дорзальный вид, GA-8, гелазский ярус, п-ов Канин, р. Рыбная

Figures 1—15. — Habitus of the studied marine mollusc shells of the *Mya pullus* Sowerby, 1826:

1 — right valve, dorsal view, now missing sample, according to J Sowerby [7], plate DXXXL, picture 2, and according to S. V. Wood [8], plate XXVIII, picture 1f, Gelasian Stage, England, Butley Village; **2** — broken left valve, dorsal view, GA-2, Gelasian Stage, the Jugorskii Peninsula, Shpindler Cape; **3** — chondrophore of right valve, dorsal view, GA-1, Eopleistocene Substage, Calabrian Stage, Heiaha river; **4** — right valve, dorsal view, USNM 644313, according to S. McNeil [6], plate 11, picture 9, Gelasian Stage, England, Neutral Farm; **5** — right valve, ventral view, neotype, USNM 644314, according S. McNeil [6], plate 11, picture 12, Gelasian Stage, England, Neutral Farm; **6** — left valve, dorsal view, GA-3, Calabrian Stage, the Jugorskii Peninsula, Heiaha river; **7** — right valve, dorsal view, GA-6, Gelasian Stage, the Kanin Peninsula, Rybnaya River; **8** — left valve, dorsal view, GA-6, Gelasian Stage, the Kanin Peninsula, Rybnaya River; **9** — hinge of right valve, ventral view, GA-10, Gelasian Stage, the Kanin Peninsula Rybnaya River; **10** — right valve, dorsal view, GA-4, Gelasian Stage, Rybnaya River; **11** — left valve, dorsal view, GA-5, Gelasian Stage, the Kanin Peninsula, Rybnaya River; **12** — chondrophore of right valve, dorsal view, GA-9, Gelasian Stage, the Taimyr Peninsula, the Korallovaya River; **13** — right valve, dorsal view, GA-7, Gelasian Stage, the Kanin Peninsula, the Rybnaya River; **14** — left valve, dorsal view, GA-7, Gelasian Stage, the Kanin Peninsula, the Rybnaya River; **15** — chondrophore of right valve, dorsal view, GA-8, Gelasian Stage, the Kanin Peninsula, the Rybnaya River

Замечания. Д. Сауэрби [7] описал этот вид по одной раковине из района д. Батлей, Саффолк (формация Красный Краг, Англия). Две небольшие раковины моллюска данного подвида из этого разреза позднее были описаны С. В. Вудом [8]. В работе С. МакНейла [6] была изображена левая створка раковины описанного подвида из разреза в районе фермы Неутрал (Англия). Ф. Страух [9] раковины этого вида относил к *Mya truncata gudmunduri* (Strauch, 1972), который авторы считают самостоятельным видом [11]. Л. Симонарссоном [12] описан замок раковины из отложений гелазского яруса Гренландии, ошибочно определенный ими как *Mya truncata* Linnaeus, 1758 и относящийся, по нашему мнению, к *Mya pullus* Sowerby, 1826. Нами раковины *Mya pullus* Sowerby, 1826 впервые отмечены в разрезах полуостровов Канин, Югорский и архипелага Новая Земля. Ранее они ошибочно включались нами в состав вида *Mya schwarzbachi* Strauch, 1974 на основании недостаточного по сохранности материала — близких по строению замков раковин [11].

Распространение. Северная Америка. Нижний плейстоцен. Гелазский ярус, остров Гренландия, формация Кап Кобенхавн, мыс Кап Кобенхавн. **Западная Европа.** Англия, формация Красный Краг (нижняя часть разреза), региональный ярус Батлеан, графство Саффолк, д. Батлей, ферма Неутрал. **Восточная Европа.** Нижний плейстоцен. Эоплейстоцен, гелазский ярус, архипелаг Новая Земля, Северный остров, роговская свита, п-ов Литке, между мысами Макарова и Черткова, абс. отм. 30—40 м, сборы В. П. Матвеева, 1981 год. Эоплейстоцен, гелазский ярус, п-ов Канин, р. Рыбная, правый приток р. Мурсеяхи, сборы А. В. Крылова, 2018 год. Эоплейстоцен, гелазский ярус, п-ов Югорский: р. Черная, устье р. Ярқоцяяха, район побережья Карского моря у устья р. Юдеседьяхи, ручей Правый, мыс Андреева, район термоцирка в устье р. Первая Песчаная, мыс Шпиндлер, сборы А. В. Крылова, 2012—2015 годы. Эоплейстоцен, калабрийский ярус, п-ов Югорский, вашуткинская свита, гряда Табеймусюр, ручей Велымвож, озеро Янгарейты, р. Хейяха, гора Хубтапэ, сборы А. В. Крылова, 2009—2015 годы. **Северная Сибирь.** Нижний плейстоцен. Эоплейстоцен, калабрийский ярус, п-ов Таймыр, р. Коралловая, сборы Ю. В. Заики и др., 2003 год.

Семейство *Hiatellidae*, Gray, 1824

Род *Cyrtodaria* Reuss, 1801

Cyrtodaria angusta (Nyst et Westendorp, 1839)

Рисунки 16—33

Glycymeris angusta Nyst et Westendorp, 1839: таблица 1, рисунок 1, с. 4 [13]; *Cyrtodaria angusta* Strauch, 1972: текстовой рисунок 17, таблица 7, рисунки 10—16, таблица 8, рисунки 1—20, с. 90—92 [9]; *Cyrtodaria angusta sachsi* Мерклин, Зархидзе, Ильина, 1979: таблица V, рисунки 1—3, с. 39 [1]; *Cyrtodaria angusta jenissae* Мерклин, Зархидзе, Ильина, 1979: таблица V, рисунки 4—9, с. 39—40 [1].

Лектотип. Левая створка раковины, IRScNB IST 4243, изображена в работе П. Х. Ниста и Г. Д. Вестендорпа [13], плиоцен, район коммуны Вейнегем, провинция Антверпен, Бельгия. Лектотип установлен Р. Марке [14].

Материал: 10 целых раковин, 14 поврежденных раковин и 42 замка.

Диагноз. Раковина укорочена, почти одинакова по высоте у левого и правого края, втянута с боков. Макушка от почти невыпуклой, до сильновыпуклой. У переднего края одной створки раковин расположен короткий и толстый зуб, у противоположной — такое же углубление. Ширина внутренней краевой каймы у левого и правого края раковины увеличивается в два-три раза. Выступ у переднего края раковины короткий.

Описание. Раковина удлинненно-овальная, укорочена или удлинена с боков, почти равномерная по высоте у левого и правого края, средних и крупных размеров. Длина раковины в 2,5—3,0 раза меньше её ширины. У переднего края одной створки раковин расположен короткий и толстый зуб, у противоположной створки — углубление. Передний мускульный от-

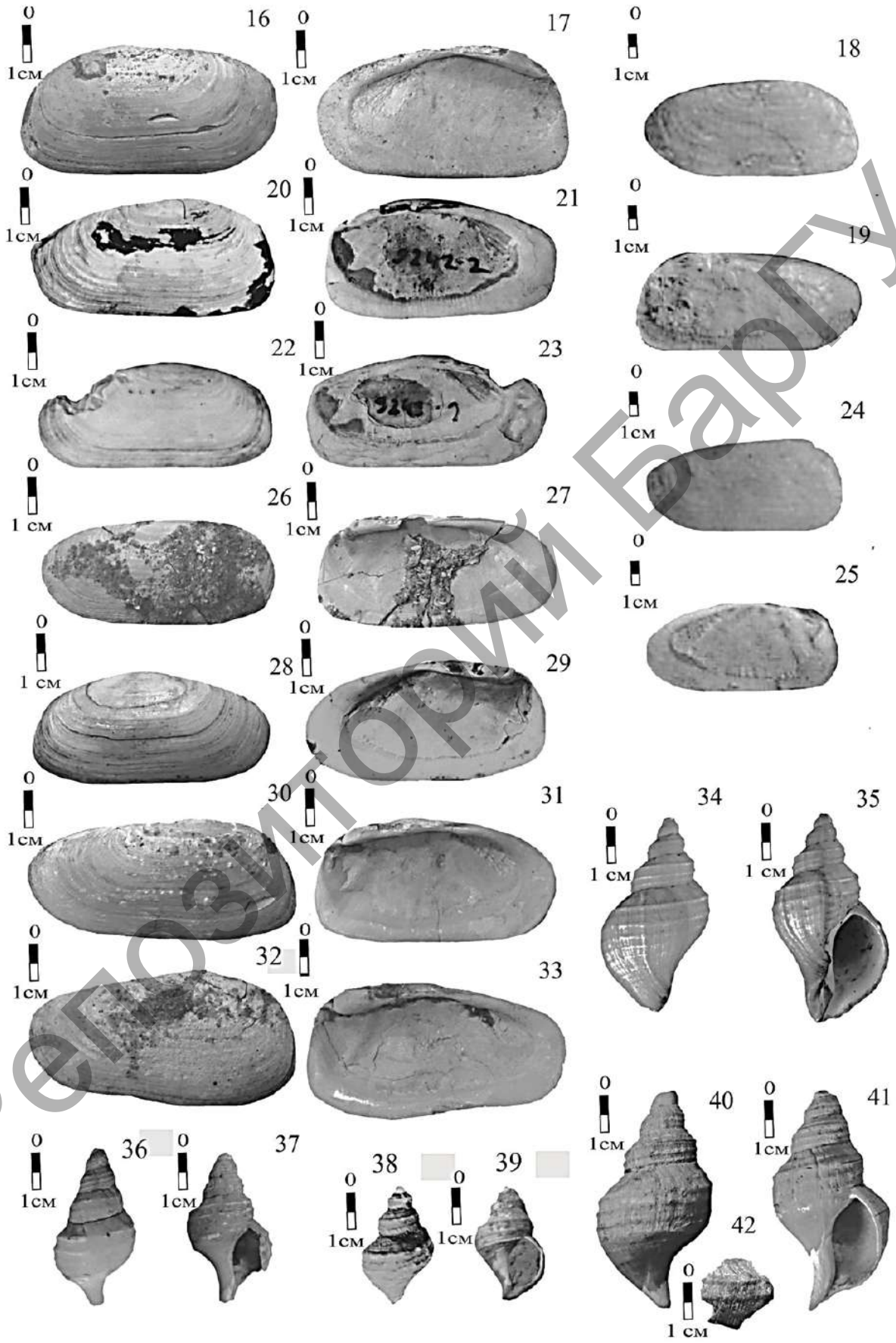
печаток полуэллиптический, с широким выступом посередине, отдален от бокового края, задний узкий трапециевидный отдален от макушки. Макушка полуэллиптическая, слабовыпуклая. Передняя краевая кайма узкая, расширяется кзади. Задняя краевая кайма у молодых экземпляров широкая, у крупных суженная, у боковых краев расширена вдвое. Кольца роста тонкие, расходятся кзади, приближены друг к другу, полуэллиптические.

Размеры (в мм): длина раковин: GB-1 = 18, GB-2 = 22, GB-2 = 23, GB-3 = 26, GB-4 = 28, GB-5 = 28, GB-6 = 28, GB-7 = 29, GB-8 = 29, GB-9 = 30, GB-10 = 33, ширина раковин: GB-1 = 38, GB-2 = 51, GB-3 = 53, GB-4 = 52, GB-5 = 56, GB-6 = 60, GB-7 = 55, GB-8 = 57, GB-9 = 58, GB-10 = 63.

Сравнение. От *Cyrtodaria jennisae* Sachs, 1951 [2, 20] этот вид отличается: более выраженной макушкой, более выпуклой, короткой раковиной меньших размеров, более короткими зубами, более коротким передним мускульным отпечатком, широкой задней краевой каймой, и более вогнутым изнутри со стороны противоположной выходу ноги мантийным синусом, от *Cyrtodaria siliqua* (Spengler, 1793) [16; 17] — менее выпуклой, короткой более суженной — со стороны выхода ноги раковиной, более выраженной макушкой, прямым задним краем раковины, более длинными зубами, широкой задней краевой каймой, и вогнутым изнутри со стороны противоположной выходу ноги мантийным синусом.

Замечания. Вид был выделен П. Х. Нистом и Г. Д. Вестендорпом [13] из нижнеплиоценовых отложений района г. Антверпен (Бельгия). С. В. Вуд [8] описал находки этого вида в плиоценовых отложениях Англии (Кораллиновый и Красный Краг). Позднее *Cyrtodaria angusta* (Nyst et Westendorp, 1839) установлены в отложениях формации Тьёднес Северной Исландии (гелазский ярус) изображены в работах Ф. Страуха [9], Ю. Б. Гладенкова, П. Нортон и Г. Спайка [19]. В работе Р. Марке [14] был выделен лектотип, а также отмечается, что моллюски этого вида широко распространены в отложениях миоцена—плиоцена Бельгии, миоцена Нидерландов и Западной Германии. А. А. Слупиком и соавторами [18] аналогичные раковины найдены в разрезе формации Маасслуис (гелазский ярус), вскрытой скважиной на буровой площади Шельфоек (Нидерланды). Р. Л. Мерклиным, В. С. Зархидзе и Л. Б. Ильиной [1] этот вид был установлен в отложениях кайнозоя Большеземельской тундры. Он был разделен на два подвида. Однако этот вывод не подтверждается нашими исследованиями раковин сходных циртодарий из отложений полуостровов Канин и Югорский, которые говорят о том, что эти подвиды в реальности отображают лишь разные возрастные стадии роста одного вида — *Cyrtodaria angusta* (Nyst et Westendorp, 1839). Позднее раковины этого вида были найдены на архипелагах Новая Земля и Северная Земля [11; 20; 21 и др.]. К. Александерсен [21] приводится изображение одного обломка раковины предположительно этого вида из разрезов полуострова Таймыр. В Скандинавии *Cyrtodaria angusta* (Nyst et Westendorp, 1839) был обнаружен в отложениях плейстоцена архипелага Шпицберген [22]. Позднее этот вид был найден в отложениях занкского—гелазского ярусов на полуостровах Канин и Югорский. Описанный вымерший вид имеет атлантическое происхождение (самые древние его находки зафиксированы в отложениях миоцена Бельгии и Германии) [14]. В Арктике он имеет ограниченное распространение и, вероятно, является видом-мигрантом, происходящим от *Cyrtodaria parva* (Speyer, 1866) [9] из отложений олигоцена Западной Европы. От *Cyrtodaria angusta* (Nyst et Westendorp, 1839) происходит единственный современный вид крупных циртодарий — *Cyrtodaria siliqua* (Spengler, 1793), распространенный в отложениях неоплейстоцена—голоцена Гренландии, северо-востока Канады и Большой Ньюфаундлендской банки [16; 20 и др.].

Распространение. Северная Америка. Нижний плиоцен — нижний плейстоцен. Пьяченский—гелазский ярусы, Исландия, полуостров Тьёднес. **Западная Европа.** Миоцен — нижний плейстоцен. Аквитанский—мессинский ярусы, Бельгия, формация Эдегем, пачка Антверпен; пачка Деурне, занкский—пьяченский ярусы, формации Каттендьяк-Лилло, район г. Антверпена и район р. Шельды. Пьяченский—гелазский ярусы, Нидерланды: формация Оостерхаут, шахта у населенного пункта Лангенбуум, формация Маасслуис, буровая



Рисунки 16—42. — Внешний вид изученных раковин морских моллюсков *Cyrtodaria angusta* (Nyst et Westendorp, 1839) и *Neptunea striata lyratodespecta* Strauch, 1972: 16—33 — *Cyrtodaria angusta* (Nyst et Westendorp, 1839): 16 — правая створка, дорзальный вид, GB-10, гелазский ярус, п-ов Канин, р. Рыбная; 17 — правая створка, вентральный вид, GB-10, гелазский ярус, п-ов Канин, р. Рыбная; 18 — левая створка, дорзальный вид, номер образца неизвестен, по Ф. Страуху [9], таблица 7, рисунок 15, пьаченский ярус, Англия; 19 — левая створка, вентральный вид, номер образца неизвестен, по Ф. Страуху [9], таблица 7, рисунок 16, пьаченский ярус, Англия; 20 — левая створка, дорзальный вид, GB-6, занклский ярус, Югорский п-ов, р. Большая Ою; 21 — левая створка, вентральный вид, GB-6, занклский ярус, Югорский п-ов, р. Большая Ою; 22 — левая створка, дорзальный вид, GB-5, занклский ярус, Югорский п-ов, р. Большая Ою; 23 — левая створка, вентральный вид, GB-5, занклский ярус, Югорский п-ов, р. Большая Ою; 24 — левая створка, дорзальный вид, SMF-221018, по Ф. Страуху [9], таблица 8, рисунок 7, пьаченский ярус, остров Исландия, п-ов Тьёднес; 25 — правая створка, вентральный вид, SMF-221019, по Ф. Страуху [9], таблица 8, рисунок 12, пьаченский ярус, остров Исландия, п-ов Тьёднес; 26 — левая створка, дорзальный вид, GB-3, гелазский ярус, п-ов Канин, р. Рыбная; 27 — левая створка, вентральный вид, GB-3, гелазский ярус, п-ов Канин, р. Рыбная; 28 — правая створка, дорзальный вид, GB-7, гелазский ярус, п-ов Канин, р. Рыбная; 29 — правая створка, вентральный вид, GB-7, гелазский ярус, п-ов Канин, р. Рыбная; 30 — левая створка, дорзальный вид, GB-8, гелазский ярус, п-ов Канин, р. Рыбная; 31 — левая створка, вентральный вид, GB-8, гелазский ярус, п-ов Канин, р. Рыбная; 32 — левая створка, дорзальный вид, GB-4, гелазский ярус, п-ов Канин, р. Рыбная; 33 — левая створка, вентральный вид, GB-4, гелазский ярус, п-ов Канин, р. Рыбная; 34—42 — *Neptunea striata lyratodespecta* Strauch, 1972: 34 — поврежденная раковина, дорзальный вид, GD-4, по Ф. Весселингу [10], рисунок 5, современный пляж, Нидерланды (раковина переотложена); 35 — поврежденная раковина, вентральный вид, GD-4, по Ф. Весселингу [10], рисунок 5, современный пляж, Нидерланды (раковина переотложена); 36 — поврежденная раковина, дорзальный вид, GD-2, занклский ярус, р. Большая Ою; 37 — поврежденная раковина, вентральный вид, GD-2, занклский ярус, Югорский п-ов, р. Большая Ою; 38 — поврежденная раковина, дорзальный вид, GD-1, занклский ярус, Югорский п-ов, оз. Хардто; 39 — поврежденная раковина, вентральный вид, GD-1, занклский ярус, Югорский п-ов, оз. Хардто; 40 — поврежденная раковина, дорзальный вид, GD-4, гелазский ярус, Югорский п-ов, район устья р. Первая Песчаная; 41 — поврежденная раковина, вентральный вид, GD-4, гелазский ярус, Югорский п-ов, район устья р. Первая Песчаная; 42 — обломок раковины, дорзальный вид, GD-3, гелазский ярус, п-ов Канин, р. Рыбная

Figures 16—42. — Habitus of shells of the studied marine molluscs of *Cyrtodaria angusta* (Nyst et Westendorp, 1839) and *Neptunea striata lyratodespecta* Strauch, 1972: 16—33 — *Cyrtodaria angusta* (Nyst et Westendorp, 1839): 16 — right valve, dorsal view, GB-10, Gelasian Stage, the Kanin Peninsula, the Rybnaya River; 17 — right valve, ventral view, GB-10, Gelasian Stage, the Kanin Peninsula, the Rybnaya River; 18 — left valve, dorsal view, number of sample is unknown, according to F. Strauch [9], plate 7, picture 15, Piazanian Stage, England; 19 — left valve, ventral view, number of sample is unknown, according to F. Strauch [9], plate 7, picture 16, Piazanian Stage, England; 20 — left valve, dorsal view, GB-6, Zanclean Stage, the Jugorskii Peninsula, the Bolshyaya Ou River; 21 — left valve, ventral view, GB-6, Zanclean Stage, the Jugorskii Peninsula, the Bolshyaya Ou River; 22 — left valve, dorsal view, GB-5, Zanclean Stage, the Jugorskii Peninsula, the Bolshyaya Ou River; 23 — left valve, ventral view, GB-5, Zanclean Stage, the Jugorskii Peninsula, the Bolshyaya Ou River; 24 — left valve, dorsal view, SMF-221018, according to F. Strauch [9], plate 8, picture 7, Piazanian Stage, Iceland, the Tjornes Peninsula; 25 — right valve, dorsal view, SMF-221019, according to Strauch [9], plate 8, picture 12, Piazanian Stage, Iceland, the Tjornes Peninsula; 26 — left valve, dorsal view, GB-3, Gelasian Stage, the Kanin Peninsula, the Rybnaya River; 27 — left valve, ventral view, GB-3, Gelasian Stage, the Kanin Peninsula, the Rybnaya River; 28 — right valve, dorsal view, GB-7, Gelasian Stage, the Kanin Peninsula, the Rybnaya River; 29 — right valve, ventral view, GB-7, Gelasian Stage, the Kanin Peninsula, the Rybnaya River; 30 — left valve, dorsal view, GB-8, Gelasian Stage, the Kanin Peninsula, the Rybnaya River; 31 — left valve, ventral view, GB-8, Gelasian Stage, the Kanin Peninsula, the Rybnaya River; 32 — left valve, dorsal view, GB-4, Gelasian Stage, the Kanin Peninsula, the Rybnaya River; 33 — left valve, ventral view, GB-4, Gelasian Stage, the Kanin Peninsula, the Rybnaya River; 34—42 — *Neptunea striata lyratodespecta* Strauch, 1972: 34 — broken shell, dorsal view, GD-4, according to F. Wesselingh [10], figure 5, modern beach in the Netherlands (shell localisation was changed); 35 — broken shell, GD-4, ventral view, according to F. Wesselingh [10], figure 5, modern beach in the Netherlands (shell localisation was changed); 36 — broken shell, dorsal view, GD-2, Zanclean Stage, the Jugorskii Peninsula, the Bolshyaya Ou River; 37 — broken shell, ventral view, GD-4, Zanclean Stage, the Jugorskii Peninsula, the Bolshyaya Ou River; 38 — broken shell, dorsal view, GD-1, Zanclean Stage, the Jugorskii Peninsula, Hardto Lake; 39 — broken shell, ventral view, GD-1, Zanclean Stage, the Jugorskii Peninsula, Hardto Lake; 40 — broken shell, dorsal view, GD-4, Gelasian Stage, the Jugorskii Peninsula, esturarium of the Pervaya Peschanaya River; 41 — broken shell, ventral view, GD-4, Gelasian Stage, the Kanin Peninsula, the Rybnaya River; 42 — broken shell, dorsal view, GD-3, Gelasian Stage, the Kanin Peninsula, the Rybnaya River

площадь Шельфоек. Бурдигальский—заклский ярусы, Германия, пачка Киль, пески у г. Киль, пачка Зондершот, район г. Клеве, разрез скважины. Заклский—пьяченский ярусы, Англия, Кораллиновый и Красный Краги, графства Эссекс и Саффолк, район г. Саттон. Гелазский ярус, архипелаг Шпицберген. **Восточная Европа.** Эоплейстоцен, гелазский ярус, архипелаг Новая Земля, Южный остров, роговская свита, залив Клокова. Эоплейстоцен, гелазский ярус, п-ов Канин, роговская свита, р. Рыбная, правый приток р. Мурсеяхи, сборы А. В. Крылова, 2018 год. Заклский ярус, Югорский п-ов, колвинская свита, р. Большая Ою, сборы А. В. Крылова, А. С. Букасса, 2016 год. Эоплейстоцен, гелазский ярус, Югорский п-ов, роговская свита, р. Янгарей, сборы А. В. Крылова, 2015 год. **Северная Сибирь.** Верхний плиоцен. Пьяченский ярус, архипелаг Северная Земля, остров Октябрьской Революции, мыс Октябрьский, цоколь 50-метровой морской террасы, сборы партии под руководством Б. Х. Егизарова, 1953 год, пьяченский ярус, северная часть острова Комсомолец, сборы В. С. Зархидзе, 1981 год.

Семейство *Buccinidae* Rafinesque, 1815

Род *Neptunea* Roding, 1798

Neptunea striata lyratodespecta Strauch, 1972

Рисунки 34—42

Neptunea striata lyratodespecta Strauch, 1972: таблица I, рисунки 1—4, 9—13, с. 42-43 [9].

Голотип. Целая раковина, SMF 220965, пьяченский ярус, остров Исландия, формация Тъёднес. Установлен и изображен Ф. Страухом [9].

Материал: 18 поврежденных раковин.

Диагноз. Раковина веретеновидно-спиральная, с 6—25 узкими спиральными ребрами, узким сифональным каналом и узкой (немного расширенной на сифональном выросте) наружной губой.

Описание. Раковина выпуклая, веретеновидно-спиральная, правозавитая, сравнительно узкая (её длина в 2,0—2,5 раза меньше ширины), имеет светло-серую, желтоватую и коричневую окраску, с конусовидным сужением спереди, резко расширяется сзади, с пятью-шестью оборотами, массивная, от небольших до крупных размеров. На первом обороте присутствуют 1-2 спиральных ребра, на втором — 2-3 ребра, на третьем — 1—5 ребер, на четвертом, пятом и шестом — 2—5 ребер. Длина последнего оборота примерно равна длине всех передних оборотов. Суммарная ширина ребер на каждом обороте (исключая последний оборот) не более половины ширины всего оборота. Участки раковины между спиральными ребрами слабоогнутые. Макушка раковины закруглена. Апикальный угол от 40 до 50°. Устье удлиненное, грушевидных очертаний, сзади заострено. Сифональный вырост тонкий, короткий, изогнут вниз и назад. Сифональный канал узкий. Наружная губа тонкая (немного расширенная на сифональном выросте), внутренняя, с тонким отворотом. Поперечные ребра раковины внутри полые.

Размеры (в мм): длина раковин: GD-1 = 8, GD-2 = 28, GD-4 = 34, ширина раковин: GD-1 = 4, GD-2 = 14, GD-4 = 21.

Сравнение. От *Neptunea striata striata* (Sowerby, 1813) данный подвид отличается наличием выраженных узких спиральных ребер и более расширенной нижней губой на сифональном выросте.

Замечания. Данный подвид был выделен Ф. Страухом [9] в качестве самостоятельного таксона на основе изучения многочисленных раковин из отложений пьяченского яруса Исландии и Англии, хотя впервые подобные раковины были изображены и описаны в работе В. С. Вуда [23], который ошибочно включал его в состав современного вида *Neptunea decemcostata* Say, 1826. Позднее этот подвид был установлен в отложениях плиоцена Нидерландов и Бельгии [10, 24]. Авторами моллюски этого подвида были впервые установлены в Евразийской Арктике в разрезах заклского—калабрийского ярусов полуостровов Югорский и Канин. Они принадлежат к европейской форме этого вида отличающейся более узкими и редкими спиральными ребрами и расширенной губой на сифональном выросте.

Распространение. Северная Америка. Верхний плиоцен. Пьяченский ярус, Исландия, полуостров Тьеднес. **Западная Европа.** Нижний плиоцен — нижний плейстоцен. Пьяченский ярус, Бельгия: формация Лилло, пачка Оорден, район г. Калло. Пьяченский ярус, Англия, Кораллиновый Краг, Красный Краг (нижняя часть), графство Саффолк, район г. Саттон. Пьяченский ярус, Нидерланды (раковины переотложены на современный пляж). **Восточная Европа.** Нижний плиоцен — нижний плейстоцен. Эоплейстоцен, гелазский ярус, полуостров Канин, роговская свита, река Рыбная, сборы А. В. Крылова, 2018 год. Занкский ярус, полуостров Югорский, колвинская свита, река Большая Ою, левый берег, 1,2 км вниз по течению от устья реки Энзортаяхи, 6,0—6,5 м вверх от уреза воды, район озера Хардто, 0,5 м вниз от кровли разреза. Эоплейстоцен, гелазский ярус, полуостров Югорский, роговская свита, побережье Карского моря: 0,8 км к северо-востоку от пос. Амдерма, разрез алевритов, 1,3 км к юго-востоку от мыса Нгарка-Пэсаля, термоцирк в районе устья реки Первая Песчаная, 4,3 км к северо-востоку от устья лагуны Третья Песчаная, 4,2 м вверх от подошвы, сборы А. В. Крылова, 2013—2014 годы, 2,0 км к западу от устья реки Хубтъяхи, район мыса Шпиндлер, 4—6 м вниз от кровли разреза, верхний диамиктон, песчанистые алевриты, сборы Д. В. Зархидзе, 2013 год. Эоплейстоцен, калабрийский ярус, полуостров Югорский, вашуткинская свита, гора Хубтапэ, сборы А. В. Крылова, 2009—2013 год.

Рассмотренные виды могут использоваться для корреляции разрезов плиоцена — раннего плейстоцена полуостровов Канин и Югорский, Большеземельской тундры архипелагов Северная Земля, Новая Земля, Шпицберген и полуострова Таймыр с аналогичными по возрасту разрезами Англии, Бельгии, Исландии, Нидерландов, Гренландии (рисунок 43).

Система	Подраздел	Ярус	Исландия, Гренландия, архипелаг Шпицберген	Англия	Бельгия, Нидерланды, Германия	Архипелаг Новая Земля	Полуостров Канин	Полуостров Югорский	Архипелаг Северная Земля и полуостров Таймыр
Четвертичная	Плейстоцен	Калабрийский						<i>Snou</i> с <i>Mya pullus</i> Sow., <i>Neptunea striata lyratodespecta</i> Strauch	<i>Snou</i> с <i>Mya pullus</i> Sow.
		Гелазский	<i>Snou</i> с <i>Mya pullus</i> Sow., <i>Cyrtodaria angusta</i> (Nyst et West.)	<i>Snou</i> с <i>Mya pullus</i> Sow., <i>Cyrtodaria angusta</i> (Nyst et West.), <i>Neptunea striata lyratodespecta</i> Strauch	<i>Cyrtodaria angusta</i> (Nyst et West.)	<i>Snou</i> с <i>Mya pullus</i> Sow., <i>Cyrtodaria angusta</i> (Nyst et West.)	<i>Snou</i> с <i>Mya pullus</i> Sow., <i>Cyrtodaria angusta</i> (Nyst et West.), <i>Neptunea striata lyratodespecta</i> Strauch	<i>Snou</i> с <i>Mya pullus</i> Sow., <i>Cyrtodaria angusta</i> (Nyst et West.), <i>Neptunea striata lyratodespecta</i> Strauch	
Неогеновая	Плиоцен	Пьяченский	<i>Snou</i> с <i>Mya gudmunduri</i> Strauch, <i>Cyrtodaria angusta</i> (Nyst et West.), <i>Neptunea striata lyratodespecta</i> Strauch	<i>Snou</i> с <i>Mya gudmunduri</i> Strauch, <i>Cyrtodaria angusta</i> (Nyst et West.), <i>Neptunea striata lyratodespecta</i> Strauch	<i>Cyrtodaria angusta</i> (Nyst et West.), <i>Neptunea striata lyratodespecta</i> Strauch	<i>Snou</i> с <i>Mya gudmunduri</i> Strauch			<i>Snou</i> с <i>Mya gudmunduri</i> Strauch, <i>Cyrtodaria angusta</i> (Nyst et West.)
		Занкский			<i>Cyrtodaria angusta</i> (Nyst et West.)			<i>Snou</i> с <i>Mya gudmunduri</i> Strauch, <i>Cyrtodaria angusta</i> (Nyst et West.), <i>Neptunea striata lyratodespecta</i> Strauch	
Мiocен									

Рисунок 43. — Использование изученных видов моллюсков для корреляции отложений кайнозоя запада Евразийской Арктики и Северной Атлантики

Figure 43. — The use of the studied mollusc species for correlation of Cenozoic deposits of the western part of the Eurasian Arctic and North Atlantic regions

Заключение. Из разрезов плиоцена—эоплейстоцена полуостровов Канин и Югорский было переописано два вымерших вида — *Mya pullus* Sowerby, 1826, *Cyrtodaria angusta* (Nyst et Westendorp, 1939), один подвид — *Neptunea striata lyratodespecta* Strauch, 1972.

Авторы выражают искреннюю признательность кандидату геолого-минералогических наук Ю. В. Заике (УП «Геосервис», Минск, Беларусь) за высказанные ценные замечания; генеральному директору АО «Поляргео» Д. В. Зархидзе (Санкт-Петербург, Россия) за предоставление материала для изучения; кандидатам геолого-минералогических наук В. П. Матвееву (Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет) имени Г. В. Плеханова, Санкт-Петербург, Россия) и Е. А. Гусеву (Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана имени академика И. С. Грамберга, Санкт-Петербург, Россия) за помощь в проведении полевых работ, А. В. Бартовой, Р. А. Сорокину, А. С. Клевцову и Е. А. Юферовой (АО «Поляргео», Санкт-Петербург, Россия) за помощь при проведении полевых работ и предоставление материала для изучения.

Список цитируемых источников

1. Мерклин, Р. Л. Определитель морских плиоцен-плейстоценовых моллюсков северо-востока Европейской части СССР / Р. Л. Мерклин, В. С. Зархидзе, Л. Б. Ильина // Тр. ПИН АН СССР. — М., 1979. — Т. 173. — 96 с.
2. Сакс, В. Н. Четвертичные двустворчатые моллюски Полярного бассейна / В. Н. Сакс // Тр. НИИГА. — М., 1951 — Т. XIX. — С. 121—139.
3. Троицкий, С. Л. Морской плейстоцен сибирских равнин. Стратиграфия / С. Л. Троицкий // Тр. Ин-та геологии и геофизики. — М, 1979. — Вып. 43. — 291 с.
4. Krylova, E. M. The ratio of species of Atlantic and Pacific regions in modern Arctic fauna of bivalve molluscs / E. M. Krylova, D. L. Ivanov, L. N. Mironov // Invertebrate Zoology. — 2013. — Vol. 10. — № 10. — Pp. 89—126.
5. Treatise of Invertebrate Paleontology. Pt I. Mollusca 1: Mollusca General Features, Scaphopoda, Amphineura, Monoplacophora, Gastropoda General Features, Archaeogastropoda, Mainly Paleozoic Caenogastropoda and Opisthobranchia / Ed. R. C. Moore // The Geological Society of America and Univ. of Kansas Press., 1960. — 351 p.
6. McNeil, F. S. Evolution and distribution of the genus *Mya* and Tertiary migrations of Mollusca / F. S. McNeil // Professional Paper. — 1965. — № 483G. — 51 p.
7. Sowerby, J. Mineral conchology of Great Britain or coloured figures and description of those remains of testaceous animal or shells, which have been preserved at various times and depth in the Earth / J. Sowerby // The Geological Society of Great Britain. — 1826. — Vol. 6. — 229 p.
8. Wood, S. V. A monograph of the Crag Mollusca, with descriptions of shells from the upper Tertiaries of the British Isles / S. V. Wood // Monograph of the Palaeontological Society, 1857. — Part II. — Pp. 1—342.
9. Strauch, F. Phylogenese Adaptation und Migration einiger nordischer mariner Mollusken genera (*Neptunea*, *Panomya*, *Cyrtodaria* und *Mya*) / F. Strauch // Abhandlungen der Senckenberg Naturforsch. Gesellsch. — 1972. — Bd. 531. — 211 p.
10. Wesselingh, F. De fossiele Schelpen van der Nederlandnse kust II deel Buccinoidea / F. Wesselingh // Spirula. — 2014. — № 401. — Pp. 94—205.
11. Крылов, А. В. Морские моллюски атлантического происхождения из отложений плиоцена—эоплейстоцена запада Российской Арктики. Моллюски родов *Cyrtodaria*, *Astarte*, *Mya*, *Panomya* / А. В. Крылов, Р. Марке // Региональная геология и металлогения. — 2014. — Вып. 60. — С. 35—61.
12. Simonarson, L. Molluscan palaeontology of the Pliocene—Pleistocene Kap København Formation, North Greenland / L. Simonarson, K. S. Petersen, S. Funder // Meddelelser om Grønland Geoscience. — 1998. — Vol. 36. — Pp. 1—103.
13. Nyst, P. H. Nouvelles recherches sur les coquilles fossiles de la Province d'Anvers / P. H. Nyst, G. D. Westendorp // Bulletin de l'Académie Royal ede Bruxelles. — 1839. — Vol. 6. — Pp. 393—414.
14. Marquet, R. The Neogene Bivalvia (Heterodonta & Anomalodesma) and Scaphopoda from Kallo and Doel (Oost-Vlaanderen, Belgium) / R. Marquet // Paleontos. — 2005. — Vol. 6. — 142 p.
15. Spengler, L. Om Slaegterne *Chaena*, *Mya* og *Unio* / L. Spengler // Skrifter af Naturhistorie Selskabet— 1793. — Vol. 3. — Copenhagen. — Pp. 16—69.

16. Simonarson, L. A. Recent *Cyrtodaria* and its fossil occurrence in Greenland / L. A. Simonarson // Bulletin of the Geological Society of Denmark. — 1974. — Vol. 23. — № 1—2—Pp. 65—75.
17. Slupik, A. A. The stratigraphy of the Neogene — Quaternary succession in the south-west Netherlands from the Schelphoek borehole (42G4-11/42G22) — a sequence-stratigraphic approach/ A. A. Slupik, F. P. Wesselingh, A. C. Janse, J. W. F. Reumer // Netherlands Journal of Geosciences. — 2007. — Vol. 86. — Issue 4. — Pp. 317—332.
18. Гладенков, Ю. Б. Верхний кайнозой Исландии / Ю. Б. Гладенков, П. Нортон, Г. Спайк // Тр. ГИН РАН. — М., 1980. — Вып 345—115 с.
19. Стрелков, С. А. Четвертичные отложения Советской Арктики / С. А. Стрелков, В. Д. Дибнер, Н. Г. Загорская // Тр. Ин-та геологии Арктики. — Л., 1959. — Т. 91. — 232 с.
20. Крылов, А. В. Значение моллюсков рода *Cyrtodaria* для стратиграфии кайнозойских отложений Арктики / А. В. Крылов, Гусев, А. Б. Кузнецов, Д. В. Зархидзе // Проблемы Арктики и Антарктики. — 2014. — № 4. — Вып. 102. — С. 5—23.
21. An Arctic perspective on dating Mid-Late Pleistocene environmental history / H. Alexanderson, J. Backman, T. M. Cronin [et al.] // Quaternary Science Review. — 2014. — Vol. 92. — Pp. 9—31.
22. The Making of a Land-Geology of Norway / Ed. I. B. Ramberg // Geological Society of London. — 2008. — Science — 624 p.
23. Wood, S. V. A monograph of the Crag Mollusca, or, description of shells from the Middle and Upper Tertiaries of the East of England / S. V. Wood // Monograph of the Palaeontological Society of London. — 1848. — Pt. 1. — Univalves. — Pp. 1—208.
24. Marquet, R. Ecology and evolution of Pliocene bivalves from the Antwerp Basin / R. Marquet // Bulletin de l'Institut Royal de Sciences Naturelles de Belgique — Sciences de la Terre — Vol. 74 (supplement). — 2004. — Pp. 205—212.

References

1. Merklin R. L., Zarhizde V. S., Ilina L. B. Opredelitel morskikh plitsen-pleistotsenovykh molluskov severovostoka Evropeiskoi chasti SSSR // Trudy PIN AN SSSR. 1979. T. 173. M.: Nauka, 96 p. (in Russian).
2. Saks V. N. Chetvertichnye dvustvorchatye molluski Poliarnogo basseina // Trudy NIIGA. 1951. T. XIX. L. Pp. 121—139 (in Russian).
3. Troizkii S. L. Morskoj pleistocen sibirskih ravnin. Stratigraphia // Trudy Instituta geologii i geofiziki. 1979. Vyp. 43. M. 291 p. (in Russian).
4. Krylova E. M., Ivanov D. L., Mironov L. N. The ratio of species of Atlantic and Pacific regions in modern Arctic fauna of bivalve mollusks // Invertebrate Zoology 2013. Vol. 10. № 10. Pp. 89—126.
5. Treatise of Invertebrate Paleontology. Pt. I. Mollusca 1: Mollusca General Features, Scaphopoda, Amphineura, Monoplacophora, Gastropoda General Features, Archaeogastropoda, Mainly Paleozoic Caenogastropoda and Opisthobranchia / Ed. R. C. Moore // The Geological Society of America and Univ. of Kansas Press. Kansas, 1960. 351 p.
6. McNeil F. S. Evolution and distribution of the genus *Mya* and Tertiary migrations of Mollusca // Professional Paper. 1965. № 483G. 51 p.
7. Sowerby J. Mineral conchology of Great Britain or coloured figures and description of those remains of testaceous animal or shells, which have been preserved at various times and depth in the Earth // The Geological Society of Great Britain. 1826. Vol. 6. 229 p.
8. Wood S. V. A monograph of the Crag Mollusca, with descriptions of shells from the upper Tertiaries of the British Isles // Monograph of the Palaeontological Society. 1857. Part II. Pp. 1—342.
9. Strauch F. Phylogenese Adaptation und Migration einiger nordischer mariner Mollusken genera (*Neptunea*, *Panomya*, *Cyrtodaria* und *Mya*) // Abhandlungen der Senckenberg Naturforsch. Gesellsch. Bd. 531. 1972. 211 S.
10. Wesselingh F. De fossiele Schelpen van der Nederlandnse kust II deel Buccinoidea // Spirula. 2014. № 401. 94. 205 S.
11. Krylov A. V., Marquet R. Morskie molluski atlanticheskogo proishozhdenia iz otlozhenii plitsena — eopleistocena zapada Rossiiskoi Arktiki. Molluski rodov *Cyrtodaria*, *Astarte*, *Mya*, *Panomya* // Regionalnaya geologia i metallogenia. 2014. Vyp. 60. Pp. 35—61 (in Russian).
12. Simonarsson L., Petersen K. S., Funder S. Molluscan palaeontology of the Pliocene — Pleistocene Kap København Formation, North Greenland // Meddelelser om Grønland Geoscience. 1998. Vol. 36. 103 p.
13. Nyst P. H., Westendorp G. D. Nouvelles recherches sur les coquilles fossiles de la Province d'Anvers // Bulletin de l'Académie Royal ede Bruxelles. 1839. Vol. 6. Pp. 393—414.
14. Marquet R. The Neogene Bivalvia (Heterodonta & Anomalodesma) and Scaphopoda from Kallo and Doel (Oost-Vlaanderen, Belgium) // Paleontos. 2005. Vol. 6. 142 p.
15. Spengler L. Om Slaegterne *Chaena*, *Mya* og *Unio* // Skrifter af Naturhistorie Selskabet. 1793. Vol. 3. S. 16—69.

16. Simonarson L. A. Recent *Cyrtodaria* and its fossil occurrence in Greenland // Bulletin of the Geological Society of Denmark. 1974. Vol. 23. № 1—2. Pp. 65—75.
17. Slupik A. A., Wesselingh F. P., Janse A. C., Reumer J. W. F. The stratigraphy of the Neogene — Quaternary succession in the south-west Netherlands from the Schelphoek borehole (42G4-11/42G22) — a sequence-stratigraphic approach // Netherlands Journal of Geosciences. 2007. Vol. 86. Issue 4. Pp. 317—332.
18. Gladenkov Yu. B., Norton P., Spaik G. Verhnii kainozoi Islandii // Trudy GIN RAN. 1980. Vyp. 345. M. 115 p. (in Russian)
19. Strelkov S. A., Dibner V. D., Zagorkaya N. G. Chetvertichnye otlozhenia Sovetskoi Arktiki // Trudy instituta geologii Arctici. 1959. T. 91. 232 p (in Russian).
20. Krylov A. V., Gusev E. A., Kuznetsov A. B., Zarhidze D. V. Znachenie molluskov roda *Cyrtodaria* dlya stratigraphii kainozoiskih otlozhenii Arktiki // Problemy Arktiki i Antarktiki. 2014. №4. V. 102. Pp. 5—23 (in Russian).
21. Alexanderson H., Backman J., Cronin T. M. [et all.]. An Arctic perspective on dating Mid-Late Pleistocene environmental history // Quaternary Science Review. 2014. Vol. 92. Pp. 9–31.
22. The Making of a Land-Geology of Norway / Ed. I. B. Ramberg // Geological Society of London. 2008. Science. 624 p.
23. Wood S. V. A monograph of the Crag Mollusca, or, description of shells from the Middle and Upper Tertiaries of the East of England // Monograph of the Palaeontological Society of London. 1848. Pt. 1. Univalves. 208 p.
24. Marquet R. Ecology and evolution of Pliocene bivalves from the Antwerp Basin // Bulletin de L'Institut Royal de Sciences Naturelles de Belgique. Sciences de la Terre. Vol. 74 supplement). 2004. Pp. 205—212.

In the article morphological characteristic of two fossil species and one fossil subspecies of marine bivalves and gastropods: *Mya pullus* Sowerby, 1826, *Cyrtodaria angusta* (Nyst et Westendorp, 1939), *Neptunea striata lyratodespecta* Strauch, 1972 of the Atlantic origin of the Pliocene — Early Pleistocene (Zanclean—Calabrian stages) of the Kanin and Jugorskii Peninsulas is given. These species have been found in seventy localities, which included the rivers Rybnaya, Murseiaha, Bolshaya Ou, Yangarei, Heiaha and Velymvozh and Pravyi streams, mountain Hubtape and Capes of Andreev, Ngarka-Pesale, Shpindler, Hardto lake, estuarium of Pervaya Peschanaya, Tretia Peschanya, Yarkotzayaha, Udesediaha and Tabeimusur ridge. These species have been found in Novaya and Severnaya Zemlya Archipelago. The studied complexes of marine molluscs show possible correlation between deposits of Rogovskaya Formation of Kanin and Jugorskii Peninsulas and the upper part of Red Crag Formations of England, sands of Kap Kobenhaven of Greenland, and Meskem sands of Belgium and similar sands of the Netherlands and Germany, member of aleuvrites of Spitzbergen Archipelago. Deposits of Kolvinskaya Formation of Jugorskii Peninsula correlate with deposits of Coralline Crag of England, Lillo Formation of Belgium and Oosterhout and Massluis Formations of the Netherlands. These species may be used in biostratigraphy for place and regional correlation of Pliocene — Early Pleistocene deposits of Kanin and Jugorskii Peninsulas with deposits of Iceland, Greenland, Western Europe, Novaya and Severnaya Zemlya Archipelago and North Siberia.

Поступила в редакцию 13.05.2019

УДК595.76(476)

М. А. Лукашениа

Учреждение образования «Барановичский государственный университет»,
Министерство образования Республики Беларусь, ул. Войкова, 21, Барановичи,
225404 Республика Беларусь, + 375 (163) 48 73 97, kelogast@mail.ru

ЖЕСТКОКРЫЛЫЕ — ОБИТАТЕЛИ ПЛОДОВЫХ ТЕЛ КСИЛОТРОФНЫХ ГРИБОВ (INSECTA: COLEOPTERA) НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА»

Приведены результаты эколого-фаунистических исследований комплекса жуков — обитателей плодовых тел ксилотрофных грибов Национального парка «Беловежская пушча».

На территории белорусской части Беловежской пушчи жесткокрылые связаны в своем развитии с плодовыми телами 38 видов ксилотрофных грибов, относящихся к 7 порядкам. Большинство видов дереворазрушающих грибов, заселяемых жуками, относится к порядку *Polyporales* — 20. В результате исследований установлено, что комплекс жесткокрылых — обитателей плодовых тел ксилотрофных грибов на территории национального парка включает 128 видов, принадлежащих к 47 родам, в свою очередь относящихся к 16 семействам. Доминирующими по числу представителей являются семейства Ciidae и Staphylinidae, включающие 29 и 24 вида соответственно. Доля отмеченных видов жесткокрылых, развивающихся в плодовых телах ксилотрофных грибов, составляет 14,41 % от общего числа ксилофильных жуков белорусской части Беловежской пушчи и 6,09 % от всей колеоптерофауны национального парка. Список жесткокрылых — обитателей карпофоров ксилотрофных грибов национального парка, охраняемых в странах Европы, представлен 20 видами, принадлежащими к 5 семействам. Большинство отмеченных видов жесткокрылых (114) связано в своем развитии с плодовыми телами полипоровых грибов, что объясняется максимальным таксономическим разнообразием порядка *Polyporales*.

Среди всех ксилотрофных грибов национального парка *Fomes fomentarius* заселяется наибольшим числом видов жуков, развитие которых протекает в плодовых телах исключительно этого трутовика.

Ключевые слова: жесткокрылые; мицетофаги; плодовые тела; ксилотрофные грибы; Беловежская пушча; Coleoptera.

Табл. 2. Библиогр.: 7 назв.

М. А. Lukashenia

Education Institution “Baranovichi State University”, Ministry of Education of the Republic of Belarus,
21, Voykova str., Baranovichi 225404, Brest obl., the Republic of Belarus, + 375 (163) 48 73 97, kelogast@mail.ru

BEETLES (INSECTA: COLEOPTERA) INHABITING THE FRUITING BODIES OF XYLOTROPHIC FUNGI IN THE NATIONAL PARK “BELOVEZHSKAYA PUSHCHA”

The paper contains results of the study of fauna and ecology of beetles, which inhabit the fruiting bodies of xylotrophic fungi in the National Park “Belovezhskaya Pushcha”.

On the territory of the National Park “Belovezhskaya Pushcha” beetles are connected in their development with the fruiting bodies of 38 species of xylotrophic fungi, which belong to 7 orders. Most of xylotrophic fungi (20 species) inhabited by beetles belong to *Polyporales* order. The species composition of beetles, which inhabit the fruiting bodies of xylotrophic fungi in the Belarusian part of the National Park “Belovezhskaya Pushcha” has been revealed. It contains 128 species belonging to 47 genera and 16 families. Representatives of Ciidae and Staphylinidae dominate among beetles, which inhabit the fruiting bodies of xylotrophic fungi. They are represented by 29 and 24 species respectively. The species under consideration constitute 14.41 % of the total number of the xylophilous beetles of the Belarusian part of the National Park “Belovezhskaya Pushcha” and 6.09 % of the whole coleopterofauna of the National Park “Belovezhskaya Pushcha”. The list of beetles, which inhabit the fruiting bodies of xylotrophic fungi in the National Park “Belovezhskaya Pushcha” and are protected in European countries, includes 20 species belonging to 5 families. The maximum number among beetles species (114) are connected in their development with the fruiting bodies of *Polyporales* fungi. It is explained by maximum taxonomic diversity of this order.

Among all xylotrophic fungi of the National Park, *Fomes fomentarius* is inhabited by the largest number of species, which can develop only in the fruiting bodies of this fungus.

Key words: Beetles; mycetophagus; fruiting bodies; xylotrophic fungi; Belovezhskaya Pushcha; Coleoptera. Table 2. Ref.: 7 titles.

Введение. Эколого-фаунистические исследования систематических и экологических групп животных в границах особо охраняемых природных территорий (ООПТ) являются важнейшей предпосылкой для разработки и реализации природоохранных мероприятий, базисом для организации биологического мониторинга, основанием для оптимизации охранного режима. При этом особое внимание следует сосредоточить на таксонах и сообществах, способных выступать в роли индикаторов состояния лесных экосистем, поскольку результаты их изучения позволят оценить эффективность природоохранной деятельности ООПТ, а также могут быть использованы в качестве эталонных при исследовании лесных биоценозов вторичного происхождения [1; 2].

Примером подобной модельной группы может служить комплекс ксилофильных жесткокрылых — ключевой компонент лесных экосистем, обеспечивающий их устойчивое функционирование. Важнейшей его составляющей является сообщество жесткокрылых — обитателей плодовых тел ксилотрофных грибов, включающее виды, участвующие в утилизации спорокарпов, а также в распространении спор фитопатогенов [3; 4]. В связи с этим изучение данной экологической группы жуков на территории Национального парка «Беловежская пуца», представляет научный и практический интерес.

Материалы и методы исследования. Основой для настоящей работы послужил материал, собранный в период с 2004 по 2016 год на всей территории Национального парка «Беловежская пуца». Всего обработано более 3 000 экземпляров жесткокрылых. Для установления видового состава насекомых, использовались стандартные методы сбора: ручной сбор, просеивание плодовых тел на почвенное сито, учет с помощью оконных ловушек.

Материал собирался на маршрутах, заложенных в различных кварталах национального парка. Всего было обследовано 111 участков леса. Общая протяженность маршрутов составила 120 км. При выборе мест сбора энтомологического материала предпочтение, прежде всего, отдавалось высоковозрастным, наименее нарушенным участкам леса.

Таксономическая идентификация видов проводилась стандартными методами по определительным таблицам, предложенным различными авторами, с использованием стереоскопических микроскопов МБС-10, Nikon SMZ 745 T, Nikon SMZ 800.

Результаты исследования и их обсуждение. На территории Национального парка «Беловежская пуца» жесткокрылые связаны в своем развитии с плодовыми телами 38 видов ксилотрофных грибов, относящихся к 7 порядкам: *Polyporales*, *Agaricales*, *Hymenochaetales*, *Auriculariales*, *Russulales*, *Xylariales*, *Gloeophyllales*.

Большинство видов дереворазрушающих грибов, заселяемых жуками, относится к порядку *Polyporales* — 20. Значительно меньшее разнообразие выявлено для агариковых и гименохетовых грибов — 7 и 6 видов соответственно. В остальных порядках число видов, в плодовых телах которых были отмечены жесткокрылые, не превышает 2.

В результате исследований установлено, что комплекс жесткокрылых — обитателей плодовых тел ксилотрофных грибов на территории Беловежской пуцы включает 128 видов, принадлежащих к 47 родам, в свою очередь относящихся к 16 семействам. Следует отметить, что все представители данной группы, по своему трофическому преферендуму, относятся к истинным мицетофагам и облигатно связаны с карпофорами дереворазрушающих грибов [2; 5]. Доминирующими по числу представителей являются семейства *Ciidae* и *Staphylinidae*, включающие 29 и 24 вида соответственно. Менее разнообразно представлены жуки из семейств *Nitidulidae* и *Leiodidae* (11 видов), *Mycetophagidae* (9 видов),

Erotylidae (8 видов), Ptinidae и Melandryidae (7 видов). Представленность видами остальных семейств незначительна и не превышает 5 (таблица 1).

По разнообразию родов выделяются жесткокрылые семейств Ciidae и Staphylinidae, включающие 8 и 6 родов соответственно. Далее следуют Nitidulidae (5 родов) и Tenebrionidae (4). Остальные семейства менее разнообразны и включают от 1 до 3 родов (см. таблица 1).

Наибольшее число видов (17) на территории Беловежской пуши отмечено для рода *Cis* (сем. Ciidae). Менее богаты видами рода *Gyrophana* (сем. Staphylinidae) — 9, *Agathidium* (сем. Leiodidae) — 8, *Mycetophagus* (сем. Mycetophagidae) — 7. Рода *Dorcatoma* (сем. Ptinidae), *Triplax* (сем. Erotylidae), *Eपुरaea* (сем. Nitidulidae) *Lordithon* (сем. Staphylinidae) включают по 5 видов. Остальные рода малочисленны и представлены менее чем 4 видами.

Доля отмеченных видов жесткокрылых, развивающихся в плодовых телах ксилотрофных грибов, составляет 14,41 % от общего числа ксилофильных жуков белорусской части Беловежской пуши (БП) и 6,09 % от всей колеоптерофауны национального парка [2; 6]. Следует отметить, что представители семейств Erotylidae, Ciidae, Tetratomidae встречаются исключительно на плодовых телах ксилотрофных грибов (таблица 1).

Жуки, развивающиеся в плодовых телах дереворазрушающих грибов, как и комплекс ксилофильных жесткокрылых в целом, являются наиболее уязвимой группой лесных беспозвоночных, что связано в первую очередь с дефицитом мертвой древесины в лесных угодьях, активной хозяйственной деятельностью, а также сокращением площадей коренных старовозрастных лесов. В связи с этим данное сообщество характеризуется значительным числом редких видов, имеющих официальный охранный статус на территории Европы [2; 7].

Т а б л и ц а 1. — Таксономический состав комплекса жесткокрылых — обитателей плодовых тел ксилотрофных грибов Национального парка «Беловежская пуши»

T a b l e 1. — The taxonomic composition of the association of beetles, which inhabit the fruiting bodies of xylophilic fungi in the National Park "Belovezhskaya Pushcha"

Семейство	Число родов	Число видов	Доля от числа видов в семействе, на территории БП, %	Доля от числа видов ксилофильных жуков, известных в БП, %	Доля от общего числа видов жесткокрылых, известных в БП, %
Leiodidae	2	11	33,3	1,24	0,52
Staphylinidae	6	24	6,36	2,7	1,14
Sphindidae	2	2	66,7	0,23	0,1
Ptinidae	1	7	22,6	0,8	0,33
Trogossitidae	1	1	16,7	0,11	0,05
Nitidulidae	5	11	14,9	1,24	0,52
Cryptophagidae	2	3	6,52	0,34	0,14
Erotylidae	3	8	100	0,9	0,38
Corylophidae	2	4	50	0,44	0,19
Latridiidae	3	5	12	0,56	0,24
Mycetophagidae	3	9	81,8	1,01	0,43
Ciidae	8	29	100	3,26	1,38
Tetratomidae	1	2	100	0,23	0,1
Melandryidae	3	7	38,9	0,8	0,33
Mordellidae	1	1	7,7	0,11	0,05
Tenebrionidae	4	4	9,75	0,44	0,19
Всего	16	128	—	14,41	6,09

В результате исследований был составлен список жесткокрылых — обитателей карпофоров ксилотрофных грибов Национального парка «Беловежская пуца», охраняемых в странах Европы. В настоящее время данный перечень представлен 20 видами, принадлежащими к 5 семействам.

Наиболее высоким охранным статусом обладают *Oxyporus mannerheimii* Gyllenhal, 1827 (сем. Staphylinidae), включенный в резолюцию номер шесть Бернской конвенции, а также *Tritoma bipustulata* Fabricius, 1775 (сем. Erotylidae), относящаяся к категории LC (least concern), согласно классификации МСОП [7].

Из числа обнаруженных в ходе проведения исследований жесткокрылых в Красную книгу сапроксильных жуков Европы [7] занесены 17 видов из 3 семейств. Группа видов, оценка риска исчезновения которых затруднительна в силу недостаточной изученности (категория DD — data deficient), представлена *Mycetophagus ater* (Reitter, 1879) (сем. Mycetophagidae). К категории таксонов, вызывающих наименьшее опасение (LC — least concern), относится большинство зарегистрированных на территории национального парка охраняемых жесткокрылых-обитателей плодовых тел ксилотрофных грибов: *Thymalus limbatus* (Fabricius, 1787) (сем. Trogossitidae); *Dacne bipustulata* (Thunberg, 1781), *Tritoma subbasalis* (Reitter, 1896), *Triplax aenea* (Schaller, 1783), *T. lepida* (Faldermann, 1837), *T. rufipes* (Fabricius, 1781), *T. russica* (Linnaeus, 1758), *T. scutellaris* Charpentier, 1825 (сем. Erotylidae); *Litargus connexus* (Fourcroy, 1785), *Mycetophagus fulvicollis* Fabricius, 1792, *M. multipunctatus* Fabricius, 1792, *M. piceus* Fabricius, 1792, *M. populi* Fabricius, 1798, *M. atomarius* (Fabricius, 1787), *M. quadripustulatus* (Linnaeus, 1761), *Tryphyllus bicolor* (Fabricius, 1777) (сем. Mycetophagidae).

Список видов — индикаторов ценных лесных биотопов, являющихся характерными обитателями лесных ценозов, минимально затронутых хозяйственной деятельностью человека, и исчезающих при увеличении на них антропогенной нагрузки, представлен в источнике [7]. Из жесткокрылых, относящихся к данной группе, на территории национального парка отмечен *Neomida haemorrhoidalis* (Fabricius, 1787) (сем. Tenebrionidae).

Большинство отмеченных видов жесткокрылых (114) связано в своем развитии с плодовыми телами полипоровых грибов, что объясняется максимальным таксономическим разнообразием порядка *Polyporales*. В карпофорах данной группы отмечены представители практически всех зарегистрированных семейств жесткокрылых, за исключением *Mordellidae* (таблица 2). Порядок *Polyporales* включает виды грибов, с которыми экологически связаны наиболее богатые видами сообщества жесткокрылых. Так, в плодовых телах *Fomes fomentarius* (Fr.) Kickh. зафиксировано 68 видов жуков, относящихся к 13 семействам. Несколько меньшее разнообразие выявлено для *Polyporus squamosus* (Hunds.) и *Laetiporus sulphureus* (Wallr.) — 53 и 50 видов из 12 семейств соответственно. Жуки, заселяющие карпофоры *Piptoporus betulinus* (Fr.), представлены 36 видами, объединенными в 11 семейств. Значительно меньшим таксономическим разнообразием характеризуется сообщество жесткокрылых, развивающихся в плодовых телах агариковых грибов (см. таблицу 2). Эта группа включает 54 вида, относящихся к 12 семействам. Среди представителей данного порядка следует выделить *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm., с карпофорами которого связано 36 видов жуков из 9 семейств.

Плодовые тела представителей порядка *Hymenochaetales*, заселяют 30 видов жесткокрылых, объединенных в 9 семейств. Наибольшее число видов жуков в данном сообществе (19) было отмечено в карпофорах грибов из рода *Inonotus*.

Представленность видами сообществ жесткокрылых, связанных с грибами из оставшихся порядков (*Auriculariales*, *Russulales*, *Xylariales*, *Gloeophyllales*), незначительна и не превышает 2 видов (см. таблицу 2).

Анализ полученных данных позволил установить, что среди всех зарегистрированных жесткокрылых максимальной экологической пластичностью отличается *Ennearthron cornutum* (Gyllenhal, 1827) из семейства *Ciidae*, который был отмечен в плодовых телах 13 видов

Т а б л и ц а 2. — Число видов жесткокрылых, связанных с плодовыми телами ксилотрофных грибов, на территории Национального парка «Беловежская пуца»

T a b l e 2. — The number of beetles species connected with the fruiting bodies of xylotrophic fungi on the territory of the National Park "Belovezhskaya Pushcha"

Семейства жесткокрылых	Число видов жуков в грибах различных порядков						
	<i>Polyporales</i>	<i>Agaricales</i>	<i>Hyменоchaetales</i>	<i>Auriculariales</i>	<i>Russulales</i>	<i>Xylariales</i>	<i>Gloeophyllales</i>
Leiodidae	11	—	1	—	—	—	—
Staphylinidae	24	21	—	—	—	—	—
Sphindidae	1	1	—	—	—	—	—
Ptinidae	7	—	2	—	—	—	—
Trogossitidae	1	1	—	—	—	—	—
Nitidulidae	8	6	1	—	—	—	—
Cryptophagidae	3	1	—	—	—	—	—
Erotylidae	5	6	3	—	—	—	—
Corylophidae	4	1	—	—	—	—	—
Latridiidae	4	1	1	—	—	—	—
Mycetophagidae	9	7	5	—	—	1	—
Ciidae	26	7	9	1	2	—	—
Tetratomidae	2	1	1	—	—	—	—
Melandryidae	5	—	6	—	—	1	—
Mordellidae	—	—	—	—	—	—	1
Tenebrionidae	4	1	1	—	—	—	—
Всего	114	54	30	1	2	2	1

грибов из 3 порядков. Несколько уступают ему *Octotemnus glabriculus* (Gyllenhal, 1827), *Sulcaxis fronticornis* (Panzer, 1806) (сем. Ciidae), *Dacne bipustulata* (Thunberg, 1781) (сем. Erotylidae), *Mycetophagus quadripustulatus* (Linnaeus, 1761) (сем. Mycetophagidae), развитие которых может протекать в карпофорах 10 видов ксилотрофных грибов. Кроме того, был выявлен целый ряд жесткокрылых, приуроченных к плодовым телам конкретного вида ксилотрофных грибов. Так, исключительно с *Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst. в Беловежской пуце связан *Dorcatoma punctulata* Mulsant et Rey, 1864 (сем. Ptinidae).

Только в плодовых телах *Hirschioporus fusco-violaceus* (Ehrenb. ex Fr.) Donk. отмечен *Cis punctulatus* Gyllenhal, 1827 (сем. Ciidae). Высокую специфичность по отношению к грибам *Trichaptum biforme* (Fr.) демонстрирует *Wanachia triguttata* (Gyllenhal, 1810) (сем. Melandryidae). Исключительно к *Schizophyllum commune* (Fr.) приурочен *Orthocis lukasi* Abeile de Perrin, 1874 (сем. Ciidae). Только в карпофорах *Armillaria mellea* (Vahl) P.Kumm. был обнаружен *Cychramus variegates* (Herbst, 1792) (сем. Nitidulidae). Исключительно за счет плодовых тел грибов из рода *Gloeophyllum* происходит развитие *Curtimorda maculosa*

(Naezen, 1794) (сем. Mordellidae). Приуроченность исключительно к грибам из рода *Lycoperdon* проявляет *Sphindus dubius* (Gyllenhal, 1808) (сем. Sphindidae). С карпофорами грибов *Pleurotus ostreatus* связаны в своем развитии *Hadraule elongata* (Gyllenhal, 1827) (сем. Ciidae) и *Corticaria lateritia* Mannerheim, 1844 (сем. Latridiidae). Лишь в карпофорах *Laetiporus sulphureus* были зафиксированы *Dorcatoma flavicornis* (Fabricius, 1792) (сем. Ptinidae); *Cis fagi* Waltl, 1839 (сем. Ciidae); *Cryptophagus pubescens* Sturm, 1845 (сем. Cryptophagidae). Только плодовые тела *Polyporus squamosus* заселяют *Agathidium badium* Erichson, 1845, *A. atrum* (Paykull, 1798) (сем. Leiodidae) и *Mycetophagus populi* Fabricius, 1798 (сем. Mycetophagidae).

Среди всех ксилотрофных грибов национального парка *Fomes fomentarius* заселяется наибольшим числом видов жуков, развитие которых протекает в плодовых телах исключительно этого трутовика. Только в его карпофорах отмечено 7 видов жесткокрылых из 5 семейств: *Agathidium nigripenne* (Fabricius, 1792); *A. laevigatum* Erichson, 1845 (сем. Leiodidae); *Dorcatoma janssoni* Büche & Lundberg, 2002; *D. minor* Zahradnik, 1993 (сем. Ptinidae); *Cis dentatus* Mellié, 1848 (сем. Ciidae); *Corylophus cassidoides* (Marsham, 1802) (сем. Corylophidae); *Corticaria lapponica* Zetterstedt, 1838 (сем. Latridiidae).

Заключение. На территории белорусской части Беловежской пуши жесткокрылые связаны в своем развитии с плодовыми телами 38 видов ксилотрофных грибов, относящихся к 7 порядкам. Большинство видов дереворазрушающих грибов, заселяемых жуками, относится к порядку *Polyporales* — 20.

В результате исследований установлено, что комплекс жесткокрылых — обитателей плодовых тел ксилотрофных грибов на территории национального парка включает 128 видов, принадлежащих к 47 родам, в свою очередь относящихся к 16 семействам. Доминирующими по числу представителей являются семейства Ciidae и Staphylinidae, включающие 29 и 24 вида соответственно. Доля отмеченных видов жесткокрылых, развивающихся в плодовых телах ксилотрофных грибов, составляет 14,41 % от общего числа ксилофильных жуков белорусской части Беловежской пуши и 6,09 % от всей колеоптерофауны национального парка. Список жесткокрылых — обитателей карпофоров ксилотрофных грибов национального парка, охраняемых в странах Европы, представлен 20 видами, принадлежащими к 5 семействам. Большинство из них занесено в Красную книгу сапроксильных жуков Европы.

Значительная часть отмеченных видов жесткокрылых (114) связана в своем развитии с плодовыми телами представителей порядка *Polyporales*. К нему же относятся грибы, характеризующиеся максимальным видовым разнообразием населяющих их жесткокрылых, — *Fomes fomentarius* (68), *Polyporus squamosus* (53) и *Laetiporus sulphureus* (50).

Среди всех ксилотрофных грибов национального парка *Fomes fomentarius* заселяется наибольшим числом видов жуков, развитие которых протекает в плодовых телах исключительно данного трутовика.

Список цитируемых источников

1. Лукашя, М. А. Таксономическая структура комплекса ксилофильных жесткокрылых Национального парка «Беловежская пуша» / М. А. Лукашя // Особо охраняемые природные территории Беларуси. — Минск, 2015. — Вып. 10. — С. 97—104.
2. Цинкевич, В. А. Ксилофильные жесткокрылые Национального парка «Беловежская пуша» / В. А. Цинкевич, М. А. Лукашя. — Минск : РИФТУР ПРИНТ, 2017. — 240 с.
3. Лукашя, М. А. Сукцессионные комплексы ксилофильных жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) Национального парка «Беловежская пуша» / М. А. Лукашя // Вестник БарГУ. Сер. Биологические науки. Сельскохозяйственные науки. — 2015. — Вып. 3. — С. 44—54.
4. Лукашя, М. А. Ксилофильные жесткокрылые Национального парка «Беловежская пуша» : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.04. / М. А. Лукашя; ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам». — Минск, 2018. — 24 с.

5. Лукашэня, М. А. Итоги изучения ксилофильных жесткокрылых Национального парка «Беловежская пушча» / М. А. Лукашэня / Зоологические чтения — 2017 : Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 15—17 марта 2017 г. : сб. ст. / редкол.: О. В. Янчуревич (отв. ред.) [и др.]. — Гродно : ГрГУ, 2017. — С. 125—127.

6. Каталог насекомых (Insecta) Национального парка «Беловежская пушча» = Catalogue of insects of the National Park “Belovezhskaya pushcha” / В. А. Цинкевич [и др.] ; под общ. ред. В. А. Цинкевича. — Минск : Белорус. Дом Печати, 2017. — 344 с.

7. Лукашэня, М. А. Охраняемые виды ксилофильных жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) Национального парка «Беловежская пушча» / М. А. Лукашэня // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. — 2017. — №. 1. — С. 43—54.

References

1. Lukashenia M. A. Taxonomicheskaya struktura kompleksa ksilophilnyh zhestkokrylyh Nacyonalnogo parka “Belovezhskaya pushcha” [Taxonomic structure of xylophilous beetles complex of the National Park “Belovezhskaya pushcha”]. *Osobo okhranyaemye prirodne territorii Belarusi. Issledovaniya*. 2015. Issue 10. P. 97—104.

2. Tsinkevich V. A., Lukashenia M. A. Ksilophilnyye zhestkokrylyye Nacyonalnogo parka “Belovezhskaya pushcha” [Xylophilous beetles of the National Park “Belovezhskaya pushcha”]. Minsk : RIFTUR PRINT, 2017. 240 c.

3. Lukashenia M. A. Sukcessionnyye komplekxy ksilophilnyh zhestkokrylyh (Insecta: Coleoptera) Nacyonalnogo parka “Belovezhskaya pushcha” [Succession complexes of xylophilous beetles (Insecta: Coleoptera) of the National Park “Belovezhskaya pushcha”]. *BarSU Herald. Series of biological sciences (general biology), agricultural sciences (agronomy)*. 2015. Issue 3. P. 44—54.

4. Lukashenia M. A. Ksilophilnyye zhestkokrylyye Nacyonalnogo parka “Belovezhskaya pushcha” [Xylophilous beetles of the National Park “Belovezhskaya pushcha”]. *Avtoref. dis. kand. biol. nauk : 03.02.04. GNPO “NPC NAN Belarusi po bioresursam”*. Minsk, 2018. 24 p.

5. Lukashenia M. A. Itogi izucheniya ksilophilnyh zhestkokrylyh Nacyonalnogo parka “Belovezhskaya pushcha” [Study results of xylophilous beetles complex of the National Park “Belovezhskaya pushcha”]. *Zoologicheskie chteniya — 2017: Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference (Grodno, March 15—17, 2019) / O. V. Yanchurevich (red.) [and other]*. Grodno : GrSU, 2017. P. 125—127.

6. Tsinkevich V. A., Alexandrovich O. R., Borodin O. I., Ryndevich S. K., Prishchepchik O. V., Derunkov A. V., Kulak A. V., Lukashuk A. O., Shlyahyonok A. S., Bubyenko A. N., Kozulko N. G., Syetrakova E. M., Bernackiy D. I., Lukashenia M. A., Makoveckaya E. V. *Katalog nasekomyh (Insecta) Nacyonalnogo parka “Belovezhskaya pushcha”* [Catalogue of insects of the National Park “Belovezhskaya pushcha”]. Minsk : Belorusskiy Dom Pechati, 2017. 344 p.

7. Lukashenia M. A. Ohranyayemyye vidy ksilophilnyh zhestkokrylyh (Insecta: Coleoptera) Nacyonalnogo parka “Belovezhskaya pushcha” [Protected species of xylophilous beetles of the National Park “Belovezhskaya pushcha”]. *BrSU Herald. Series 5. Chemistry. Biology. Agricultural sciences*. 2017. Issue 1. P. 43—54.

The paper contains results of the study of fauna and ecology of beetles, which inhabit the fruiting bodies of xylotrophic fungi in the National Park “Belovezhskaya Pushcha”. On the territory of the National Park “Belovezhskaya Pushcha” beetles are connected in their development with the fruiting bodies of 38 species of xylotrophic fungi, which belong to 7 orders: *Polyporales*, *Agaricales*, *Hymenochaetales*, *Auriculariales*, *Russulales*, *Xylariales*, *Gloeophyllales*. Most of xylotrophic fungi (20 species) inhabited by beetles belong to *Polyporales* order.

The species composition of beetles, which inhabit the fruiting bodies of xylotrophic fungi in the Belarusian part of the National Park “Belovezhskaya Pushcha” has been revealed. It contains 128 species belonging to 47 genera and 16 families. Representatives of Ciidae and Staphylinidae dominate among beetles, which inhabit the fruiting bodies of xylotrophic fungi. They are represented by 29 and 24 species respectively. The species under consideration constitute 14.41 % of the total number of the xylophilous beetles of the Belarusian part of the National Park “Belovezhskaya Pushcha” and 6.09 % of the whole coleopterofauna of the National Park “Belovezhskaya Pushcha”. The list of beetles, which inhabit the fruiting bodies of xylotrophic fungi in the National Park “Belovezhskaya Pushcha” and are protected in European countries, includes 20 species belonging to 5 families. Most of them are placed in European Red List of Saprophytic Beetles. The maximum number among beetles species (114) are connected in their development with the fruiting bodies of *Polyporales* fungi. It is explained by maximum taxonomic diversity of this order. The largest number of species and the maximum specificity of the species composition are characteristic of the association of beetles connected with *Fomes fomentarius* carpophorus.

Поступила в редакцию 11.06.2019

УДК 595.763.36-15

Д. С. Лундышев

Учреждение образования «Барановичский государственный университет»,
Министерство образования Республики Беларусь, Войкова 21, 225404 Барановичи, Республика Беларусь,
+ 375 (163) 48 73 97, LundyshevDenis@yandex.ru

ЖЕСТКОКРЫЛЫЕ СЕМЕЙСТВ HISTERIDAE И SILPHIDAE (COLEOPTERA) БАРАНОВИЧСКОЙ РАВНИНЫ (БЕЛАРУСЬ)

Статья раскрывает особенности таксономической и экологической структуры жесткокрылых семейств Histeridae и Silphidae (Coleoptera) Барановичской равнины. Работа основана на материале, собранном с 2002 по 2017 год. На основании собственных исследований зарегистрировано 37 видов жесткокрылых семейства Histeridae и 15 видов семейства Silphidae. В аннотированном списке приведены отдельные экологические особенности видов.

Ключевые слова: жесткокрылые; Coleoptera; Histeridae; Silphidae; Барановичская равнина; Беларусь.
Библиогр.: 13 назв.

D. S. Lundyshev

Education Institution “Baranovichi State University”,
Ministry of Education of the Republic of Belarus, 21, Voykova ul., Baranovichi 225404, Brest obl.,
the Republic of Belarus, + 375 (163) 48 73 97, LundyshevDenis@yandex.ru

BETLES OF FAMILIES OF HISTERIDAE AND SILPHIDAE (COLEOPTERA) OF THE BARANOVICHI PLAIN (BELARUS)

The article reveals the peculiarities of the taxonomic and ecological structure of beetles Histeridae and Silphidae family (Coleoptera) of Baranovichi plain. The work is based on the material collected during the period 2002 to 2017. On the basis of our own research 37 species of the family Histeridae and 15 species the family Silphidae were registered. The annotated list provides ecological features of the species.

Key words: beetles; Coleoptera; Histeridae; Silphidae; the Baranovichi plain; Belarus.
Ref.: 13 titles.

Введение. Жесткокрылые семейств карапузики (Histeridae Gyllenhal, 1808) и мертвоеды (Silphidae Latreille, 1807) играют существенную роль в функционировании наземных экосистем. Большинство представителей семейства мертвоеды (Silphidae) принимают активное участие в деструкции органики различного происхождения. Представители рода *Asclyraea* являются фитофагами, наносящими некоторый ущерб сельскому хозяйству. Карапузики (Histeridae), являясь главным образом хищниками, выступают основными регуляторами численности личинок и имаго насекомых различных экологических групп (ксилобионтов, нидиколов, некробионтов и др.). Представители этих семейств имеют важное медицинское и ветеринарное значение. С одной стороны, они могут переносить на поверхности своего тела и внутри организма паразитов и их покоящиеся формы, с другой — сами могут уничтожать личинок и имаго мух, блох, клещей и других беспозвоночных, являющихся переносчиками инфекционных заболеваний.

Первыми специальными работами, на территории Беларуси в целом, и Барановичской равнины в частности, посвященными фауне и экологии жесткокрылых семейства Histeridae и Silphidae, следует считать работы О. Р. Александровича и А. К. Тишечкина [1; 2]. Однако за последнее время автором совместно с коллегами были проведены детальные исследования вышеобозначенного региона, позволившие уточнить таксономический состав и ряд

экологических особенностей жесткокрылых семейства Histeridae и Silphidae [3—6]. Данная работа содержит наиболее полный список жесткокрылых семейств Histeridae и Silphidae Барановичской равнины.

Материалы и методы исследований. Материалом для работы послужили сборы автора с 2002 по 2017 год. Всего было обработано более 1 500 экземпляров жесткокрылых семейств Histeridae и Silphidae. Все коллекционные материалы хранятся на кафедре естественных дисциплин Барановичского государственного университета.

Исследования проводились на территории Барановичской равнины. Ее протяжённость с запада на восток составляет 90 км, а с севера на юг — 60 км. Барановичская равнина расположена на севере Брестской и юго-востоке Гродненской областей. Средняя высота равнины — 180—190 м над уровнем моря, максимальная высота 218 м (окр. д. Конюхи Ляховичского района). Леса занимают около 31 % всей площади, при этом преобладают сосновые леса, суборы с примесью широколиственных пород, черноольховые, берёзовые, осиновые леса, на левобережье Щары — дубравы. Есть низинные и переходные болота. Рельеф сглажен, сформирован ледниковыми водами.

Представители исследуемых семейств обитают в различных биотопах, что определило использование разнообразных методов их сбора: ручной метод, просеивание гнездового материала муравейников, гнезд птиц и млекопитающих, почвенной подстилки на почвенное сито, использование термоэлектратора, ловушки Барбера и др. Некробионтные жесткокрылые собраны с ряда трупов диких животных, относящихся к различным систематическим группам: членистоногие и хордовые (костные рыбы, птицы и млекопитающие).

Для определения видовой принадлежности жесткокрылых применялись бинокулярные микроскопы МБС-10 и Nikon-SMZ800.

Результаты исследования и их обсуждение. На основании наших исследований на территории Барановичской равнины было отмечено 37 видов (14 родов) жесткокрылых семейства Histeridae, что составляет 58 % от всех видов семейства фауны Беларуси и 15 видов (7 родов) жесткокрылых семейства Silphidae, что составляет 71 % от всех видов семейства фауны Беларуси. Ниже приводится таксономический перечень Histeridae и Silphidae Барановичской равнины. Таксономический список подготовлен согласно Каталогу жесткокрылых Палеарктики [7]. Трофическая структура и характер биотопической приуроченности составлены на основании собственных наблюдений и литературных данных [9; 10].

В списке приняты следующие сокращения трофических групп и экологических групп исходя из биотопической приуроченности:

Z — зоофаги (жесткокрылые, использующие в пищу различных животных: клещей, личинок насекомых (блох, двукрылых, жесткокрылых), иногда их яйца, куколки или взрослых насекомых);

ZS — зоосапрофаги (жуки, 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);

MS — мицетосапрофаги (жуки, совмещающие питание разлагающимися органическими остатками животного и растительного происхождения и грибами);

PI S — полисапрофаги (жуки, использующие в пищу отмершие или разлагающиеся вещества животного и растительного происхождения);

PH — фитофаги (жесткокрылые, использующие в пищу растения);

ND — нидиколы (обитатели гнезд, нор и убежищ позвоночных животных);

KS — ксилобионты (обитатели стволовой части кустарников и деревьев);

PS — полисапробионты (обитатели различных сред: гниющих растений, трупов животных, навоза, гнезд птиц и др.);

MR — мирмекофилы (обитатели гнезда муравьев).

H — герпетобионты (обитатели напочвенного покрова).

Histeridae Gyllenhal, 1808

Abraeinae MacLeay, 1819

Acritini Wenzel, 1944

Acritus LeConte, 1853

1. *A. minutus* (Herbst, 1792) / **M** / **PS**

Plegaderini Portevin, 1929

Plegaderus Erichson, 1834

2. *P. vulneratus* (Panzer, 1797) / **M** / **KS**

Teretriini Bickhardt, 1914

Teretrius Erichson, 1834

3. *T. fabricii* Mazur, 1972 / **M** / **KS**

Dendrophilinae Reitter, 1909

Dendrophilini Reitter, 1909

Dendrophilus Leach, 1817

4. *D. punctatus* (Herbst, 1792) / **Z** / **ND**

5. *D. pygmaeus* (Linnaeus, 1758) / **ZS** / **MR**

Paromalini Reitter, 1909

Carcinops Marseul, 1855

6. *C. pumilio* (Erichson, 1834) / **Z** / **PS**

Paromalus Erichson, 1834

7. *P. flavicornis* (Herbst, 1792) / **M** / **KS**

8. *P. parallelepipedus* (Herbst, 1792) / **M** / **KS**

Platylomalus Cooman, 1948

9. *P. complanatus* (Panzer, 1797) / **M** / **KS**

Histerinae Gyllenhal, 1808

Histerini Gyllenhal, 1808

Atholus Thomson, 1859

10. *A. duodecimstriatus*

duodecimstriatus (Schrank, 1781) / **Z** / **PS**

quatuordecimstriatus (Gyllenhal, 1808) / **Z** / **PS**

11. *A. corvinus* (Germar, 1817) / **Z** / **PS**

Hister Linnaeus, 1758

12. *H. quadrinotatus* Scriba, 1790 / **Z** / **PS**

13. *H. unicolor* Linnaeus, 1758 / **Z** / **PS**

Margarinotus Marseul, 1853

14. *M. bipustulatus* (Schrank, 1781) / **ZS** / **PS**

15. *M. carbonarius* (Hoffmann, 1803) / **ZS** / **PS**

16. *M. neglectus* (Germar, 1813) / **ZS** / **PS**

17. *M. purpurascens* (Herbst, 1792) / **ZS** / **PS**

18. *M. ventralis* (Marseul, 1854) / **ZS** / **PS**

19. *M. brunneus* (Fabricius, 1775) / **ZS** / **PS**

20. *M. merdarius* (Hoffmann, 1803) / **ZS** / **PS**

21. *M. striola succicola* (Thomson, 1862) / **ZS** / **PS**

22. *M. terricola* (Germar, 1824) / **ZS** / **PS**

23. *M. obscurus* (Kugelann, 1792) / **ZS** / **PS**

Hololeptini Hope, 1840

Hololepta Paykull, 1811

24. *H. plana* (Sulzer, 1776) / **M** / **KS**

Platysomatini Bickhardt, 1914

Platysoma Leach, 1817

25. *P. elongatum* (Thunberg, 1787) / **M** / **KS**

26. *P. lineare* (Erichson, 1834) / **M** / **KS**

27. *P. compressum* (Herbst, 1783) / **M** / **KS**

Saprininae Blanchard, 1845

Gnathoncus Jacquelin du Val, 1858

28. *G. buyssoni* Auzat, 1917 / **Z** / **ND**

29. *G. communis* (Marseul, 1862) / **Z** / **ND**

30. *G. nannetensis* (Marseul, 1862) / **Z** / **PS**

31. *G. nidorum* Stockmann, 1957 / **Z** / **ND**

32. *G. rotundatus* (Kugelann, 1792) / **Z** / **Ps**

Saprinus Erichson, 1834

33. *S. aeneus* (Fabricius, 1775) / **Z** / **PS**

34. *S. planiusculus* Motschulsky, 1849 / **Z** / **PS**

35. *S. semistriatus* (Scriba, 1790) / **Z** / **PS**

36. *S. subnitescens* Bickhardt, 1909 / **Z** / **PS**

37. *S. tenuistrius sparsutus* Solsky, 1876 / **Z** / **PS**

Silphidae Latreille, 1807

Silphinae Latreille, 1807

Aclypea Reitter, 1884

1. *A. opaca* Linnaeus, 1758 / **PH** / **H**

Necrodes Leach, 1815

2. *N. littoralis* (Linnaeus, 1758) / **M** / **PS**

Oiceoptoma Leach, 1815

3. *O. thoracicum* (Linnaeus, 1758) / **MS** / **PS**

Phosphuga Leach, 1817

4. *P. atra atra* (Linnaeus, 1758) / **Z** / **PS**

Silpha Linnaeus, 1758

5. *S. carinata* Herbst, 1783 / **M** / **PS**

6. *S. obscura obscura* Linnaeus, 1758 / **M** / **PS**

7. *S. tristis* Illiger, 1798 / **M** / **PS**

Thanatophilus Leach, 1815

8. *T. rugosus* (Linnaeus, 1758) / **PIS** / **PS**

9. *T. sinuatus* (Fabricius, 1775) / **PIS** / **PS**

10. *T. dispar* (Herbst, 1793) / **PIS** / **PS**

Nicrophorinae Kirby, 1837

Nicrophorus Fabricius, 1775

11. *N. humator* (Gleditsch, 1767) / **M** / **PS**

12. *N. investigator* Zetterstedt, 1824 / **M** / **PS**

13. *N. interruptus* Stephens, 1830 / **M** / **PS**

fossor Erichson, 1837

14. *N. vespilloides* Herbst, 1784 / **M** / **PS**
15. *N. vespillo* (Linnaeus, 1758) / **M** / **PS**

Из отмеченных на исследуемой территории представителей Histeridae наибольшим числом видов (10) представлен род *Margarinotus*, а рода *Saprinus* и *Gnathoncus* — по 5 видов. Остальные 11 родов данного семейства представлены 1—3 видами. Среди представителей семейства Silphidae наибольшим числом видов представлен род *Nicrophorus* — 5 видов, тогда как остальные 6 родов были представлены 1—3 видами.

Жесткокрылые семейства Histeridae на территории исследуемого региона представлены 37 видами, которые относятся к 3 трофическим группам (зоофаги, миксофаги и зоосапрофаги), а жесткокрылые семейства Silphidae — 15 видами и 5 трофическими группами (зоофаги, миксофаги, мицетосапрофаги, полисапрофаги и фитофаги).

Среди жесткокрылых семейства Histeridae наибольшим числом видов представлена трофическая группа зоофаги — 16, что составляет 43,2 % от всех видов жуков данного семейства, зарегистрированных в настоящее время на территории Барановичской равнины. К этой трофической группе принадлежат, главным образом, представители родов *Gnathoncus* и *Saprinus*. Трофическая группа зоосапрофаги представлена 11 видами (29,7 %). К ним относятся, главным образом, жуки рода *Margarinotus*. Кроме того, к зоосапрофагам принадлежит мирмекофильный *D. rugmaeus*, использующий в пищу не только мертвых муравьев и их личинок, но и других мелких беспозвоночных, населяющих муравейник. Несколько меньшим количеством (10 видов, 27 %) представлена трофическая группа миксофаги. К ним относятся жуки таких родов, как *Acritus*, *Plegaderus*, *Paromalus* и др.

Наибольшим числом видов жесткокрылых семейства Silphidae представлена трофическая группа миксофаги — 9, что составляет 60 % от всех видов жуков данного семейства, это главным образом представители родов *Nicrophorus* и *Silpha*; полисапрофаги — 3 видами (20 %); остальные трофические группы представлены по 1 виду.

По характеру биотопической приуроченности самым большим числом видов семейства Histeridae на территории Барановичской равнины представлены жесткокрылые, принадлежащие группе полисапробионты, — 23. Данную группу, главным образом, формируют представители родов *Atholus*, *Hister*, *Margarinotus* и *Saprinus*.

Ксилобионты представлены 9 видами. Эта экономически важная группа карапузиков представлена такими родами, как *Paromalus*, *Platylomalus*, *Platysoma* и др. Представители данной экологической группы имеют разнообразные морфологические адаптации для жизни под корой и в древесине, которые в первую очередь проявляются в форме тела. Внутри данной экологической группы можно выделить таксоны, проявляющие приуроченность к породе дерева. Например, *Hololepta plana* встречается под корой лиственных деревьев, отдавая явное предпочтение тополи. Виды *Platysoma elongatum* и *P. lineare* встречаются под корой хвойных деревьев (сосна, ель), тогда как *P. compressum* — под корой лиственных деревьев (дуб, береза, тополь и др.).

На исследуемой территории нидикольные карапузики представлены 4 видами из родов *Dendrophilus* и *Gnathoncus*. Большинство представителей данной группы проявляют высокую степень постоянства к месту обитания, покидая их только для отыскания нового убежища. При перемещениях вне убежища карапузики данной экологической группы очень редко отмечаются на мелкой падали. Нидикольные карапузики совместно с жуками семейства Staphylinidae являются основными регуляторами численности паразитических членистоногих (клещи, блохи и их личинки и др.) в гнездах птиц.

Единственным представителем экологической группы мирмекофильных жуков региона является *D. rugmaeus*. В настоящее время на исследуемой территории не отмечен еще один широко распространенный в Европе мирмекофильный карапузик — *Haeterius ferrugineus*, что, очевидно, связано со слабой изученностью данной экологической группы

на вышеобозначенной территории. *Dendrophilus pygmaeus* отмечен в гнездах многих видов муравьев (род *Lasius*, *Myrmica* и др.), однако основным местом его обитания принято считать колонии муравьев рода *Formica*.

Большинство видов жесткокрылых семейства Silphidae относятся к полисапробионтам (14). Они могут встречаться в различной гниющей органике растительного и животного происхождения, грибах, в гнездах птиц. Представляет интерес, что мертвоеды могут встречаться в гнездах птиц, расположенных высоко над землей. Так, *N. vespilloides* был отмечен нами в брошенном гнезде певчего дрозда (*Turdus philomelos*), где питался содержимым лопнувшего яйца. *A. opaca* можно отнести к типичным герпетобионтам, передвигающимся по поверхности земли и питающимися всходами растениями.

Заключение. На территории Барановичской равнины отмечено 37 видов жесткокрылых семейства Histeridae и 15 видов жесткокрылых семейства Silphidae. Среди жесткокрылого семейства Histeridae наибольшим числом видов представлена трофическая группа зоофаги — 16, а семейства Silphidae — трофическая группа миксофаги (9). Согласно характеру биотопической приуроченности Histeridae и Silphidae, большинство видов относятся к полисапробионтам, 23 и 14 соответственно.

Автор выражает искреннюю благодарность за помощь в сборе материала А. Ю. Мачульскому и Ю. В. Третьяку (г. Барановичи), кандидатам биологических наук А. В. Земоглядчуку и М. А. Лукашене.

Список цитируемых источников

1. Александрович, О. Р. Обзор жуков надсемейства Histeroidea фауны Беларуси / О. Р. Александрович, А. К. Тишечкин ; под ред. И. К. Лопатина, Э. И. Хотько // Фауна и экология жесткокрылых Беларуси. — Минск, 1991. — С. 94—104.
2. Александрович, О. Р. Обзор фауны жуков-мертвоедов (Coleoptera, Silphidae) Белоруссии / О. Р. Александрович, А. Д. Писаненко // Вестн. Белорус. гос. ун-та. Сер. 2. Химия. Биология. География. — 1987. — № 2. — С. 41—44.
3. Лундышев, Д. С. Некробионтные жесткокрылые рода *Saprinus* (Coleoptera, Histeridae) юга Беларуси / Д. С. Лундышев // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. — 2012. — № 2. — С. 34—40.
4. Lundyshch, D. S. Beetles of the subfamily Saprininae (Histeridae, Coleoptera) inhabiting bird nests in Belarus / D. S. Lundyshch, A. K. Tishechkin // Весн. Грод. ун-та. Сер. 5. Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. — 2013. — № 2 (153). — С. 136—144.
5. Перевозкина, А. С. Эколого-фаунистические особенности некробионтных жесткокрылых семейства мертвоеды (Coleoptera: Silphidae) юга Беларуси / А. С. Перевозкина, Д. С. Лундышев, А. Ю. Мочульский // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. — 2014. — № 2. — С. 49—56.
6. Лундышев, Д. С. Новые локалитеты жесткокрылых (Coleoptera) семейства Trogidae и Histeridae для Беларуси / Д. С. Лундышев // Евразият. энтомол. журн. — 2014. — № 13 (6). — С. 571.
7. Lackner T., Mazur S. & Newton A. 2015. Family Histeridae. In: Löbl I. & Löbl D. (Eds). Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Hydrophiloidea–Staphylinoidea. Revised and updated edition, 2(1): 76—130. Leiden, Boston : Koninklijke Brill NV.
8. 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.
9. Жесткокрылые-ксилобионты, мицетобионты и пластинчатоусые Приокско-террасного биосферного заповедника / Н. Б. Никитский [и др.]. — М. : Изд-во Моск. ун-та. — 1996. — 197 с.
10. Козьминых, В. О. Состав фауны жесткокрылых (Insecta, Coleoptera) семейств Shaeritidae, Histeridae и Dermestidae Пермской области / В. О. Козьминых // Проблемы региональной Красной книги : межвед. сб. науч. тр. — Пермь : Пермский ун-т, 1997. — С. 71—79.
11. Лябина, С. Н. Беспозвоночные-некробионты и их участие в утилизации органического вещества в наземных и водных экосистемах Европейского Севера : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.32 / С. Н. Лябина. — Петрозаводск, 2003. — 25 с.

12. Лябзина, С. Н. Насекомые утилизаторы трупов животных / С. Н. Лябзина // Труды Ставропольского отделения Русского энтомологического общества. Вып. 4 : материалы Междунар. науч.-практ. конф. / Ставропол. гос. аграр. ун-т. — Ставрополь : АГРУС, 2008. — С. 219—221.

13. Николаев, Г. В. Жуки-мертвоеды (Coleoptera: Agyrtidae, Silphidae) Казахстана, России и ряда сопредельных стран : определитель / Г. В. Николаев, В. О. Козьминых. — Алматы : Казак университети, 2002. — 159 с.

References

1. Aleksandrovich O. R., Tishechkin A. K. Obzor zhukov nadsemejstva Histeroidea fauny Belarusi [A review of the beetles of the superfamily Histeroidea of Belarus fauna] // Fauna i ehkologiya zhestkokrylykh Belarusi / O. R. Aleksandrovich, A. K. Tishechkin ; pod red. I. K. Lopatina, E. I. Hot'ko. Minsk. 1991. S. 94—104.

2. Aleksandrovich, O. R., Pisanenko A. D. Obzor fauny zhukov-mertvoyedov (Coleoptera, Silphidae) Belorussii [Review of the fauna of Silphidae beetles (Coleoptera) of Belarus] // Vesn. Belorus. gos. un-ta. Ser. 2, Khimiya. Biologiya. Geografiya. 1987. № 2. S. 41—44.

3. Lundyshev D. S. Nekrobiontnye zhestkokrylye roda Saprinus (Coleoptera, Histeridae) yuga Belarusi [Necrobiotic beetles of *Saprinus* genus (Coleoptera, Histeridae) in the south of Belarus] // Vesn. Brest. un-ta. Seriya 5. Himiya, Biyalogiya, Navuki ab zyamli, 2012, № 2. S. 34—40.

4. Lundyshev D. S., Tishechkin A. K. Beetles of the subfamily Saprininae (Histeridae, Coleoptera) inhabiting bird nests in Belarus // Vesn. Grod. un-ta. Ser. 5. Ekanomika, Satsyyalogiya, Biyalogiya. 2013. № 2 (153). S. 136—144.

5. Perevozkina A. S., Lundyshev D. S., Mochul'skij A. U. Ehkologo-faunisticheskie osobennosti nekrobiontnykh zhestkokrylykh semejstva mertvoedy (Coleoptera: Silphidae) yuga Belarusi [Ecological and faunistic characteristics of necrobiotic beetles of the family Silphidae (Coleoptera, Silphidae) in the south of Belarus] // Vesn. Brest. un-ta. Ser. 5, Himiya, Biyalogiya, Navuki ab zyamli. 2014. № 2. S. 49—56.

6. Lundyshev D. S. Novye lokalitety zhestkokrylykh (Coleoptera) semeystva Trogidae i Histeridae dlya Belarusi [A new record of Trogidae and Histeridae beetle species (Coleoptera) for Belorussia] // Yevraziatsky entomologichesky zhurnal. 2014. № 13 (6). S. 571.

7. Lackner T., Mazur S. & Newton A. 2015. Family Histeridae. In: Löbl I. & Löbl D. (Eds). Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Hydrophiloidea—Staphylinoidea. Revised and updated edition, 2(1): 76—130. Leiden, Boston: Koninklijke Brill NV.

8. Fauna SSSR. Zhestkokrylye : v 34 t. [The fauna of the USSR. Beetles] / redkol.: O. A. Skarlato (gl. red.) [i dr.]. L.: Nauka, 1969—1985. T. 5. Vyp. 4: Zhuki nadsemejstva Histeroidea / O. L. Kryzhanovskij, A. N. Rejhard. 1976. 435 s.

9. Zhestkokrylye-ksilobionty, missetobionty i plastinchatousye Prioksko-terrasnogo biosfernogo zapovednika [The beetles of the Prioksko-Terrasny Biosphere reserve — xylobiontes, mycetobiontes and scarabaeidae] / N. B. Nikitsky [i dr.]. M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1996. 197 s.

10. Kozminykh V. O. Sostav fauny zhestkokrylykh (Insecta, Coleoptera) semeystv Shaeritidae, Histeridae i Dermestidae Permskoy oblasti [The composition of the coleopteran fauna (Insecta, Coleoptera) of the families Shaeritidae, Histeridae and Dermestidae of the Perm Region] // Problemy regionalnoy Krasnoy knigi. Mezhhvedomstvennyy sbornik nauchnykh trudov. Permsky un-t, 1997. S. 71—79.

11. Lyabzina S. N. Bespozvonochnye-nekrobionty i ikh uchastiye v utilizatsii oganicheskogo veshchestva v nazemnykh i vodnykh ekosistemakh Yevropeyskogo Severa : avtoref. dis. ... kand. biol. nauk : 03.00.32. Petrazovodsk, 2003. 25 s.

12. Lyabzina S. N. Nasekomye utilizatory trupov zhivotnykh [Insects scavengers of animal corpses] // Trudy Stavropolskogo otdeleniya Russkogo entomologicheskogo obshchestva. Vyp. 4 : materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii / Stavropolsky gosudarstvennyy agrarny universitet. Stavropol : AGRUS, 2008. S. 219—221.

13. Nikolayev G. V., Kozminykh V. O. Zhuki-mertvoyedy (Coleoptera: Agyrtidae, Silphidae) Kazakhstana, Rossii i ryada sopredelnykh stran. Opredelitel [The carrion beetles (Coleoptera: Agyrtidae, Silphidae) of Kazakhstan, Russia and adjacent countries]. Almaty : Kazak universiteti, 2002. 159 s.

The article reveals the peculiarities of the taxonomic and ecological structure of beetles Histeridae and Silphidae family (Coleoptera) of the Baranovichi plain. The work is based on the material collected from 2002 to 2017. More than 1500 specimens of Histeridae and Silphidae were collected and identified. Standard methods of collecting beetles were used, including sifting of bird nests and soil; specimens were likewise collected manually. On the basis of our own research 37 species (14 genera) of the family Histeridae and 15 species (7 genera) the family Silphidae were registered. The annotated list provides ecological features of the species. On the basis of trophic specialization Histeridae beetles observed in the Baranovichi plain belong to 3 groups and Silphidae — to 5 groups. Most Histeridae beetle species (16) on the investigated territory belong to the trophic group zoophages and Silphidae (9) myxophages. According to the character of biotopic attachment most species of Histeridae and Silphidae belong to polysaprobionts — 23 and 14 species, accordingly.

Поступила в редакцию 02.07.2019

УДК 57.017.32:58.035.4:634.752

Д. С. Мороз, М. Ю. Шпак, Е. А. Петровская, С. Е. Медведик
Учреждение образования «Барановичский государственный университет»,
Министерство образования Республики Беларусь, ул. Войкова, 21, 225404 Барановичи,
Республика Беларусь, +375 (163) 48 74 01, d.s.moro7@gmail.com

ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ МЕРИСТЕМНЫХ РАСТЕНИЙ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ *FRAGARIA* × *ANANASSA* DUCH. В УСЛОВИЯХ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

В работе представлены данные о влиянии светодиодного освещения различного спектрального состава на процессы укоренения и адаптации меристемных растений земляники садовой *Fragaria* × *ananassa* Duch. к нестерильным условиям. Полученные данные указывают на перспективность использования светодиодов в качестве источников света по сравнению с люминесцентными лампами, поскольку обеспечивают нормальный рост и развитие растений-регенерантов. Установлено положительное влияние синего спектра света на процесс ризогенеза земляники садовой сорта Мерлан как в условиях *in vitro*, так и *ex vitro*. Увеличение доли красного света в свою очередь положительно влияет на накопление биомассы надземной части растений-регенерантов.

Ключевые слова: земляника садовая; адаптация; ризогенез; растения-регенеранты; Мерлан; светодиодное освещение; нестерильные условия.

Рис. 3. Табл. 3. Библиогр.: 24 назв.

D. S. Moroz, M. Y. Shpak, E. A. Petrovskaya, S. E. Medvedik
Baranovichi State University, Ministry of Education of the Republic of Belarus, 21, Voykova str.,
Baranovichi 225404, Brest obl., the Republic of Belarus, +375 (163) 48 74 01, d.s.moro7@gmail.com

THE ADAPTATION FEATURES OF STRAWBERRY *FRAGARIA* × *ANANASSA* DUCH. MERISTEMIC PLANTS UNDER LED LIGHTING CONDITIONS

The paper presents data on the effect of LED lighting of various spectral composition on the rooting and adaptation processes of meristem strawberry plants *Fragaria* × *ananassa* Duch. to non-sterile conditions. The data obtained indicate the promising use of LEDs as light sources compared with fluorescent lamps, as they provide normal growth and development of a regenerated plant. The positive effect of the blue light spectrum on the process of rhizogenesis of the strawberry variety Merlan is established both *in vitro* and *ex vitro*. The increase in the share of the red light has a positive effect on biomass accumulation of the aerial part of regenerant plants.

Key words: strawberry; adaptation; rhizogenesis; regenerated plants Merlan; LED lighting; non-sterile conditions.

Fig. 3. Table 3. Ref.: 24 titles.

Введение. Земляника садовая *Fragaria* × *ananassa* Duch. является одной из основных ягодных культур в Республике Беларусь [1]. Она характеризуется высокой урожайностью, отличными вкусовыми качествами и высоким содержанием витаминов и других биологически активных веществ [2—5]. Традиционно размножение данной культуры осуществляется вегетативным способом, однако в этом случае высока вероятность передачи различных заболеваний [6; 7]. Для массового получения оздоровленного посадочного материала, в том числе и земляники садовой, а также быстрого размножения элитных и ремонтантных сортов, отличающихся низкой усообразующей способностью, в настоящий момент применяют технологию клонального микроразмножения [8—12]. Данная технология обладает рядом преимуществ [8; 12] и состоит из нескольких этапов: введение в

культуру *in vitro*, собственно микроразмножение, укоренение и адаптация [8; 11; 12]. Размноженные таким способом растения существенно отличаются от тех, которые были получены традиционным путем [13]. Одной из слабых сторон методики клонального микроразмножения является этап адаптации растений к нестерильным условиям, которая проводится в теплицах, в условиях повышенной влажности и пониженной освещенности [13; 14], что в свою очередь может спровоцировать развитие грибковой инфекции на поверхности субстрата и тем самым привести к полной или частичной гибели растений.

Адаптационный период сопровождается развитием корневой системы и формированием мощного листового аппарата, обеспечивающего нормальную транспирацию и фотосинтез. Исследования многих авторов указывают, что на данном этапе важна не только интенсивность освещения, но и качественный состав света, поскольку именно свет является важным регуляторным фактором морфогенеза, в том числе указанных выше процессов корнеобразования и формирования надземной части [8; 13; 15].

В настоящее время для искусственного освещения используются различные источники света, однако наиболее перспективными являются светодиодные облучатели. Данные технологии позволяют разрабатывать осветители с заданной мощностью и необходимым — для каждой конкретной культуры — спектральным составом, в том числе регулируемым. Кроме того, LED-облучатели имеют направленный поток светового излучения, отделенный от теплового, не содержат загрязняющих окружающую среду веществ и позволяют существенно снизить расход электроэнергии [15—20].

Целью данной работы было выявить воздействие светодиодного освещения различного спектрального состава на процессы укоренения и адаптации меристемных растений земляники садовой *Fragaria × ananassa* Duch. к нестерильным условиям.

Материалы и методы исследований. Объектом изучения служили растения-регенеранты земляники садовой ремонтантного гибрида Мерлан. Исследования проводились на базе лаборатории кафедры технического обеспечения сельскохозяйственного производства и агрономии учреждения образования «Барановичский государственный университет». Для изучения особенностей укоренения в работе использовались меристемные растения земляники садовой. Укоренение микророзеток проводили в течение 30 дней на модифицированной питательной среде по прописи Мурасиге—Скуга половинного состава ($1/2$ MS). Условия культивирования были следующими: температура $+20—25^{\circ}\text{C}$, влажность воздуха — 70 %, световой день 16 ч. После формирования корневой системы *in vitro* растения пересаживались в пластмассовые горшки объемом 0,5 л с универсальным торфяным грунтом.

Перед посадкой растения пинцетом доставали из культурального сосуда, корневую систему тщательно отмывали водопроводной водой от остатков питательной среды, на несколько секунд помещали в слабый раствор перманганата калия (KMnO_4) и затем высаживали их в предварительно увлажненный и пролитый раствором KMnO_4 почвенный грунт. В каждый горшок высаживали по одному растению, имеющему хорошо развитую корневую и надземную систему. Для сохранения влажности субстрата горшок накрывали пищевой пленкой в один слой. Дальнейшее развитие растений проходило в адаптационной комнате в течение 30 суток при тех же условиях. По мере отрастания растений и появления новых листьев делали небольшое вентиляционное отверстие в пищевой пленке. На этапе адаптации к почвенным условиям молодые растения поливали солевым раствором $1/2$ MS по мере необходимости, так как на приживаемость растений губительно влияет как высыхание почвы, так и ее переувлажнение. Через 30 суток окрепшие растения полностью открывали и оставляли в условиях адаптационной комнаты.

Досветку опытных растений осуществляли светодиодными осветителями TL-PROM FITO с плотностью потока фотонов $250 \text{ мкмоль} / \text{м}^2\text{с}$ со следующими пропорциями спектра:

вариант 1 — 730 нм — 13 %, 660 нм — 17 %, 450 нм — 70 % (синий); вариант 2 — 730 нм — 13 %, 660 нм — 37 %, 450 нм — 50 % (белый); вариант 3 — 730 нм—58 %, 660 нм — 37 %, 450 нм — 29 % (красный). В качестве контроля использовали люминесцентные лампы белого света Cool Daylight (765 нм) марки OSRAM с мощностью напряжения 36 Вт.

У растений исследовались следующие биометрические показатели: количество корней 1-го и 2-го порядка, длина корневой системы, высота розетки, количество листьев, сырая и сухая масса наземной и подземной частей растений.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью программы MS Excell 2007. В таблицах приведены средние значения со стандартными ошибками. Также для сравнения данных с контрольным вариантом использовался двухвыборочный *t*-тест с учетом дисперсий, достоверно отличающиеся данные отмечены знаком «*».

Результаты исследований и их обсуждение. На первом этапе было изучено влияние света искусственных диодов различного спектрального состава света на биометрические показатели растений-регенерантов земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) на этапе укоренения в культуре *in vitro* (таблица 1).

Согласно полученным данным, растения, культивируемые под светодиодным освещением, не уступают по морфометрическим показателям растениям, выращенным под люминесцентными лампами. При этом светодиодное освещение с большими долями синего и красного спектров (вариант 1 и вариант 3 соответственно) способствует росту корней как первого, так и второго порядка, а также увеличению их длины по сравнению с контрольным и белым светодиодным освещением (вариант 2). Полученные результаты соотносятся с литературными данными, согласно которым синий свет способствует развитию корневой системы [15; 21—23].

При анализе показателей сырой и сухой биомассы растений-регенерантов земляники садовой *Fragaria × ananassa* Duch. на этапе укоренения в культуре *in vitro* (рисунок 1) были получены сходные закономерности. Растения, выращенные под светодиодным освещением с большей долей синего и красного света (вариант 1 и вариант 3 соответственно), характеризуются более высокой биомассой как надземной, так и подземной частей растения.

Т а б л и ц а 1. — Влияние света искусственных диодов различного спектрального состава света на биометрические показатели растений-регенерантов земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) на этапе укоренения в культуре *in vitro*, * — значения достоверно отличаются от контрольных

T a b l e 1. — The effect of different spectral composition LED light on the biometric features of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) plants-regenerants growing under laboratory conditions at the stage of rooting in culture *in vitro*, * — values are significantly different from the control

Вариант	Количество корней 1-го порядка, шт.	Количество корней 2-го порядка, шт.	Длина корневой системы, см	Высота розетки, см	Количество листьев, шт.
Перед укоренением	5,6 ± 0,69	4,6 ± 1,65	2,3 ± 0,43	3,1 ± 0,14	11,1 ± 1,03
Контроль	7,4 ± 1,23	2,8 ± 1,01	1,6 ± 0,15	3,0 ± 0,19	11,6 ± 1,26
Вариант 1	8,5* ± 0,82	8,4* ± 1,89	4,4* ± 0,44	3,2 ± 0,37	12,6 ± 1,1,0
Вариант 2	6,6 ± 0,60	2,1 ± 0,91	1,9 ± 0,33	2,7 ± 0,25	11,5 ± 1,05
Вариант 3	8,9* ± 1,61	4,6* ± 1,61	2,3* ± 0,35	3,0 ± 0,30	12,4 ± 1,59

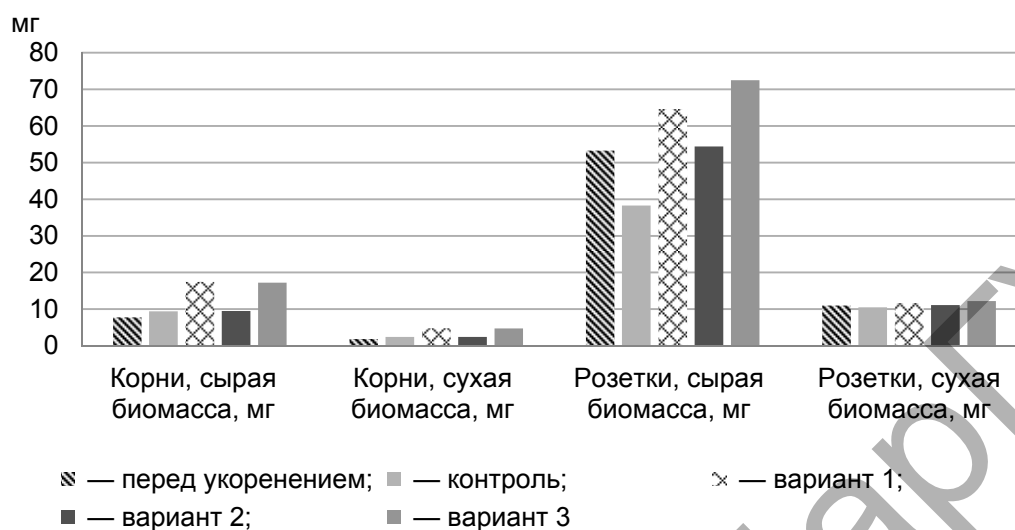


Рисунок 1. — Биометрические показатели растений-регенерантов земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) на этапе укоренения в культуре *in vitro*: перед укоренением — растения на искусственной питательной среде *in vitro* под люминесцентными лампами; контроль — люминесцентные лампы белого света Cool Daylight (765 нм)

Figure 1. — Biometric features of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) plants-regenerants at the stage of rooting in culture *in vitro*: before rooting — plants on an artificial nutrient medium *in vitro* under fluorescent lamps; control — fluorescent lamps of white light Cool Daylight (765 nm)

Примечание. Здесь и далее в рисунках 2, 3: вариант 1 — светодиодный осветитель со спектром 730 нм — 13 %, 660 нм — 17 %, 450 нм — 70 % (синий); вариант 2 — светодиодный осветитель со спектром 730 нм — 13 %, 660 нм — 37 %, 450 нм — 50 % (белый); вариант 3 — светодиодный осветитель со спектром 730 нм — 58 %, 660 нм — 37 %, 450 нм — 29 % (красный).

Hereinafter in the figures variant 1 — LED lamp with a spectrum of 730 nm — 13 %, 660 nm — 17 %, 450 nm — 70 % (blue); variant 2 — LED lamp with a spectrum of 730 nm — 13 %, 660 nm — 37 %, 450 nm — 50 % (white); variant 3 — LED lamp with a spectrum of 730 nm — 58 %, 660 nm — 37 %, 450 nm — 29 % (red).

Таким образом, установлено, что на этапе ризогенеза *in vitro* земляники садовой *Fragaria × ananassa* Duch. ремонтантного гибрида Мерлан эффективно использовать LED-облучатели с большей долей синего света в спектре излучения, который способствует развитию корневой системы и общему увеличению биомассы растений.

При последующей пересадке растений в торфяной грунт *ex vitro* и выращивании в нестерильных условиях нами были подтверждены полученные закономерности: светодиодное освещение обеспечивает развитие растений-регенерантов земляники садовой, не уступающее по своим морфометрическим параметрам растениям, выращенным под люминесцентными лампами. Выявлена положительная зависимость показателей укоренения от доли синего спектра в свете излучения светодиодных облучателей при адаптации растений к нестерильным условиям [24]. Результаты исследований представлены в таблице 2 и на рисунке 2.

В процессе адаптации к нестерильным условиям увеличилось число корней первого порядка у всех вариантов. При этом количество корней 2-го порядка даже несколько уменьшилось. Это, вероятно, связано с тем, что эти корни отмерли при первоначальной

Т а б л и ц а 2. — Влияние света искусственных диодов различного спектрального состава света на биометрические показатели растений-регенерантов земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) на этапе адаптации к нестерильным условиям, * — значения достоверно отличаются от контрольных

T a b l e 2. — The effect of different spectral composition LED light on the biometric features of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) plants-regenerants growing under laboratory conditions at the stage of adaptation to non-sterile conditions, * — values are significantly different from the control

Вариант	Количество корней 1-го порядка, шт.	Количество корней 2-го порядка, шт.	Длина корневой системы, см	Высота розетки, см	Количество листьев, шт.
Перед адаптацией	8,9 ± 1,00	0	3,0 ± 0,42	2,8 ± 0,21	9,3 ± 0,75
Контроль	12,8 ± 0,86	1,0 ± 0,63	3,7 ± 0,45	5,2 ± 0,36	10,0 ± 1,64
Вариант 1	11,3 ± 1,11	5,4* ± 1,55	4,0 ± 0,39	4,3 ± 0,48	14,1* ± 1,03
Вариант 2	9,0* ± 0,71	1,0 ± 0,58	3,3 ± 0,35	5,18 ± 0,24	12,0 ± 0,83
Вариант 3	10,9 ± 1,13	5,6* ± 2,02	3,0 ± 0,35	4,0 ± 0,38	11,8 ± 1,58

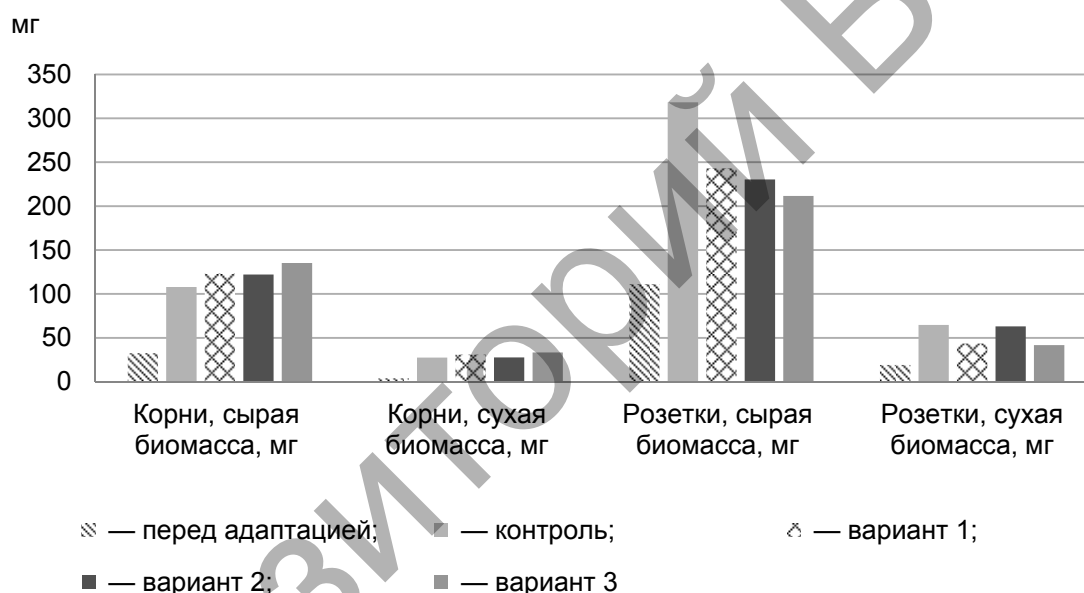


Рисунок 2. — Биометрические показатели растений-регенерантов земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) на этапе адаптации к нестерильным условиям: перед адаптацией — растения на искусственной питательной среде *in vitro* под люминесцентными лампами; контроль — люминесцентные лампы белого света Cool Daylight (765 нм)

Figure 2. — Biometric features of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) plants-regenerants at the stage of adaptation to non-sterile conditions: before adaptation — plants on an artificial nutrient medium *in vitro* under fluorescent lamps; control — fluorescent lamps of white light Cool Daylight (765 нм)

адаптации к новому типу субстрата. Однако увеличение общего числа корней говорит, что растения успешно адаптируются за счет образования новых корней. Существенный прирост длины корневой системы можно отметить только для контрольного варианта и варианта 1, который характеризуется большей долей синего света. Высота розетки также значительно увеличилась во всех вариантах, при этом наибольшие значения данного параметра характерны для контрольного варианта ($5,2 \pm 0,36$ см) и варианта 2 ($5,18 \pm 0,24$ см)

с близкими спектральными составами (соотношение красной области спектра к синей — 1:1). При этом максимальное количество листьев сформировалось у растений-регенерантов, выращиваемых в условиях первого варианта освещения ($14,1 \pm 1,03$ шт.). Кроме того, увеличение доли синего спектра света также способствует морфогенезу листового аппарата, при этом растения варианта 3 отличались меньшей высотой розетки ($4,0 \pm 0,38$ см).

На рисунке 2 представлены данные о сырой и сухой биомассе растений-регенерантов земляники садовой после адаптации в течение 30 дней в условиях *ex vitro*. Полученные данные хорошо согласуются с морфометрическими параметрами. Так, существенное увеличение как сырой, так и сухой биомассы наблюдалось у всех биологических объектов под всеми экспериментальными вариантами освещения. При этом несколько больший сырой вес корней отмечался у растений-регенерантов, культивируемых под светодиодным освещением, в сравнении с контрольной группой. Однако наибольшая сырая и сухая масса надземной части микрорастений, напротив, отмечалась для контрольных растений. При этом по сухой массе лидировали варианты с соотношением красной части спектра к синей 1:1 — контроль (64,7 мг) и вариант 2 (63,1 мг).

Спустя 30 дней растения-регенеранты земляники садовой постепенно адаптировали к лабораторным условиям с более низкой влажностью. У растений были измерены вышеуказанные биометрические показатели (таблица 3 и рисунок 3). Количество корней первого порядка и длина корневой системы в ходе вегетации растений-регенерантов в лабораторных условиях достоверно не изменились, что характерно для всех вариантов освещения. Тем не менее, количество корней 2-го порядка увеличилось во всех вариантах, а особенно в контрольном ($7,0 \pm 3,61$ шт.) и варианте с белым светом ($15,0 \pm 2,64$ шт.). Полученные данные говорят, что дальнейшее развитие корневой системы, после адаптации растений к нестерильным условиям, идет не за счет образования новых корней 1-го порядка, а за счет ветвления уже имеющихся. Увеличение объема корневой системы растений наиболее активно протекает в условиях белого светодиодного освещения.

Строение микророзетки в ходе адаптации к новым условиям среды также претерпело значительные изменения. Листья растений-регенерантов, образованные в культуральном сосуде, пожухли, однако на их месте образовались новые, с характерной для земляники тройчатой формой. В силу этого количество листьев сократилось по сравнению с предыдущим этапом для всех вариантов, особенно для варианта 1. Вместе с тем, достоверных различий между вариантами на данном выявить этапе не удалось. Высота розетки также несколько уменьшилась во всех вариантах, что связано с образованием новых листьев, которые имеют более толстые и короткие черешки.

Т а б л и ц а 3. — Влияние света искусственных диодов различного спектрального состава света на биометрические показатели растений-регенерантов земляники садовой (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) при выращивании в лабораторных условиях, * — значения достоверно отличаются от контрольных

T a b l e 3. — The effect of different spectral composition LED light on the biometric features of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) plants-regenerants growing under laboratory conditions, * — values are significantly different from the control

Вариант	Количество корней 1-го порядка, шт.	Количество корней 2-го порядка, шт.	Длина корневой системы, см	Высота розетки, см	Количество листьев, шт.
Контроль	$12,6 \pm 3,06$	$7,0 \pm 3,61$	$3,0 \pm 0,81$	$3,7 \pm 0,61$	$8,0 \pm 2,0$
Вариант 1	$8,0 \pm 1,73$	$6,0 \pm 1,73$	$3,9 \pm 0,51$	$3,3 \pm 0,76$	$7,7 \pm 1,15$
Вариант 2	$8,0 \pm 1,0$	$15,0^* \pm 2,64$	$3,6 \pm 0,80$	$3,9 \pm 0,25$	$6,3 \pm 1,52$
Вариант 3	$10,0 \pm 1,73$	$5,0 \pm 1,00$	$2,8 \pm 0,25$	$3,6 \pm 0,29$	$6,0 \pm 1,0$

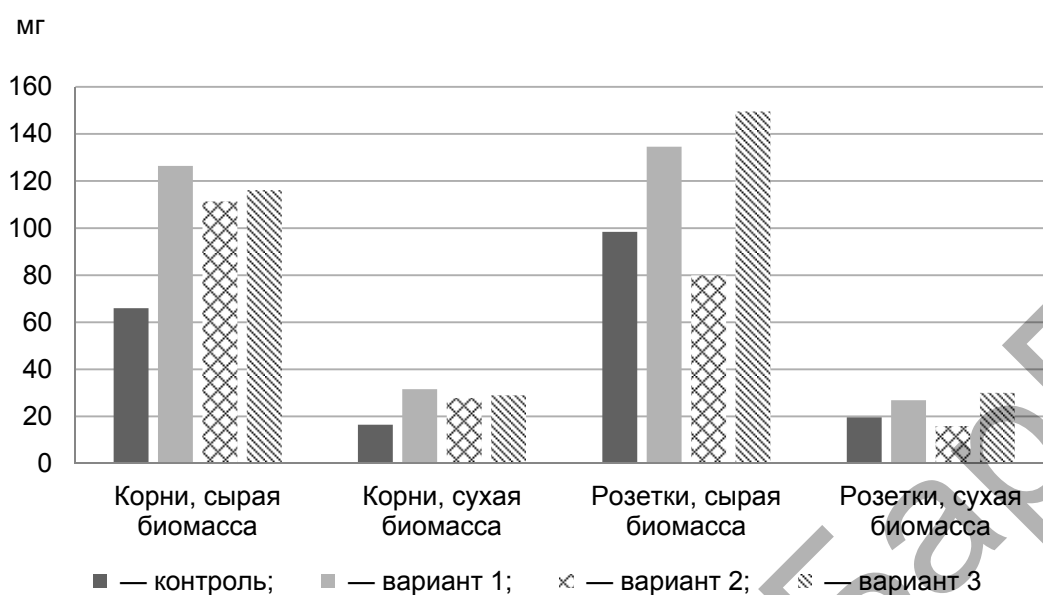


Рисунок 3. — Биометрические показатели растений — регенерантов земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) в лабораторных условиях: контроль — люминесцентные лампы белого света Cool Daylight (765 нм)

Figure 3. — Biometric features of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) plants-regenerants under laboratory conditions: control — fluorescent lamps of white light Cool Daylight (765 nm)

На рисунке 3 представлены средние значения сырой и сухой биомассы растений-регенерантов после 30 дней выращивания в лабораторных условиях. Как видно из представленных данных, у растений земляники садовой в контрольном варианте значительно уменьшилась как сухая, так и сырая биомасса. В то же время у растений под светодиодным освещением биомасса корней значимых изменений не претерпела, а масса розеток снизилась, что можно объяснить отмиранием старых и образованием на их месте новых листьев. При этом стоит отметить, что увеличение доли синего спектра света стимулирует развитие корневой системы, а красного — листьев, хотя на первом этапе адаптации в условиях повышенной влажности развитие листового аппарата шло более активно под LED-облучателями с большей долей синего спектра света.

Заключение. Экспериментально установлено, что свет искусственных диодов может быть успешно использован на этапе укоренения и адаптации растений-регенерантов земляники садовой ремонтантного гибрида Мерлан.

На этапе ризогенеза в условиях *in vitro* синий свет стимулирует корнеобразование и увеличение биомассы. Увеличение доли синего спектра света при переносе растений в нестерильные условия *ex vitro* с повышенной влажностью также способствовало развитию корневой системы, как за счет увеличения длины, так и количества корней. Вероятно, на фоне более развитой корневой системы растения-регенеранты при таком освещении сформировали большее количество листьев по сравнению с контролем. Однако большее накопление сухой биомассы наблюдалось у групп растений, культивируемых под белым светодиодным и люминесцентным освещением. Последующее выращивание растений в условиях постепенного снижения влажности также подтверждает эффективность использования светодиодного освещения по сравнению с люминесцентным. В данном случае бо-

лее выражено положительное воздействие синего света на корневую систему, а красного спектра — на накопление биомассы надземной части. Полученные данные могут быть использованы при разработке режима освещения на основе светодиодов для растений-регенерантов земляники садовой, что обеспечит лучшую адаптацию микроклонов к нестерильным условиям и снизит расходы на электроэнергию.

Работа выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (договор № Б18М-147).

Список цитируемых источников

1. Криворот, А. М. Влияние способа содержания почвы на лежкоспособность ягод земляники садовой / А. М. Криворот, Г. А. Новик // Теория и практика современного ягодоводства: от сорта до продукта : материалы Междунар. науч. конф., Самохваловичи, 16—18 июля 2014 г. / РУП «Ин-т плодородия». — Самохваловичи, 2014. — С. 233—237.
2. Пищевая ценность плодов перспективных сортов земляники / М. Ю. Акимов [и др.] // Вопросы питания. — 2019. — № 88 (2). — С. 64—72.
3. Говорова, Г. Ф. Земляника: прошлое, настоящее, будущее / Г. Ф. Говорова, Д. Н. Говоров. — М. : Росинформагротех, 2004. — 348 с.
4. Kähkönen, M. P. Berry phenolics and their antioxidant activity / M. P. Kähkönen, A. I. Hopia, M. Heinonen // J. Agricult. Food Chem. — 2001. — Vol. 49. — P. 4076—4082.
5. Da Silva, F. L. Anthocyanin pigments in strawberry / F. L. Da Silva, M. T. Escribano-Bailon, J. Alonso // LWT — Food Sci. and Technol. — 2007. — Vol. 40 (2). — P. 374—382.
6. Фитофтороз земляники / И. Н. Александров [и др.] // Защита и карантин растений. — 2007. — № 5. — С. 32—35.
7. Комплексная устойчивость сортов земляники к болезням и вредителям / Г. Ф. Говорова [и др.] // Защита и карантин растений. — 2012. — № 9. — С. 23—24.
8. Никонович, Т. В. Биотехнология в растениеводстве : курс лекций / Т. В. Никонович, А. Н. Иванистов, В. В. Французёнок. — Горки : БГСХА, 2017. — 84 с.
9. Микроклональное размножение земляники садовой / О. В. Мацнева [и др.] // Селекция и сорторазведение садовых культур. — 2017. — Т. 4, № 1—2. — С. 93—96.
10. Мацнева, О. В. Оптимизация сроков введения земляники в культуру *in vitro* [Электронный ресурс] / О. В. Мацнева, Л. В. Ташматова // Современное садоводство. — 2018. — № 2 (26). — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-srokov-vvedeniya-zemlyaniki-v-kulturu-invitro> — Дата доступа: 19.06.2019.
11. Шпак, М. Ю. Метод культуры *in vitro* как перспективный способ сохранения редких видов и получения высококачественного, оздоровленного посадочного материала культурных растений / М. Ю. Шпак, Е. А. Петровская, Е. А. Маркова // Содружество наук. Барановичи — 2017 : материалы XIII Междунар. науч.-практ. конф. молодых исследователей, г. Барановичи, 18—19 мая 2017 г. — Барановичи : БарГУ, 2018. — С. 180.
12. Линник, Т. А. Повышение эффективности способов размножения сортов земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.), характеризующейся низкой усообразующей способностью : дис. ... канд. с/х наук : 06.01.05 / Т. А. Линник ; ФГБНУ ВНИИО. — М., 2014. — 141 л.
13. Кутас, Е. Н. Адаптация регенерантов интродуцированных сортов голубики высокой и брусники обыкновенной, регенерированных в культуре *in vitro*, к условиям *ex vitro* / Е. Н. Кутас // Голубиководство в Беларуси: итоги и перспективы : материалы Респ. науч.-практ. конф. (17 авг. 2012 г., Минск, Беларусь). — Минск, 2012. — С. 29—35.
14. Бородулина, И. Д. Адаптация растений-регенерантов земляники садовой сорта Московский деликатес к условиям *ex vitro* / И. Д. Бородулина, Т. В. Плаксина // Acta Biologica Sibirica. — 2015. — No 1-2. — С. 74—84.
15. Маркова, М. Г. Влияние питательной среды и спектрального состава света на размножение земляники *in vitro* / М. Г. Маркова, Е. Н. Сомова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. — 2018. — Т. 63, № 2. — С. 35—41.
16. Исследование влияние светодиодного освещения на рост и развитие растений / А. Ю. Хомяков [и др.] // Электронные средства и системы управления. — 2015. — № 1. — С. 259—262.
17. Yeh, N. Light-emitting diodes' light qualities and their corresponding scientific applications / N. Yen, T. J. Ding, P. Yeh // Renewable and Sustainable Energy Reviews. — 2015. — Vol. 51. — P. 55—61.

18. Gupta, S. D. Fundamentals and applications of light emitting diodes (LEDs) in in vitro plant growth and morphogenesis / S. D. Gupta, B. Jatothu // Plant Biotechnology Reports. — 2013. — Vol. 7. — P. 211—220.
19. Responses of strawberry plantlets cultured in vitro under superbright red and blue light emitting diodes (LEDs) / D. T. Nhut [et al.] // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. — 2003. — Vol. 73 (1). — P. 43—52.
20. LED light for in vitro and ex vitro efficient growth of economically important highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) / C. D. Hung [et al.] // Acta Physiologia Plantarum. — 2016. — Vol. 38. — P. 152.
21. Шпак, М. Ю. Особенности развития растений-регенерантов земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) в культуре in vitro при различном освещении / М. Ю. Шпак, Т. В. Никонович / Вестник БГСХА. — 2015. — № 3. — С. 73—78.
22. Шпак, М. Ю. Изучение влияния света искусственных диодов различного спектрального состава на ризогенез земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) в культуре in vitro / М. Ю. Шпак // Техника и технологии: инновации и качество : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., г. Барановичи, 19 дек. 2017 г. — Барановичи : БарГУ, 2018. — 176 с.
23. Высоцкий, В. А. Спектральный состав света как регуляторный фактор при клональном микро-размножении ягодных растений / В. А. Высоцкий // Плодоводство и ягодоводство России : сб. науч. работ. — М. : ВСТИСП, 2016. — Т. XXXIV. — С. 126—130.
24. Мороз, Д. С. Влияние света светодиодных осветителей различного спектрального состава на адаптацию растений-регенерантов земляники садовой *Fragaria × Ananassa* Duch. к нестерильным условиям / Д. С. Мороз, М. Ю. Шпак, Е. А. Петровская // Перспективы развития науки в современном мире : материалы XV Междунар. науч.-практ. конф. (г. Уфа, 7 марта 2019 г.). — Уфа : Дендра, 2019. — С. 101—107.

References

1. Krivorot A. M., Novik G. A. Vliyaniye sposoba soderzhaniya pochvy na lezhkosposobnost' yagod zemlyaniki sadovoy [Teoriya i praktika sovremennogo yagodovodstva: ot sorta do produkta: materialy mezhdunar. nauch. konf., Samokhvalovich, 16-18 iyulya 2014 g.]. RUP "In-t plodovodstva", Samokhvalovich, 2014. P. 233—237.
2. Akimov M. Y. [et. al] Pishchevaya tsennost plodov perspektivnykh sortov zemlyaniki [Voprosy pitaniya] 2019. No 88 (2). P. 64—72.
3. Govorova G. F., Govorov D. N. Zemlyanika: proshloye, nastoyashcheye, budushcheye. M.: FGNU Rosinformagrotekh, 2004. 348 p.
4. Kähkönen M. P., Hopia A. I., Heinonen M. Berry phenolics and their antioxidant activity // J. Agricult. Food Chem., 2001. Vol. 49. P. 4076—4082.
5. Da Silva F. L., Escribano-Bailon M. T., Alonso J. Anthocyanin pigments in strawberry // LWT Food Sci. and Technol. 2007. Vol 40(2). P. 374—382.
6. Aleksandrov I. N. [et al.]. Fitoftoroz zemlyaniki [Zashchita i karantin rasteniy]. 2007. № 5. Pp. 32—35.
7. Govorova G. F., Govorov D. N., Govorov V. N., Bulanov A. Y. Kompleksnaya ustoychivost' sortov zemlyaniki k boleznyam i vreditelyam // Zashchita i karantin rasteniy. 2012. No 9. P. 23—24.
8. Nikonovich T. V., Ivanistov A. N., Frantsuzonok V. V. Biotekhnologiya v rasteniyevodstve: kurs lektsiy [Gorki : BGSKHA]. 2017. 84 p.
9. Matsneva O. V., Tashmatova L. V., Orlova N. Y., Shakhov V. V. Mikroklonal'noye razmnozheniye zemlyaniki sadovoy [Selektsiya i sortorazvedeniye sadovykh kul'tur.]. 2017. Vol. 4, № 1—2. P. 93—96.
10. Matsneva O. V., Tashmatova L. V. Optimizatsiya srokov vvedeniya zemlyaniki v kul'turu in vitro [Electronic resource] // Sovremennoye sadovodstvo. 2018. No 2 (26). Mode of access: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-srokov-vvedeniya-zemlyaniki-v-kulturu-invitro>. Data of access: 19.06.2019.
11. Shpak M. Y., Petrovskaya E. A., Markova E. A. Metod kul'tury in vitro kak perspektivnyy sposob sokhraneniya redkikh vidov i polucheniya vysokokachestvennogo, ozdorovlennogo posadochnogo materiala kul'turnykh rasteniy [XIII Mezhdunarodnaya nauchno prakticheskaya konferentsiya molodykh issledovatelye "Sodruzhestvo nauk. Baranovich — 2017", g. Baranovich, 18—19 maya 2017 g.]. 2017. P. 180.
12. Linnik T. A. Povysheniye effektivnosti sposobov razmnozheniya sortov zemlyaniki sadovoy (*Fragaria × ananassa* Duch.), kharakterizuyushchiysya nizkoy usobrazuyushchey sposobnost'yu : dis. na soisk. uchen. step. kand. sel'khoz. nauk (06.01.05) [FGBNU VNIIO]. Moscow, 2014. 141 p.
13. Kutas E. N. Adaptatsiya regenerantov introdutsirovannykh sortov golubiki vysokoy i brusniki obyknovennoy, regenerirovannykh v kul'ture in vitro, k usloviyam ex vitro [Golubikovodstvo v Belarusi: itogi i perspektivy. Materialy Respublikanskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii (17 avgusta 2012 g., Minsk, Belarus')]. Minsk, 2012. P. 29—35.
14. Borodulina I. D., Plaksina T. V. Adaptatsiya rasteniy-regenerantov zemlyaniki sadovoy sorta moskovskiy delikates k usloviyam ex vitro // Acta Biologica Sibirica. 2015. No 1-2. P. 74—84.

15. Markova M. G., Somova E. N. Vliyaniye pitatel'noy sredy i spektral'nogo sostava sveta na razmnozheniye zemlyaniki *in vitro* // Agrarnaya nauka Yevro-Severo-Vostoka. 2018. T. 63. No 2. P. 35—41.
16. Khomyakov A. Y., Tuyev V. I., Gasanova T. T., Neznamova E. G. Issledovaniye vliyaniye svetodiodnogo osveshcheniya na rost i razvitiye rasteniy // Elektronnyye sredstva i sistemy upravleniya. 2015. No 1. P. 259—262.
17. Yen N., Ding T. J., Yeh P. Light-emitting diodes' light qualities and their corresponding scientific applications // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2015. Vol. 51. P. 55—61.
18. Gupta S. D., Jatothu B. Fundamentals and applications of light emitting diodes (LEDs) in *in vitro* plant growth and morphogenesis // Plant Biotechnology Reports. 2013. Vol. 7. P. 211—220.
19. Nhut D. T. [et al.]. Responses of strawberry plantlets cultured *in vitro* under superbright red and blue light emitting diodes (LEDs) // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 2003. Vol. 73 (1). P. 43—52.
20. Hung C. D. [et al.]. LED light for *in vitro* and *ex vitro* efficient growth of economically important highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) // Acta Physiologia Plantarum. 2016. Vol. 38. P. 152.
21. Shpak M. Y., Nikonovich T. V. Osobennosti razvitiya rasteniy-regenerantov zemlyaniki sadovoy (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) v kul'ture *in vitro* pri razlichnom osveshchenii // Vestnik BGSKHA, 2015. No 3. P. 73—78.
22. Shpak M. Y. Izucheniye vliyaniya sveta iskusstvennykh diodov razlichnogo spektral'nogo sostava na rizogenez zemlyaniki sadovoy (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) v kul'ture *in vitro* [Tekhnika i tekhnologii: innovatsii i kachestvo. Materialy IV Mezhd. nauch.-prakt. konf., g. Baranovichi, 19 dek. 2017 g.]. 2018. P. 176.
23. Vysotskiy V. A. Spektral'nyy sostav sveta kak regul'yatornyy faktor pri klonal'nom mikrorazmnozhenii yagodnykh rasteniy [Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii: sb. nauch. rabot]. M.: VSTISP. 2016. T. XXXIV. P. 126—130.
24. Moroz D. S., Shpak M. Y., Petrovskaya E. A. Vliyaniye sveta svetodiodnykh osvetiteley razlichnogo spektral'nogo sostava na adaptatsiyu rasteniy-regenerantov zemlyaniki sadovoy *Fragaria* × *Ananassa* Duch. k nesteril'nyim usloviyam [Perspektivy razvitiya nauki v sovremennom mire: Sbornik statey po materialam XV mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (7 marta 2019, Ufa)]. Ufa: Dendra, 2019. P. 101—107.

The article presents data on different composition LED lighting effect on the regenerated strawberry plants adaptation to non-sterile conditions. It was shown that LED light can be successfully used at the stage of rooting and adaptation of strawberry plants-regenerants remontant hybrid Merlan. At the stage of rhizogenesis *in vitro*, blue light stimulates root formation and biomass increase. The increase in the share of the blue light spectrum, when transferring plants to non-sterile *ex vitro* conditions with high humidity, also contributed to the development of the root system, both by increasing the length and number of roots. Probably, against the background of a more developed root system, regenerated plants under such illumination formed a larger number of leaves as compared with the control. The subsequent cultivation of plants under conditions of a gradual decrease in humidity also confirms the efficiency of using LED lighting in comparison with a fluorescent lamp. However, the positive effect of blue light on the root system is more pronounced, and the red spectrum effect is more significant for the aerial part biomass accumulation.

The research was supported by the Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research (agreement No B18M-147).

Поступила в редакцию 02.07.2019

UDC 551.734.3; 567.42 (476)⁸**D. P. Plax**

Belarusian National Technical University, Ministry of Education of the Republic of Belarus,
Nezavisimosti Ave., 65, 220013 Minsk, Republic of Belarus, +375 (17) 292 77 84, agnatha@mail.ru

A NEW SPECIES OF THE ACANTHODIAN FISH FROM THE KOSTYUKOVICHI REGIONAL STAGE (MIDDLE DEVONIAN, EIFELIAN) OF BELARUS

A new species of the acanthodian of *Cheiracanthoides pinskensis* sp. nov. has been described on the basis of some isolated scales from the Kostyukovich deposits of the Eifelian Stage of the Middle Devonian of Belarus. The photographs of the external appearance of the scales and their thin sections are given in the Plates. Additionally, the paper presents the data of the associated organic remains found together with the scales of the new acanthodian representative. A detailed lithological description of the enclosing rocks is also provided. The correlation of the Kostyukovich deposits of Belarus with the coeval sediments widespread in the adjacent territories is given. The described new species complements the taxonomic composition of the ichthyofauna known from the deposits of the Upper Eifelian of the Middle Devonian of the west of the East European platform.

Key words: Belarus; acanthodians; *Cheiracanthoides pinskensis* sp. nov.; Kostyukovich Regional Stage; Eifelian; Middle Devonian; scales.

Table 1. Fig. 23. Ref.: 35 titles.

Д. П. Плакс

Белорусский национальный технический университет, Министерство образования Республики Беларусь,
пр. Независимости, 65, 220013 Минск, Республика Беларусь, +375 (17) 292 77 84, agnatha@mail.ru

НОВЫЙ ВИД АКАНТОДОВОЙ РЫБЫ ИЗ КОСТЮКОВИЧСКОГО ГОРИЗОНТА (СРЕДНИЙ ДЕВОН, ЭЙФЕЛЬ) БЕЛАРУСИ

Из отложений костюковичского горизонта эйфельского яруса среднего девона Беларуси описан новый вид акантода *Cheiracanthoides pinskensis* sp. nov. на основе изолированных чешуй. Фотографии внешнего вида чешуй и их шлифов приводятся в фототаблицах. Отдельно в статье указываются данные по сопутствующим органическим остаткам, обнаруженным совместно с чешуями этого нового представителя акантодов. Дополнительно дается подробная литологическая характеристика вмещающих пород. Приводится корреляция костюковичских отложений Беларуси с одновозрастными образованиями, широко развитыми на сопредельных территориях. Описанный новый вид дополняет таксономический состав ихтиофауны, известной из отложений верхнего эйфеля среднего девона запада Восточно-Европейского платформы.

Ключевые слова: Беларусь; акантоды; *Cheiracanthoides pinskensis* sp. nov.; костюковичский горизонт; эйфельский ярус; средний девон; чешуи.

Табл. 1. Рис. 23. Библиогр.: 35 назв.

Introduction. In the Devonian deposits of Belarus the acanthodian skeletal elements are usually represented by isolated scales and fin spines. V. N. Karatajūtė-Talimaa and L. A. Lyarskaya were the first researchers who initiated their study within the country territory. In the early seventies of the past century they determined for the first time the acanthodian remains in the Lower and Middle Devonian deposits and made their identifications [1—3]. However, the most detailed study of the diversity of the Early and Middle Devonian acanthodians of Belarus and an analysis of their assemblages for the stratigraphic purposes had been carried out by J. J. Valiukevičius from the beginning of the eighties of the 20th century till 2000 [4—12]. As a result of these studies a zonal subdivision of the Lower and Middle Devonian deposits of Belarus

was developed on the basis of the acanthodians [11; 12]. In 2002 the author of this paper began the study of various Devonian ichthyofauna representatives including the acanthodians. The study of the Middle Devonian acanthodians in the territory of Belarus by the earlier researchers over a rather long period of time does not exclude the discovery of their new taxa. The repeated study of some acanthodian scales from the Kostyukovich deposits of Belarus has demonstrated that the scales previously defined by the author as *Cheiracanthoides* sp. [13] refer to a new species.

It is also worth noting that the genus *Cheiracanthoides* known only from scales and it is characterized by a rather wide distribution throughout the world. The separate scales of this genus are found in the deposits of the Upper Silurian, Lower and Middle Devonian in the territory of the Baltic States, Belarus, Russia, Ukraine, Poland, Germany, Spitsbergen, Canada, USA, China, Australia and some other countries. The description of a new species of this genus of acanthodians is presented below.

Geological setting and stratigraphy. The deposits of the Kostyukovich Regional Stage are rather widespread in the territory of Belarus [14; 15]. These are exposed in numerous boreholes within the southern part of the Baltic Syncline, in the territory of the Orsha Depression, within the Latvian, Zhlobin and Bragin—Loyev Saddles, within the limits of the Vileyka and Bobruysk Buried Ridges of the Belarusian Antecline, in the territory of the northwestern slope of the Voronezh Antecline and within the Pripyat Trough. According to the latest Stratigraphic Chart of the Devonian deposits of Belarus (2010) [15] and the paper by T. G. Obukhovskaya with co-authors [16], dedicated to the substage division of the deposits of the Eifelian Stage of the Middle Devonian of Belarus, the deposits of Kostyukovich Regional Stage belong to the Upper Substage of the Eifelian Stage of the Middle Devonian.

These deposits correspond in their miospores composition to the *Rhabdosporites langii* — *Chelinospora timanica* zone [15], in the acanthodians — to the *Nostolepis kernavensis* zone [5; 11; 12; 17; 18], and in the conodonts — to the *Polygnathus xylus ensensis* zone [19] (Table 1). Within the territory of the Volyn-Podolia region an age analogue of the Kostyukovich Regional Stage are the sediments of the Veliky Most Subformation of the lower part of the Lopushany Formation of the Eifelian Stage [20—22], in the territory of the central Russia — the deposits of the Chernyi Yar Regional Stage of the Eifelian Stage [12; 23], and in the territory of the Baltic States — the sediments of the Kernavé Regional Substage of the Narva Regional Stage of the Eifelian Stage [5; 24; 25].

Table 1. — The Upper Eifelian deposits of Belarus and their correlation with the synchronous deposits in the adjacent territories (according to [15; 16], with minor clarifications)

Таблица 1. — Верхнеэйфельские отложения Беларуси и их корреляция с одновозрастными образованиями на сопредельных территориях (согласно [15; 16], с небольшими уточнениями)

System	Series	Stage	Substage	Standard Conodont Zone	Belarus		Regional zones		Main Devonian Field (Baltic)	Central Devonian Field (Russia)	Volyn-Podolia region (Ukraine)
					Regional Superstage	Regional Stage	Miospores	Acanthodians			
Devonian	Middle	Eifelian	Upper	<i>Polygnathus xylus ensensis</i>	Narva	Kostyukovich	<i>Rhabdosporites langii</i> – <i>Chelinospora timanica</i>	<i>Nostolepis kernavensis</i>	Kernavé	Chernyi Yar	Veliky Most

So, fifteen scales of a new acanthodian species were found in the Pinsk 26 borehole (Figure 1) drilled within the northwesternmost part of the Turov Centrocline of the Pripyat Trough in the depth range of 420.1—422.4 m in the grey, greenish-grey, creamy-grey, dirty-grey, unclearly layered, strong, massive, platy, fine-grained, in places, cryptocrystalline, finely porous and slightly fissured clayey dolomites belonging to the deposits of the Kostyukovich Regional Stage. Some worm tubules of *Spirorbis* sp., scolecodonts, isolated corals, numerous shell fragments of the articulate and inarticulate brachiopods, some shell fragments of the bivalves, crinoid segments, numerous conodonts of *Polygnathus* sp., *P. linguiformis klapperi* Clausen, Leuteritz et Ziegler, 1979, *P. linguiformis linguiformis* Hinde, 1879, *Tortodus* sp., *Icriodus* sp., *I. stephensoni* Sparling, 1983, *I. orri* Barrick et Klapper, 1983, *I. struvei* Weddige, 1977, *Belodella* sp., *Neopanderodus* sp., as well as the ichthyofauna remains represented by small fragments of an articular process of *Antiarcha* gen. indet., a spinal plate of *Actinolepis* sp., the scales of *Cheiracanthoides proprius* Valiukevičius, 1985, *Cheiracanthus* sp., *C. brevicostatus* Gross, 1973, *Markacanthus costulatus*

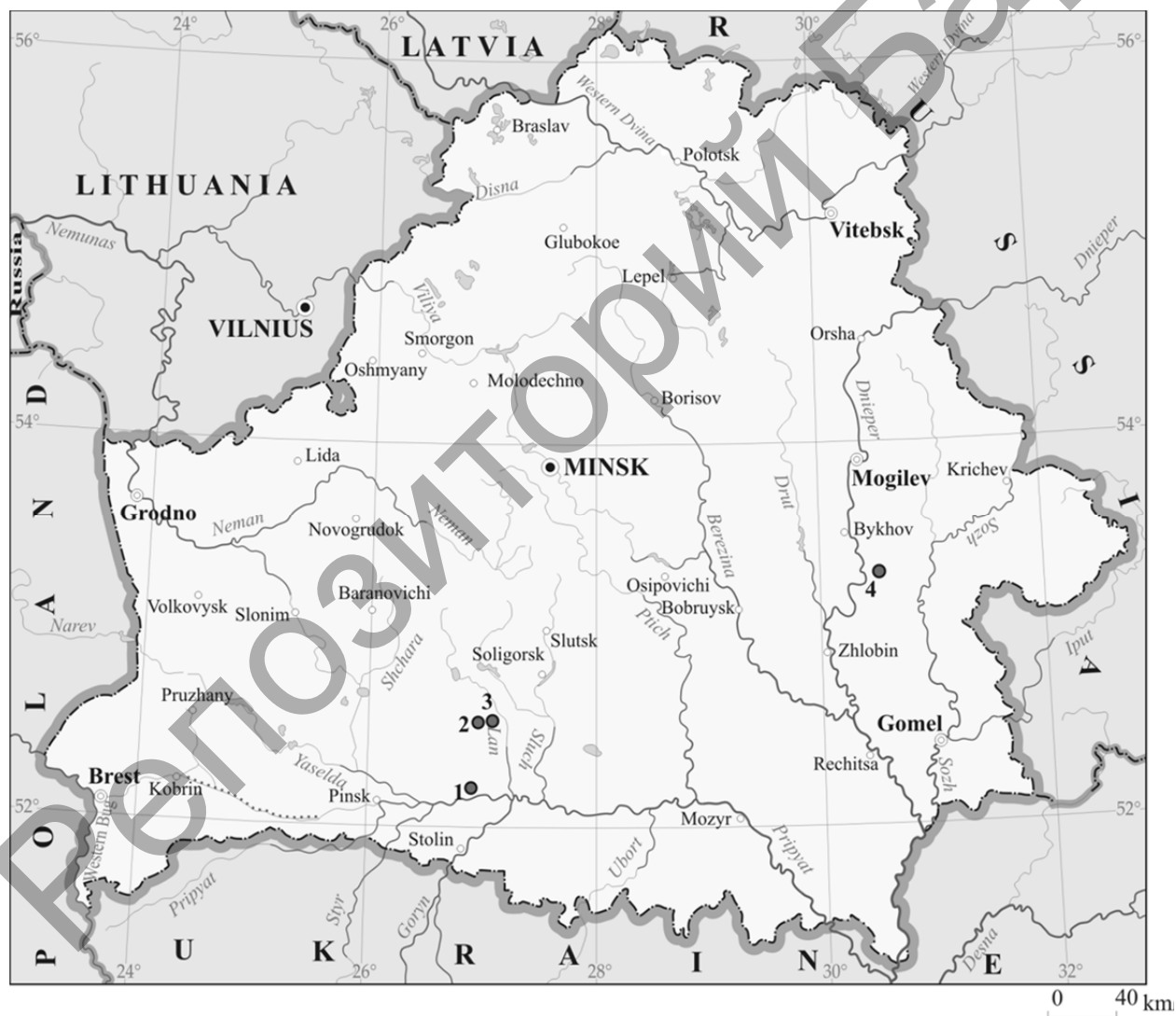


Figure 1. — Map of the location of the borehole sections where the scales of a new representative of the acanthodian fish were found. Boreholes: 1 — Pinsk 26; 2 — Pinsk 10; 3 — Zhitkovichi 2; 4 — Bykhov 1

Рисунок 1. — Карта расположения разрезов скважин, в которых были найдены чешуи нового представителя акантодов. Скважины: 1 — Пинск 26; 2 — Пинск 10; 3 — Житковичи 2; 4 — Быхов 1

Valiukevičius, 1985, *Ptychodictyon* sp., “*Acanthoides*” sp., *Karksilepis* sp., Chondrichthyes indet., Osteolepididae gen. indet., *Orvikuina* sp., *O. vardiaensis* Gross, 1953, “*Moythomasia*” sp., Actinopterygii indet., teeth of Sarcopterygii indet., Actinopterygii indet. and indefinable skeletal elements of Osteichthyes indet. were also found in these clayey dolomites [13; 26]. In the Pinsk 10 borehole (Figure 1) confined to the southwestern part of the Starobin Centrocline of the Pripyat Trough more than fifteen scales of the new taxon described below were found in the depth range of 241.6—245.2 m in grey, light grey, pelitomorphic, platy, strong, massive, in places, with rare solution cavities, unclearly layered clayey dolomites belonging to the deposits of the Kostyukovich Regional Stage. Along with them some rare fragments of the lingulid shells, rare scolecodonts, tubules of the worms of *Spirorbis* sp., some segments of the crinoids, conodonts and vertebrates represented by the dentine tubercles of *Ganosteus* sp., a tritor of Ptyctodontida gen. indet., the scales of *Cheiracanthus* sp., *C. brevicostatus* Gross, 1973 *Cheiracanthoides proprius* Valiukevičius, 1985, “*Acanthoides*” sp., Osteolepididae gen. indet., *Orvikuina* sp., *O. vardiaensis* Gross, 1953, Actinopterygii indet., the teeth of *Onychodus* sp., Sarcopterygii indet. and Actinopterygii indet. were also found in these clayey dolomites [13; 26]. Five scales of a new representative of the acanthodians were found in the Zhitkovichi 2 borehole (Figure 1) drilled in the southwestern part of the Starobin Centrocline of the Pripyat Trough in the depth range of 190.5—191.0 m in the light grey, platy, strong, massive, unclearly layered clayey dolomites belonging to the deposits of the Kostyukovich Regional Stage. Together with them small plate fragments of *Schizosteus striatus* (Gross, 1933), the scales of *Cheiracanthus longicostatus* Gross, 1973, *Orvikuina vardiaensis* Gross, 1953 and Actinopterygii indet. were also found in these clayey dolomites [13; 27]. And finally, two scales of a new species of acanthodians were discovered in the Bykhov 1 borehole (Figure 1) drilled in the Orsha Depression and Zhlobin Saddle junction zone in the depth range 201.4—202.4 m in the light grey, dense, unclearly layered, platy, clayey limestones also belonging to the deposits of the Kostyukovich Regional Stage. Along with them numerous small fragments of the inarticulate brachiopod shells, rare segments of the crinoids, some single scolecodonts, one fragment of a fin spine of *Haplacanthus* cf. *marginalis* Agassiz, 1845, a few isolated scales of “*Acanthoides*” sp., *Nostolepis kernavensis* Valiukevičius, 1985, one tooth of Chondrichthyes indet., rare teeth of Onychodontidae gen. indet., some small isolated plate fragments of Placodermi indet., some scale fragments of Actinopterygii indet., *Orvikuina* sp., one indefinable bone fragment of Pisces indet., as well as the conodonts of *Icriodus stephensoni* Sparling, 1983, *Polygnathus linguiformis klapperi* Clausen, Leuteritz et Ziegler, 1979, *P. linguiformis* Hinde, 1879 and *P. webbi* Stauffer, 1938 were revealed in this interval [28].

Materials and methods. The standard rock dissolution technique with formic 5 % and acetic 9 % acids was used to recover scales from the rocks. After rock dissolving the sediment was repeatedly washed with water from the clayey particles and then dried. The dried sediment was viewed using a stereoscopic binocular microscope MBS-1. The acanthodian scales were picked manually and the selected scales were morphologically and histologically studied. The electron microphotographs of the scales were made with a microscope JSM-5610 LV (JEOL, Japan). The photographs of thin sections were taken with Axioskop 40 A Pol and B-1000POL-1 microscopes using anise oil as an immersion liquid. The photographs were processed with Adobe Photoshop CS6, the figures were created with CorelDRAW X3. The Stratigraphic Chart of the Devonian deposits of Belarus (2010) was used as the stratigraphic basis. The described specimens are stored in the Belarusian National Technical University (BNTU), Department of Mining (the collection number BNTU 2).

Results and discussion

Class ACANTHODII Owen, 1846
Order Clmatiiformes Berg, 1940
Family indeterminate
Genus *Cheiracanthoides* Wells, 1944

Diagnosis. See in papers by R. Denison [29] and J. Valiukevičius [5].

Type species. *Cheiracanthoides comptus* Wells, 1944 [30].

Remarks. The phylogenetic studies that have been recently carried out cast doubt on the assignment of the genus *Cheiracanthoides* to the Clmatiidae family and the Clmatiiformes order. Thereby, partially considering these views of the classification in this paper the genus *Cheiracanthoides* is conventionally assigned only to the Clmatiiformes order based on the characteristic external morphology of scales and the histological structure of the “*Nostolepis*” type. The additional skeletal materials are needed to substantiate the assignment of this genus to the concrete family.

Cheiracanthoides pinskensis sp. nov.

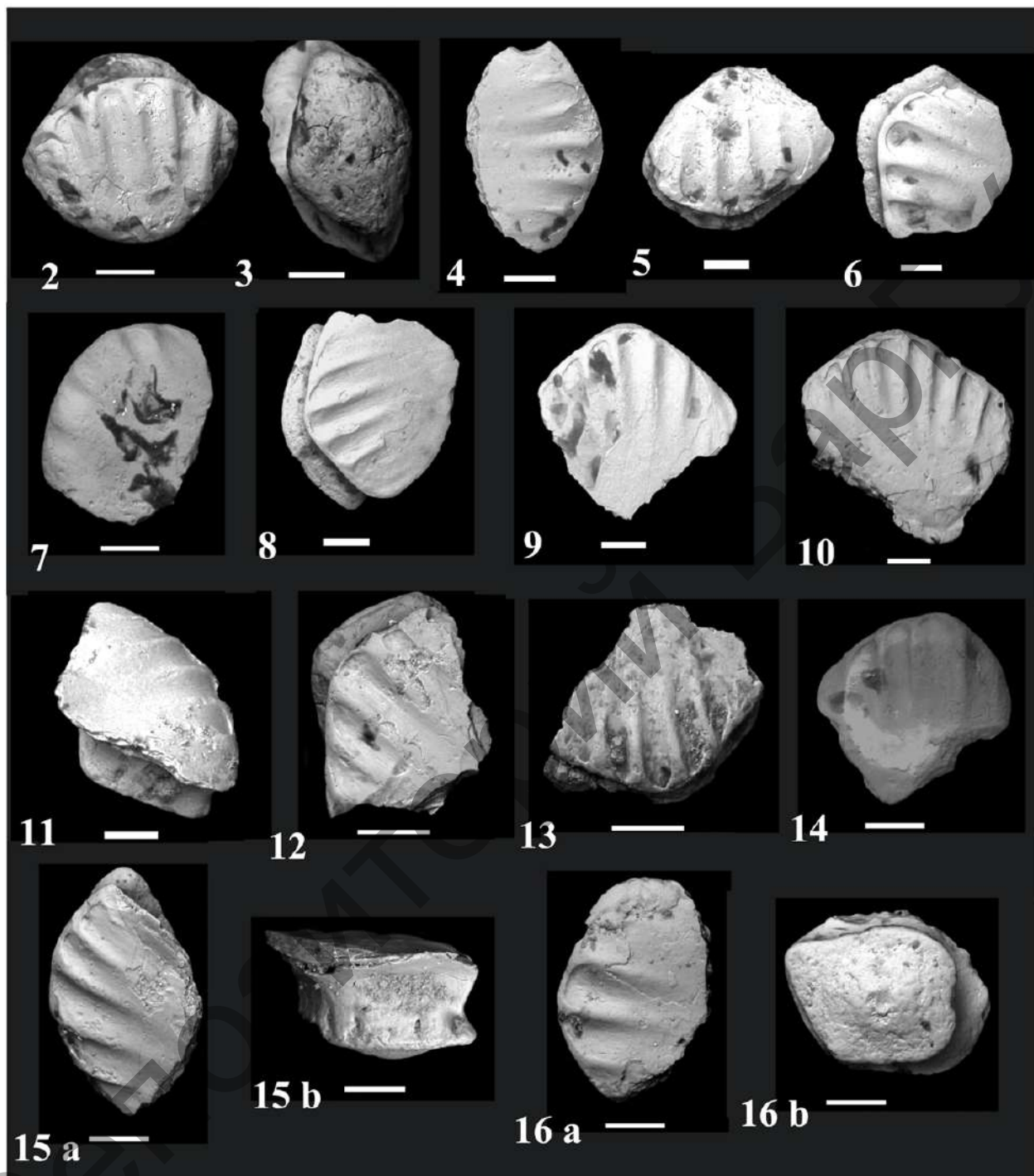
Figures 2—23

Type material. *Holotype.* Specimen № 85/7a-4d, scale (Figure 9). Pinsk 10 borehole, depth 245.2 m; northern outskirts of the village of Kormuzh, Luninets district, Brest region, Belarus; Middle Devonian, Eifelian Stage, Upper Substage, Narva Regional Superstage, Kostyukovich Regional Stage (BNTU. Department of Mining).

Paratypes. 38 scales. Pinsk 10 borehole, depth 245.2 m; northern outskirts of the village of Kormuzh, Luninets district, Brest region, Belarus; Pinsk 26 borehole, depth range of 420.1—422.4 m; near the town of Luninets, Luninets district, Brest region, Belarus; Zhitkovichi 2 borehole, depth 191.0 m; north of the village of Gotsk, Soligorsk district, Minsk region, Belarus; Bykhov 1 borehole, depth range 201.4—202.4 m, near the village of Bolshaya Zimnitsa, Slavgorod district, Mogilev region, Belarus; Middle Devonian, Eifelian Stage, Upper Substage, Narva Regional Superstage, Kostyukovich Regional Stage. Borehole № 6629, depth 180.5 m; southwestern outskirts of the village of Novostav, Volyn region, Ukraine; Middle Devonian, Eifelian Stage, Veliky Most Subformation (BNTU. Department of Mining).

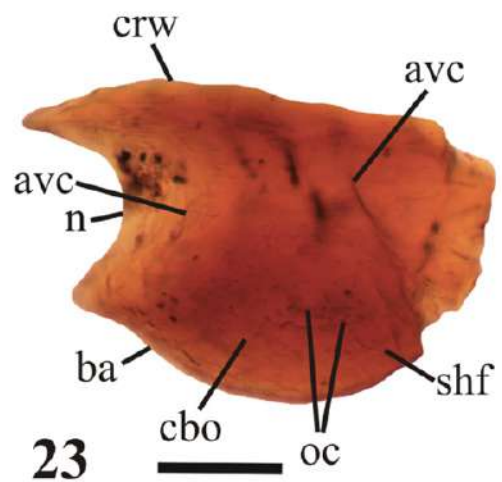
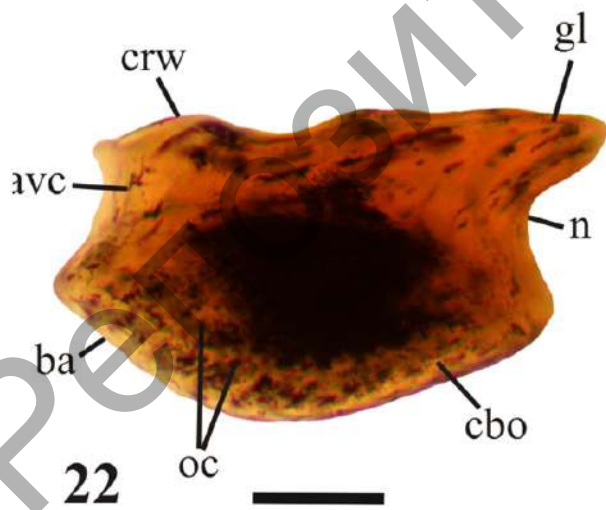
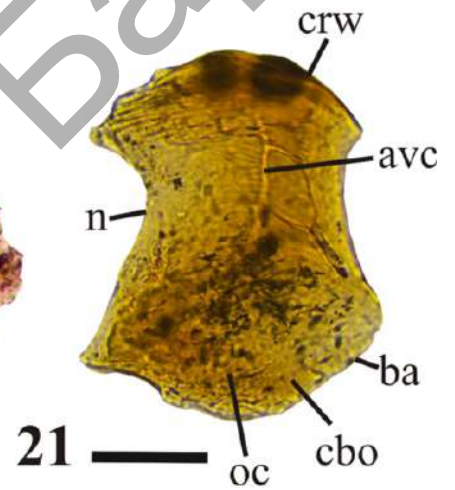
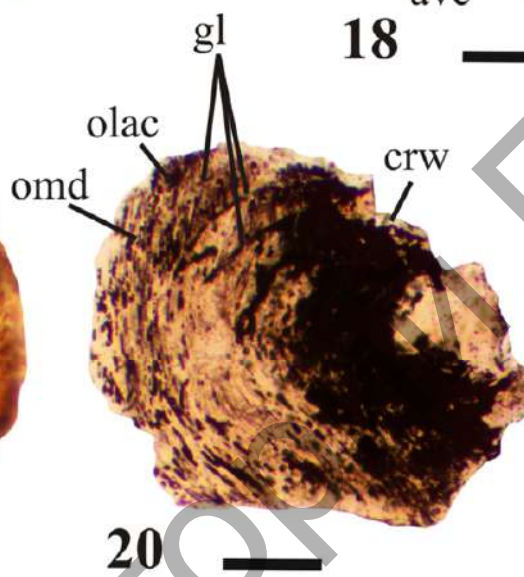
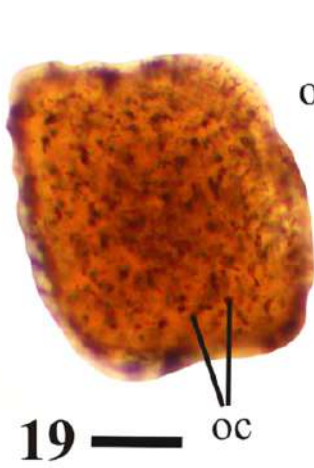
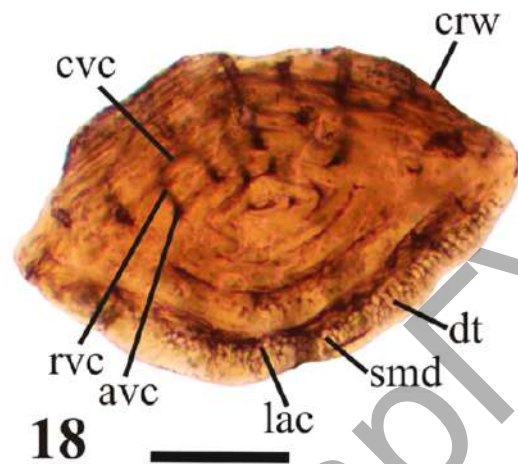
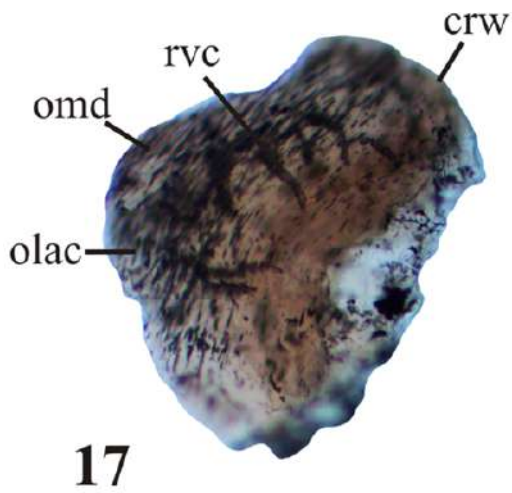
Remarks. In earlier works of the author [13, p. 26, Text-Figure 2; p. 27, Text-Figure 3; p. 35, Plate III, Figures 4, 5, 9, 10—13] and [26, Text-Figure 2; p. 38] the single scales described here as belonging to a new species were originally identified as *Cheiracanthoides* sp. because of their small number. The scales previously defined as *Cheiracanthoides proprius* Valiukevičius ([22], p. 17, Plate II, Figure 3) in the territory of Volyn region (Ukraine) in the borehole № 6629 belong to a new species.

Diagnosis. Scales up to 0.5 mm long. The crown is rhomboid, rounded-rhomboid, ovate-oblong or oval. The ridges and grooves on the crown are located fan-shaped round and clearly expressed in its anterior part, usually gradually fade out towards the central part and completely disappear in the posterior part. Along the front margin of the crown the grooves form something like a narrow border. The neck is relatively thick and of medium height. The anterolateral walls of the neck in some scales may be penetrated by few pores slightly below the midline. The base is moderately or slightly convex, rounded-rhomboid, elongated oval, elliptical, with a weakly expressed apex usually shifted forward. The crown shows up to six growth lamellae. The anterior part of the crown is composed of simple mesodentine, is penetrated with some narrow branching dentine tubules with lacunae. The posterior part of the crown is composed of the mesodentine tissue with large oriented lacunae covering the entire body of the growth lamellae. The radial, circular and ascending vascular canals are large and distinct. The neck and base are described by a moderate amount of the osteocytes.



Figures 2—16. — Scales of *Cheiracanthoides pinskensis* sp. nov. All the found scales come from the Upper Eifelian deposits of the Middle Devonian. **2** — Specimen № 57/6-1, scale in oblique crown view, × 200, Zhitkovichi 2 borehole, depth 191.0 m, Kostyukovichi Regional Stage; **3** — Specimen № 57/6-1a, scale in basal view, × 200, Zhitkovichi 2 borehole, depth 191.0 m, Kostyukovichi Regional Stage; **4** — Specimen № 41/26-1d, scale in crown view, × 180, Pinsk 26 borehole, depth 422.4 m, Kostyukovichi Regional Stage; **5** — Specimen № 41/66-1a, scale in anterior crown view, × 150, Pinsk 26 borehole, depth 415.7 m, Kostyukovichi Regional Stage; **6** — Specimen № 85/7a-4b, scale in oblique crown view, × 150, Pinsk 10 borehole, depth 245.2 m, Kostyukovichi Regional Stage; **7** — Specimen № 57/6-2, scale in crown view, × 200, crown slightly abraded; Zhitkovichi 2 borehole, depth 191.0 m, Kostyukovichi Regional Stage; **8** — Specimen № 85/7a-4a, scale in oblique crown view, × 160, Pinsk 10 borehole, depth 245.2 m, Kostyukovichi Regional Stage; **9** — Specimen № 85/7a-4d (holotype), scale in crown view, × 150, Pinsk 10 borehole, depth 245.2 m, Kostyukovichi Regional Stage; **10** — Specimen № 41/66-1q, scale in crown view, × 150, Pinsk 26 borehole, depth 415.7 m, Kostyukovichi Regional Stage; **11** — Specimen № 41/26-1b, scale in posterior crown view, × 150, Pinsk 26 borehole, depth 422.4 m, Kostyukovichi Regional Stage; **12** — Specimen № 116/16-15, scale in oblique crown view, × 250, Bykhov 1 borehole, depth 201.4 — 202.4 m, Kostyukovichi Regional Stage; **13** — Specimen № 41/66-1w, scale in anterior crown view, × 250, Pinsk 26 borehole, depth 415.7 m, Kostyukovichi Regional Stage; **14** — Specimen № 41/4a-1f, scale in crown view, × 200, Pinsk 26 borehole, depth 421.2 m, Kostyukovichi Regional Stage; **15** — Specimen № 85/7a-4s: a — scale in oblique crown view, × 180, b — scale in lateral view, × 200, Pinsk 10 borehole, depth 245.2 m, Kostyukovichi Regional Stage; **16** — Specimen № 85/7a-4w: a — scale in crown view, × 200, b — scale in basal view, × 200, Pinsk 10 borehole, depth 245.2 m, Kostyukovichi Regional Stage. All scale bars are 100 µm

Рисунки 2—16. — Чешуи *Cheiracanthoides pinskensis* sp. nov. Все найденные чешуи происходят из верхнеэйфельских отложений среднего девона. **2** — Экземпляр № 57/6-1, чешуя, вид с наклоном сверху, × 200, скважина Житковичи 2, глубина 191,0 м, костюковичский горизонт; **3** — Экземпляр № 57/6-1a, чешуя, вид снизу, × 200, скважина Житковичи 2, глубина 191,0 м, костюковичский горизонт; **4** — Экземпляр № 41/26-1d, чешуя, вид сверху, × 180, скважина Пинск 26, глубина 422,4 м, костюковичский горизонт; **5** — Экземпляр № 41/66-1a, чешуя, вид спереди сверху, × 150, скважина Пинск 26, глубина 415,7 м, костюковичский горизонт; **6** — Экземпляр № 85/7a-4b, чешуя, вид с наклоном сверху, × 150, скважина Пинск 10, глубина 245,2 м, костюковичский горизонт; **7** — Экземпляр № 57/6-2, чешуя, вид сверху, × 200, крона слегка истерта, скважина Житковичи 2, глубина 191,0 м, костюковичский горизонт; **8** — Экземпляр № 85/7a-4a, чешуя, вид с наклоном сверху, × 160, скважина Пинск 10, глубина 245,2 м, костюковичский горизонт; **9** — Экземпляр № 85/7a-4d (голотип), чешуя, вид сверху, × 150, скважина Пинск 10, глубина 245,2 м, костюковичский горизонт; **10** — Экземпляр № 41/66-1q, чешуя, вид сверху, × 150, скважина Пинск 26, глубина 415,7 м, костюковичский горизонт; **11** — Экземпляр № 41/26-1b, чешуя, вид сзади сверху, × 150, скважина Пинск 26, глубина 422,4 м, костюковичский горизонт; **12** — Экземпляр № 116/16-15, чешуя, вид с наклоном сверху, × 250, скважина Быхов 1, глубина 201,4 — 202,4 м, костюковичский горизонт; **13** — Экземпляр № 41/66-1w, чешуя, вид спереди сверху, × 250, скважина Пинск 26, глубина 415,7 м, костюковичский горизонт; **14** — Экземпляр № 41/4a-1f, чешуя, вид сверху, × 200, скважина Пинск 26, глубина 421,2 м, костюковичский горизонт; **15** — Экземпляр № 85/7a-4s, чешуя: a — вид с наклоном сверху, × 180, b — вид сбоку, × 200, скважина Пинск 10, глубина 245,2 м, костюковичский горизонт; **16** — Экземпляр № 85/7a-4w, чешуя: a — вид сверху, × 200, b — вид снизу, × 200, скважина Пинск 10, глубина 245,2 м, костюковичский горизонт. Длина всех масштабных линеек 100 µm



Figures 17—23. — Microstructure of the scales of *Cheiracanthoides pinskensis* sp. nov. **17** — horizontal section of the scale crown. Specimen № 85/7a-4z, Pinsk 10 borehole, depth 245.2 m, Kostyukovich Regional Stage; **18** — horizontal section of the scale crown. Specimen № 57/6-1a, Zhitkovichi 2 borehole, depth 191.0 m, Kostyukovich Regional Stage; **19** — scale horizontal section at the neck level. Specimen № 85/7a-4m, Pinsk 10 borehole, depth 245.2 m, Kostyukovich Regional Stage; **20** — horizontal section of the scale crown. Specimen № 41/66-1n, Pinsk 26 borehole, depth 415.7 m, Kostyukovich Regional Stage; **21** — scale vertical longitudinal section. Specimen № 85/7a-4n, Pinsk 10 borehole, depth 245.2 m, Kostyukovich Regional Stage; **22** — scale vertical longitudinal section. Specimen № 85/7a-4p, Pinsk 10 borehole, depth 245.2 m, Kostyukovich Regional Stage; **23** — scale vertical section. Specimen № 85/7a-4k, Pinsk 10 borehole, depth 245.2 m, Kostyukovich Regional Stage. All scale bars are 100 μ m.

Abbreviations: avc — ascending vascular canal, ba — base, cbo — cellular bone, cc — circular vascular canal, crw — crown, dt — dentine tubule, gl — growth lamella, lac — lacuna, n — neck, oc — osteocyte cavity, omd — oriented mesodentine, olac — oriented lacuna, rvc — radial vascular canal; shf — Sharpey's fibres, smd — simple mesodentine

Рисунки 17—23. — Микроструктура чешуй *Cheiracanthoides pinskensis* sp. nov. **17** — горизонтальный срез чешуи через крону. Экземпляр № 85/7a-4z, скважина Пинск 10, глубина 245,2 м; костюковичский горизонт; **18** — горизонтальный срез чешуи через крону. Экземпляр № 57/6-1a, скважина Житковичи 2, глубина 191,0 м; костюковичский горизонт; **19** — горизонтальный срез чешуи на уровне шейки. Экземпляр № 85/7a-4m, скважина Пинск 10, глубина 245,2 м; костюковичский горизонт; **20** — горизонтальный срез чешуи через крону. Экземпляр № 41/66-1n, скважина Пинск 26, глубина 415,7 м; костюковичский горизонт; **21** — вертикальный продольный срез чешуи. Экземпляр № 85/7a-4n, скважина Пинск 10, глубина 245,2 м; костюковичский горизонт; **22** — вертикальный продольный срез чешуи. Экземпляр № 85/7a-4p, скважина Пинск 10, глубина 245,2 м; костюковичский горизонт; **23** — вертикальный срез чешуи. Экземпляр № 85/7a-4k, скважина Пинск 10, глубина 245,2 м; костюковичский горизонт. Длина всех масштабных линеек 100 μ m.

Буквенные обозначения: авс — восходящий сосудистый канал, ба — основание, cbo — клеточная костная ткань, cc — циркулярный сосудистый канал, crw — крона, dt — дентинный каналец, gl — пластина нарастания, lac — лакуна, n — шейка, oc — полость остеокита, omd — ориентированный мезодентин, olac — ориентированная лакуна, rvc — радиальный сосудистый канал; shf — Шарпеевые волокна, smd — простой мезодентин

Description. Morphology. Small scales are 0.25 to 0.5 mm long. The scales 0.3 to 0.4 mm in length usually dominate. The crown of the scales is rhomboid, rounded-rhomboid, ovate-oblong, oval with an extended anterior margin. The crown sculpture is represented by 4 to 9 short, not high, narrow ridges and wide not very deep grooves which show a slightly fan-shaped location. These are well defined at the anterior margin of the crown, but gradually fade out towards the middle part or a little farther beyond it. The grooves form something like a narrow border along the front margin of the crown. The posterior part of the crown is smooth. The neck of the scales is well marked. It is of medium height, relatively thick, smooth, rhomboid in plan. The anterolateral walls of the neck of some scales slightly below the midline may be penetrated by some few pores, two or three pores on each sides. A well-developed rim outlines a junction of the neck and base. The base is moderately or slightly convex, rounded-rhomboid, elongated oval, elliptical, usually does not extend beyond the anterior margin of the crown. The apex of the base is weakly expressed, usually slightly shifted forward.

Histology. In the crown has up to six growth lamellae. The anterior section of the crown is penetrated by abundant narrow dentine tubules branching at different levels with numerous lacunae. The mesodentine in the posterior part of the crown with large oriented lacunae (Stranggewebe according to W. Gross [31]) occupies the entire body of the growth lamellae. The system of radial, circular and ascending canals penetrating the mesodentine is well developed. The circular canals are large and clearly observed in the posterior part of the crown. The radial canals are wide, long, located above the surface of the base and directed towards the center of the scale. The ascending canals are long, weakly sinuous, in the neck area with not numerous narrow processes. There are large osteocytes in the neck. The osteocytes have short processes. The base is formed by the bone tissue and shows a moderate amount of osteocyte cavities. Sharpey's fibers are narrow, relatively long, indistinct.

Variability. The scales of this species vary in the crown shape, the base configuration and its convexity degree — from slightly to moderately convex. The crown sculpture show various number of ridges. The ridges may fade at different distances from the anterior margin of the crown, but its posterior part is always smooth.

Comparison. The scales of *Cheiracanthoides pinskensis* sp. nov. differ from those of *Cheiracanthoides comptus* Wells, 1944 [30; 32] in size, the smaller number of the ridges on the crown, their configuration, thickness and length, less dense network of the radial, circular and ascending canals in the crown, the pattern of the dentine tubule branching in the anterior part of the crown, the smaller number of the osteocyte cavities in the base of the scales. Distinct differences are determined between the species of *Cheiracanthoides proprius* Valiukevičius, 1985 [5] and *Cheiracanthoides pinskensis* sp. nov. A new species shows a not very large, slightly or moderately convex base not extending beyond the anterior margin of the crown. The posterior edge of the crown is straight, sometimes, slightly lowered. The crown sculpture is mainly characterized by the pattern of the ridges and something like a narrow border formed by the grooves located along the anterior margin of the crown. The crown shows up to six growth lamellae. The density, location and branching pattern of the dentine tubules in the crown of the scales are different. The radial, circular and ascending vascular canals are large and distinct. The base contains a slightly larger amount of the osteocyte cavities. The described new species differs from the species of *Cheiracanthoides rarus* Valiukevičius, 1994 [33] in the crown shape, less numerous ridges on the crown, their size and configuration, the neck size, a poor base convexity, a distinctly expressed system of radial, circular and ascending canals, different structure of the oriented mesodentine in the crown, the smaller number of the osteocyte cavities in the base of the scale. The scales of *Cheiracanthoides pinskensis* sp. nov. differ from the scales of *Cheiracanthoides borealis* Valiukevičius, 1994 [33] in the crown and base shapes, as well as in the crown sculpture. The latter is described by the presence of longer ridges and wider grooves between the ridges, as well as by the presence of something similar to a narrow border formed by

the grooves along the anterior margin of the crown. The main histological differences between the species described and *Cheiracanthoides borealis* Valiukevičius, 1994 [33] are a well-developed system of radial, circular and ascending canals that penetrate the mesodentine and the presence of the oriented mesodentine. The new species differs from the species of *Cheiracanthoides planus* Valiukevičius, 1998 [11] in the number of ridges on the crown, their thickness and length, as well as in some microstructure details. The described species differs from the species of *Cheiracanthoides nativus* Valiukevičius, 1998 [11] in the configuration and size of the ridges on the crown, size of the neck, poor or moderate convexity of the base, less dense dentine tubules in the crown, slightly less expressed large principal vascular canals, a smaller number of the osteocyte cavities in the base of the scale. The scales of *Cheiracanthoides pinskensis* sp. nov. are slightly similar to those of *Cheiracanthoides estonicus* Valiukevičius, 1998 [11]. However, their detailed comparison allows a number of distinctive features to be revealed. So, the scales of the new species described differ in a smaller number of ridges on the crown, their distribution pattern, absence of dichotomous branching ridges at the anterior margin of the crown, presence of something similar to a narrow border formed by the grooves along the anterior margin of the crown, poor to moderate convexity of the base, a different mesodentine structure with large oriented lacunae in the posterior part of the crown, a smaller number of osteocyte cavities in the base of the scales. The described species also differ from the species of *Cheiracanthoides wangi* Burrow, Turner et Wang, 2000 [34] in the smaller size of the scales, the crown shape, the larger crown thickness, the configuration, size and discernibleness of the ridges on the crown, a smaller neck height, much smaller base convexity, a weakly expressed apex, the structure of the oriented mesodentine in the crown, a different pattern of the dentine tubule location in the crown and some peculiarities of their branching, differently expressed radial, circular and ascending canals, a larger number of the osteocyte cavities in the neck and base. The scales of *Cheiracanthoides pinskensis* sp. nov. differ from those of *Cheiracanthoides dolosus* Burrow, Turner et Wang, 2000 [34] in a smaller size of the scales, a smaller number of the ridges on the crown, a fewer pores penetrating the neck of some scales, a smaller number of the growth lamellae, density of the dentine tubules in the crown, a well-developed system of the principal vascular canals, the number of the osteocyte cavities in the scale base. The new species differs from the species of *Cheiracanthoides mosolovicus* Valiukevičius, 2003 [35] in a larger size of the scales, the number of the ridges on the crown, their configuration and length, the presence of something like a narrow border along the crown anterior margin, the neck height and base size, the structure of the oriented mesodentine in the crown, differently expressed radial, circular and ascending canals, a slightly larger number of the osteocyte cavities in the neck and base.

Etymology. The name of the species was derived from the town of Pinsk in the vicinity of which the boreholes were drilled where the scales of this new acanthodian species were found in the core for the first time.

Geological age and geographical distribution. Middle Devonian, Eifelian Stage, Upper Substage, Narva Regional Superstage, Kostyukovich Regional Stage; Belarus, Brest and Mogilev regions; Middle Devonian, Eifelian Stage, Veliky Most Subformation; Ukraine, Volyn region.

Occurrence. Near the town of Luninets, Luninets district, Brest region, Belarus, Pinsk 26 borehole, depth range of 420.1—422.4 m; northern outskirts of the village of Kormuzh, Luninets district, Brest region, Belarus, Pinsk 10 borehole, depth 245.2 m; north of the village of Gotsk, Soligorsk district, Minsk region, Belarus, Zhitkovichi 2 borehole, depth 191.0 m; near the village of Bolshaya Zimnitsa, Slavgorod district, Mogilev region, Belarus, Bykhov 1 borehole, depth range 201.4—202.4 m; southwestern outskirts of the village of Novostav, Volyn region, Ukraine, borehole № 6629, depth 180.5 m.

Conclusion. The re-examination of the previously collected scale material of the acanthodians from the deposits of the Kostyukovich Regional Stage of Belarus allowed the author to distinguish and describe in detail both morphologically, and histologically a new species of

Cheiracanthoides pinskensis sp. nov. Some isolated scales of this species of an acanthodian fish were found in the carbonate-clayey deposits of shallow-sea origin. These sediments contain abundant different skeletal elements of both the invertebrates, and vertebrates. The described new species supplements the taxonomic composition of the ichthyofauna known from the deposits of the Upper Eifelian of the Middle Devonian of the west of the East European Platform.

The author of the paper appreciates the assistance of O. A. Piskun and S. S. Mankevich (Institute of Geology, State Enterprise “Scientific Production Center for Geology”, Minsk, Belarus) in taking pictures of thin scale sections with optical microscopes, is sincerely grateful to V. G. Lugin (Belarusian State Technological University, Center for Physical and Chemical investigations, Minsk, Belarus) for help with the electron microscope photography, and also to V. G. Filippova (The Centre of Geophysical Monitoring of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus) for assistance in editing the English version of the paper.

References

1. Bessonova V. Ya., Sinichka A. M., Golubtsov V. K., Medvedeva M. G. The reference boreholes of the USSR. The reference borehole № 2 of the Orsha Depression. Minsk: Nauka i Tekhnika Publ., 1972. 232 p. (in Russian).
2. Sinichka A. M., Zinovenko G. V. On the age analogues of the Tiverian Stage in the Brest Depression // Dokl. Akad. Nauk BSSR. 1972. Vol. XVI, № 2. Pp. 151—153 (in Russian).
3. Lyarskaya L. A. The Rēzekne Formation and its age equivalents // The Stratigraphy of the Phanerozoic of the Baltic States. Riga: Zinātne Publ., 1978. Pp. 22—39 (in Russian).
4. Valiukevičius J. Distribution of the acanthodian scales in the Middle Devonian deposits of Byelorussia // Materials of the Stratigraphy of Byelorussia. Minsk: Nauka i Tekhnika Publ., 1981. Pp. 66—67 (in Russian).
5. Valiukevičius J. Acanthodians from the Narva Regional Stage of the Main Devonian Field. Vilnius, 1985. 144 p. (in Russian).
6. Valiukevičius J. J., Kleesment A. E., Kurik E., Vaitiekūniene G. K. Correlation and the organic remains of the deposits of the Narva Regional Stage // Biofacies and Fauna of the Silurian and Devonian Basins of the Baltic States. All-Union Scientific Research Institute of Marine Geology. Riga: Zinātne Publ., 1986. Pp. 73—86 (in Russian).
7. Valiukevičius J. J., Karatajūtė-Talimaa V. N. An assemblage of the acanthodian scales from the bottom of the Middle Devonian Baltic States and Belorussia // Biofacies and Fauna of the Silurian and Devonian Basins of the Baltic States. All-Union Scientific Research Institute of Marine Geology, Riga: Zinātne Publ., 1986. Pp. 110—122 (in Russian).
8. Valiukevičius J. New species of acanthodians from the Middle Devonian of the Baltic Region and Byelorussia // Palaeontological Journal. 1988. № 2. Pp. 80—86 (in Russian).
9. Valiukevičius J. Acanthodian biostratigraphy of Lower and Middle Devonian in Lithuania, Latvia, Estonia and Byelorussia // In: Turner, S. (ed.). The Gross Symposium (IGCP 328 Palaeozoic Microvertebrates — Subcommission for Devonian Stratigraphy Joint Meeting, Göttingen, 1993). Scientific Sessions. Abstracts. 2 p.
10. Valiukevičius J., Talimaa V., Kruczek S. Complexes of vertebrate microremains and correlation of terrigenous Devonian deposits of Belarus and adjacent territories // Ichthyolith Issues. Special Publication 1 Socorro, New Mexico, 1995. Pp. 53—59.
11. Valiukevičius J. Acanthodians and zonal stratigraphy of the Lower and Middle Devonian in East Baltic and Byelorussia // Palaeontographica. Stuttgart, 1998. Abt. A. S. 1—53.
12. Valiukevičius J., Kruczek S. Acanthodian biostratigraphy and interregional correlations of the Devonian of the Baltic States, Belarus, Ukraine and Russia // Courier Forschungsinstitut Senckenberg (Final Report of IGCP 328 project). 2000. V. 223. Pp. 271—289.
13. Plax D. P., Kruczek S. A. Stratigraphy of Middle Devonian deposits of the western part of the Pripyat Trough (according to results of the study of ichthyofauna) // Lithosphere. 2014. № 1 (40). Pp. 24—42.
14. Kruczek S. A., Makhnach A. S., Golubtsov V. K., Obukhovskaya T. G. The Devonian system // Geology of Belarus. Ed. by A. S. Makhnach [et al.]. Minsk: National Acad. Sci. Belarus, Institute of Geological Sciences, 2001. Pp. 186—236 (in Russian).
15. The Devonian system // Stratigraphic Chart of the Precambrian and Phanerozoic deposits of Belarus: Explanatory Note / T. G. Obukhovskaya [et al.]. Minsk: State Enterprise “BelNIGRI”, 2010. Pp. 98—114 (with Stratigraphic Chart of the Devonian deposits of Belarus in 2 sheets) (in Russian).
16. Obukhovskaya T. G., Kruczek S. A., Obukhovskaya V. Yu., Plax D. P. On the substage division of deposits of the Eifelian Stage of the Middle Devonian in Belarus // Problems of regional geology and mineral exploration:

materials of the VII University geol. readings, 4—6 apr. 2013, Minsk, Belarus / Ed.: M. A. Zhuravkov, I. I. Pirozhnik, A. F. Sanko [et al.]. Minsk: Ed. center of BSU, 2013. Pp. 35—37 (in Russian).

17. Plaksa D. P. Introduction of vertebrate zonal scales into the Stratigraphic Chart of Devonian deposits of Belarus // Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus. 2008. Vol. 52, № 4. Pp. 83—88 (in Russian).

18. Plax D. P. Devonian fish fauna of Belarus // Lithosphere. 2008. № 2 (29). Pp. 66—92 (in Russian).

19. Narkiewicz K., Kruczek S. Conodont-based correlation of the Middle Devonian in SE Poland and Belarus: preliminary data // Actual Problems of Geology of Belarus and Adjacent Territories: Materials of the International Scientific Conference Dedicated to the 90th Anniversary of A. S. Makhnach, Academician of the NAS of Belarus. Minsk: State Enterprise "BelNIGRI", 2008. Pp. 188—194.

20. Stratigraphic Chart of the Devonian deposits of the southwest of Ukraine // Stratigraphic Charts of Phanerozoic deposits of Ukraine to geological maps of new generation / I. B. Vishnyakov [et al.]. Kiev, 1993 (in Russian).

21. Legend of the State Geological Map of Ukraine at a scale of 1:200, 000 of the Volyn-Podolia series of sheets. Rovno, 1995 (in Russian).

22. Plax D. P. Devonian ichthyofauna of the Volyn Monocline // Lithosphere. 2011. № 2 (35). Pp. 12—21.

23. The Devonian of the Voronezh Anteclise and the Moscow Syncline // G. D. Rodionova, V. T. Umnova, L. I. Kononova [et al.]. Moscow, 1995. 265 p. (in Russian).

24. The Devonian and Carboniferous of the Baltic States / V. S. Sorokin, L. A. Lyarskaya, A. S. Savvaitova [et al.]. Riga: Zinātne Publ., 1981. 502 p. (in Russian).

25. Valiukevičius J. J., Golubtsov V. K. The Devonian system // Geological map of the USSR. Scale of 1:1,000,000 (new series). Explanatory Note. Sheet N-(34), (35). Vilnius. Leningrad, 1986. Pp. 53—68 (in Russian).

26. Plax D. P., Kruczek S. A., Obukhovskaya V. Yu. Stratigraphy of the Eifelian deposits of the Middle Devonian in the western part of the Pripyat Trough // Lithosphere. 2016. № 2 (45). Pp. 29—47 (in Russian).

27. Plax D. P., Kruczek S. A. Stratigraphy and fish fauna from Middle Devonian deposits of the southern part of the Starobin Centrocline of the Pripyat Trough // Lithosphere. 2010. № 2 (33). Pp. 32—48 (in Russian).

28. Murashko O. V., Plax D. P. A finding of the Middle Devonian conodonts in the Bykhovskaya parametric borehole section in the eastern part of Belarus // Problems of Geology of Belarus and Adjacent Territories: Materials of the International Scientific Conference Dedicated to the 100th Anniversary of A. S. Makhnach, Academician of the NAS of Belarus (Minsk, November 21—22, 2018) / Institute for Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus. Eds.: A. A. Makhnach [et al.]. Minsk: StroyMedia Project Publ., 2018. Pp. 138—139 (in Russian).

29. Denison R. H. Acanthodii // Handbook of Paleichthyology. Stuttgart. New-York, 1979. Vol. 5. 62 p.

30. Wells J. Fish remains from the Middle Devonian bone beds of the Cincinnati Arch Region // Palaeontographica Americana, 1944. Vol. 3, № 16. Pp. 1—62.

31. Gross W. Downtonische und dittonische Acanthodier-Reste des Ostseegebietes // Palaeontographica, 1971. Bd. 136, Abt. A. 82 S.

32. Gross W. Kleinschuppen, Flossenstacheln und Zähne von Fischen aus europäischen und nordamerikanischen Bonebeds des Devons // Palaeontographica, 1973. Bd. 142, Abt. A. S. 51—155.

33. Valiukevičius J. Acanthodians and their stratigraphic significance // Stratigraphy and Fauna of the Lower Devonian Tareya Reference Section (Taimyr). The All-Russian Research Institute of Ocean geology. St. Petersburg: Publ. Nedra, 1994. Pp. 131—197 and 236—243 (in Russian).

34. Burrow C., Turner S., Wang S. Devonian microvertebrates from Longmenshan, Sichuan, China: Taxonomic assessment // Courier Forschungsinstitut Senckenberg (Final Report of IGCP 328 project). Vol. 223. 2000. Pp. 391—451.

35. Valiukevičius J. New Silurian to Middle Devonian acanthodians of the Timan-Pechora region // Acta Geologica Polonica. 2003. Vol. 53, № 3. Pp. 209—245.

Список цитируемых источников

1. Опорные скважины СССР. Опорная скважина № 2 Оршанской впадины / В. Я. Бессонова [и др.]. — Минск : Наука и техника, 1972. — 232 с.

2. Синичка, А. М. О возрастных аналогах тиверского яруса в Брестской впадине / А. М. Синичка, Г. В. Зиновенко // Докл. Акад. наук БССР. — 1972. — Том XVI, № 2. — С. 151—153.

3. Лярская, Л. А. Резекненская свита и ее возрастные аналоги / Л. А. Лярская // Стратиграфия фанерозоя Прибалтики. — Рига : Зинатне, 1978. — С. 22—39.

4. Валюкявичюс, Ю. Ю. Распространение чешуй акантодов в среднедевонских отложениях Белоруссии / Ю. Ю. Валюкявичюс // Материалы по стратиграфии Белоруссии. — Минск : Наука и техника, 1981. — С. 66—67.

5. Валюкявичюс, Ю. Ю. Акантоды наровского горизонта Главного девонского поля / Ю. Ю. Валюкявичюс. — Вильнюс, 1985. — 144 с.

6. Корреляция и органические остатки отложений наровского горизонта / Ю. Ю. Валюкявичюс [и др.] // Биофашии и фауна силурийского и девонских бассейнов Прибалтики / ВНИИ морской геологии. — Рига : Зинатне, 1986. — С. 73—86.
7. Валюкявичюс, Ю. Ю. Комплекс чешуй акантодов из основания среднего девона Прибалтики и Белоруссии / Ю. Ю. Валюкявичюс, В. Н. Каратайте-Талимаа // Биофашии и фауна силурийского и девонских бассейнов Прибалтики / ВНИИ морской геологии. — Рига : Зинатне, 1986. — С. 110—122.
8. Валюкявичюс, Ю. Ю. Новые виды акантодов из среднего девона Прибалтики и Белоруссии / Ю. Ю. Валюкявичюс // Палеонтологический журнал. — 1988. — № 2. — С. 80—86.
9. Valiukevičius, J. Acanthodian biostratigraphy of Lower and Middle Devonian in Lithuania, Latvia, Estonia and Byelorussia / J. Valiukevičius // In: Turner, S. (ed.). The Gross Symposium (IGCP 328 Palaeozoic Microvertebrates — Subcommittee for Devonian Stratigraphy joint meeting, Göttingen, 1993). Scientific Sessions. Abstracts. — 2 p.
10. Valiukevičius, J. Complexes of vertebrate microremains and correlation of terrigenous Devonian deposits of Belarus and adjacent territories / J. Valiukevičius, V. Talimaa & S. Kruchek // Ichthyolith Issues. Special Publication 1 Socorro, New Mexico, 1995. — Pp. 53—59.
11. Valiukevičius, J. Acanthodians and zonal stratigraphy of Lower and Middle Devonian in East Baltic and Byelorussia / J. Valiukevičius // Palaeontographica. — Stuttgart, 1998. — Abt. A. — S. 1—53.
12. Valiukevičius, J. Acanthodian biostratigraphy and interregional correlations of the Devonian of the Baltic States, Belarus, Ukraine and Russia / J. Valiukevičius, S. Kruchek // Courier Forschungsinstitut Senckenberg (Final Report of IGCP 328 project). — V. 223. — 2000. — Pp. 271—289.
13. Plax, D. P. Stratigraphy of Middle Devonian deposits of the western part of the Pripyat Trough (according to results of the study of ichthyofauna) / D. P. Plax, S. A. Kruchek // Lithosphere. — 2014. — № 1 (40). — Pp. 24—42.
14. Девонская система / С. А. Кручек [и др.] // Геология Беларуси / ред. А. С. Махнач [и др.]. — Минск : Ин-т геол. наук Нац. акад. наук Беларуси, 2001. — С. 186—236.
15. Девонская система / Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси : Объяснительная записка / Т. Г. Обуховская [и др.]. — Минск : БелНИГРИ, 2010. — С. 98—114 (со стратиграфическими схемами девонских отложений Беларуси (2 листа)).
16. К вопросу о подъярусном расчленении отложений эйфельского яруса среднего девона в Беларуси / Т. Г. Обуховская [и др.]. // Проблемы региональной геологии и поисков полезных ископаемых : материалы VII Унив. геол. чтений, 4—6 апр. 2013 г., Минск / редкол.: М. А. Журавков (гл. ред.), И. И. Пирожник (зам. гл. ред.), А. Ф. Санько (отв. ред.) [и др.]. — Минск : Изд. центр БГУ, 2013. — С. 35—37.
17. Плакса, Д. П. Введение зональных шкал по позвоночным в стратиграфическую схему девонских отложений Беларуси / Д. П. Плакса // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. — 2008. — Т. 52, № 4. — С. 83—88.
18. Плакс, Д. П. О девонской ихтиофауне Беларуси / Д. П. Плакс // Літасфера. — 2008. — № 2 (29). — С. 66—92.
19. Narkiewicz, K. Conodont-based correlation of the Middle Devonian in SE Poland and Belarus: preliminary data / K. Narkiewicz, S. Kruchek // Actual problems of geology of Belarus and adjacent territories: materials of the International Scientific Conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of Academician of the NAS of Belarus A. S. Makhnach. — Minsk : BelNIGRI, 2008. — Pp. 188—194.
20. Стратиграфическая схема девонских отложений юго-запада Украины // Стратиграфические схемы фанерозойских отложений Украины для геологических карт нового поколения / И. Б. Вишняков [и др.]. — Киев, 1993.
21. Легенда Государственной геологической карты Украины в масштабе 1:200 000 Вольно-Подольской серии листов. — Ровно, 1995.
22. Plax, D. P. Devonian ichthyofauna of the Volyn Monocline / D. P. Plax // Lithosphere. — 2011. — № 2 (35). — Pp. 12—21.
23. Девон Воронежской антеклизы и Московской синеклизы / Г. Д. Родионова [и др.]. — М., 1995. — 265 с.
24. Девон и карбон Прибалтики // В. С. Сорокин [и др.]. — Рига : Зинатне, 1981. — 502 с.
25. Валюкявичюс, Ю. Ю. Девонская система / Ю. Ю. Валюкявичюс, В. К. Голубцов // Геологическая карта СССР. Масштаб 1: 1000000 (новая серия) / Объяснительная записка. Лист N-(34), (35). — Вильнюс : Л., 1986. — С. 53—68.
26. Плакс, Д. П. О стратиграфии эйфельских отложений среднего девона западной части Припятского прогиба / Д. П. Плакс, С. А. Кручек, В. Ю. Обуховская // Літасфера. — 2016. — № 2 (45). — С. 29—47.
27. Плакс, Д. П. О стратиграфии и ихтиофауне среднедевонских отложений южной части Старобинской центриклинали Припятского прогиба / Д. П. Плакс, С. А. Кручек // Літасфера. — 2010. — № 2 (33). — С. 32—48.
28. Мурашко, О. В. О находке конодонтов среднего девона в разрезе параметрической скважины Быховская на востоке Беларуси / О. В. Мурашко, Д. П. Плакс // Проблемы геологии Беларуси и смежных территорий : материалы междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения академика НАН Беларуси А. С. Махнач (Минск, 21—22 нояб. 2018 г.) / Ин-т природопользования НАН Беларуси, редкол.: А. А. Махнач [и др.]. — Минск : Строй Медиа Проект, 2018. — С. 138—139.

29. Denison, R. H. Acanthodii / R. H. Denison // Handbook of Paleichthyology. — Stuttgart : New York, 1979. — Vol. 5. — 62 p.
30. Wells, J. Fish remains from the Middle Devonian bone beds of the Cincinnati Arch Region / J. Wells // Palaeontographica Americana, 1944. — Vol. 3, № 16. — Pp. 1—62.
31. Gross, W. Downtonische und dittonische Acanthodier-Reste des Ostseegebietes // Palaeontographica, 1971. — Bd. 136, Abt. A. — 82 S.
32. Gross, W. Kleinschuppen, Flossenstacheln und Zähne von Fischen aus europäischen und nordamerikanischen Bonebeds des Devons / W. Gross // Palaeontographica, 1973. — Bd. 142, Abt. A. — S. 51—155.
33. Валюкявичюс, Ю. Ю. Акантоды и их стратиграфическое значение / Ю. Ю. Валюкявичюс // Стратиграфия и фауна нижнедевонских отложений тарейского опорного разреза (Таймыр). Ком. по геологии и использованию недр России, Всерос. науч.-исслед. ин-т геологии и минерал. ресурсов Мирового океана. — СПб. : Недра, 1994. — С. 131—197, 236—243.
34. Burrow, C. Devonian microvertebrates from Longmenshan, Sichuan, China: Taxonomic assessment / C. Burrow, S. Turner & S. Wang // Courier Forschungsinstitut Senckenberg (Final Report of IGCP 328 project). — Vol. 223. — 2000. — Pp. 391—451.
35. Valiukevičius, J. New Silurian to Middle Devonian acanthodians of the Timan-Pechora region / J. Valiukevičius // Acta Geologica Polonica. — 2003. — Vol. 53, № 3. — Pp. 209—245.

В статье на основе изолированных чешуй описан новый вид акантодовой рыбы *Cheiracanthoides pinskensis* sp. nov. из костюковичских отложений эйфельского яруса среднего девона Беларуси. Чешуйный материал по этому виду происходит в основном из керна четырех скважин, пробуренных на территории республики. Чешуи имеют хорошую сохранность. Они обнаружены в карбонатно-глинистых отложениях мелководно-морского генезиса. Эти образования достаточно часто содержат различные скелетные элементы как беспозвоночных, так и позвоночных. Описанный новый вид дополняет таксономический состав ихтиофауны, известной из отложений верхнего эйфеля среднего девона запада Восточно-Европейского кратона.

Received by the editorial staff 07.06.2019

УДК 574.633.21

С. К. Рындевич

Учреждение образования «Барановичский государственный университет»,
Министерство образования Республики Беларусь, ул. Войкова, 21, Барановичи, 225404,
Республика Беларусь, + 375 (163) 48 73 97, ryndevichsk@mail.ru

ЭНТОМОФАУНА (INSECTA: EPHEMEROPTERA, ODONATA, PLECOPTERA, HEMIPTERA, COLEOPTERA, MEGALOPTERA, TRICHOPTERA) НЕНАРУШЕННЫХ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ НЕКОТОРЫХ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ БЕЛАРУСИ

В статье рассматривается энтомофауна водных и амфибиотических (Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Hemiptera, Coleoptera, Megaloptera, Trichoptera) естественных водных экосистем на территории Березинского биосферного заповедника, Национального парка «Припятский» и республиканского ландшафтного заказника «Стронга».

В ненарушенных водных объектах на территории Березинского биосферного заповедника зафиксировано 200 видов водных и амфибиотических насекомых, на территории ландшафтного заказника «Стронга» — 113 видов, на территории Национального парка «Припятский» — 71 вид.

На изученных особо охраняемых природных территориях отмечено 11 видов — индикаторов ненарушенных естественных водотоков (стрекозы *Cordulegaster boltonii* (Donovan, 1807) и *Ophiogomphus cecilia* (Fourcroy, 1785), веснянка *Taeniopteryx nebulosa* (Linnaeus, 1758), клопы *Velia saulii* Tamanini, 1947 и *Gerris sphagnetorum* Gaunitz, 1947, жуки *Deronectes latus* (Stephens, 1829), *Nebrioporus assimilis* (Paykull, 1798) и *Hydraena gracilis* Germar, 1824, вислокрылка *Sialis nigripes* Pictet, 1865, ручейники *Chaetopteryx villosa* (Fabricius, 1798) и *Odontocerum albicorne* (Scopoli, 1763)), индикатор ненарушенных рек, стариц, озер и болот — стрекоза *Brachytron pretense* (Müller, 1764), индикатор ненарушенных дистрофных озер — ручейник *Agrypnia obsoleta* Hagen, 1864, три индикатора ненарушенных верховых и переходных болот (жук *Ilybius wasastjernae* (Sahlberg, 1824), стрекозы *Aeshna subarctica* Walker, 1908 и *Somatochlora arctica* (Zetterstedt, 1840)).

Определены основные направления трансформации сообществ модельных групп водных и амфибиотических насекомых в естественных водных экосистемах при антропогенном воздействии.

Ключевые слова: фауна; Odonata; Ephemeroptera; Plecoptera; Trichoptera; Megaloptera; Hemiptera; Coleoptera; ненарушенные водные экосистемы.

Рис. 6. Библиогр.: 9 назв.

S. K. Ryndevich

Education Institution “Baranovichi State University”,
Ministry of Education of the Republic of Belarus, 21, Voykova str., Baranovichi 225404, Brest obl.,
the Republic of Belarus, + 375 (163) 48 73 97, ryndevichsk@mail.ru

ENTOMOFAUNA (INSECTA: EPHEMEROPTERA, ODONATA, PLECOPTERA, HEMIPTERA, COLEOPTERA, MEGALOPTERA, TRICHOPTERA) OF INTACT WATER ECOSYSTEMS OF SOME SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREAS OF BELARUS

The water and amphibiotic entomofauna (Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Hemiptera, Coleoptera, Megaloptera, Trichoptera) of intact natural water ecosystems in the territory of the Berezinsky biosphere reserve, the National park “Pripyatsky” and the Republican landscape reserve “Stronga” is discussed in the article.

In intact natural water bodies in the Berezinsky biosphere reserve 200 species of water and amphibiotic insects have been recorded, in the landscape reserve “Stronga” — 113 species, in the territory of the Pripyatsky national park — 71 species.

In the study of specially protected natural areas 11 species — indicators of intact natural watercourses (dragonflies *Cordulegaster boltonii* (Donovan, 1807) and *Ophiogomphus cecilia* (Fourcroy, 1785), spring-grass

Taeniopteryx nebulosa (Linnaeus, 1758), bugs *Velia saulii* Tamanini, 1947 and *Gerris sphagnetorum* Gaunitz, 1947, beetles *Deronectes latus* (Stephens, 1829), *Nebrioporus assimilis* (Paykull, 1798) and *Hydraena gracilis* Germar, 1824, alderfly *Sialis nigripes* Pictet, 1865, caddisflies *Chaetopteryx villosa* (Fabricius, 1798) and *Odontocerum albicorne* (Scopoli, 1763)), the indicator of intact rivers, old river-beds, lakes and bogs — dragonfly *Brachytron pretense* (Müller, 1764), the intact dystrophic lakes indicator — caddis *Agrypnia obsoleta* Hagen, 1864, three indicators of intact upland and transitional bogs (beetle *Ilybius wasastjerna* (Sahlberg, 1824), dragonflies *Aeshna subarctica* Walker, 1908 and *Somatochlora arctica* (Zetterstedt, 1840)) have been recorded.

The main directions of transformation of communities of model groups of water and amphibiotic insects in natural water ecosystems under anthropogenic impact are determined.

Key words: Fauna; Odonata; Ephemeroptera; Plecoptera; Trichoptera; Megaloptera; Hemiptera; Coleoptera; intact water ecosystems.

Fig. 6. Ref.: 9 titles.

Введение. В ходе выполнения проекта «Биоиндикация ненарушенности естественных водных экосистем на основе анализа энтомофауны» при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект Б17-020) было проведено изучение энтомофауны ряда естественных водных экосистем на территории Березинского биосферного заповедника, Национального парка «Припятский» и республиканского ландшафтного заказника «Стронга».

Общеизвестно, что водные и амфибиотические насекомые широко применяются в биоиндикации водных экосистем, изучение сообществ этих насекомых имеет не только теоретическое, но и практическое значение [1—3]. Это касается водных насекомых, к которым относятся представители ряда семейств жесткокрылых (Coleoptera: Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae, Gyridae, Hydraenidae, Helophoridae, Hydrophilidae, Dryopidae) и клопов (Hemiptera: Heteroptera: Corixidae, Notonectidae, Pleidae, Nepidae, Naucoridae, Aphelocheiridae, Hydrometridae, Gerridae), а также таких амфибиотических насекомых, как поденки (Ephemeroptera), стрекозы (Odonata), веснянки (Plecoptera), ручейники (Trichoptera), большекрылые (Megaloptera), некоторые семейства жуков (Scirtidae, Chrysomelidae (Donacinae), Curculionidae). В качестве модельных групп использовались представители 7 отрядов: Odonata, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Megaloptera, Hemiptera, Coleoptera. В работе не рассматриваются амфибиотические виды отряда двукрылые (Diptera).

В ряде работ был рассмотрен таксономический состав водных и амфибиотических насекомых ненарушенных водных экосистем [3—8]. Данная работа содержит не только общие сведения по таксономическому составу насекомых, но и информацию по сравнению энтомофауны ненарушенных естественных водных экосистем на некоторых особо охраняемых природных территориях (ООПТ) Беларуси (Березинский биосферный заповедник, Национальный парк «Припятский» и республиканский ландшафтный заказник «Стронга») и нарушенных естественных экосистем на этих ООПТ.

Материал и методы исследований. Материалом для настоящей работы в основном послужили сборы в период 2017—2019 годов на территории Березинского биосферного заповедника, Национального парка «Припятский» и республиканского ландшафтного заказника «Стронга».

Для выявления ненарушенных речных экосистем были сформулированы критерии ненарушенности водотоков и водоемов Беларуси. При формулировке критериев был использован бассейново-ландшафтный подход [5—7]. Изучение энтомофауны ненарушенных естественных водных экосистем на стационарах в Березинском биосферном заповеднике, ландшафтном заказнике республиканского значения «Стронга» и Национальном парке «Припятский» проводилось в 32 локалитетах.

В ходе проведения исследований даже на ООПТ Беларуси не было обнаружено ненарушенных участков больших и средних рек. Это связано со значительным хозяйственным

влиянием (прямым и косвенным) на речные бассейны в прошлом, особенно во второй половине XX века. Наши исследования на территории ООПТ республики показывают, что как о ненарушенных речных экосистемах можно говорить только об отдельных малых реках. Подавляющее число рек даже на особо охраняемых природных территориях являются трансформированными. В связи с этим на территории Национального парка (НП) «Припятский» и заказника «Стронга» в качестве ненарушенных речных экосистем были выделены только участки малых рек (река Свиновод и река Исса соответственно).

В качестве водных экосистем, отвечающих критериям ненарушенности, на территории Березинского заповедника были выбраны:

- река Красногубка (окр. дд. Федорки и Слобода, Докшицкий район, Витебская область),
- озеро Пострежское и болото Пострежское (верховое) (окр. д. Крайцы, Лепельский район, Витебская область),
- болото Рожнянское (переходное и верховое) (окр. д. Домжерицы, Лепельский район),
- родник (окр. д. Домжерицы).

На территории НП «Припятский» в качестве ненарушенных естественных водных экосистем были изучены:

- участок реки Свиновод (окр. д. Переровский Млынок, Житковичский район, Гомельская область),
- старицы реки Припять в окр. д. Хлупин и д. Хвоенск (Житковичский район).

Отбор гидробиологических проб на территории заказника «Стронга» был проведен в следующих ненарушенных водных объектах:

- участок реки Исса (окр. д. Елово и д. Вершок, Барановичский район, Брестская область),
- участок реки Жеребиловка (Сосновка) (окр. д. Сосновая, Барановичский район),
- ручьи и родники (окр. д. Тиунцы и д. Сосновка, Барановичский район),
- старица реки Исса (окр. д. Елово),
- низинное болото в пойме реки Исса (окр. д. Елово и д. Вершок).

Пробы на реках отбирались в створе в нескольких (3—6) точках, исходя из разнообразия экологических условий в этих стациях (наличие макрофитов, затененность, количество органических остатков, скорость течения, глубина).

На всех особо охраняемых природных территориях изучалась энтомофауна в нарушенных естественных экосистемах, в 33 локалитетах. На территории Березинского заповедника была изучена энтомофауна: р. Сергуч (Бузянка) и Березина, старица р. Березины, оз. Домжерицкое; болото Домжерицкое (верховое); болото низинное (пойма р. Сергуч в окр. д. Домжерицы). В НП «Припятский» видовой состав водных и амфибиотических насекомых был изучен в р. Припять, Свиновод, старицах р. Припять (окр. д. Дорошевичи, окр. д. Хвоенск). На территории заказника «Стронга» исследование энтомофауны нарушенных экосистем было проведено в р. Исса, Лохозва, Деревянка и Полонка.

Сбор насекомых осуществлялся по стандартной методике с помощью гидробиологического сачка Бальфура—Брауна [1; 9]. Использовался ручной сбор с корней макрофитов, промывание в ванночке с водой и просеивание почвенным ситом для наносов и растительных остатков, находящихся вблизи уреза воды. Водные насекомые и личинки большекрылых, стрекоз, поденок, веснянок и ручейников фиксировались в 90 %-м этиловом спирте для последующего определения в лаборатории.

Для идентификации видовой принадлежности насекомых использовался стереомикроскоп Nikon SMZ-745T и бинокулярный микроскоп МБС-10.

Результаты и их обсуждение. Исследование энтомофауны ненарушенных водных экосистем позволило выявить основные направления трансформации сообществ насекомых модельных групп в водных экосистемах под воздействием антропогенных факторов. Установлено, что нарушение русла водотоков и их поймы (рек, ручьев и родников), береговой линии озер и стариц, мелиорирование пойм водотоков, озер и болот приводит к значительной трансформации структуры энтомофауны. Трансформация структуры водной энтомофауны заключается в первую очередь в сокращении как видового, так и таксономического богатства в целом.

Наиболее показательным является сравнение видового богатства в ненарушенных и нарушенных водных экосистемах Березинского заповедника и заказника «Стронга» (рисунки 1 и 2).

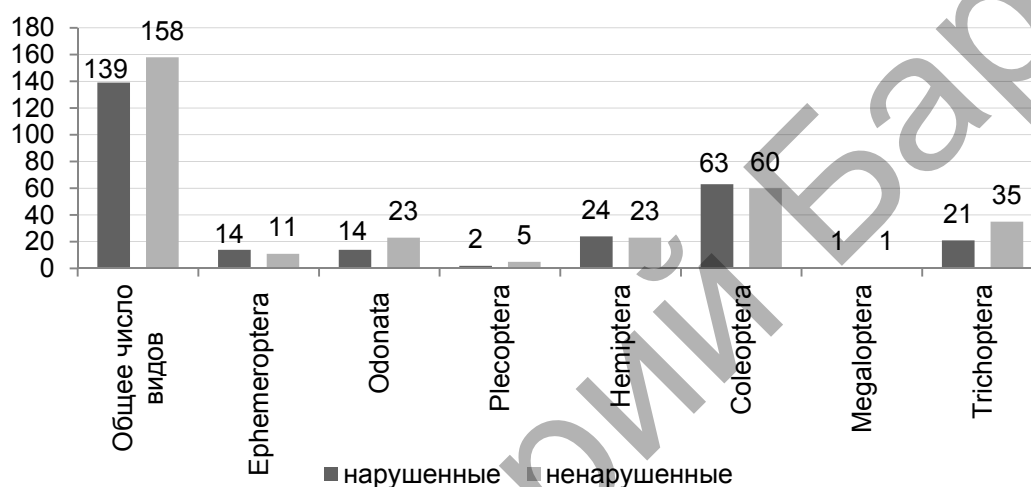


Рисунок 1. — Видовое богатство модельных отрядов в энтомофауне водных экосистем Березинского биосферного заповедника

Figure 1. — Species wealth of model orders in the entomofauna of water ecosystems of the Berezinsky biosphere reserve

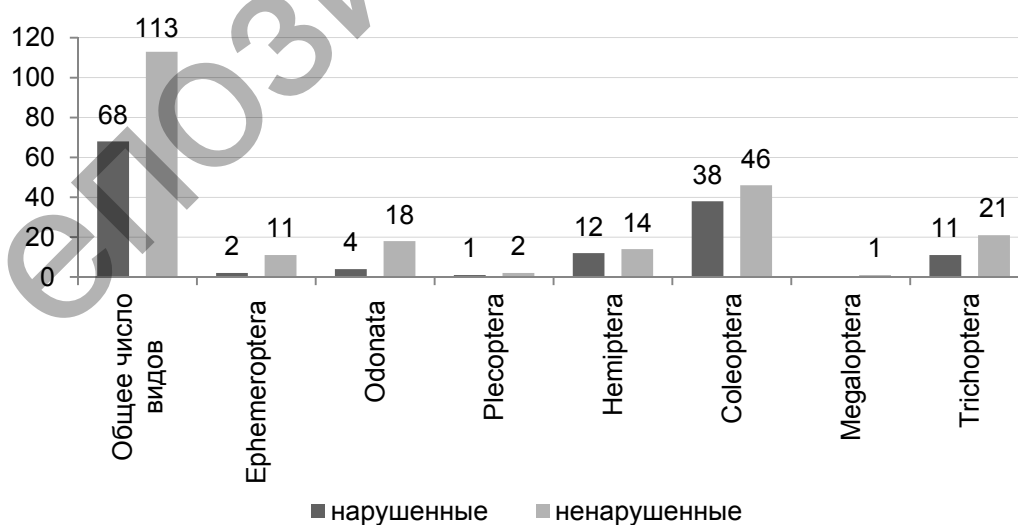


Рисунок 2. — Видовое богатство модельных отрядов в энтомофауне водных экосистем ландшафтного заказника «Стронга»

Figure 2. — Species wealth of model orders in the entomofauna of water ecosystems of the landscape reserve "Stronga"

Видовое богатство в энтомофауне нарушенных и ненарушенных экосистем Березинского заповедника отличается незначительно (139 и 158 видов соответственно). Представляет интерес нахождение в ненарушенных экосистемах заповедника таких видов, как стрекоза *Cordulegaster boltonii* (Donovan, 1807) и клоп *Gerris sphagnetorum* Gaunitz, 1947, которые занесены в Красную книгу Беларуси. На территории заповедника отмечено 10 видов — индикаторов ненарушенных естественных водотоков (стрекоза *Cordulegaster boltonii*, веснянка *Taeniopteryx nebulosa* (Linnaeus, 1758), клопы *Velia saulii* Tamanini, 1947 и *Gerris sphagnetorum*, жуки *Deronectes latus* (Stephens, 1829), *Nebrioporus assimilis* (Paykull, 1798) и *Hydraena gracilis* Germar, 1824, вислокрылка *Sialis nigripes* Pictet, 1865, ручейники *Chaetopteryx villosa* (Fabricius, 1798) и *Odontocerum albicorne* (Scopoli, 1763)), индикатор ненарушенных дистрофных озер — ручейник *Agrypnia obsoleta* Hagen, 1864 [5—7], три индикатора ненарушенных верховых и переходных болот (жук *Ilybius wasastjernae* (Sahlberg, 1824), стрекозы *Aeshna subarctica* Walker, 1908 и *Somatochlora arctica* (Zetterstedt, 1840)).

Для заказника «Стронга» число видов в энтомофауне насекомых нарушенных и ненарушенных экосистем различается почти в 2 раза (68 и 113 видов соответственно). На территории заказника отмечено 5 видов индикаторов ненарушенных естественных водотоков: стрекоза *Ophiogomphus cecilia* (Fourcroy, 1785), веснянка *Taeniopteryx nebulosa*, клоп *Velia saulii*, ручейники *Chaetopteryx villosa* и *Odontocerum albicorne*. Также в заказнике зафиксирована стрекоза *Brachytron pratense* (Müller, 1764), которая является индикатором ненарушенных рек, стариц, озер и болот. Представляет интерес нахождение на территории заказника стрекоз *Ophiogomphus cecilia*, *Anax imperator* Leach, 1815 и *Brachytron pratense*, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь.

Из всех модельных отрядов насекомых по видовому богатству в двух категориях водных объектов заметная разница наблюдается для стрекоз и ручейников. В ненарушенных экосистемах заповедника число видов стрекоз превышает данный показатель в нарушенных в 1,6 раза, а в заказнике «Стронга» — в 5,5. Видовое богатство ручейников в ненарушенных водных объектах заповедника и заказника выше такового в нарушенных в 1,7 и 1,9 раза соответственно.

Несколько меньшее число зафиксированных видов в ненарушенных экосистемах НП «Припятский» по сравнению с нарушенными (рисунок 3) объясняется соотношением числа изученных водных объектов на территории нацпарка. Так, в качестве ненарушенных экосистем было изучено только 3 водных объекта (2 старицы и 1 река в 3 локалитетах), в противовес нарушенным (2 реки, 2 старицы в 15 локалитетах).

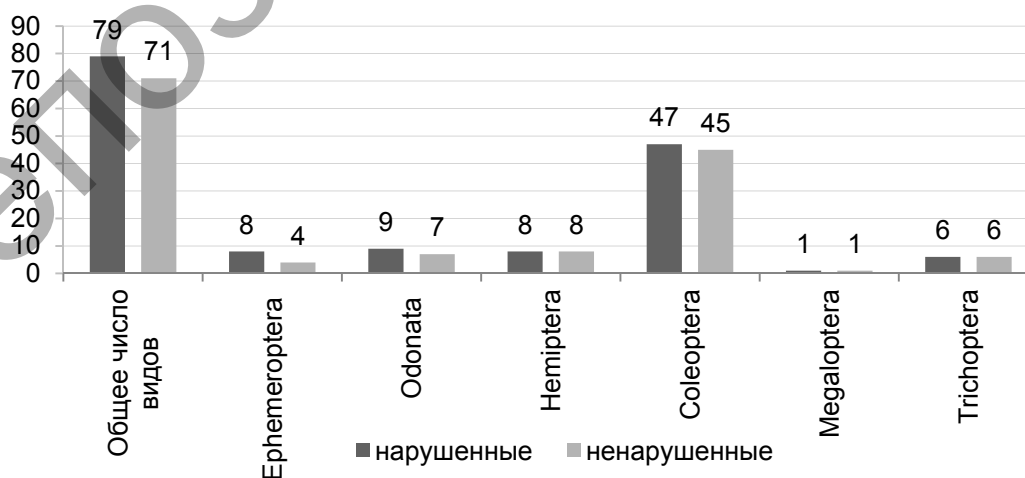


Рисунок 3. — Видовое богатство модельных отрядов в энтомофауне водных экосистем Национального парка «Припятский»

Figure 3. — Species wealth of model orders in the entomofauna of water ecosystems of the National park “Pripyatsky”

Однако тенденция сокращения видового богатства и упрощения таксономической структуры за счет сокращения числа таксонов насекомых в фауне нарушенных водных объектов сохраняется при сравнении нарушенных и ненарушенных участков малых рек, в частности на территории НП «Припятский». Так, на единственном ненарушенном участке (створе) малой реки Свиновод было зафиксировано больше видов, чем на двух створах той же реки, подвергающихся антропогенному воздействию (рисунок 4).

На нарушенных створах реки были отмечены представители только 4 отрядов насекомых, в то время как на ненарушенном участке зафиксированы представители почти всех отрядов (за исключением веснянок), а число видов отличалось почти вдвое.

Такая же тенденция сохраняется в нарушенных и ненарушенных старицах реки Припять в нацпарке (рисунок 5). В ненарушенных старицах больше как общее число видов насекомых, так и видовое богатство в отдельных отрядах насекомых. Так, число видов жуков в ненарушенных водоемах этого типа в 1,6 раза больше, чем в нарушенных. В ненарушенных старицах было отмечено беловолосое коромысло *Brachytron pratense* (индикатор ненарушенных рек, стариц, озер и болот). Данный вид не был зафиксирован в нарушенных и искусственных экосистемах (р. Припять, р. Свиновод, старицы, болота и др.) на территории нацпарка. Представляет интерес нахождение в ненарушенных старицах стрекоз *Anax imperator* и *Brachytron pratense*, занесенных в Красную книгу Беларуси.

На реке Исса в заказнике «Стронга» различие между таксономическим составом нарушенных и ненарушенных экосистем еще заметнее. Число видов на нарушенных участках реки сокращается более чем в 4 раза по сравнению с ненарушенными (рисунок 6). Спрямление русла реки, постройка плотины на реке для создания прудов, мелиорирование поймы речной экосистемы ведет к исчезновению представителей отрядов Ephemeroptera, Plecoptera и Megaloptera. В нарушенной экосистеме видовое богатство стрекоз сокращается более чем в 7,0 раз. Это происходит, в том числе, и за счет исчезновения «краснокнижных» видов. Почти в 7,0 раз сокращается и видовое богатство Trichoptera. Менее чувствительными к воздействию человека на водные экосистемы являются клопы и жуки, но и их видовое богатство сокращается в 2,3 и 3,9 раза соответственно.

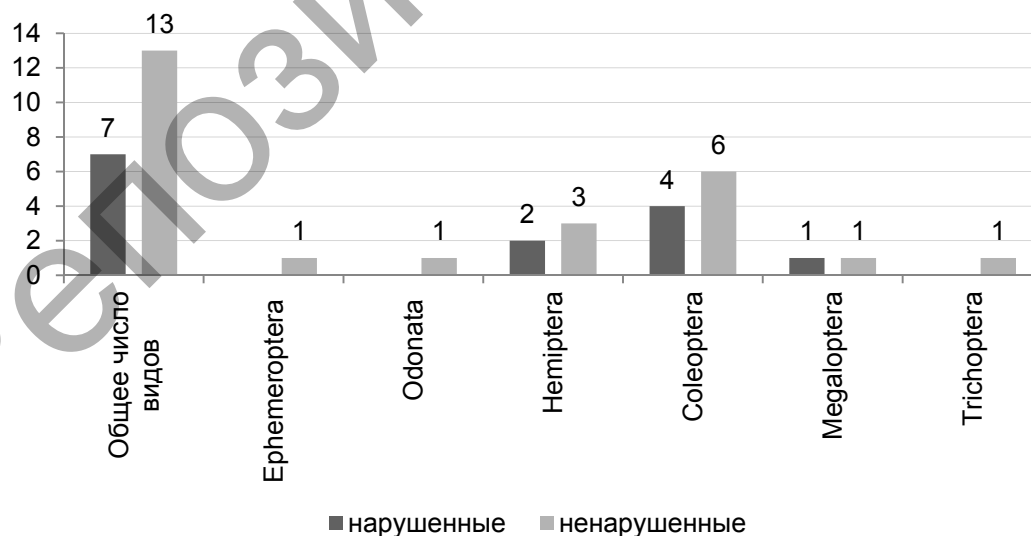


Рисунок 4. — Видовое богатство модельных отрядов в энтомофауне р. Свиновод

Figure 4. — Species wealth of model orders in the entomofauna of the river Svinovod

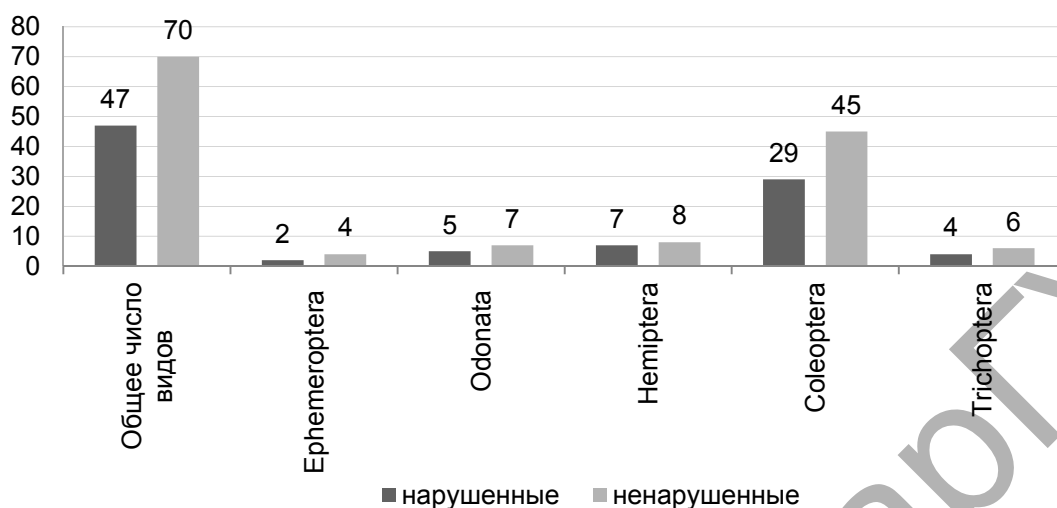


Рисунок 5. — Видовое богатство модельных отрядов в энтомофауне стариц реки Припять

Figure 5. — Species wealth of model orders in the entomofauna of old river-beds of the Priryat river



Рисунок 6. — Видовое богатство модельных отрядов в энтомофауне р. Исса

Figure 6. — Species wealth of model orders in the entomofauna of the river Issa

Из фауны нарушенных водотоков исчезают представители отряда веснянки. Отмечено сокращение числа видов в таких отрядах насекомых, как стрекозы, поденки и ручейники, которые наряду с представителями веснянок являются наиболее чувствительными к нарушению экологического состояния водного объекта.

Анализ экологической структуры энтомофауны показал, что в ненарушенных естественных по сравнению с нарушенными естественными и искусственными экосистемами преобладают стенобионтные в противовес эврибионтным насекомым. В первую очередь от нарушения состояния водной экосистемы страдают реобионтные и реофильные виды

Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera и Coleoptera. В меньшей степени это касается детритобионтных представителей жесткокрылых.

Основными направлениями трансформации сообществ насекомых модельных групп в водных экосистемах под воздействием антропогенных факторов являются:

- обеднение таксономического состава, что проявляется в уменьшении количества таксонов различного ранга (отрядов, семейств и т. д.);
- сокращение видового состава сообществ водных и амфибиотических насекомых;
- упрощение экологической структуры экосистем, что проявляется в сокращении числа экологических групп организмов по биотопической приуроченности (за счет исчезновения реофильных и реобионтных видов веснянок, поденок, ручейников и жесткокрылых;
- сокращение числа стенобионтных видов, к которым относятся и виды — индикаторы чистоты воды, индикаторы ненарушенности естественных экосистем.

Заключение. В ненарушенных водных объектах на территории Березинского биосферного заповедника зафиксировано 200 видов водных и амфибиотических насекомых, на территории ландшафтного заказника «Стронга» — 113 видов, на территории национального парка «Припятский» — 71 вид. На ООПТ отмечено 11 видов — индикаторов ненарушенных естественных водотоков (стрекозы *Cordulegaster boltonii* и *Ophiogomphus cecilia*, веснянка *Taeniopteryx nebulosa*, клопы *Velia saulii* и *Gerris sphagnetorum*, жуки *Deronectes latus*, *Nebrioporus assimilis* и *Hydraena gracilis*, вислокрылка *Sialis nigripes*, ручейники *Chaetopteryx villosa* и *Odontocerum albicorne*), индикатор ненарушенных рек, стариц, озер и болот — стрекоза *Brachytron pratense*, индикатор ненарушенных дистрофных озер — ручейник *Agrypnia obsoleta*, три индикатора ненарушенных верховых и переходных болот (жук *Ilybius wasastjernaе*, стрекозы *Aeshna subarctica* и *Somatochlora arctica*).

Основными направлениями трансформации сообществ модельных групп водных и амфибиотических насекомых в естественных водных экосистемах при антропогенном воздействии являются: обеднение таксономического состава (сокращение числа таксонов различного ранга от отряда до вида; уменьшение видового богатства сообществ насекомых; упрощение экологической структуры экосистем, в первую очередь за счет исчезновения реофильных и реобионтных видов веснянок, поденок, ручейников и жесткокрылых; сокращение числа стенобионтных видов, к которым относятся и виды — индикаторы чистоты воды, индикаторы ненарушенности естественных экосистем.

Автор выражает благодарность за помощь в проведении исследований на территории Березинского биосферного заповедника заместителю директора заповедника по научно-исследовательской работе, кандидату сельскохозяйственных наук В. С. Ивковичу, начальнику отдела природных комплексов, лесопользования и охотхозяйства Национального парка «Припятский» Н. Н. Бамбизе за помощь в организации исследований на территории нацпарка. Автор благодарен за помощь в сборе полевого материала и идентификацию клопов и стрекоз А. О. Лукашуку (Березинский биосферный заповедник, д. Домжерицы, Витебская область), за помощь в идентификации поденок кандидату биологических наук Д. С. Лундышеву (Барановичский государственный университет, Барановичи), за помощь в сборе полевого материала кандидату биологических наук А. В. Земоглядчуку (Барановичский государственный университет, Барановичи) и А. Ю. Мочульскому (Барановичи).

Работа была выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект Б17-020).

Список цитируемых источников

1. *Рындевич, С. К.* Определение экологического состояния водных экосистем на основе анализа видового состава беспозвоночных: практ. руководство / С. К. Рындевич. — Барановичи, 2015. — 27 с.
2. *Рындевич, С. К.* Водные жесткокрылые (Coleoptera: Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae, Gyridae, Helophoridae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Chrysomelidae) естественных водотоков ландшафтного заказника «Стронга» (Беларусь) / С. К. Рындевич, К. В. Колушенкова // Естественные и математические науки в современном мире : сб. ст. по материалам XLVI Междунар. науч.-практ. конф. — 2016. — № 9 (44). — Новосибирск : СибАК, 2016. — С. 11—16.
3. *Рындевич, С. К.* Поденки, веснянки и ручейники (Insecta: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) рек Исса и Лохозва в заказнике «Стронга» / С. К. Рындевич, К. В. Колушенкова, О. Ю. Шимчик // Интеграция наук. — 2017. — 6 (10). — С. 1—6.
4. *Рындевич, С. К.* Новый для фауны Беларуси вид вислокрылок (Megaloptera: Sialidae) из Березинского биосферного заповедника / С. К. Рындевич, А. О. Лукашук // Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования. — 2017. — Вып. 12. — С. 162—164.
5. Водные и амфибиотические насекомые (Insecta: Odontata, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Megaloptera, Hemiptera, Coleoptera) реки Красногубка как ненарушенной экосистемы / С. К. Рындевич [и др.] // Вестник БарГУ. Сер. Биологические науки. Сельскохозяйственные науки. — 2018. — Вып. 6. — С. 97—105.
6. Водные и амфибиотические насекомые (Insecta: Odontata, Ephemeroptera, Trichoptera, Hemiptera, Coleoptera) озера Пострежское (Березинский биосферный заповедник, Беларусь) как ненарушенной экосистемы / С. К. Рындевич [и др.] // Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования. — 2018. — Вып. 13. — С. 79—89.
7. *Рындевич, С. К.* Водные и амфибиотические насекомые ландшафтного заказника «Стронга» (Insecta: Ephemeroptera, Odontata, Plecoptera, Hemiptera, Coleoptera, Megaloptera, Trichoptera) / С. К. Рындевич, А. О. Лукашук // Современные научные исследования и разработки. — 2018. — № 12 (29). — Т. 2. — С. 775—787.
8. Водные и амфибиотические насекомые (Insecta: Ephemeroptera, Odontata, Hemiptera, Coleoptera, Trichoptera) ненарушенных экосистем старичных озер в национальном парке «Припятский» / С. К. Рындевич [и др.] // Зоологические чтения — 2019 : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. (Гродно, 20—22 марта 2019 г.) / О. В. Янчуревич (отв. ред.) [и др.]. — Гродно : ГрГУ, 2019. — С. 244—246.
9. *Рындевич, С. К.* Фауна и экология водных жесткокрылых Беларуси (Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae, Gyridae, Helophoridae, Georissidae Hydrochidae, Spercheidae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Limnichidae, Dryopidae, Elmidae): монография: в 2 ч. / С. К. Рындевич. — Минск : Технопринт, 2004. — Ч. 1. — 272 с.

References

1. Ryndevich S. K. *Opređenje ekološkog sostoyaniya vodnykh ekosistem na osnove analiza vidovogo sostava bespozvonochnykh* [Determination of Ecological State of Water Ecosystems Based on Analysis of Species Composition of Invertebrates: Practical guidance]. Baranovichi, 2015. 27 p.
2. Ryndevich S. K. *Vodnye zhestkokrylye* (Coleoptera: Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae, Gyridae, Helophoridae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Chrysomelidae) estestvennykh vodotoov landshaftnogo zakaznika «Stronga» (Belarus) [Water Beetles (Coleoptera: Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae, Gyridae, Helophoridae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Chrysomelidae) of the Natural Watercourses of the Stronga Landscape Reserve (Belarus)]. *Estestvennye I matematicheskie nauki v sovremennom mire / Sb. st. XLVI mezhdunar. nauch.-prakt. konf. № 9 (44)*. Novosibirsk: APS «SibAK», 2016. P. 11—16.
3. Ryndevich S. K., Kolushenkova K. V., Shimchik O. Yu. *Podenki, vesnyanki and rucheyniki* (Insecta: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) rek Issa and Lokhozva v zakaznike «Strona» [Mayflies, Stoneflies and Caddis Flies (Insecta: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) of the Rivers Issa and Lokhozva in the Stronga Reserve]. *Integratsiya nauk*. 2017. 6(10). P. 1—6.
4. Ryndevich S. K., Lukashuk A. O. *Novyy dlya fauny Belarusi vid vislokrylok* (Megaloptera: Sialidae) iz Berzinskogo biosfernogo zapovednika [A New Species of the Alderfly (Megaloptera: Sialidae) for the Fauna of Belarus from the Berezinsky Biosphere Reserve]. *Osobo okhranyaemye prirodne territorii Belarusi. Issledovaniya*. 2017. Issue 12. P. 162—164.
5. Ryndevich S. K., Lukashuk A. O., Natarov V. M., Zemoglyadchuk A. V. *Vodnye i amfibioteskie nasekomye* (Insecta: Odontata, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Megaloptera, Hemiptera, Coleoptera) reki Krasnogubka kak nenarushennoy ekosistemy [Water and Amphibiothic Insects (Insecta: Odontata, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Megaloptera, Hemiptera, Coleoptera) of Krasnogubka River as Intact Ecosystem]. *BarSU Herald. Series of biological sciences (general biology), agricultural sciences (agronomy)*. — 2018. Issue 6. P. 97—105.
6. Ryndevich S. K., Lukashuk A. O., Natarov V. M., Tokarchuk O. V. *Vodnye i amfibioteskie nasekomye* (Insecta: Odontata, Ephemeroptera, Trichoptera, Hemiptera, Coleoptera) ozera Postrezhskoe (Berezinskiy biosfernyy)

zapovednik, Belarus) kak nenarushennoy ekosistemy [Water and Amphibiothic Insects (Insecta: Odontata, Ephemeroptera, Trichoptera, Hemiptera, Coleoptera) Postrezhskoe Lake (Berezinsky Biosphere Reserve, Belarus) as Intact Ecosystem]. *Osobo okhranyaemye prirodnye territorii Belarusi. Issledovaniya*. 2018. Issue 13. P. 79—89.

7. Ryndevich S. K., Lukashuk A. O. Vodnye i amfibioteskie nasekomye landshaftnogo zakaznika “Strona” (Insecta: Ephemeroptera, Odontata, Plecoptera, Hemiptera, Coleoptera, Megaloptera, Trichoptera) [Water and Amphibiothic Insects of Landscape Reserve “Strona” (Insecta: Ephemeroptera, Odontata, Plecoptera, Hemiptera, Coleoptera, Megaloptera, Trichoptera) *Sovremennye nachnye issledovaniya i razrabotki*. 2018. №12 (29), Vol. 2. P. 775—787.

8. Ryndevich S. K., Lukashuk A. O., Lundyshch D. S., Lukashenya M. A. Vodnye i amfibioteskie nasekomye (Insecta: Ephemeroptera, Odontata, Hemiptera, Coleoptera, Trichoptera) nenarushennykh ekosistem staruchnykh ozer v natsionalnom parke “Pripyatskiy” [Water and Amphibiothic Insects (Insecta: Ephemeroptera, Odontata, Hemiptera, Coleoptera, Trichoptera) of Intact Ecosystems of in National Park “Pripyatskiy”. *Zoologicheskie chteniya — 2019: Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference (Grodno, March 20—22, 2019) / O. V. Yanchurevich (otv. red.) [and other]. Grono: GrSU, 2019. P. 244—246.*

9. Ryndevich S. K. Fauna i ekologiya vodnykh zhestkokrylykh Belarusi (Coleoptera: Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae, Gyrinidae, Helophoridae, Georissidae Hydrochidae, Spercheidae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Limmichidae, Dryopidae, Elmidae). *Monografiya v 2 chastyakh [Fauna and Ecology of Water Beetles of Belarus (Coleoptera: Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae, Gyrinidae, Helophoridae, Georissidae Hydrochidae, Spercheidae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Limmichidae, Dryopidae, Elmidae). Monograph in 2 parts]. Minsk: Technoprint. 2004. Part 1. 272 pp.*

The water and amphibiotic entomofauna (Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Hemiptera, Coleoptera, Megaloptera, Trichoptera) of intact natural water ecosystems in the territory of the Berezinsky biosphere reserve, the Pripyatskiy national park and the Republican landscape reserve “Stronga” is discussed in the article.

In intact natural water bodies in the Berezinsky biosphere reserve 200 species of water and amphibiotic insects have been recorded, in the landscape reserve “Stronga” — 113 species, in the territory of the National park “Pripyatskiy” — 71 species. In the study of specially protected natural areas, 11 species-indicators of intact natural watercourses (dragonflies *Cordulegaster boltonii* (Donovan, 1807) and *Ophiogomphus cecilia*, stonefly *Taeniopteryx nebulosa* (Linnaeus, 1758), bugs *Velia saulii* Tamanini, 1947 and *Gerris sphagnetorum* Gaunitz, 1947, beetles *Deronectes latus* (Stephens, 1829), *Nebrioporus assimilis* (Paykull, 1798) and *Hydraena gracilis* Germar, 1824, alderfly *Sialis nigripes* Pictet, 1865, caddisflies *Chaetopteryx villosa* (Fabricius, 1798) and *Odontocerum albicorne* (Scopoli, 1763)), the indicator of intact rivers, old river-beds, lakes and bogs — dragonfly *Brachytron pretense* (Müller, 1764), the intact dystrophic lakes indicator — caddisfly *Agrypnia obsoleta* Hagen, 1864, three indicators of intact upland and transitional bogs (beetle *Ilybius wasastjernae* (Sahlberg, 1824), dragonflies *Aeshna subarctica* Walker, 1908 and *Somatochlora arctica* (Zetterstedt, 1840)) are recorded.

The main directions of transformation of communities of model groups of water and amphibiotic insects in natural water ecosystems under anthropogenic impact are determined.

Under the anthropogenic impact the main directions of transformation of insect communities in water ecosystems are depletion of taxonomic composition (reducing the number of taxa of various ranks from order to species); reducing the species wealth of insect communities; simplifying the ecological structure of ecosystems, primarily due to the disappearance of rheophilic and rhobiont species of stoneflies, mayflies, caddisflies and beetles; reduction in number of stenobiont species, which include species of indicators of water purity, indicators of intactness of natural water ecosystems.

Поступила в редакцию 10.07.2019

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

АГРОНОМИЯ

AGRICULTURAL SCIENCES

AGRONOMY

УДК 633.112.9«324»:636[085.51+086.1]

С. В. Абраскова¹, Н. П. Шишлова²

¹Учреждение образования «Барановичский государственный университет»,
Министерство образования Республики Беларусь, ул. Войкова, 21, 225404 Барановичи,
Республика Беларусь, тел.+375 (163) 48 74 01, svetab3101@mail.ru

²Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по земледелию», ул. Тимирязева, 1, 222160 Жодино,
Республика Беларусь, +375 (1775) 3 25 68, izis@tut.by

ИЗМЕНЕНИЕ КОРМОВОЙ ЦЕННОСТИ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТОВЫХ РАЗЛИЧИЙ И УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ

Приведены результаты изучения влияния разных уровней интенсивности выращивания зерна тритикале на урожайность, содержание и сбор сырого протеина с учетом сортовых различий. Среди изученных новых сортов озимого тритикале максимальную урожайность показал сорт Заречье в 2017 году на интенсивном фоне — 113,9 ц / га. Лидерами по сбору сырого протеина (в среднем за 2016—2018 годы) являлись сорта озимого тритикале Заречье (6,21 ц / га) — при выращивании по традиционной технологии и Березино (8,11 ц / га) — по интенсивной технологии.

Ключевые слова: сорта озимого тритикале; технология возделывания; содержание и сбор сырого протеина.
Рис. 2. Табл. 4. Библиогр.: 9 назв.

S. V. Abraskova¹, N. P. Shishlova²

¹ Education Institution “Baranovichi State University”, Ministry of Education of the Republic of Belarus,
21, Voykova str., 225404 Baranovichi, Brest obl., the Republic of Belarus, +375 (163) 48 74 01, svetab3101@mail.ru

²The Republican Unitary Enterprise “Scientific-and-Practical Centre of the National Academy
of Sciences of Belarusian agriculture”, 1, Timiryazeva str., 222160 Zhodino,
the Republic of Belarus, +375 (1775) 3 25 68, izis@tut.by

CHANGE OF FODDER VALUE OF GRAIN OF TRITICALE DEPENDING ON HIGH- QUALITY DISTINCTIONS AND CONDITIONS OF CULTIVATION

The results of studying influence of different levels of intensity of cultivation of triticale grain on productivity, contents and collecting crude protein taking into account high-quality distinctions are given. Among the studied new grades of winter triticale the maximum productivity was shown by the grade Zarechye in 2017 against an intensive background — 113.9 c / hectare. Leaders in collecting crude protein (on average in 2016—2018) were the grades of winter triticale Zarechye (6.21 c / hectare) — cultivated with the use of traditional technology and Berezino (8.11 c / hectare) — by means of intensive technology.

Key words: grades of winter triticale; technology of cultivation; maintenance and collecting crude protein.
Fig. 2. Table 4. Ref.: 9 title.

Введение. Рост производства продукции животноводства зависит от ряда факторов, в том числе обеспеченности животных энергией, протеином, аминокислотами, а также другими питательными веществами в кормах. При решении вопроса дефицита белка в рационах сельскохозяйственных животных привлекает внимание зернофуражная культура тритикале, которая отличается рядом ценных свойств. Она характеризуется неприхотливостью к разным почвенно-климатическим условиям и одновременно высокой урожайностью в условиях Беларуси, не требует такого затратного уровня агротехники и средств защиты, как пшеница, что немаловажно в период нарушенного экологического равновесия в природе. Поэтому закономерно, что в последние годы по посевным площадям в республике она занимает 2-е место в мире (500 тыс. га) после Польши (1,3 млн га).

Культура тритикале используется преимущественно на корм. По выходу кормовых единиц и протеина с 1 гектара тритикале существенно превосходит рожь, ячмень и овес при более низкой себестоимости [7]. Определяющим в качестве кормов является как содержание сырого протеина в целом, так и количество незаменимых аминокислот, а также их соотношение. Тритикале имеет преимущество в содержании некоторых незаменимых аминокислот по сравнению с пшеницей и рожью: метионина, который участвует в процессах обмена жира, было 0,31 в зерне озимого тритикале, 0,27 — в пшенице и 0,15 % — во ржи [2]. Такая закономерность отмечалась также по количеству лизина, триптофана, метионина, валина, фенилаланина, треонина, гистидина и аргинина [2—4]. Результаты химического анализа показали, что по сумме незаменимых аминокислот озимые зерновые можно ранжировать по убыванию в следующем порядке: озимая пшеница (28,72) > озимый тритикале (26,92) > озимая рожь (24,81 г / кг) [6].

Химический состав зерна подвержен значительным изменениям в зависимости от генетических свойств сорта и условий выращивания — климатических условий и агротехники возделывания [9]. Так, внесение минерального азота в дозах 90—120 кг как однократно, так и дробно при выращивании ячменя в зависимости от сорта обеспечивало прибавку урожайности 7,1—12,8 ц / га, что на 27,5—37,0 % выше контроля [1]. Изменение химического состава зерна в значительной степени связано с биологической пластичностью сорта. Опыты показали, что чем менее приспособлен сорт к условиям выращивания, тем больше проявляется изменчивость биохимических показателей зерна при засухе.

Важную роль в протеиновой питательности зерна играет уровень урожайности. Между этими показателями существует классическая обратная корреляция, достоверность которой в значительной степени зависит от ряда генетических и абиотических факторов.

В настоящее время тритикале является одной из основных зернофуражных культур Республики Беларусь, обеспечивающей ежегодно около 20 % валового сбора зерна. Для укрепления кормовой базы и наращивания продукции животноводства в хозяйствах Беларуси необходим анализ эффективности выращивания зерна тритикале с учетом условий возделывания и сортовых различий, что и явилось целью данной работы.

Материалы и методы исследования. Объектом исследований служили 30 сортов и сортообразцов озимого гексаплоидного тритикале (*X Triticosecale* Wittmack & A. Camus, $2n = 42$) отечественной и зарубежной селекции из питомника конкурсного сортоиспытания, выращенные на опытных полях научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по земледелию в 2016—2018 годах. Обработку почвы проводили согласно отраслевому регламенту [7]. Почва опытных участков дерново-подзолистая супесчаная. Агрохимические показатели пахотного горизонта: рН KCl — 5,8—6,2, подвижный P_2O_5 — 220—260 мг / кг, обменный K_2O — 200—300 мг / кг, гумус — 2,1—2,3 %. Предшественником озимого тритикале являлся овес. Площадь делянки 10 м², повторность трехкратная. Норма высева составила 4,5 млн всхожих семян на гектар. Фосфорно-

калийные удобрения в дозе $P_{80}K_{120}$ вносили осенью под основную обработку почвы, азотные (карбамид) в дозе N_{120} — весной в несколько приемов: N_{60} — при возобновлении вегетации, N_{30} — в начале выхода в трубку (стадия 31 по Цадоксу) и N_{30} — при появлении флагового листа (стадия 37). При интенсивном уровне возделывания применяли дополнительную дозу азотных удобрений N_{30} в фазу начала колошения (стадии 50, 51), а также микроэлементы Cu и Mn (50 г/га) — в виде некорневых подкормок в стадии 31, регуляторы роста и фунгициды — в стадиях 31 и 37 по Цадоксу.

Изучили новые сорта озимого тритикале Заречье, Ковчег, Устье и Березино, включенные в Государственный реестр сортов 2019 года (приложение 1 к приказу от 29.12.2018 № 106) с точки зрения хозяйственной ценности.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты многолетних исследований (2002—2018 годы), проводимых на селекционных образцах озимого тритикале из различных питомников, показали, что средний уровень содержания сырого протеина в зерне, выращенном в почвенно-климатических условиях центрального региона республики, составил 11,4 % в абсолютно сухом веществе [8]. Границы изменчивости среднего значения признака охватывали диапазон от 9,1 (2017 год) до 15,0 % (2006 год). Сортные значения показателя, определившие границы изменчивости, составили 6,7 и 18,4 % сырого протеина в зерне тритикале, что выявило существенную разницу в 2,7 раза. Генотипическая вариация признака ($V = 10,22\%$) немного уступала его модификационной изменчивости — 12,93 %.

Период наблюдений (2016—2018 годы) характеризовался различными погодными условиями, оказавшими значительное влияние на продуктивность и химический состав зерна тритикале. Так, 2016 и 2017 годы можно охарактеризовать как более благоприятные по температуре воздуха по сравнению с 2018 годом (рисунок 1), в котором отмечалось превышение среднесуточной температуры воздуха и существенный дефицит осадков (рисунок 2). Погодные условия 2017 года можно рассматривать как наиболее оптимальные из трех лет наблюдения: урожайность зерна в этом году составила 93,9—108,8 в отличие от засушливого 2018 года с результатом 62,7—68,9 8 ц/га.

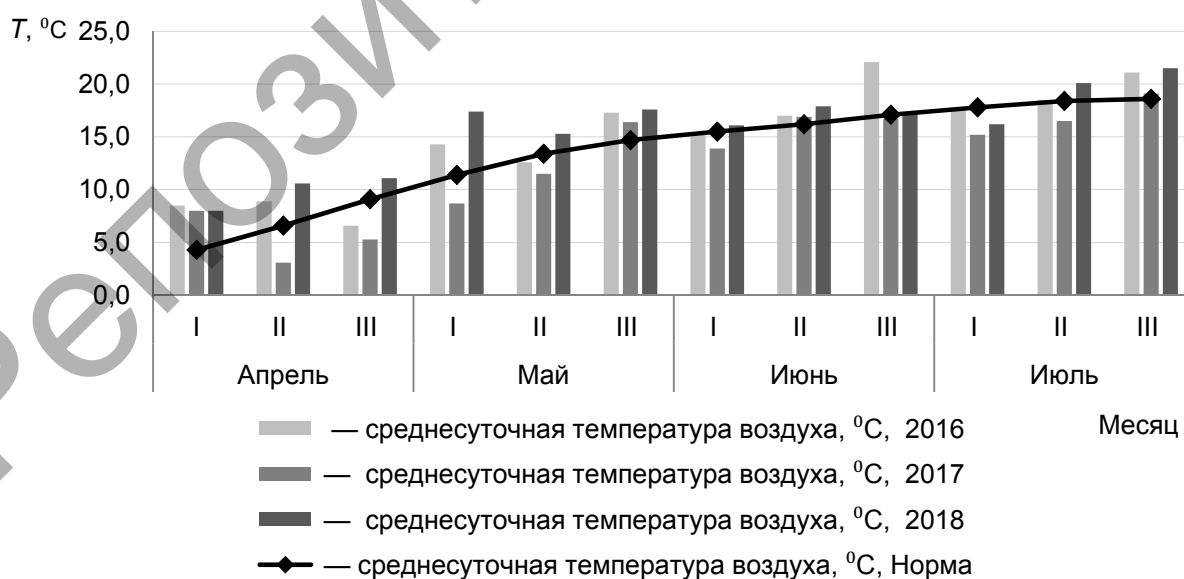


Рисунок 1. — Среднесуточная температура воздуха в период активной вегетации растений озимого тритикале в 2016—2018 годах (Минская обл., г. Борисов)

Figure 1. — Average daily air temperature during active vegetation of plants of winter triticale, 2016—2018 (the Minsk Region, Borisov)

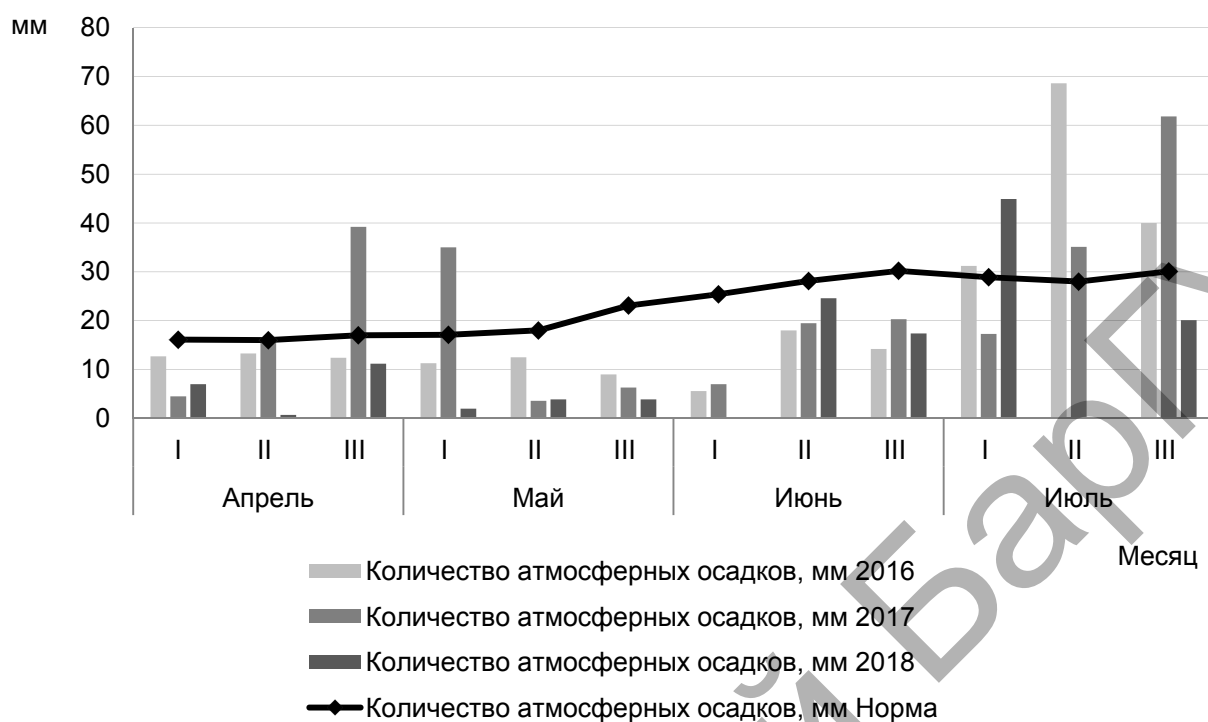


Рисунок 2. — Количество осадков в 2016—2018 годах (Минская обл., г. Борисов)

Figure 2. — An amount of precipitation, 2016—2018 (the Minsk Region, Borisov)

На продуктивность и качество зерна озимого тритикале оказывали влияние не только климатические условия, но и внесение дополнительных доз азотных удобрений, микроэлементов, фунгицидов и регуляторов роста, применяемых при интенсивной технологии возделывания.

Сбор сырого протеина (СП), урожайность зерна и содержание СП в абсолютно сухом веществе в среднем за три года были 7,68; 83,5 ц/га и 11,0% соответственно при интенсивной технологии возделывания против 6,27; 76,1 ц/га и 9,7% при обычной технологии возделывания (таблица 1).

При изучении новых сортов озимого тритикале по показателям урожайности, сбору и содержанию сырого протеина в зависимости от условий года и технологии возделывания выявили следующие закономерности.

По содержанию сырого протеина в зерне новые сорта озимого тритикале характеризовались примерно одинаковым уровнем, с небольшим преимуществом сортов Ковчег на обычном (таблица 2) и Березино — на интенсивном фоне возделывания (таблица 3).

Погодные условия периода наблюдений (2016—2018 годы) оказали заметное влияние на содержание протеина в зерне, минимальные значения которого приходились на наиболее урожайный 2017 год. Исключения составили сорта Ковчег (обычный фон) и Березино (интенсивный фон). Климатические условия 2018 года (жаркая и сухая погода во время налива и созревания зерна) были наиболее благоприятными для накопления сырого протеина в зерне озимого тритикале. В 2016 году значения показателя носили промежуточный характер, приближаясь на обычном фоне возделывания к уровню содержания сырого протеина в 2017 году; на интенсивном фоне — к более высокому уровню 2018 года.

Т а б л и ц а 1. — Характеристика элементов продуктивности и качества зерна образцов озимого тритикале в питомнике конкурсного сортоиспытания ($n = 30$), 2016—2018 годы

T a b l e 1. — Characteristic of elements of efficiency and quality of grain of samples of winter triticale in nursery of a competitive strain testing ($n = 30$), 2016—2018

Показатели	Технология возделывания					
	обычная			интенсивная		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Урожайность, ц / га	71,6	93,9	62,7	72,8	108,8	68,9
Сырой протеин (в абсолютно сухом веществе), %	9,6	8,5	11,2	12,2	9,0	11,8
Сбор сырого протеина, ц / га	5,91	6,86	6,04	7,64	8,42	6,99
Количество продуктивных стеблей, шт. / м ²	610	603	467	685	631	523
Высота растения, см	107	111	97	112	110	94
Натура зерна, г / л	670	716	706	655	733	712
Масса 1 000 семян, г	43,1	49,3	47,2	42,3	51,0	50,1
Сырая клейковина, %	18,2	6,2	14,7	25,6	5,7	19,1
Сырой крахмал (в абсолютно сухом веществе), %	68,8	77,1	72,5	65,3	76,0	71,2

Применение дополнительных агротехнических приемов при интенсивной технологии возделывания приводило к увеличению содержания сырого протеина в зерне всех изученных сортов озимого тритикале. Положительный эффект был максимальным в 2016 году с наибольшим приростом показателя для сортов Заречье и Березино. Менее значительное влияние технологии наблюдалось в 2018 году. В целом за три года наблюдения за показателем «содержание сырого протеина» максимальной отзывчивостью на усиление фона возделывания характеризовались сорта Динамо и Березино; наименее восприимчивыми оказались сорта Заречье и Ковчег.

Лидерами по сбору сырого протеина (в среднем за 2016—2018 годы) являлись сорта Динамо и Заречье при выращивании по традиционной технологии, Динамо и Березино — по интенсивной технологии. Максимальное значение показателя — 9,01 ц/га — было достигнуто в 2017 году и принадлежало контрольному сорту Динамо. Независимо от сортовой специфики, применение интенсивной технологии возделывания за счет совместного увеличения урожайности и протеина приводило к заметному росту сбора сырого протеина во все года наблюдения. В среднем за три года у всех изученных сортов (за исключением сорта Заречье) отмечалось увеличение этого показателя более чем на треть. Максимальной отзывчивостью на дополнительные агроприемы характеризовался сорт Березино (+37,2%), главным образом за счет 2018 года, когда прирост показателя составил 66,2%. Этот же сорт отличался наибольшей нестабильностью показателя по годам при возделывании на обычном фоне.

Следует отметить, что применение интенсивной технологии возделывания приводило к уменьшению дифференциации между сортами, т. е. сглаживанию сортовой специфики, как по содержанию сырого протеина, так и по его сбору.

На степень достоверности зависимости между урожайностью и СП заметное влияние оказало усиление континентальности и технология возделывания. Так, в жарком и засушливом 2018 году достоверность зависимости отсутствовала (таблица 4).

Достоверные зависимости между урожайностью и содержанием сырого протеина наблюдались только на интенсивном фоне в 2016 и 2017 годах.

Т а б л и ц а 2. — Характеристика новых сортов озимого тритикале в конкурсном сортоиспытании на обычном фоне

T a b l e 2. — Features of new grades of winter triticale in the competitive strain testing against the usual background

Сорт	Урожайность, ц / га				Сырой протеин, % (абс. сух. в-во)				Сбор сырого протеина, ц / га			
	2016	2017	2018	среднее	2016	2017	2018	среднее	2016	2017	2018	среднее
Динамо (контроль)	71,6	88,2	58,9	72,9	9,3	8,7	12,1	10,0	5,73	6,60	6,13	6,15
Заречье	76,1	93,2	56,8	75,4	9,1	8,8	11,5	9,8	5,96	7,05	5,62	6,21
Ковчег	67,7	77,4	57,4	67,5	9,2	9,4	11,7	10,1	5,36	6,26	5,78	5,80
Устье	74,5	93,5	53,9	74,0	9,1	8,2	11,6	9,6	5,83	6,60	5,38	5,94
Березино	74,2	96,8	45,5	72,2	9,8	8,7	10,8	9,8	6,25	7,24	4,23	5,91

Т а б л и ц а 3. — Характеристика новых сортов озимого тритикале в конкурсном сортоиспытании на интенсивном фоне

T a b l e 3. — Features of new grades of winter triticale in the competitive strain testing against intensively background

Сорт	Урожайность, ц / га				Сырой протеин, % (абс. сух. в-во)				Сбор сырого протеина, ц / га			
	2016	2017	2018	среднее	2016	2017	2018	среднее	2016	2017	2018	среднее
Динамо (контроль)	72,8	104,8	70,8	82,8	12,0	10,0	12,6	11,5	7,51	9,01	7,67	8,06
Заречье	78,9	113,9	64,6	85,8	10,6	9,0	11,7	10,4	7,19	8,82	6,50	7,50
Ковчег	77,6	106,8	71,0	85,1	11,0	9,6	12,2	10,9	7,34	8,82	7,45	7,87
Устье	80,4	109,0	71,4	86,9	10,9	9,2	11,8	10,6	7,54	8,62	7,23	7,80
Березино	74,9	109,8	71,7	85,5	13,5	9,1	11,4	11,3	8,70	8,59	7,03	8,11

Т а б л и ц а 4. — Корреляционный анализ взаимосвязей между урожайностью и содержанием сырого протеина в семенах образцов озимого тритикале ($n = 30$)

T a b l e 4. — Correlation analysis of relationships between yield and crude protein content in seeds of winter triticale samples ($n = 30$)

Урожайность по годам	Сырой протеин	
	Коэффициент корреляции (r) в зависимости от технологии возделывания	
	обычная	интенсивная
2016	-0,124	-0,468**
2017	-0,324	-0,531**
2018	-0,033	-0,348

Примечание: **достоверно при $P_{0,01}$.

Заключение. В результате проведенных исследований выявлено, что на количество образовавшегося протеина в зерне озимого тритикале оказывает влияние сортовая специфика наряду с погодным фактором — количеством осадков и температурой воздуха в период налива и созревания зерна. Так, содержание сырого протеина изменялось от 8,2 (сорт Устье, 2017 год) до 12,1 % (сорт Динамо, 2018 год).

Следует отметить, что применение интенсивной технологии возделывания приводило к уменьшению дифференциации между сортами, т. е. сглаживанию сортовой специфики, как по содержанию сырого протеина, так и по его сбору. Максимальной отзывчивостью на дополнительные агроприемы характеризовался сорт Березино.

Лидерами по сбору сырого протеина (в среднем за 2016—2018 годы) являлись сорта озимого тритикале Динамо и Заречье (6,15 и 6,21 ц/га соответственно) при выращивании по традиционной технологии и сорта Динамо и Березино (8,06 и 8,11 ц/га) — по интенсивной технологии.

Список цитированных источников

1. Абарова, Е. Э. Урожайность ярового ячменя в зависимости от форм, доз и сроков внесения азотных удобрений / Е. Э. Абарова // Проблемы дефицита растительного белка и пути его преодоления : материалы Междунар. науч.-практ. конф. 13—15 июля 2006 г., г. Жодино. — Минск, 2006. — С. 329—334.
2. Абраскова, С. В. Оценка зернофуражного тритикале как компонента комбикормов / С. В. Абраскова, Н. П. Шишлова, Е. Н. Лапутыко // Земледелие и селекция в Беларуси. — 2010. — № 46 (20). — С. 213—223.
3. Булавина, Т. М. Оптимизация приемов возделывания тритикале в Беларуси / Т. М. Булавина ; НАН Беларуси, Ин-т земледелия и селекции. — Минск : ИВЦ Минфина, 2005. — 224 с.
4. Голушко, В. М. Оптимизация протеинового и аминокислотного кормления свиней / В. М. Голушко, А. В. Голушко // Наше сел. хоз-во. — 2014. — № 16. — С. 60—64.
5. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых и крупяных культур : сб. отраслевых регламентов / НАН Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф. И. Привалов [и др.]; под общ. ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. — Минск : Беларус. навука, 2014. — 288 с.
6. Сравнительный анализ состава незаменимых аминокислот в продукции основных сельскохозяйственных культур / Р. В. Путятин [и др.] // Весці Нац. акад. навук Беларусі. — 2014. — № 3. — С. 60—69.
7. Семененко, Н. Н. Адаптивная система применения минеральных удобрений под яровое тритикале на деградированных торфяных почвах : метод. указания / Н. Н. Семененко, В. А. Журавлев, Н. М. Жуков. — Минск : Ин-т мелиорации и луговодства НАН Беларуси, 2006. — 19 с.
8. Шишлова, Н. П. Физиолого-биохимические основы продуктивности и качества тритикале / Н. П. Шишлова. — Минск : Беларус. навука, 2018. — 201 с.
9. Blum, A. The abiotic stress response and adaptation of triticale — a review / A. Blum // Cereal Res. Com. — 2014. — Vol. 42, № 3. — P. 359—375.

References

1. Abarova E. E. Urozhaynost yarovogo yachmenya v zavisimosti ot form, doz i srokov vneseniya azotnykh udobreniy [The yield of spring barley, depending on the forms, doses and timing of the application of nitrogen fertilizers]. Zemledelie i selekciya v Belarusi [Crop farming and selection in Belarus]. Sb. nauch. tr. In-t zemledeliya i selektsii NAN Belarusi [Collec. of scient. proceedings]. Minsk, 2006. Pp. 329—334.
2. Abraskova S. V., Shishlova N. P., Laputko E. N. Ocenka zernofurazhnoj triticale kak komponenta kombikormov [Evaluation of grain-fodder triticale as a component of feed]. Zemledelie i selekciya v Belarusi [Crop farming and selection in Belarus]. Sb. nauch. tr. In-t zemledeliya i selektsii NAN Belarusi [Collec. of scient. proceedings]. Minsk, 2010. № 46 (20). Pp. 213—223.
3. Bulavina T. M. Optimizaciya priemov vzdelyvaniya tritikale v Belarusi [Optimization of methods of cultivation of triticale in Belarus]. Minsk, 2005. 224 p.
4. Golushko V. M., Golushko A. V. Optimizaciya proteinovogo i aminokislotnogo kormleniya svinej [Optimization of protein and amino acid feeding of pigs]. Nashe selskoe chozyaystvo [Our agriculture]. 2014. № 16. Pp. 60—64.
5. Organizacionno-technologicheskie normativy vzdelyvaniya zernovykh, zernobobovykh i krupyanykh kultur : sb. otraslevykh reglamentov [Organizational and technological standards of cultivation of grain, leguminous and cereal crops : collection of industry regulations] ; ruk. razrab.: F. I. Privalov [i dr.] ; pod obshh. red. V. G. Gusakova, F. I. Privalova. Minsk : Belarus. navuka, 2014. 288 p.
6. Sravnitelnyj analiz sostava nezamenimyykh aminokislot v produkcii osnovnykh selskochozyajstvennykh kultur [Comparative analysis of the composition of essential amino acids in the production of major crops]. R. V. Putyatin [i dr.]. Vesczi Nacz. akad. Navuk Belarusi [News of the National Academy of Sciences of Belarus]. 2014. № 3. P. 60—69.
7. Semenenko N. N., Zhuravlev V. A., Zhukov N. M. Adaptivnaya sistema primeneniya mineralnykh udobrenij pod yarovoe triticale na degradirovannykh torfyanykh pochvach [Adaptive system of application of mineral fertilizers for spring triticale on degraded peat soils]. Minsk, 2006. 19 p.
8. Shishlova N. P. Fiziologo-biochimicheskie osnovy produktivnosti i kachestva triticale [Physiological and biochemical basis of triticale productivity and quality]. Minsk : Belarus. navuka, 2018. 201 p.
9. Blum, A. The abiotic stress response and adaptation of triticale — a review. Cereal Res. Com. 2014. Vol. 42, № 3. Pp. 359—375.

In the study of new sorts of winter triticale, patterns of changes in the productivity and quality of grain which depend on weather factors and growing conditions were revealed. The degree of reliability of the relationship between yield and the content of crude protein in the grains was significantly influenced by the increase in continentality and the cultivation technology.

Поступила в редакцию 06.07.2019

УДК 634.72

И. Э. Бученков, И. В. Рышкель

Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, ул. Долгобродская, 23/1, 220070 Минск, Республика Беларусь, butchenkow@mail.ru

**АНАЛИЗ ПРИЗНАКОВ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА
RIBES NIGRUM L., *R. RUBRUM* L., *GROSSULARIA RECLINATA* MILL.,
СОЗДАННОГО НА ОСНОВЕ МЕТОДА АВТОПОЛИПЛОИДИИ**

Изучен фонд автотетраплоидов смородины черной, смородины красной и крыжовника. Установлено, что автотетраплоиды характеризуются новой совокупностью морфологических, анатомических и биологических признаков, присущих данному уровню пloidности, наблюдается четкий параллелизм в изменчивости одних и тех же признаков у разных видов семейства Grossulariaceae Dumort. Удвоение числа хромосом у диплоидных сортов *Ribes nigrum* L., *R. rubrum* L., *Grossularia reclinata* Mill. открывает возможность повышения их устойчивости к возбудителям заболеваний, усиления морозостойкости и повышения содержания витамина С в плодах.

Ключевые слова: крыжовник; смородина черная; смородина красная; селекция; полиплоидия.
Рис. 1. Табл. 3. Библиогр.: 8 назв.

I. E. Butschenkov, I. V. Ryshkel

International State Ecological Institute named after A. D. Sakharov, Belarusian State University, 23/1 Dolgobrodskaya str., 220070 Minsk, the Republic of Belarus, butchenkow@mail.ru

**THE ANALYSIS OF THE FEATURES OF BREEDING MATERIAL
RIBES NIGRUM L., *R. RUBRUM* L., *GROSSULARIA RECLINATA* MILL. CREATED
ON THE BASIS OF THE AUTO-POLYPOLODY METHOD**

The fund of autotetraploids of black currant, red currant and gooseberry was studied. It is determined that autotetraploids are characterized by a new set of morphological, anatomical and biological features, which are typical to this level of ploidity; there is a clear parallelism in the variability of the same features in different species of the Grossulariaceae Dumort family. Doubling the number of chromosomes in diploid varieties of *Ribes nigrum* L., *R. rubrum* L., *Grossularia reclinata* Mill. opens up the possibility of increasing their resistance to pathogens, frost and raising the content of vitamin C in berries.

Key words: gooseberry; black currant; red currant; selection; polyploidy.
Fig. 1. Table 3. Ref.: 8 titles.

Введение. С середины прошлого века индуцированная автополиплоидия все интенсивнее внедряется в практику и является результативной у ряда сельскохозяйственных культур. В последнее время отчетливо осознается, что селекция на уровне диплоидов в пределах одного вида заходит в тупик. Трудно создать что-либо новое, резко отличающееся от родительских форм. Перевод селекционного процесса на полиплоидный уровень открывает возможность получения новых и усиление желательных признаков [1].

С использованием метода экспериментальной автополиплоидии уже получены тетраплоидные формы различных дикорастущих видов и культурных сортов смородины черной, смородины красной, крыжовника. Из созданного материала отобраны формы, устойчивые к грибным и вирусным заболеваниям, почковому клещу, с повышенной зимостойкостью.

В процессе селекционной доработки выделены конкурентоспособные формы, сочетающие устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды с высокой продуктивностью и хорошим качеством плодов [2—4].

Несмотря на пониженную плодовитость, автотетраплоиды легко поддаются селекционному улучшению. Четырехкратное увеличение одних и тех же хромосомных наборов резко ограничивает возможность морфологического и физиологического проявления ядерных изъянов, что позволяет получать высокопродуктивные формы [5]. В связи с этим проводили анализ морфо-анатомических и биологических особенностей автотетраплоидных форм, полученных и отобранных нами ранее [3] на основе цитологического анализа [6; 7].

Материалы и методы исследований. Исследования проводили с 1998 по 2009 год на агробиологической станции БГПУ имени Максима Танка, а с 2009 по 2016 год — на опытном поле ПолесГУ. Объекты исследования: сорта смородины черной Паулинка, Сеянец Голубки, Пилот А. Мамкин, Наследница, Белорусская сладкая, Купалинка; сорта смородины красной Красная Андрейченко, Ненаглядная, Голландская красная; Йонкер ван Тетс, Прыгажуня, Натали; сорта крыжовника Русский, Сливовый, Колобок; Белорусский сахарный, Черномор, Юбилейный.

Оценку устойчивости диплоидных сортов и автотетраплоидных форм к мучнистой росе, септориозу и антракнозу проводили в условиях естественного заражения. Развитие болезни определяли по формуле

$$R = \frac{(ab)100}{NK},$$

где R — развитие болезни, в %;

ab — сумма произведения числа растений (a) на соответствующий им балл поражения (b);

N — общее число учтенных растений;

K — высший балл шкалы учета.

При определении морозостойкости оценивали общую степень подмерзания растений по программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [8].

С целью выяснения химического состава ягод различных генотипов, проведено изучение содержания общей суммы сахаров, титруемой кислотности, витамина С в ягодах диплоидных сортов и тетраплоидных форм.

Общую сумму сахаров определяли по методу Бертрена. Титруемую кислотность определяли титрованием вытяжек 0,1 н. раствором гидроксида натрия. Содержание аскорбиновой кислоты в ягодах в фазе полной спелости определяли по индофенольному методу в модификации Н. А. Брюхановой.

Результаты исследований и их обсуждение. Из созданного нами фонда полиплоидов на основе цитологического анализа было отобрано 73 автотетраплоидные формы смородины черной, 54 — смородины красной, 44 — крыжовника.

Морфо-анатомический анализ отобранных автотетраплоидных форм показал:

— *автотетраплоиды смородины черной* имеют кусты гетерозисного типа, утолщенные побеги более темной окраски, крупные размеры и измененную форму листьев, цветков, малое количество семян в плодах. Единичное цветение автотетраплоидов наблюдали на второй год вегетации, в дальнейшем цветение было обильным. Сравнительное изучение характера цветения и плодоношения диплоидных и тетраплоидных форм позволило установить, что у большинства тетраплоидных растений сроки указанных этапов наступают на 7—10 дней позже, чем у диплоидов;

– *автотетраплоиды смородины красной* — высокорослые растения с мощными побегами. Почки по размерам и окраске не отличаются от диплоидных, но имеют более отклоненное положение на побеге. Листья крупные, более темные, неправильной формы, центральная лопасть четко не выражена. Зубчики края листовой пластинки более округлые, менее заостренные. По диаметру и длине цветки крупнее диплоидных. Окраска цветков, форма и цвет плодов сходны с диплоидами. Масса ягод несколько выше диплоидных сортов. Семян мало;

– *автотетраплоиды крыжовника* — растения с компактными кустами гетерозисного типа. Побеги плохо ветвятся, направлены косо вверх. Характерны крупные, сближенные пазушные почки. Листья темно-зеленые, почти вдвое крупнее, чем у диплоидов. Поверхность листовой пластинки пузырчатая. Цветки крупнее, чем у диплоидов, с крупной завязью. Плоды округлые, по размерам и массе несколько превышают диплоидные, содержат мало семян.

Изучение анатомического строения листьев *Ribes nigrum*, *R. rubrum*, *Grossularia reclinata* показало, что клетки верхнего и нижнего эпидермиса тетраплоидных форм больше, чем клетки диплоидов. Для автотетраплоидов характерно увеличение длины замыкающих клеток устьиц, количества и размеров хлоропластов в них, уменьшение числа устьиц и ароматических железок на единицу площади эпидермиса, уменьшение слоев столбчатого мезофилла в сравнении с диплоидами (таблица 1).

Т а б л и ц а 1. — Сравнительная характеристика эпидермальных структур листа диплоидных сортов и тетраплоидных форм (обобщенные данные за годы исследований по всем сортам и формам)

T a b l e 1. — Comparative characteristics of epidermal structures of a leaf of diploid varieties and tetraploid forms (summarized data for the years of research for all varieties and forms)

Признак	<i>Ribes nigrum</i>		<i>R. rubrum</i>		<i>Grossularia reclinata</i>	
	2n = 16	4n = 32	2n = 16	4n = 32	2n = 16	4n = 32
Размеры клеток верхнего эпидермиса (увеличение 7 × 20)**	7,2 ± 0,7*	6,4 ± 0,5	5,8 ± 0,3	11,2 ± 0,8	10,8 ± 0,8	12,4 ± 0,9
Размеры клеток нижнего эпидермиса (7 × 20)**	4,6 ± 0,6	5,2 ± 0,7	3,9 ± 0,7	6,5 ± 0,9	13,8 ± 1,1	8,1 ± 1,2
Размеры замыкающих клеток устьиц (10 × 20)**	3,8 ± 0,5	4,1 ± 0,7	3,6 ± 0,6	5,9 ± 0,7	6,9 ± 0,7	7,5 ± 0,9
Размеры хлоропластов в замыкающих клетках устьиц (15 × 90)**	25,6 ± 1,3	27,7 ± 1,4	23,8 ± 1,3	27,6 ± 1,4	29,2 ± 1,4	31,2 ± 1,5
Количество устьиц в поле зрения микроскопа (10 × 20), шт.	58,1 ± 2,3	46,2 ± 1,7	61,3 ± 2,5	25,6 ± 1,3	28,4 ± 1,5	19,6 ± 1,1
Число хлоропластов в замыкающих клетках устьиц (10 × 60), шт.	14,2 ± 1,4	13,8 ± 1,0	11,9 ± 0,9	20,6 ± 1,1	21,6 ± 1,2	23,6 ± 1,3
Количество ароматических железок на 1 см ² (10 × 20), шт.	30,8 ± 1,5	16,7 ± 1,3	—	—	—	—

Примечания: 1) * — $\bar{X} \pm x_s$; 2) ** — в делениях окуляр-микрометра.

Исследования показали, что при переводе диплоидных сортов на тетраплоидный уровень фертильность снижается в среднем у смородины черной в 2,3 раза. У диплоидных сортов фертильность пыльцы составляла 78—79 %. Процентное содержание крупных, нормально сформированных и проросших пыльцевых зерен у автотетраплоидов изменялось в пределах 32—37 % в зависимости от сорта.

У смородины красной при переводе диплоидных сортов на тетраплоидный уровень фертильность пыльцы снижается в среднем в 2 раза. У диплоидных сортов фертильность пыльцы составляла 75—85 %. Процентное содержание крупных, нормально сформированных и проросших пыльцевых зерен у автотетраплоидов изменялось в пределах 40—48 % в зависимости от сорта.

При переводе диплоидных сортов крыжовника на тетраплоидный уровень фертильность пыльцы снижается в среднем в 1,4 раза. У диплоидных сортов фертильность пыльцы составляла 38—42 %. Процентное содержание крупных, нормально сформированных и проросших пыльцевых зерен у автотетраплоидов было около 30 % в зависимости от сорта.

Для сопоставления характера изменений у автотетраплоидов разных видов семейства *Grossulariaceae* Dumort. в сравнении с диплоидами провели оценку признаков, характеризующих линейные размеры органов, а также отношение этих признаков $4n : 2n$.

По линейным параметрам листьев, почек, цветков, пыльников, пыльцевых зерен автотетраплоиды превосходят диплоиды. В среднем линейные размеры органов у автотетраплоидных форм превосходят диплоидные сорта у смородины черной в 1,4 раза, у смородины красной — в 1,2 раза, у крыжовника — в 1,3 раза (таблица 2).

В результате того, что у автотетраплоидов показатели длины листьев, почек, цветков увеличиваются в меньшей степени, чем показатели ширины, заметно возрастает показатель индекса органов. Так, индекс листа у диплоидных сортов смородины черной составляет 0,93, у автотетраплоидов — 1,46; у смородины красной — 0,95 и 1,48; у крыжовника — 0,87 и 1,33 соответственно.

Т а б л и ц а 2. — Относительное изменение признаков у автотетраплоидов по сравнению с диплоидными сортами ($4n : 2n$) (обобщенные данные за годы исследований по всем сортам и формам)

T a b l e 2. — Relative change of features in autotetraploids compared with diploid varieties ($4n : 2n$) (summarized data for the years of research for all varieties and forms)

Признак	<i>Ribes nigrum</i>	<i>R. rubrum</i>	<i>Grossularia reclinata</i>
Лист			
– длина	0,92	1,09	0,93
– ширина	1,68	1,33	1,18
Почка			
– длина	1,18	1,01	1,15
– ширина	1,72	1,18	1,52
Черешок			
– длина	1,65	1,17	1,33
– толщина	1,68	1,23	1,42
Цветок			
– длина	1,43	1,25	1,49
– диаметр	1,45	1,31	1,61
Пыльник			
– длина	1,32	1,29	1,27
Пыльцевое зерно			
– диаметр	1,26	1,24	1,22

Изучение диаметра пыльцевых зерен у автотетраплоидов в сравнении с исходными диплоидными сортами выявило стабильность в величине гаплоидной ($n = 8$) и диплоидной ($n = 16$) пыльцы и четкое различие между ними, что свидетельствует о строгой генетической обусловленности данного показателя и возможности его использования в качестве диагностического признака тетраплоидности.

Наиболее распространенными возбудителями заболеваний у различных сортов *Ribes nigrum*, *R. rubrum*, *Grossularia reclinata* являются *Spaeroteca mors-uvae* (Schv.) Berk. Et Curt., *Pseudopeziza ribis* Kleb. и *Septoria ribes* Desm. Согласно некоторым авторам, повышение полевой устойчивости к возбудителям заболеваний может быть достигнуто переводом диплоидов на тетраплоидную основу [6; 8].

Изучение поражаемости 73 автотетраплоидов смородины черной, 54 автотетраплоидов смородины красной, 44 автотетраплоидов крыжовника, позволило выделить формы с высокой полевой устойчивостью к мучнистой росе, септориозу и антракнозу.

У автотетраплоидов смородины черной при оценке и анализе поражения мучнистой росой первую группу (22,33 %) составили формы, поражающиеся еще в большей степени, чем диплоидные сорта (5-4 балла), вторую группу (66,82 %) — формы, поражаемость которых мучнистой росой, септориозом и антракнозом находится на уровне диплоидов (2-3 балла), третью группу (10,85 %) — формы, более устойчивые, чем диплоидные сорта, и почти не поражающиеся (1 балл).

Приблизительно сходные результаты были получены при анализе поражаемости диплоидных и автотетраплоидных форм смородины черной септориозом и антракнозом: первая группа — 23,77 и 32,75 %, вторая — 69,98 и 58,00 %, третья — 6,55 и 9,25 % соответственно.

Из всех изученных автотетраплоидных форм смородины черной выделена группа из 8 растений (10,96 %), обладающих комплексной устойчивостью к трем изученным возбудителям заболеваний.

У автотетраплоидов смородины красной по поражению мучнистой росой первая группа составила 13,75 %, вторая — 75,63 %, третья — 10,62 %; антракнозом: первая — 34,88 %, вторая — 57,56 %, третья — 7,56 %; септориозом: первая — 24,33 %, вторая — 67,12 %, третья — 8,55 %. Из 54 автотетраплоидов смородины красной выделены 6 растений (11,11 %), обладающих комплексной устойчивостью к мучнистой росе, антракнозу и септориозу.

У автотетраплоидов крыжовника по поражению мучнистой росой, септориозом и антракнозом количественное соотношение групп распределилось следующим образом: первая — 14,80; 10,25; 9,33 %, вторая — 74,54; 81,30; 84,42 %, третья — 10,66; 8,45; 6,25 % соответственно. Из 44 изученных автотетраплоидных форм крыжовника выделена группа из 5 растений (11,36 %), обладающих комплексной устойчивостью к трем изученным возбудителям заболеваний.

Одним из важных признаков при оценке селекционного материала является морозостойкость. В этой связи проведена оценка колхиплоидов *Ribes nigrum*, *R. rubrum*, *Grossularia reclinata* на устойчивость к низким температурам. Результаты анализа, полученных данных свидетельствуют о большой вариабельности тетраплоидов по данному признаку, так как наряду с морозостойкими, наблюдаются и сильно повреждаемые формы, чего не установлено у диплоидов (рисунок 1).

Так, у диплоидных сортов, растения с баллом поражения 4-5 вообще отсутствуют, у автотетраплоидов данная группа составляет от 3 до 6 %. У диплоидных сортов также выше процент растений из групп высокоустойчивые (10—18 %) и устойчивые (48—61 %). У автотетраплоидных форм эти показатели составляют 8—11 % и 22—27 % соответственно.

Анализ данных по содержанию сахаров показывает, что у большинства автотетраплоидных форм их процентное содержание несколько превышает диплоидные сорта или находится

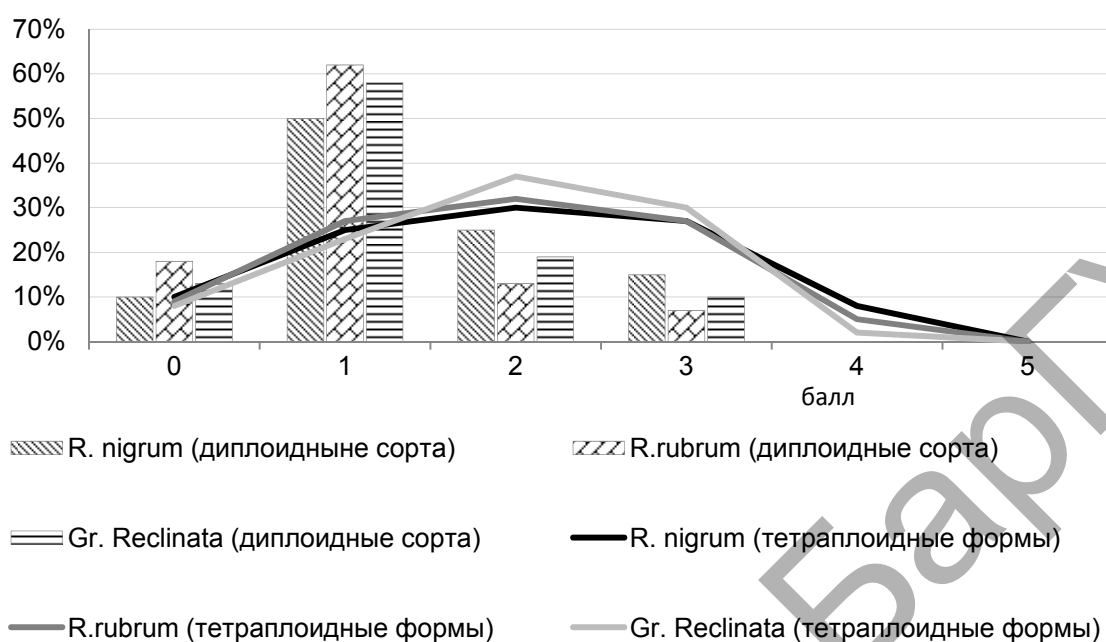


Рисунок 1. — Морозостойкость диплоидных сортов и тетраплоидных форм *R. Nigrum*, *R. Rubrum* и *Gr. Reclinata* (средние данные по всем сортам и формам за годы исследований)

Figure 1. — Frost resistance of diploid varieties and tetraploid forms of *R. nigrum*, *R. Rubrum* and *Gr. Reclinata* (average data for all varieties and forms over the years of research)

на том же уровне. Аналогичные результаты получены и по кислотности. Исследования также показали, что колхиплоиды характеризуются более высокими показателями в сравнении с диплоидными сортами по содержанию витамина С (таблица 3).

Т а б л и ц а 3. — Химический состав ягод диплоидных сортов и тетраплоидных форм (средние данные за годы исследований)

T a b l e 3. — The chemical composition of berries of diploid varieties and tetraploid forms (average data over the years of research)

Сорт	Сахара, %		Титруемая кислотность, %		Аскорбиновая кислота, мг / 100 г	
	2n	4n	2n	4n	2n	4n
Паулинка	7,6	7,8	2,2	2,2	209,2	215,5
Сеянец Голубки	11,2	10,8	2,5	2,6	142,4	170,3
Пилот А. Мамкин	8,6	8,5	1,8	1,8	198,7	184,0
Купалинка	9,3	9,3	2,3	2,3	190,0	201,5
Наследница	10,5	10,6	2,2	2,3	180,3	195,8
Белорусская сладкая	8,2	8,3	2,3	2,3	182,4	196,9
Средние данные по сортам смородины черной	9,1	9,3	2,2	2,2	181,4	196,5
Йонкер ван Тетс	6,2	6,3	2,7	2,7	30,3	36,3
Красная Андрейченко	6,8	6,8	1,7	1,8	38,5	40,2

Окончание таблицы 3

Сорт	Сахара, %		Титруемая кислотность, %		Аскорбиновая кислота, мг / 100 г	
	2n	4n	2n	4n	2n	4n
Ненаглядная	6,0	6,1	2,6	2,6	30,2	36,5
Голландская красная	6,8	6,9	2,5	2,6	37,2	40,1
Прыгажуня	6,4	6,5	2,4	2,5	33,2	36,8
Натали	6,6	6,6	2,4	2,5	35,3	39,9
Средние данные по сортам смородины красной	6,5	6,5	2,4	2,4	34,1	38,3
Черномор	10,3	10,3	2,1	2,2	28,3	30,7
Русский	9,9	10,0	1,8	1,8	30,2	31,5
Сливовый	10,2	10,2	1,6	1,6	29,5	30,7
Колобок	8,7	8,7	2,7	2,8	24,0	26,0
Юбилейный	10,2	10,3	2,2	2,3	26,0	28,0
Белорусский сахарный	9,5	9,5	2,1	2,1	30,0	31,2
Средние данные по сортам крыжовника	9,8	9,8	2,1	2,1	28,0	29,7

Заключение. В результате сравнительного анализа признаков автотетраплоидных форм *Ribes nigrum*, *R. rubrum*, *Grossularia reclinata* с диплоидными сортами установлено:

1) автотетраплоиды характеризуются новой совокупностью морфологических и анатомических признаков, присущих данному уровню ploidy. Несмотря на то, что реакция каждого признака на удвоение числа хромосом детерминируется спецификой генотипа каждого сорта, наблюдается четкий параллелизм в изменчивости одних и тех же признаков у разных видов семейства Grossulariaceae Dumort;

2) удвоение числа хромосом у диплоидных сортов открывает возможность повышения устойчивости полученных автотетраплоидных форм к возбудителям заболеваний;

3) у автотетраплоидов по сравнению с диплоидными сортами характерно повышенное содержание витамина С в плодах.

Список цитируемых источников

1. Трунин, Л. Л. Экспериментальные полиплоиды черной смородины, смородины дикуши и крыжовника / Л. Л. Трунин // Научные достижения в практику : сб. науч. тр. — Тамбов, 1972. — С. 64—68.
2. Бавтуто, Г. А. Обогащение генофонда и создание исходного материала плодово-ягодных культур на основе экспериментальной автополиплоидии и мутагенеза : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.05 / Г. А. Бавтуто ; Тартус. гос. ун-т. — Тарту, 1980. — 49 с.
3. Бученков, И. Э. Создание исходного селекционного материала плодово-ягодных культур (смородина черная и красная, крыжовник, микровишня войлочная, черешня, айва обыкновенная) / И. Э. Бученков ; рец.: В. А. Матвеев, М. А. Кадыров, В. Н. Кравцова. — Минск : Право и экономика, 2013. — 201 с.
4. Чувашина, Н. П. Цитогенетика и селекция отдаленных гибридов и полиплоидов смородины / Н. П. Чувашина. — Л. : Наука, 1980. — 121 с.
5. Санкин, Л. С. Экспериментальная полиплоидия в селекции смородины и крыжовника / Л. С. Санкин // Отдаленная гибридизация и полиплоидия в селекции плодовых и ягодных культур : тез. докл. на секции садоводства РАСХН. — Орел, 1993. — С. 47.
6. Рыбин, В. А. Цитологический метод в селекции плодовых / В. А. Рыбин. — М. : Колос, 1967. — 216 с.

7. Санкин, Л. С. Методика определения уровня пloidности / Л. С. Санкин, Т. П. Сорокина // Цитология и генетика культурных растений : сб. науч. тр. — Новосибирск, 1967. — С. 151—152.

8. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИСПК ; под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. — Орел : ВНИИСПК, 1999. — 608 с.

References

1. Trunin L. L. Eksperimentalnye poliploidy chernoj smorodiny, smorodiny dikushi i kryzhovnika [Experimental polyploids of blackcurrant, wild currant and gooseberry] // Nauchnye dostizheniya v praktiku: sb. nauch. tr. Tambov, 1972. S. 64—68.

2. Bavtuto G. A. Obogashhenie genofonda i sozdanie ishodnogo materiala plodovo-yagodnyh kul'tur na osnove e'ksperimentalnoj avtopoliploidii i mutageneza: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk : 03.00.05. [Enrichment of the gene pool and the creation of source material of fruit crops based on experimental autopolyploidy and mutagenesis] Tartuskij gos. un-t. Tartu, 1980. 49 s.

3. Buchenkov I. E. Sozdanie ishodnogo selekcionnogo materiala plodovo-yagodnyh kultur (smorodina chernaya i krasnaya, kryzhovnik, mikrovisnaya vojlochnaya, cheresnaya, ajva obyknovennaya) [Creation of the initial breeding material of fruit and berry crops (black and red currants, gooseberries, felt microcherry, sweet cherries, ordinary quinces)] / recz.: V. A. Matveev, M. A. Kadyrov, V. N. Kravczova. Minsk: Pravo i ekonomika, 2013. 201 s.

4. Chuvashina N. P. Citogenetika i selekciya otdalennyh gibridov i poliploidov smorodiny [Cytogenetics and selection of distant hybrids and polyplods of currant]. L.: Nauka, 1980. 121 s.

5. Sankin L. S. Eksperimentalnaya poliploidiya v selekcii smorodiny i kryzhovnika [Experimental polyplody in the selection of currants and gooseberries] // Otdalennaya gibridizaciya i poliploidiya v selekcii plodovyh i yagodnyh kultur: tez. dokl. na sekcii sadovodstva RASXN. Orel, 1993. S. 47.

6. Rybin V. A. Citologicheskij metod v selekcii plodovyh [Cytological method in the selection of fruit]. M.: Kolos, 1967. 216 s.

7. Sankin L. S., Sorokina T. P. Metodika opredeleniya urovnya ploidnosti [Method for determining the level of ploidy] // Citologiya i genetika kulturnykh rastenij: sb. nauch. tr. Novosibirsk, 1967. S. 151—152.

8. Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orexoploдных kultur [The program and methodology of variety studies of fruit, berry and nut-bearing crops] / VNIISPK; pod red. E.N. Sedova i T.P. Ogolcovej. Orel: VNIISPK, 1999. 608 s.

The selection process at the polyploid level opens up the possibility of obtaining new and enhancing desired characters; despite the reduced fertility the received autotetraploids are easily to be improved in selection process. A fourfold increase in the same chromosome sets sharply limits the possibility of morphological and physiological manifestations of nuclear defects, which makes it possible to obtain highly productive forms. In this connection, morphological, anatomical and biological features of autotetraploid forms were analyzed, which had been obtained and selected earlier on the basis of cytological analysis.

Over the years of research, 73 autotetraploid forms of black currant, 54 — red currant, and 44 — gooseberry were selected from the created fund of polyplods, and they were analyzed from morpho-anatomical point of view. The parts of them have economically valuable characters and can be used in the selection process.

Поступила в редакцию 18.04.2019

УДК 634.11:631.533.1

Е. В. Поух

Республиканское унитарное предприятие «Брестская областная сельскохозяйственная опытная станция Национальной академии наук Беларуси», ул. Урбановича, 5, 225133 Пружаны, Республика Беларусь, +375 (1632) 9 16 64, elena.v.poukh@yandex.by

ОЦЕНКА ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ ЯБЛОНИ В МАТОЧНИКЕ В ЮЖНОЙ ЗОНЕ ПЛОДОВОДСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В статье приводятся результаты изучения интродуцированных клонных подвоев яблони польской селекции Р 14, Р 22, Р 60 и армянской селекции Арм-18 в маточнике отдела плодоводства РУП «Брестская областная сельскохозяйственная опытная станция Национальной академии наук Беларуси». По результатам изучения в условиях юго-западной зоны плодоводства Республики Беларусь среди изучаемых подвоев в маточнике был выделен клонный подвой яблони Р 60 для дальнейшего изучения в питомнике и в саду. Выведен в 1969 году в Институте садоводства и цветоводства г. Скерневица Республики Польша. Относится к группе карликовых. Слабо поражается болезнями. Характеризуется побегообразовательной способностью 9,3 шт. / куст, выходом стандартных отводков — 6,3 шт. / куст. В пересчёте на гектар выход укоренённых отводков составляет 112,5 тыс. шт. / га. Укоренение отводков — 4,2 балла.

Ключевые слова: яблоня; клонные подвои; маточник; побегообразовательная способность; укоренение; высота; толщина отводков; Беларусь.

Табл. 3. Библиогр.: 9 назв.

A. V. Poukh

Brest regional agricultural experimental station of the National Academy of Science of Belarus, 5, Urbanovich str., 225133 Pruzani, the Republic of Belarus, +375 (1632) 9 16 64, elena.v.poukh@yandex.by

EVALUATION OF INTRODUCED APPLE CLONAL ROOTSTOCKS IN MOTHER PLANTINGS IN THE SOUTHERN ZONE OF FRUIT GROWING OF THE REPUBLIC OF BELARUS

The article presents results of the study of introduced clonal polish apple rootstocks P 14, P 22, P 60, and armenian selection rootstock Arm-18 in mother planting of fruit growing department in RUP “Brest regional agricultural experimental station of the National Academy of Sciences of Belarus”. According to the results of the study under conditions of south-west zone of fruit growing of the Republic of Belarus among the studied rootstocks in the mother planting clonal rootstock P 60 was selected for further study in the nursery and in the orchard. It was bred at the Horticulture and Floriculture Institute Skerniewice Republic of Poland in 1969. This rootstock belongs to a dwarf group. It is poorly affected by diseases. It is characterized by shoots developing ability about 9.3 shoots per bush, among them standard 6.3 shoots per bush. In terms of hectare the yield of rooted cuttings is 112.5 thousand shoots per hectare. The shoots rooting grade is 4.2 points.

Key words: apple tree; clonal rootstock; mother planting; shoots developing ability; rooting; height; thickness of cuttings; Belarus.

Table 3. Ref.: 9 titles.

Введение. Современная технология выращивания интенсивных насаждений яблони предусматривает использование слаборослых типов подвоев, которые обладают большими возможностями управления привитыми сортами. От подвоя зависит размер плодового дерева, скороплодность, урожайность, качество плодов, производительность труда в саду и себестоимость единицы продукции.

Сортимент клонных подвоев в последнее время значительно увеличился благодаря селекционной работе отечественных и зарубежных исследователей. Подвои характеризуются более высокой зимостойкостью, засухоустойчивостью и технологичностью (высоким

выходом отводков, хорошим укоренением, неколюченностью, устойчивостью к вредителям и болезням) [1].

Особо важное преимущество клоновых подвоев, обеспечивающее высокую интенсивность садоводства, заключается в их способности формировать кустовидную крону и давать хорошо укореняющиеся отводки.

Традиционно сорта яблонь прививали на сеянцы. Однако сеянцы разнокачественны, каждый обладает только ему присущей наследственностью, оказывает своё особое влияние на привитый сорт. Клоновые подвои характеризуются генетической однородностью и поэтому одинаково влияют на привитый сорт.

Наибольшее распространение в мире получили всего около 30 видов подвоев яблони и их клоны. Прежде всего, это подвои серии М и ММ. В России распространены подвои серии В (селекции В. И. Будаговского). В Польше широко используются подвои серии Р.

При выборе подвоев в первую очередь учитывается их сила роста, укореняемость и возможность размножения в отводковых маточниках, но для клоновых подвоев яблони, используемых в странах СНГ и, в частности, Беларуси, лимитирующим фактором остаётся их морозоустойчивость. Учитываются также устойчивость к болезням, засухоустойчивость, ломкость древесины и корней, совместимость с привоем, якорность [2].

В Государственный реестр сортов для производства, реализации и использования на территории Республики Беларусь внесены клоновые подвои яблони А-2, М7, М-9, М-26, ММ-106, ПБ-4, 1-48-2, 5-25-3, 54-118, 57-545, 62-396, 67-5 (32), 71-3-195, 106-13 различной силы роста.

В республике три плодовых зоны: северная, центральная и южная. В пределах центральной и южной выделяется по две подзоны — западная и восточная [3]. Интродукция и изучение клоновых подвоев яблони позволит расширить их ассортимент не только в южной зоне плодородия, но и по всей республике после передачи его на государственное сортоиспытание.

Подвой, ценный для любой породы деревьев в определенных почвенно-климатических условиях, может быть совсем непригодным для выращивания при других условиях. При выращивании в одних районах определяющим фактором выступает зимостойкость, в других — механический состав почвы с уровнем грунтовых вод, в третьих — устойчивость к болезням. Не менее важным требованием к подвоям является способность обеспечивать высокую степень физиологической совместимости и прочное срастание привоя и подвоя друг с другом. Подвои оказывают воздействие и на производственно-биологические качества культурных сортов.

Цель исследований — выделить лучший интродуцированный подвой яблони, превосходящий районированные по зимостойкости, устойчивости к болезням, побегообразовательной способности, обеспечивающий высокий выход стандартных отводков.

Материалы и методика исследований. Исследования проводили в отделе плодородия РУП «Брестская областная сельскохозяйственная опытная станция Национальной академии наук Беларуси» (далее — РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси»). Объектами исследований являлись клоновые подвои яблони: Арм-18, Р 14, Р 22, Р 60. Изучаемые подвои в маточнике были размещены по силе роста. Для суперкарликового подвоя Р 22 в качестве стандарта выбран подвой ПБ-4, для остальных — 62-396. Маточник заложен весной 2011 года горизонтальными отводками. Схема посадки 1,4 × 0,4 м.

Описание подвоев [2; 4]:

ПБ-4. Суперкарликовый. Подвой селекции РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси». Получен от свободного опыления ПБ (Парадизки Будаговского). Маточный куст небольшой. Хорошо размножается вертикальными и горизонтальными отводками. Устойчив против парши яблони.

Р 22. Суперкарликовый. Выведен в Институте садоводства и цветоводства в Скерневице (Польша) от скрещивания подвоя М 9 и Антоновки обыкновенной. Имеет высокую устойчивость к болезням.

62-396. Карликовый. Подвой селекции В. И. Будаговского. Получен от скрещивания № 13-14 с Парадизкой краснолистной. Высокозимостойкий, хорошо укореняется в маточнике. Устойчив к болезням. Отводки толстые, выровненные, обычно без разветвлений.

Арм-18. Карликовый. Подвой селекции Л. А. Апояна. Выведен в Армянском НИИ виноградарства, виноделия и плодоводства (Ереван, Армения). Маточный куст небольшой. Отводки невысокие, слабоизогнутые, хорошо окореняются, образуя хорошо развитую мочковатую корневую систему.

Р 14. Полукарликовый. Выведен в Институте садоводства и цветоводства в Скерневице (Польша). Сеянец от свободного опыления подвоя М 9. Восприимчив к штамбовой гнили, устойчив к мучнистой росе и очень устойчив к гнили корней. Морозоустойчив. Не любит влажную почву и устойчив к засухе.

Р 60. Карликовый. Выведен в Институте садоводства и цветоводства в Скерневице (Польша). Сеянец от свободного опыления шведского подвоя А 2 с В 9. Маточный куст слаборослый, прямостоячий. Побеги сильные, прямые, неветвящиеся, средней толщины. Преобладающая окраска однолетнего прироста на солнечной стороне красно-коричневая. Листовая пластинка средней длины, широкая. Высокозимостойкий и засухоустойчивый. Среднеустойчивый к парше и мучнистой росе [5; 6].

Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная. Пахотный горизонт характеризуется следующими агрохимическими показателями: рН(KCl) — 6,18; содержание подвижных форм фосфора (P_2O_5) — 125, калия (K_2O) — 110 мг / кг почвы (по Кирсанову), гумус — 3,28 % (по Тюрину). Предшественник — редька масличная на сидерат. В почву перед закладкой были внесены минеральные удобрения Р120К180.

Погодные условия в весенний период 2011 года характеризовались достаточной теплообеспеченностью и дефицитом атмосферного увлажнения в третьей декаде. Так, максимальная температура воздуха во второй декаде составляла +17,5 °С, в третьей — +23,3 °С. На протяжении второй половины апреля количество осадков составило 5,2 мм. Максимальная температура воздуха в первой и второй декадах мая — 22,8...26,9 °С, а количество осадков во второй декаде составило 50 % от нормы. Поэтому и при посадке, и после применяли орошение.

Погодные условия зимы 2011—2012 года были нестабильными, характеризовались резкими колебаниями температуры. В первой декаде января температура изменялась от +7,7 °С до -2,5 °С, во второй декаде — от +5,9 °С до -6,7 °С, в третьей — от +1,1 °С до -22,5 °С. Февраль также отличался сменой оттепелей морозами, а температурный минимум достиг -27,5 °С воздуха (-30,0 °С на уровне снегового покрова). Снежный покров в январе—феврале 2012 года составлял от 8 до 14 см. Несмотря на столь резкие перепады температуры, подмерзания корневой системы у подвоев не отмечалось. Количество влаги в течение вегетации 2012 года было достаточным. Максимально по декадам составило: во второй декаде апреля 199 % к норме, мая — 122 %, второй и третьей декад июня — 102 % и 200 % соответственно, второй декады июля — 110 %, первой и второй декад августа — 143 % и 250 % соответственно.

В январе 2013 года фактическая температура воздуха за месяц равнялась средней многолетней и составила -5,2 °С. Средняя температура воздуха в феврале была выше климатической нормы и составила -1,1 °С. Оттепели отмечались с 1 по 8 и с 12 по 15 февраля. Количество влаги в течение вегетации 2013 года в первой декаде апреля составило 270 % к норме, третьей декаде мая — 161 %, первой декаде июня 137 %, второй и третьей декадах июля 178 % и 101 % соответственно.

Учеты и наблюдения в маточнике: побегообразовательная способность, высота стандартных отводков, укоренение отводков, толщина отводков, поражение болезнями. Морфологические учёты проводили по общепринятым методикам [7; 8]. Статистическая обработка данных проведена с помощью программы Excel методом дисперсионного анализа.

Результаты исследований и их обсуждение. Укоренение отводков на первый год (2011) эксплуатации маточника было в пределах от 3,7 до 4,1 балла. Более интенсивным укоренением характеризовались подвои на третий год (2013) эксплуатации маточника — 4,0—4,3 балла. Достоверно выше 62-396 (стандарт) по укоренению были подвои Р 14 и Р 60, со средним баллом укоренения 4,2 (таблица 1). При вертикальном способе размножения в условиях центральной зоны плодоводства Республики Беларусь, по данным И. Е. Жабровского, подвой Р 60 укоренялся на 3,2 балла [9]. Все подвои имели хорошее развитие надземной части. Средние значения высоты подвоев составили от 60,2 до 68,7 см.

При оценке качества отводков одним из важных показателей является диаметр условной корневой шейки, характеризующий сортность подвоя. Диаметр условной корневой шейки отводков был практически одинаковый у всех подвоев в первый год эксплуатации маточника — от 7,3 до 7,6 мм. Варьирование было больше на третий год эксплуатации и составило от 6,9 до 7,9 мм. Достоверно выше 62-396 (стандарт) показатель диаметра отмечался у подвоев Р 14 и Р 60. В аналогичных исследованиях, проводимых РУП «Институт плодоводства», подвои Р 14 и Р 60 имели диаметр от 6,0 до 7,5 мм [9].

Побегообразовательная способность в маточнике первого года жизни у изучаемых подвоев составила от 11,2 до 13,3 штук на метр (таблица 2). Продуктивность маточных кустов на третий год роста увеличилась с 1,4 до 2,0 раз и составила на погонный метр от 18,0 до 23,5 штук. На 3-й год эксплуатации маточника наиболее продуктивными были подвои, достоверно превышающие стандарты: Р 22 с количеством отводков 8,7 шт. / куст (стандарт ПБ-4 — 7,2 шт. / куст) и подвой Р 60 с количеством отводков 9,3 шт. / куст (стандарт 62-396 — 8,2 шт. / куст).

Выход стандартных отводков у всех подвоев с одного маточного куста первого года эксплуатации составил от 3,3 до 4,8 штук. На третий год эксплуатации маточника достоверно выше стандартов ПБ-4 и 62-396 выход стандартных отводков с куста был у подвоев Р 22 — 5,8 шт. / куст и Р 60 — 6,3 шт. / куст. В пересчёте на гектар выход стандартных отводков получен от 75,0 до 112,5 тыс. шт. / га. Выделились подвои Р 22 в количестве 103,6 тыс. шт. / га и Р 60 — 112,5 тыс. шт. / га.

У всех подвоев на протяжении трёх лет изучения в период вегетации при принятой системе защиты отмечалась высокая устойчивость к болезням (таблица 3).

Устойчивость к мучнистой росе составила 5 баллов. К окончанию вегетации (первая декада сентября) отмечалось слабое поражение паршой единичных листьев в нижней части побега. В среднем за период изучения устойчивость подвоев к парше составила 4,4—4,6 балла. Все изучаемые подвои проявили высокую зимостойкость. Корневая система в маточнике за период изучения не подмерзала.

Т а б л и ц а 1. — Биометрические показатели клоновых подвоев яблони в маточнике

Т а b l e 1. — Apple clonal rootstocks biometrical indicators in mother planting

Подвой	Укоренение, балл			Высота отводков, см			Диаметр, мм		
	2011	2013	среднее	2011	2013	среднее	2011	2013	среднее
ПБ-4 (стандарт)	3,9	4,2	4,1	63,7	60,3	62,0	7,5	7,5	7,5
Р 22	3,8	4,0	3,9	59,2	61,1	60,2	7,5	7,2	7,4
62-396 (стандарт)	3,7	4,0	3,9	62,7	60,5	61,6	7,5	6,9	7,2
Арм-18	3,8	4,0	3,9	69,1	60,3	64,7	7,3	7,1	7,2
Р 14	4,1	4,3	4,2	70,1	67,3	68,7	7,4	7,9	7,7
Р 60	4,1	4,2	4,2	69,7	65,5	67,5	7,6	7,6	7,6
НСР ₀₅	0,32	0,15	—	3,61	3,42	—	0,31	0,57	—

Т а б л и ц а 2. — Продуктивность клоновых подвоев яблони в маточнике

T a b l e 2. — Apple clonal rootstocks productivity in mother planting

Подвой	Побегообразовательная способность				Выход стандартных отводков			
	шт. / м. п.		шт. / куст		шт. / куст		тыс. шт. / га	
	2011	2013	2011	2013	2011	2013	2011	2013
ПБ-4 (стандарт)	12,5	18,0	5,0	7,2	3,6	4,2	64,3	75,0
Р 22	11,3	21,8	4,5	8,7	3,7	5,8	66,1	103,6
62-396 (стандарт)	11,2	20,5	4,5	8,2	3,5	4,8	62,5	85,7
Арм-18	11,8	18,0	4,7	7,2	3,3	4,6	58,9	82,1
Р 14	13,3	20,3	5,3	8,1	4,8	5,4	85,8	96,4
Р 60	11,8	23,5	4,7	9,3	4,3	6,3	76,8	112,5
Среднее	12,0	20,4	4,8	8,1	3,9	5,2	69,1	92,6
НСР ₀₅	—	—	0,74	1,03	0,82	0,76	—	—

Т а б л и ц а 3. — Устойчивость клоновых подвоев яблони к болезням

T a b l e 3. — Apple clonal rootstocks diseases resistance

Подвой	Устойчивость, балл	
	Мучнистая роса	Парша
ПБ-4 (стандарт)	5,0	4,5
Р 22	5,0	4,4
62-396 (стандарт)	5,0	4,5
Арм-18	5,0	4,4
Р 14	5,0	4,5
Р 60	5,0	4,6

Заключение. В условиях юго-западной зоны Республики Беларусь по результатам изучения в маточнике среди изучаемых подвоев Арм-18, Р 14, Р 22, Р 60 был выделен интродуцированный клоновый подвой яблони Р 60 для дальнейшего изучения в питомнике и в саду. Относится к группе карликовых. Слабо поражается болезнями. Побегообразовательная способность в маточнике — 9,3 шт. / куст, выход стандартных отводков — 6,3 шт. / куст. В пересчёте на гектар выход укоренённых отводков составляет 112,5 тыс. шт. / га. Укоренение отводков — 4,2 балла.

Список цитируемых источников

1. Юзефович, М. И. Сравнительная оценка клоновых подвоев яблони в конкурсном маточнике / М. И. Юзефович, Е. М. Мисюк // Пути реализации потенциала высокоплотных плодовых насаждений : материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 85-летию со дня рождения д-ра с.-х. наук, проф. А. С. Девятова, пос. Самохваловичи, 1 июля — 15 авг. 2008 г. / РУП «Ин-т плодоводства» ; редкол.: В. А. Матвеев (гл. ред.) [и др.]. — Самохваловичи, 2008. — С. 26—29.
2. Муханин, И. В. Классификация подвоев [Электронный ресурс] / И. В. Муханин, Л. В. Григорьева. — 2011. — Режим доступа: <http://asprus.ru/blog/?p=578>. — Дата доступа: 22.03.2011.

3. Природные условия Беларуси и размещение плодового хозяйства [Электронный ресурс]. — 2011. — Режим доступа: <http://www.belsad.by/site/ru/component/content/article/46-prirodnueusloviya.html> — Дата доступа: 22.10.2011.
4. Самусь, В. А. Перспективные карликовые подвои яблони в Республике Беларусь / В. А. Самусь, И. Е. Жабровский // Плодоводство : науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. ин-т плодового хозяйства. — Минск, 1997. — Т. 11. Ч. 1. — С. 116—125.
5. Поух, Е. В. Клоновый подвой яблони Р 60 / Е. В. Поух // Плодоводство : науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т плодового хозяйства. — Самохваловичи, 2018. — Т. 30. — С. 29—33.
6. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность: подвои косточковых (*Prunus L.*) / ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений»; ВУ TG/187/2/2. — 3 марта 2016 г. — 14 с. — № 30.
7. Методика изучения клоновых подвоев в прибалтийских республиках и Белорусской ССР / ред. И. Кочанова. — Елгава, 1980. — 58 с.
8. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИСПК; под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. — Орёл : ВНИИСПК, 1999. — С. 34—39.
9. Жабровский, И. Е. Оценка слаборослых клоновых подвоев яблони в коллекционном маточнике / И. Е. Жабровский // Плодоводство : науч. тр. / Нац. Акад. наук Беларуси, Ин-т плодового хозяйства. — Самохваловичи, 2005. — Т. 17. Ч. 1. — С. 85—90.

References

1. Yuzefovich M. I. Sravnitel'naya otsenka klonovih podvoev yabloni v konkurnom matochnike [Comparative evaluation of apple clonal rootstocks in competitive mother planting]. Puti realizatsii potentsiala visokoplotnih plodovih nasazhdenii: materialy mezhdynar. naych. conf., posviach. 85-letiu so dna rozh. d-ra s.-h. nayk, prof. A. S. Devyatova, pos. Samohvalovichi, 1 iulya — 15 avg. 2008 g. [The realization ways of high density plantations potential]. Samohvalovichi, 2008. Pp. 26—29.
2. Myhanin I. V., Grigoryeva L. V. Klassifikatsiya podvoev [Classification of rootstocks] [Electronic resource]. Mode of access: <http://asprus.ru/blog/?p=578>. Date of access: 22.03.2011.
3. Prirodnie usloviya Belarysi i razmeschenie plodovodstva [Natural conditions of Belarus and the placement of fruit growing] [Electronic resource]. Mode of access: <http://www.belsad.by/site/ru/component/content/article/46-prirodnueusloviya.html>. Date of access: 22.10.2011.
4. Samys V. A. Perspektivnie karlikovie podvoi yabloni v Respublike Belarys [Promising dwarf apple rootstocks in the republic of Belarus]. Plodovodstvo : Naychnie trydi [Scientific works]. Minsk, 1997. T.11, Ch.1. Pp. 116—125.
5. Poux E. V. Klonoviy podvoy yabloni P 60. Plodovodstvo : nayc. tr. [Apple clonal rootstock P 60]. Samohvalovichi, 2018. T. 30. Pp. 29—33.
6. Metodika provedeniya ispitaniy na otlichimost, odnorodnost i stabilnost: podvoi kostochkovih (*Prunus L.*) [Methods of testing procedure for differences, uniformity and stability of stone fruit rootstocks]. GY "G osydarctvennaya inspektsiya po ispitaniyu i ohrane sortov rastenii" [State Inspection for plants variety testing and protection]. 03 marta 2016 g. № 30. P. 14.
7. Metodika izycheniya klonovih podvoev v pribaltiyskikh respublikah i Belorusskoy SSR [Methods of studying of clonal rootstocks in the Baltic republics and Belarussian SSR]. Elgava, 1980. P. 58.
8. Programma i metodika sortoizycheniya plodovih, yagodnih i orehoplodnih klytury [Program and methods of variety study of fruits, berries and nuts crops]. Orel, VNIISPK, 1999. Pp. 34—39.
9. Zhabrovskiy I. E. Otsenka slaboroslyx klonovih podvoev yabloni v kolleksionnom matochnike [Estimation of dwarfing apple clonal rootstocks in mother collection]. Samohvalovichi, 2005. T. 17, ch. 1. P. 85—90.

Apple clonal rootstock introduction and the study allow to amplify its assortment not only in the south fruit growing zone, but also in the whole republic. The aim of the work was to select the best introduced clonal rootstock, which would exceed zoned ones by winter hardiness, diseases resistance, shoots developing ability and which provides high yield of standard cuttings.

The object of study was apple clonal rootstock Arm-18, P 14, P 22, P 60. By its rooting ability it exceeds the standard rootstock 62-396 (4.0 points), rootstocks P 14 (4.3 points) and P 60 (4.2 points). In terms per bush the most productive in mother planting were rootstocks P 22 and P 60 with the number of cuttings 8.7 and 9.3 per bush or 103.6 and 112.6 thousand pieces/ha respectively.

In the result of the study the introduced apple clonal rootstock P 60 was selected for further study in the nursery and in the orchard.

УДК 633.11:581.16

Л. И. Релина, Л. А. Вечерская, О. В. ГоликИнститут растениеводства имени В. Я. Юрьева Национальной академии аграрных наук Украины,
проспект Московский, 142, 61000 Харьков, Украина, lyudmila_vecherska@ukr.net**СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА И МИНЕРАЛОВ В ЗЕРНЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ
РЕДКИХ ТЕТРАПЛОИДНЫХ ПШЕНИЦ**

Изучено качество зерна малоиспользуемых видов пшеницы *Triticum persicum* Vav. var. *rubiginosum*, *Triticum timopheevii* (ZHUK.) Zhuk и *Triticum durum* Desf. var. *falcatomelanopus* Jakubz. & Filat. Установлено, что *T. persicum* var. *rubiginosum* и *T. timopheevii* относятся к пшеницам с высоким содержанием белка (17,6 % и 17,4 % соответственно), и признак высокого содержания белка у них является довольно стабильным. Следовательно, эти виды могут быть использованы в селекции полбы как источники высокого содержания белка. *T. persicum* var. *rubiginosum*, *T. timopheevii* и *T. durum* var. *falcatomelanopus* отличаются высоким содержанием железа и цинка.

Ключевые слова: качество зерна, содержание белка, микроэлементы, *T. persicum* var. *rubiginosum*, *T. timopheevii*, *T. durum* var. *falcatomelanopus*.

Табл. 2. Библиогр.: 20 назв.

L. I. Relina, L. A. Vecherska, O. V. GolikV. Ya. Yuryev Plant Production Institute of the National Academy of Agrarian Sciences, Kharkov, 61060, 142,
Moskovskiy ave., Ukraine, lyudmila_vecherska@ukr.net**PROTEIN AND MINERAL CONTENTS IN THE GRAIN
OF SOME UNDERUTILIZED TETRAPLOID WHEATS**

The grain quality of underutilized wheat species *Triticum persicum* Vav. var. *rubiginosum*, *Triticum timopheevii* (ZHUK.) Zhuk and *Triticum durum* Desf. var. *falcatomelanopus* Jakubz. & Filat., has been studied. *T. persicum* var. *rubiginosum* and *T. timopheevii* are high-protein wheats (17.6 % and 17.4 % respectively), and the high protein content is rather stable in these species, therefore, they can be used in emmer breeding as sources of high protein content. *T. persicum* var. *rubiginosum* and *T. timopheevii* are high-protein wheats, and high protein content is rather stable in these species, therefore, they can be used in emmer breeding as sources of high protein content. *T. persicum* var. *rubiginosum*, *T. timopheevii* and *T. durum* var. *falcatomelanopus* are noticeable for high iron and zinc contents.

Key words: grain quality; protein content; micronutrients; *T. persicum* var. *rubiginosum*; *T. timopheevii*; *T. durum* var. *falcatomelanopus*.

Table 2. Ref.: 20 titles.

Введение. Белок — это макронутриент, необходимый организму в больших количествах. Норма потребления составляет 0,8 грамма белка на килограмм массы тела. Пшеница является источником многих необходимых питательных веществ, в том числе белка. В мире ее считают основным источником растительного белка в пище человека. Минеральные элементы важны для здоровья животных и человека, так как играют ключевую роль в биохимических и физиологических процессах. В настоящее время Всемирная организация здравоохранения считает дефицит минералов одной из самых серьезных глобальных проблем. Достаточное количество минералов в рационе в первую очередь зависит от их уровня в основных продовольственных культурах [1]. Пшеница (*Triticum* spp.) является основной продовольственной культурой во многих странах, в частности на ее счет приходится 179,26 г пищи на душу населения в день, или 15,87 г белка на душу населения в день, или 527 ккал

на душу населения в день (по состоянию на 2013 год) [2]. Повышение содержания минералов в зерне пшеницы за счет агрономических мероприятий (удобрения) или за счет использования генетического потенциала (селекция) — это многообещающий и эффективный подход к решению проблемы несбалансированного питания и связанных с этим проблем со здоровьем. Этот подход требует комплексных исследований генетических ресурсов пшеницы. Расширение генетического разнообразия пшеницы — непреходящая задача для селекционеров. Одна из основных целей современной селекции состоит в выявлении перспективных источников ценных признаков, в том числе высокого содержания минералов. Существует ряд малоиспользуемых видов пшеницы, которые могут стать такими источниками. Однако они плохо изучены с точки зрения качества зерна, в частности, содержания белка и минералов. Поэтому нашей целью было определение содержания белка, железа, цинка и меди в зерне некоторых тетраплоидных пшениц.

Triticum persicum Vav. (syn. *T. carthlicum* Nevski) — это раннеспелый аналог *Triticum durum* с облегченным обмолотом, распространенный в Закавказском регионе и прилегающих районах Турции [3]. Он устойчив к обильным осадкам, холоду, прорастанию на корню и полеганию. Кроме того, он очень устойчив к мучнистой росе [4], пыльной головне и относительно устойчив к бурой ржавчине, желтой ржавчине и стеблевой ржавчине [4]. Этот вид является высокобелковым (до 23 %), что делает его ценным для селекции. Объектом нашего исследования являлась малоисследованная разновидность *T. persicum* var. *rubiginosum*.

Triticum timopheevii (ZHUK.) Zhuk — культурная тетраплоидная пшеница, относится к эндемичным культурам предгорий Западной Грузии. *T. timopheevii* предпочитает песчаные, суглинистые и глинистые влажные, хорошо дренированные почвы, не требовательна к pH почвы [5]. Также эта пшеница характеризуется высокой устойчивостью к твердой головне, невосприимчива к корневым гнилям, мучнистой росе, желтой ржавчине, пятнистому септориозу листьев и др. [3; 6].

Triticum durum Desf. var. *falcatomelanopus* Jakubcz. & Filat. — это позднеспелая разновидность твердой пшеницы, которая встречается на небольших территориях стран Ближнего Востока (Сирия, Израиль, Иордания) и Центральной Азии [7]. Эта пшеница относительно холодоустойчива [7] и, несмотря на значительную высоту, устойчива к полеганию, что объясняется крепкой соломиной. *T. durum* var. *falcatomelanopus* достаточно устойчива к коричневой и желтой ржавчине. Размер зерновки составляет до 10 мм. Стекловидность высокая: до 75 %. Еще одно преимущество этой пшеницы — легкий обмолот [3].

Мы использовали первый украинский сорт полбы Голиковська, полученный от скрещивания образцов пшеницы полбы яровой (K19285, K21961) и сорта пшеницы твердой яровой Харьковская 41, в качестве сорта-эталона.

Материалы и методы исследований. Мы исследовали зерно *T. persicum* var. *rubiginosum* (образец UA0300066, ARM), *T. timopheevii* (образец UA0300107, GEO) и *T. durum* var. *falcatomelanopus* (образец IR00137, SYR) из коллекции Национального центра генетических ресурсов растений Украины. Почва зоны исследований представлена мощным слабо выщелоченным чернозёмом с зернистой структурой на пылевато-суглинистом лёссе с глубиной залегания карбонатов 30—50 см. Прочность почвенного профиля около 110—140 см. Запасы азота на низком уровне (до 134 мг / кг), запасы фосфора на среднем уровне (97 мг / кг), высокий уровень запасов калия (более 133 мг / кг). Толщина гумусового слоя не менее 75 см. Реакция почвенного раствора слабо-кислая или нормальная (pH 6,15—7,25). Содержание гумуса в пахотном горизонте составляет 5,8 %. Максимальная гигроскопичность почвы колеблется от 8 до 10 %. Образцы — сорта полбы Голиковська и твердой пшеницы Спадщина, — взятые для сравнения, выращивали на участках, расположенных на одном и том же поле, с применением идентичных агрономических методов. Для анализа использовали зерно урожая 2015—2017 годов (годы с различными погодными

условиями). Содержание железа, цинка и меди определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии [8]. Содержание белка определяли методом Кьельдаля [9; 10]. Статистическую обработку результатов проводили в программе StatgraphWin. Сравнение выполняли с помощью непараметрического *U*-критерия Манна—Уитни для малых выборок с неизвестным распределением. Данные в таблицах представлены как среднее \pm ошибка среднего.

Результаты исследований и их обсуждение. Содержание белка в зерне *T. persicum* var. *rubiginosum* варьировало в пределах от $15,7 \pm 0,8$ до $20,4 \pm 1,2$ %. Наибольшее содержание белка было зарегистрировано в 2015 году, когда количество осадков в период налива зерна было средним за 3 года исследования — 156 мм (таблица 1). Не выявлено явной связи между содержанием белка и средней температурой воздуха во время вегетации. Такое содержание белка является довольно высоким, поскольку в хорошем зерне твердой пшеницы 15—18 % белка (зерно I сорта содержит $\geq 14,0$ % белка) [11]. Например, содержание белка в зерне сорта стандарта твердой пшеницы Спадщина, созданного в Институте растениеводства имени В. Я. Юрьева НААН, колеблется в пределах 14,5—16,5 %. Несмотря на различия по годам, высокое содержание белка в зерне, по-видимому, является устойчиво экспрессируемым признаком *T. persicum* var. *rubiginosum*. Таким образом, этот вид можно рассматривать как источник высокого содержания белка.

Содержание белка в зерне *T. timopheevii* находилось в пределах от $16,5 \pm 0,7$ до $18,2 \pm 1,1$ % (см. таблицу 1) в зависимости от года. Это выше, чем среднее (2015—2017 годы) содержание белка в зерне отечественного сорта полбы Голиковська, — $13,3 \pm 1,6$ %. Самым благоприятным для накопления белка в зерне *T. timopheevii* был 2017 год. Изменение содержания белка может быть связано с погодными колебаниями в критические периоды развития растений. Зерно накапливало $18,2 \pm 1,1$ % белка, когда количество осадков составляло 26 и 39 мм в периоды развития зеленой массы и налива зерна соответственно. Увеличение количества осадков было связано с уменьшением содержания

Т а б л и ц а 1. — Содержание белка в зерне тетраплоидных пшениц

T a b l e 1. — Protein content in tetraploid wheat grain

Год	Период накопления зеленой массы		Период налива зерна		Содержание белка, %
	$\Sigma_{ос}$, мм	$t_{ср}$, °C	$\Sigma_{ос}$, мм	$t_{ср}$, °C	
<i>T. durum</i> Desf. var. <i>falcatomelanopus</i>					
2017	41	18,1	49	21,6	$13,3 \pm 1,3$
2016	157	20,9	107	23,2	$12,2 \pm 0,9$
2015	56	18,6	108	20,9	$15,7 \pm 1,6$
<i>T. persicum</i> var. <i>rubiginosum</i>					
2017	53	20,5	208	22,9	$15,7 \pm 0,8$
2016	157	17,1	107	23,2	$16,8 \pm 0,9$
2015	13	20,7	156	22,0	$20,4 \pm 1,2^{\#}$
<i>T. timopheevii</i>					
2017	26	19,1	39	22,6	$18,2 \pm 1,1$
2016	123	19,6	96	23,1	$17,4 \pm 0,9$
2015	58	16,3	102	20,3	$16,5 \pm 0,7$

Примечание. Здесь и в таблице 2: 1) $\Sigma_{ос}$, мм, — количество осадков, мм; $t_{ср}$, °C, — средняя температура, °C; 2) $\#$ — значимые различия между 2015-м и 2017 годами, $p \leq 0,05$.

белка, хотя эта разновидность предпочитает влажные условия. Это может быть связано с недостаточным дренажом почвы, так как почва в месте выращивания была умеренно глинистой со средним дренажом, а *T. timopheevii* предпочитает хорошо дренированные почвы [5]. Мы не наблюдали очевидной связи между содержанием белка и температурой в критические периоды развития растений. Несмотря на отмеченные вариации, высокое содержание белка является, по-видимому, довольно стабильным признаком у *T. timopheevii*, и этот вид относится к пшеницам с высоким содержанием белка.

Диапазон содержания белка в зерне *T. durum* var. *falcatomelanopus* составлял 12,2—15,7 % (см. таблицу 1), при среднем содержании белка $13,7 \pm 0,9$ %, поэтому этот сорт нельзя считать высокобелковым. Наименьшее содержание белка ($12,2 \pm 0,9$ %) было зафиксировано в 2016 году, когда температура в периоды развития зеленой массы и налива зерна достигала своего пика ($20,9^\circ\text{C}$ и $23,2^\circ\text{C}$ соответственно) за годы исследования, что типично для пшеницы. Не наблюдалось очевидной связи между содержанием белка в зерне *T. durum* var. *falcatomelanopus* и количеством осадков. Известно, что содержание белка в зерне отрицательно коррелирует с размером зерна [12]. Лocus *Gpc-B1* регулирует старение растения и содержание белка в зерне пшеницы. Аллель дикого сородича кодирует фактор транскрипции, ускоряющий старение и повышающий содержание белка в зерне (а также цинка и железа, см. ниже). Нефункциональный аллель *GPC-B1* («выключенный» методом РНК-интерференции) задерживал старение и значительно снижал содержание белка в зерне. Считается, что это изменение приводит к увеличению размера зерна вследствие его более длительного созревания [13]. Возможно, что *T. durum* var. *falcatomelanopus* несет нефункционирующий аллель *GPC-B1*, что объясняет относительно низкое содержание белка и крупность зерна, поскольку замедленное старение ассоциировано с более крупным зерном.

Пшеница не упоминается как важный источник минералов. Тем не менее она потребляется в больших количествах, следовательно, существует мнение, что повышение уровня минералов в зерне пшеницы может оказать существенное влияние на питание и здоровье человека. Дефицит железа является наиболее распространенным пищевым дефицитом в мире [14]. Хлеб и сухие завтраки иногда специально обогащают железом, поэтому селекционеры стремятся создавать сорта пшеницы с высоким содержанием этого элемента. Содержание железа в товарной твердой пшенице колеблется в пределах 25,7—40,5 мг / кг [15]. Зерно *T. persicum* var. *rubiginosum* содержит от $30,73 \pm 1,63$ до $39,75 \pm 1,87$ мг / кг железа (таблица 2), что сопоставимо с уровнем железа в коммерческих сортах твердой пшеницы. Такая вариабельность может быть связана с изменениями погоды в критические периоды развития растений. Зерно накапливало $39,75 \pm 1,87$ мг / кг (максимум) железа, когда количество осадков составляло 53 и 208 мм в периоды развития зеленой массы и налива зерна соответственно, и $30,73 \pm 1,63$ мг / кг (минимум), когда количество осадков составляло 157 и 107 мм в периоды развития зеленой массы и налива зерна соответственно. Растение активно накапливает питательные вещества из почвы во время развития зеленой массы; следовательно, растворение минералов из-за обильных осадков может снизить их уровень. Однако уменьшение количества осадков до 13,1 мм было связано с более низким уровнем железа (до $35,65 \pm 1,76$ мг / кг). Таким образом, можно предположить, что скудное влагообеспечение не позволяет растениям поглощать минералы из почвы. С другой стороны, обильные осадки в течение периода налива зерна (208 мм) могут оказывать незначительное влияние на этот параметр, так как вид устойчив к обильным осадкам во время созревания [3]. Мы не наблюдали связи между содержанием железа и температурой в критические периоды развития растений. Несмотря на такую вариабельность, высокое содержание железа в зерне, по-видимому, генетически присуще *T. persicum* var. *rubiginosum*, следовательно, она может служить источником высокого содержания железа.

Зерно *T. timopheevii* содержит 39,27—55,90 мг / кг железа (см. таблицу 2), что значительно выше, чем уровень железа в коммерческих сортах твердой пшеницы и сравнимо

Т а б л и ц а 2. — Содержание минералов в зерне тетраплоидной пшеницы

T a b l e 2. — Mineral contents in tetraploid wheat grain

Год	Период накопления зеленой массы		Период налива зерна		Zn	Fe	Cu
	$\Sigma_{ос}$, мм	$t_{ср}$, °C	$\Sigma_{ос}$, мм	$t_{ср}$, °C			
<i>T. durum</i> Desf. var. <i>falcatomelanopus</i>							
2017	41	18,1	49	21,6	34,8 ± 1,2	35,2 ± 1,0	3,72 ± 0,1
2016	157	20,9	107	23,2	32,4 ± 0,9	41,0 ± 1,63*	0,83 ± 0,04**
2015	56	18,6	108	20,9	31,5 ± 0,9	44,4 ± 2,4###	0,17 ± 0,02###^
<i>T. persicum</i> var. <i>rubiginosum</i>							
2017	53	20,5	208	22,9	43,9 ± 1,9	39,75 ± 1,87	1,03 ± 0,04
2016	157	17,1	107	23,2	31,1 ± 1,5**	30,73 ± 1,63*	0,62 ± 0,02**
2015	13	20,7	156	22,0	35,6 ± 1,7#	35,65 ± 1,76#	3,47 ± 0,13###^^
<i>T. timopheevii</i>							
2017	26	19,1	39	22,6	41,04 ± 0,9	55,90 ± 1,6	1,86 ± 0,04
2016	123	19,6	96	23,1	36,52 ± 1,3*	39,27 ± 0,8**	2,79 ± 0,07
2015	58	16,3	102	20,3	36,33 ± 0,9#	40,04 ± 1,1#	4,46 ± 0,11#

Примечания: * — значимые различия между 2017-м и 2016 годами, $p \leq 0,05$; ** — значимые различия между 2017-м и 2016 годами, $p \leq 0,001$; ### — значимые различия между 2017-м и 2015 годами, $p \leq 0,001$; ^ — значимые различия между 2015-м и 2016 годами, $p \leq 0,05$; ^^ — значимые различия между 2015-м и 2016 годами, $p \leq 0,001$.

с содержанием железа в зерне польской полбы (49 мг / кг) [16]. Зерно накапливало 55,90 мг / кг железа, когда количество осадков составляло 26 и 39 мм в периоды развития зеленой массы и налива зерна соответственно. Не отмечалось очевидной связи между содержанием железа и температурой в критические периоды развития растения. Несмотря на такую вариабельность, *T. timopheevii* также может служить источником высокого содержания железа.

Зерно *T. durum* var. *falcatomelanopus* содержит 35,15—44,42 мг / кг железа (см. таблицу 2), что превышает содержание железа в коммерческих сортах твердой пшеницы. Зерно накапливало 44,42 мг / кг железа, когда количество осадков составляло 56 мм и 108 мм в периоды развития зеленой массы и налива зерна соответственно. Уменьшение содержания железа было связано с увеличением количества осадков в этот период, хотя данный вид предпочитает влажные условия. Снижение количества осадков до 41 мм сопровождалось даже более резким падением уровня содержания железа. Мы предполагаем, что излишне обильные осадки приводят к снижению концентрации минералов в почве, и минералы переходят в недоступные для растений горизонты почвы. И напротив, скудные осадки не позволяют растению поглощать минералы из почвы. Обильные осадки в течение периода налива зерна (108 мм) не приводили к снижению содержания железа, поскольку к этому времени накопление минералов в нем было завершено. Мы не отмечали взаимосвязи между содержанием железа и температурой воздуха в критические периоды развития растений. Таким образом, 2015 год был наиболее благоприятным для накопления железа зерном *T. durum* var. *falcatomelanopus*. Несмотря на отмеченную вариабельность, высокое содержание железа в зерне, по-видимому, является генетически детерминированным для *T. durum* var. *falcatomelanopus*, поэтому эта разновидность может служить источником высокого содержания железа.

Было показано, что ген, детерминирующий высокое содержание белка в зерне (*GPC-B1*), отвечает за повышенные концентрации железа (и цинка). Наблюдались положительные корреляции между содержанием железа, цинка и белка в зерне образцов дикой и культурной полбы [17]. Следовательно, мы ожидали, что содержание железа (и цинка) будет изменяться параллельно с содержанием белка. Содержание железа изменялось параллельно с содержанием белка только в зерне *T. timopheevii*. В зерне *T. persicum* var. *rubiginosum* содержание белка достигло своего пика в 2015-м и было минимальным в 2017 году, в то время как содержание железа (и цинка, см. ниже) было максимальным в 2017-м и минимальным в 2016-м. Для зерна *T. durum* var. *falcatomelanopus* также не было установлено четкой взаимосвязи между этими параметрами. Мы можем предположить, что зависимость «белок—железо—цинк» может быть не общей чертой тетраплоидных пшениц, а особенностью образца полбы, описанного в цитированных выше статьях. Поскольку *T. timopheevii* также считается полбой, это предположение кажется вполне логичным.

Цинк также является важным микроэлементом. Пшеница относится к пищевым культурам, которые содержат больше всего цинка [18]. Злаки были рекомендованы в качестве дешевых и стабильных источников легкоусвояемого цинка. Содержание цинка в коммерческой твердой пшенице находится в пределах 24,8—48,8 мг / кг [15; 16]. Предельно допустимая концентрация цинка в зерне составляет 50,0 мг / кг [19].

Зерно *T. persicum* var. *rubiginosum* содержало от $31,13 \pm 1,53$ до $43,90 \pm 1,91$ мг / кг цинка (см. таблицу 2), что сопоставимо с коммерческими сортами твердой пшеницы. Взаимосвязь между содержанием цинка и погодными условиями была сходной с таковой между содержанием железа и погодными условиями (см. выше).

Зерно *T. timopheevii* содержит 36,33—41,04 мг / кг цинка (см. таблицу 2), что сопоставимо с товарной твердой пшеницей и сортом полбы Голиковська (около 31,0 мг / кг) и несколько меньше, чем в зерне польской полбы (54 мг / кг [16]). Взаимосвязь между содержанием цинка и погодными условиями для зерна *T. timopheevii* была сходной с таковой между содержанием железа/белка и погодными условиями.

Зерно *T. durum* var. *falcatomelanopus* содержит 31,54—34,76 мг / кг цинка (см. таблицу 2), что также сопоставимо с коммерческой твердой пшеницей и сортом полбы Голиковська (около 31,0 мг / кг) и несколько ниже, чем в зерне полбы (54 мг / кг [16]). Взаимосвязь между содержанием цинка и погодными условиями была противоположной таковой между содержанием железа и погодными условиями. Отсутствие корреляции между содержанием этих минералов в *T. durum* var. *falcatomelanopus* может быть обусловлено крупностью зерна [13].

Медь является еще одним важным микроэлементом. Различия в этом параметре могут варьировать в широких пределах: 1,8—39,7 мг / кг в продуктах помола твердой пшеницы [16; 19; 20]. В зерне российской пшеницы содержание меди варьировало в пределах 2,0—12,8 мг / кг в зависимости от места выращивания [20]. Другие российские исследователи сообщают, что уровень меди в зерне яровой пшеницы в среднем составлял $5,15 \pm 0,40$ мг / кг (в течение 10 лет) с максимально допустимой концентрацией 10 мг / кг [19]. Suchowilska и соавторы [16] сообщили, что зерно дикого сородича *Triticum dicoccum* содержало 4,4 мг / кг меди.

Зерно *T. persicum* var. *rubiginosum* содержало $0,62 \pm 0,02$ — $3,47 \pm 0,13$ мг / кг меди в зависимости от года (см. таблицу 2). В целом, взаимосвязь между содержанием меди и погодными условиями была аналогична таковой между содержанием железа и цинка и погодными условиями. Хотя максимальное содержание меди было зафиксировано в 2015 году с наименьшим и средним уровнем осадков в период развития зеленой массы и налива зерна соответственно, и самой высокой средней температурой воздуха в период развития зеленой массы.

Зерно *T. timopheevii* содержало 1,86—4,46 мг / кг меди в разные годы (см. таблицу 2). Содержание меди было максимальным в годы, когда средняя температура воздуха в периоды

развития зеленой массы и налива зерна была относительно низкой: 16,3 и 20,3 °С соответственно. Повышение температуры до 19,1—19,6 °С и до 22,6—23,1 °С, соответственно, было связано с более низким содержанием меди. В отличие от содержания железа и цинка, мы не обнаружили никакой связи между содержанием меди и количеством осадков для зерна *T. timopheevii*.

Зерно *T. durum* var. *falcatomelanopus* в разные годы содержало 0,165—3,680 мг / кг меди (см. таблицу 2). Изменения содержания меди, по-видимому, не связаны с колебаниями погоды в периоды развития зеленой массы и налива зерна, поскольку как минимальное ($0,17 \pm 0,02$ мг / кг), так и максимальное ($3,72 \pm 0,1$ мг / кг) были ассоциированы практически с одинаковой температурой воздуха (18,6 °С и 18,1 °С соответственно) и количеством осадков (56 мм и 41 мм соответственно) во время развития зеленой массы. Дожди в период налива зерна, по-видимому, также не влияют на этот параметр. Более низкие значения содержания меди ассоциированы с температурой 23,2—23,5 °С во время налива зерна, хотя в настоящее время эта связь остается необъясненной. Различные изменения в содержании железа, цинка и меди можно объяснить различными путями и ролью этих ионов в физиологии растений. Таким образом, наблюдаемые уровни меди могут, с одной стороны, удовлетворять потребность организма человека в меди, и, с другой — быть намного ниже максимально допустимой концентрации.

Примечательно, что, несмотря на сходство исследуемых видов, каждый из них характеризуется индивидуальными особенностями взаимосвязи «состав зерна — погода».

Изученные виды были использованы в скрещиваниях в целях получения новых селекционных линий и сортов полбы. В данный период проводятся отборы в первых поколениях. Мы планируем выяснить в ходе дальнейших исследований, передались ли новым линиям признаки содержания белка и минералов от *T. persicum* var. *rubiginosum*, *T. timopheevii* и *T. durum* var. *falcatomelanopus*.

Заключение. Наши результаты показали, что: 1) *T. persicum* var. *rubiginosum*, *T. timopheevii* и *T. durum* var. *falcatomelanopus* отличаются высоким или достаточным содержанием железа и цинка, а также сбалансированным содержанием меди; 2) *T. persicum* var. *rubiginosum* и *T. timopheevii* относятся к пшенице с высоким содержанием белка и могут быть использованы в селекции полбы как источники высокого содержания белка; 3) *T. durum* var. *falcatomelanopus* нельзя отнести к высокобелковым видам; 4) несмотря на сходство исследуемых видов, каждый из них характеризуется индивидуальными особенностями соотношения «минерал / содержание белка — погода».

Список цитируемых источников

1. Sands, D. C. Elevating optimal human nutrition to a central goal of plant breeding and production of plant-based foods / D. C. Sands, C. E. Morris, E. A. Dratz, A. Pilgeram // Plant Science. — 2009. — Vol. 177(5). — P. 377—389. doi: 10.1016/j.plantsci.2009.07.011.
2. FAOSTAT [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS/>. — Дата доступа 29.04.2019
3. Пшеницы мира / В. Ф. Дорофеев [и др.] ; под ред. акад. В. Ф. Дорофеева ; сост. Р. А. Удачин. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Агропромиздат, 1987. — 560 с.
4. Вавилов, Н. И. К филогенезу пшениц. Гибридологический анализ вида *Triticum persicum* Vav. и междуви́довая гибри́дизация у пшениц / Н. И. Вавилов, О. В. Якушкина // Тр. по прикл. ботан. и селекции. — 1925. — Т. 15. — Вып. 1. — С. 3—159.
5. Plants for future *Triticum timopheevii* Zhuk. Plants for a Future (1995—2010) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Triticum+timopheevii>. — Дата доступа: 19.05.2019.
6. Chen, T. Two members of TaRLK family confer powdery mildew resistance in common wheat / T. Chen, J. Xiao, J. Xu, W. Wan, B. Qin, A. Cao, W. Chen, L. Xing, C. Du, X. Gao, S. Zhang, R. Zhang, W. Shen, H. Wang, X. Wang // BMC Plant Biol. — 2016. — С. 16—27. <https://doi.org/10.1186/s12870-016-0713-8>.

7. Удачин, Р. А. Пшеницы Киргизии / Р. А. Удачин // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. — Л., 1973. — № 50 (1). — С. 320.
8. Jorhem, L. Elements in rice on the Swedish market: Part 2. Chromium, copper, iron, manganese, platinum, rubidium, selenium and zinc / L. Jorhem, C. Astrand, B. Sundstrom, M. Baxter, P. Stokes, J. Lewis, K. P. Grawe // Food Additives and Contaminants. — 2008. — 25(7). — P. 841—850. <https://doi.org/10.1080/02652030701701058>.
9. S'aez-plaza, P. An overview of the Kjeldahl method of nitrogen determination. Part I. Early history, chemistry of the procedure, and titrimetric finish / P. Sáez-Plaza, T. Michałowski, M. J. Navas, A. G. Asuero, S. Wybraniec // Critical Reviews in Analytical Chemistry. — 2013. — 43(4). — P. 178—223. <https://doi.org/10.1080/10408347.2012.751786>.
10. S'aez-plaza, P. An overview of the Kjeldahl method of nitrogen determination. Part II. Sample preparation, working scale, instrumental finish, and quality control / P. Sáez-Plaza, M. J. Navas, S. Wybraniec, T. Michałowski, A. G. Asuero // Critical Reviews in Analytical Chemistry. — 2013. — № 43(4). — P. 224—272. <https://doi.org/10.1080/10408347.2012.751787>.
11. Національний стандарт України. Пшениця. Технічні умови : ДСТУ 3768:2010 / Держспоживстандарт України. — Київ, 2010. — 14 с.
12. Abdipour, M. Association between Grain Size and Shape and Quality Traits, and Path Analysis of Thousand Grain Weight in Iranian Bread Wheat Landraces from Different Geographic Regions / M. Abdipour, M. Ebrahimi, A. Izadi-Darbandi, A. M. Mastrangelo, G. Najafian, Y. Arshad, G. Mirniyam // Not Bot Horti Agrobo. — 2016. — № 44(1). — P. 228—236. <http://dx.doi.org/10.15835/nbha44110256>.
13. Nadolska-Orczyk, A. Major genes determining yield-related traits in wheat and barley / A. Nadolska-Orczyk, I. K. Rajche, W. Orczyk, S. Gasparis // Theor Appl Genet. — 2017. — № 130(6). — P. 1081—1098. doi: 10.1007/s00122-017-2880-x.
14. Hider, R. C. Iron: Effect of Overload and Deficiency / R. C. Hider, X. Kong // Metal Ions in Life Sciences. Springer. — 2013. — № 13. — P. 229—294. doi: 10.1007/978-94-007-7500-8_8.
15. Magallanes-López, A. M. Variability in iron, zinc and phytic acid content in a worldwide collection of commercial durum wheat cultivars and the effect of reduced irrigation on these traits / A. M. Magallanes-López, N. Hernandez-Espinosa, G. Velu, G. Posadas-Romano, V. M. G. Ordoñez-Villegas, J. Crossa, K. Ammar, C. Guzmán // Food Chem. — 2017. — № 237. — P. 499—505. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.110>
16. Suchowilska, E. A comparison of macro- and microelement concentrations in the whole grain of four Triticum species / E. Suchowilska, M. Wiwart, W. Kandler, R. Krska // Plant Soil Environ. — 2012. — № 58. — T. 3. — P. 141—147. <https://doi.org/10.17221/688/2011-PSE>.
17. Chatzav, M. Genetic diversity for grain nutrients in wild emmer wheat: potential for wheat improvement / M. Chatzav, Z. Peleg, L. Ozturk, A. Yazici, T. Fahima, I. Cakmak, Y. Saranga // Annals of Botany. — 2010. — 105 (7). — P. 1211—1220. doi: 10.1093/aob/mcq024.
18. Rodríguez, H. L. Minerals and trace elements in a collection of wheat landraces from the Canary Islands / H. L. Rodríguez, A. D. Morales, R. E. Rodríguez, C. D. Romero // J. Food Compos. Anal. — 2011. — № 24. — P. 1081—1090. doi: 10.1016/j.jfca.2011.04.016.
19. Фещенко, В. П. Экологическое состояние зерновых культур Новосибирской области по содержанию тяжёлых металлов [Электронный ресурс] / В. П. Фещенко // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 5. — Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=15088> — Дата доступа: 29.05.2019.
20. Пугаев, С. В. Содержание тяжелых металлов в зерне озимой и яровой пшеницы, произрастающей в разных экологических условиях / С. В. Пугаев // Вестн. Мордов. ун-та. — 2013. — № 3—4. — С. 89—93.

References

1. Sands D. C., Morris C. E., Dratz E. A., Pilgeram A. Elevating optimal human nutrition to a central goal of plant breeding and production of plant-based foods // Plant Science. 2009. 177(5). 377—389. doi: 10.1016/j.plantsci.2009.07.011.
2. FAOSTAT [Electronic source]. Access at <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS/>. Retrieved on 04.29.2019.
3. Dorofeev V. F., Udachin R. A., Semyonova L. V. [et al.]. Pshenithy mira [Wheats of the world] / Ed. by Academician V. F. Dorofeev; compiled by R. A. Udachin. 2nd revised and enlarged edition. M.: Agropromizdat, 1987. 413 p. [in Russian].
4. Vavilov N. I., Yakushkina O. V. K filogenezy pshenits. Gibridologicheskiiy analiz vida Triticum persicum Vav. [On the phylogenesis of wheat. Hybridological analysis of the species and interspecies hybridization in wheat] // Trudy po Prikladnoy Botanike i Selekhii. 1925. 15 (1). P. 3—159 [in Russian].
5. Plants for future *Triticum timopheevii* Zhuk. Plants for Future (1995—2010) [Electronic source]. Access at: <https://www.pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Triticum+timopheevii>. Retrieved on 05.29. 2019.
6. Two members of TaRLK family confer powdery mildew resistance in common wheat / T. Chen, J. Xiao, J. Xu, W. Wan, B. Qin, A. Cao, W. Chen, L. Xing, C. Du, X. Gao, S. Zhang, R. Zhang, W. Shen, H. Wang, X. Wang // BMC Plant Biol. 2016. P. 16—27. <https://doi.org/10.1186/s12870-016-0713-8>.

7. Udachin R. A. Pshenithsy Kirgizii [Wheats of Kirgizstan] // Trudy po Prikladnoy Botanike i Selekhii. Leningrad, 1973. 50(1). P. 320 [in Russian].
8. Elements in rice on the Swedish market: Part 2. Chromium, copper, iron, manganese, platinum, rubidium, selenium and zinc / L. Jorhem, C. Astrand, B. Sundstrom, M. Baxter, P. Stokes, J. Lewis, K. P. Grawe // Food Additives and Contaminants. 2008. 25(7). P. 841—850. <https://doi.org/10.1080/02652030701701058>.
9. An overview of the Kjeldahl method of nitrogen determination. Part I. Early history, chemistry of the procedure, and titrimetric finish / P. Sáez-Plaza, T. Michałowski, M. J. Navas, A. G. Asuero, S. Wybraniec // Critical Reviews in Analytical Chemistry. 2013. № 43(4). P. 178—223. <https://doi.org/10.1080/10408347.2012.751786>.
10. Sáez-Plaza P., Navas M. J., Wybraniec S., Michałowski T., Asuero A. G. An overview of the Kjeldahl method of nitrogen determination. Part II. Sample preparation, working scale, instrumental finish, and quality control // Critical Reviews in Analytical Chemistry. 2013. № 43(4). P. 224—272. <https://doi.org/10.1080/10408347.2012.751787>.
11. Nathionalnyi Standart Ukrainy. Pshenythia. Tekhnichn Umovy [National Standard of Ukraine. Wheat Specifications] : State Standard of Ukraine 3768:2010 / Derzhspozhyvstandart Ukrainy. Kyiv, 2010. 14 p. [in Ukrainian].
12. Abdipour M., Ebrahimi M., Izadi-Darbandi A., Mastrangelo A. M., Najafian G., Arshad Y., Mirniyam G. Association between Grain Size and Shape and Quality Traits, and Path Analysis of Thousand Grain Weight in Iranian Bread Wheat Landraces from Different Geographic Regions // Not Bot Horti Agrobo. 2016. № 44(1). P. 228—236. <http://dx.doi.org/10.15835/nbha44110256>.
13. Nadolska-Orczyk A., Rajche I. K., Orczyk W., Gasparis S. Major genes determining yield-related traits in wheat and barley // Theor Appl Genet. 2017. № 130(6). P. 1081—1098. doi: 10.1007/s00122-017-2880-x.
14. Hider R. C., Kong X. Iron: Effect of Overload and Deficiency // Metal Ions in Life Sciences. Springer. 2013. № 13. P. 229—294. doi: 10.1007/978-94-007-7500-8_8.
15. Magallanes-López A. M., Hernandez-Espinosa N., Velu G., Posadas-Romano G., Ordoñez-Villegas V. M. G., Crossa J., Ammar K., Guzmán C. Variability in iron, zinc and phytic acid content in a worldwide collection of commercial durum wheat cultivars and the effect of reduced irrigation on these traits // Food Chem. 2017. № 237. P. 499—505. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.110>.
16. Suchowilska E., Wiwart M., Kandler W., Krska R. A comparison of macro- and microelement concentrations in the whole grain of four Triticum species // Plant Soil Environ. 2012. № 58. T. 3. P. 141—147. <https://doi.org/10.17221/688/2011-PSE>.
17. Chatzav M., Peleg Z., Ozturk L., Yazici A., Fahima T., Cakmak I., Saranga Y. Genetic diversity for grain nutrients in wild emmer wheat: potential for wheat improvement // Annals of Botany. 2010. 105(7). P. 1211—1220. doi: 10.1093/aob/mcq024.
18. Rodríguez H. L., Morales A. D., Rodríguez R. E., Romero C. D. Minerals and trace elements in a collection of wheat landraces from the Canary Islands // J. Food Compos. Anal. 2011. 24. P. 1081—1090. doi: 10.1016/j.jfca.2011.04.016.
19. Feschenko V. P. Ekologicheskoye sostoyanie zernovykh kultur Novosibirskoy oblasti po sodержaniyu nyazhyolykh metalov [The ecological state of cereals in the Novosibirsk region by contents of heavy metals] // Sovremennyye Problemy Nauki i Obrazovaniya. 2014. No 5 [Electronic source]. Access at <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=15088>. Retrieved on 05.29.2019 [in Russian].
20. Pugaev S. V. Soderzhaniye tyazhyolykh metalov v zerne ozimoy i yarovoy pshenithy proizrastayushey v raznykh ekologicheskikh usloviyakh [Contents of heavy metals in grain of winter and spring wheat grown in different environmental conditions] // Vestnik Mordovskogo Universiteta. 2013. № 3(4). P. 89—93 [in Russian].

Underutilized wheat species are promising in the context of expanding the genetic diversity of wheat varieties and improving wheat grain quality. The grain quality (protein and trace mineral contents) of tetraploid wheat species *Triticum persicum* Vav. var. *rubiginosum*, *Triticum timopheevii* (ZHUK.) and *Triticum durum* Desf. var. *falcatomelanopus* Jakubz. & Filat., was studied. Wheat accessions were kindly provided by the National Centre for Plant Genetic Resources of Ukraine. Plants were grown in compliance with conventional farming techniques. The protein content was determined by Kjeldahl digestion. The contents of iron, zinc and copper were determined by atomic absorption spectrometry. Despite the similarity between the species under investigation, each species has its specific characteristics of the mineral/protein-weather conditions. The grain of *T. persicum* var. *rubiginosum* and *T. timopheevii* is rich in protein, and the high protein content is rather stable in these species, therefore, they can be used in emmer breeding as sources of high protein content. *T. persicum* var. *rubiginosum*, *T. timopheevii* and *T. durum* var. *falcatomelanopus* are characterized by for high or sufficient iron and zinc contents as well as by balanced copper content.

Поступила в редакцию 03.06.2019

УДК 633.15:581.6:58.08

Т. П. Шиянова, О. Г. Супрун, Р. Л. Богуславский

Институт растениеводства имени В. Я. Юрьева Национальной академии аграрных наук, Московский проспект, 142, 61060 Харьков, Украина, +380 (98) 949 45 24, yuriev1908@gmail.com

ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ МАСЛА ЭНДОСПЕРМАЛЬНЫХ МУТАНТОВ КУКУРУЗЫ В СВЯЗИ С ДОЛГОВЕЧНОСТЬЮ СЕМЯН ПРИ ХРАНЕНИИ

В модельном опыте с ускоренным старением семян эндоспермальных мутантов кукурузы установлена положительная связь показателей долговечности семян кукурузы с массовой долей линолевой кислоты ($r = 0,48—0,76$); отрицательная связь — с массовыми долями олеиновой (ненасыщенной) и стеариновой (насыщенной) кислот ($r =$ от $-0,36$ до $-0,74$).

Ключевые слова: кукуруза; эндоспермальные мутанты; семена; долговечность; жирнокислотный состав; ускоренное старение.

Рис. 2. Табл. 1. Библиогр.: 9 назв.

T. P. Shyanova, O. G. Suprun, R. L. Boguslavskiy

V. Ya. Yuryev Plant Production Institute of the National Academy of Agrarian Sciences, Kharkov, 61060, 142, Moskovskiy ave., Ukraine, +380 (98) 949 45 24, yuriev1908@gmail.com

FATTY ACID COMPOSITION OF OIL OF MAIZE ENDOSPERMAL MUTANTS IN CONNECTION WITH SEED LONGEVITY IN STORAGE

In a model experiment with accelerated aging of seeds of maize endospermal mutants, a positive connection was established between the indicators of maize seed longevity and the mass fraction of linoleic acid ($r = 0.48—0.76$); negative relationship with mass fractions of oleic (unsaturated) and stearic (saturated) acids ($r = -0.36$ to -0.74).

Key words: maize; endospermal mutants; seeds; longevity; fatty acid composition; accelerated aging.

Fig. 2. Table 1. Ref.: 9 titles.

Введение. Генетическое регулирование состава и структуры эндосперма кукурузы дает возможность в более полной мере использовать широкий потенциал этой важной зерновой культуры как источника сырья для промышленности и различных направлений потребления, особенно учитывая то, что мутации структуры эндосперма имеют природное происхождение и их использование не связано с преодолением законодательных ограничений и человеческих предубеждений. Исследованиями показано, что хранение семян эндоспермальных мутантов кукурузы как в семеноводстве и селекции, так и в генбанках является проблемой, поскольку долговечность этих семян часто ниже, чем у традиционно выращиваемых сортов и гибридов кремнистого и зубовидного подвидов [1; 2].

Известно, что семена, богатые липидами, к которым относится кукуруза, имеют ограниченную долговечность. Важную роль в этом играет жирнокислотный состав масла, в том числе доля ненасыщенных жирных кислот [3]. До настоящего времени определение зависимости между жирнокислотным составом и долговечностью семян эндоспермальных мутантов кукурузы по сравнению с традиционными зубовидным и кремнистым типами в связи с их хранением не проводилось. Вместе с тем такое исследование является актуальным, поскольку способствует решению проблемы поддержания жизнеспособности семян при длительном хранении в генбанках и рабочих коллекциях селекционных учреждений

и в семеноводстве. Целью этого исследования было установить характер связи между содержанием жирных кислот в масле из зерна эндоспермальных мутантов кукурузы и долговечностью зерна в хранении.

Материалы и методы исследований. Для проведения анализов использовались семена от контролируемого опыления. Материалом для исследования послужили семена шести простых гибридов F_1 и двенадцати их родительских линий, принадлежащих к разным группам носителей эндоспермальных мутаций, которые регулируют содержание и соотношение основных фракций углеводов зерна: wx , ae , su_1 , se , sh_2 и обычного зубовидного типа (*ssp. indentata*) — гибрида Вымпел и его родительских линий ♀ГК 26 М, ♂Х 523 ЗМ, с которым сравнивали все остальные.

Зерно желтое, крупное, удлинненное, плоское. Эндосперм по бокам зерновки роговидный, в центре и верхушке мучнистый, рыхлый. При созревании на верхушке зерна образуется углубление. Зубовидная кукуруза среди других групп получила наибольшее распространение. В зерне содержится 70—75 % крахмала, до 15 % белка, 3—6 % жира.

Носители эндоспермальной мутации ae представлены гибридом АЕ 392/АЕ 800 и родительскими линиями ♀АЕ 392, ♂АЕ 800. Ген ae (*amylose extender*) увеличивает содержание амилозы — полисахарида с простыми, неразветвленными молекулами крахмала — до 60 %. Зерновки удлинненные, уплощенные, матово-желтые.

Мутация $waxy$ (wx) представлена гибридом Бином и родительскими линиями ♀ВК 69 и ♂ВК 64. Ген wx обуславливает образование крахмалов, почти полностью состоящих из амилопектина (разветвленных молекул), который лучше, чем амилоза, гидролизуется амилолитическими ферментами. На этой основе создают специальные сорта (гибриды) спиртодистиллятного направления технологического использования. Зерновки матово-желтые, слегка удлинненные.

Сахарный тип кукурузы представлен носителями мутации su_1 (*sugary 1*) — гибридом Дмитрик и родительскими линиями ♀МС 401, ♂МС 266. Ген вызывает частичную депрессию синтеза крахмала и резко увеличивает в зерне технической спелости содержание водорастворимых полисахаридов и сахаров. Зерновки желтые, широкие, ширина превышает длину.

Мутация se (*sugary enhancer*, рецессивный модификатор гена su_1) — гибридом Снежная королева и родительскими линиями ♀СЕ 854, ♂СЕ 843, которые относятся к улучшенной сахарной кукурузе с содержанием сахара 7—15 % (сахарная кукуруза с мутацией su_1 содержит 5—10 %). Зерновка белая, сильно морщинистая, слегка удлинненная.

Мутация sh_2 (*shrunk 2*) представлена гибридом SS 386/SS 389 и родительскими линиями ♀SS 386, ♂SS 389. Зерновки светло-желтые с сильно морщинистым эндоспермом. Блокирована первичная полимеризация сахаров, в результате чего их содержание повышается до 21—32 %, что в 10 раз больше, чем у зубовидной кукурузы. Мутанты по гену sh_2 являются основой гибридов сверхсахарной кукурузы.

Семена для исследований выращивали в условиях восточной лесостепи Украины. Почва — глубокий слабовыщелоченный чернозем с зернистой структурой. Характеризуется следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса (по Тюрину) — 5,8 %; рН — 5,8; гидролитическая кислотность — 3,29 мг / экв. на 100 г почвы. Содержание питательных веществ на фоне без удобрений: азот — 132 мг / кг, фосфор — 104 мг / кг, калий — 128 мг / кг; на фонах с применением минеральных удобрений ($N_{30}P_{30}K_{30}$): азот — 130—140 мг / кг, фосфор — 180—200 мг / кг, калий — 170—190 мг / кг почвы.

Опыты проводили с семенами двух лет репродукции: 2011 и 2014. В 2011 году во все месяцы вегетации среднемесячная температура превышала среднюю многолетнюю на 0,7—2,2 °С с максимумом 36 °С в июле. Сухая погода с максимальной температурой 35 °С

в августе и 30 °С в сентябре способствовала быстрой влагоотдаче зерна кукурузы. В целом год был благоприятным для формирования и созревания зерновок кукурузы.

В свою очередь 2014 год характеризовался температурным режимом в целом близким к среднему многолетнему, только в начале вегетации (май) средняя температура была выше нормы на 3,2 °С; в июле — на 1,1 °С с максимумами 35 °С. Созревание зерна кукурузы происходило при сухой, преимущественно бездождевой погоде. Это способствовало быстрому созреванию и низкой уборочной влажности зерна. В целом в критические периоды для растений кукурузы год характеризовался как засушливый.

Долговечность семян линий и гибридов кукурузы с влажностью 7—10 % изучали в модельном опыте «ускоренное старение» по методу Б. С. Лихачева [4], который моделирует естественное старение во время длительного хранения. Контролем для обоих вариантов служили семена тех же линий и гибридов (с той же исходной влажностью), хранившиеся в бумажных пакетах при комнатной температуре. Перед началом опыта и на каждом его этапе определяли лабораторные показатели энергии прорастания и всхожести семян согласно ДСТУ 4138-2002 [5]. Семена проращивали в рулонах на дистиллированной воде при температуре 25 °С. Существенность различий между средними показателями оценивали на уровне вероятности $P = 0,95$ [6].

Влияние ускоренного старения на показатели жизнеспособности семян оценивали по индексу влияния I , определяемому по формуле

$$I = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{(\bar{X}_2)} 100\%,$$

где \bar{X}_1 — средний показатель в опытном варианте,

\bar{X}_2 — средний показатель в контроле.

Положительное значение I означает увеличение показателя, отрицательное — его уменьшение [2].

Жирнокислотный состав растительного масла определяли методом Пейскера [7]. Анализ жирнокислотного состава масла осуществляли методом газовой хроматографии метиловых эфиров жирных кислот на газовом хроматографе «Селмихром-1» с пламенно-ионизационным детектором. Параметры работы: температура термостата колонок — 180 °С; температура испарителя — 230 °С; температура детектора — 220 °С; скорость потока газа носителя (азот) — 30 см³ / мин; объем пробы раствора метиловых эфиров кислот в гексане — 2 мм³. Использовали стандарты насыщенных и ненасыщенных метиловых эфиров жирных кислот фирмы “Sigma”.

Результаты и их обсуждение. Основными жирными кислотами в масле из семян изученных образцов кукурузы были ненасыщенные жирные кислоты (олеиновая и линолевая), на долю которых приходится наибольшая доля от суммы кислот: линолевая — от 36,7 до 68,2 % в зависимости от генотипа и варианта опыта, олеиновая — от 17,4 до 47,8 %. Меньшую, но значительную долю составляли насыщенные жирные кислоты: пальмитиновая — от 8,9 до 13,5 % и стеариновая — от 1,4 до 4,4 %. Остальные жирные кислоты — пальмитолеиновая, линоленовая, эйкозановая, эйкозеновая, бегеновая — представлены очень малой долей (от 0,06 до 4,32 %).

При сравнении массовой доли жирных кислот в оба года исследований наблюдается положительная высокая существенная корреляция для стеариновой ($r = 0,90$), олеиновой (0,97), линолевой (0,96), линоленовой (0,72), пальмитиновой (0,77) кислот. Жирные кислоты со сравнительно высокой массовой долей (рисунки 1 и 2) входят именно в эту группу.

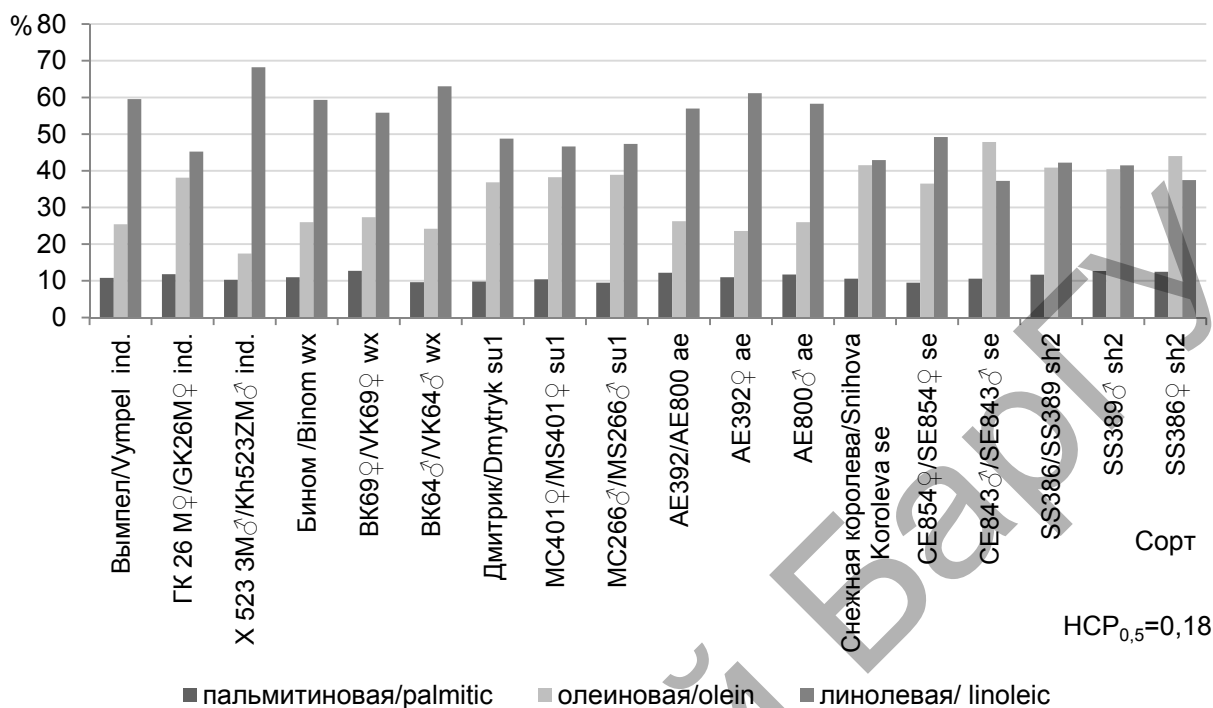


Рисунок 1. — Массовая доля основных жирных кислот в контрольном варианте (%), 2011 год

Figure 1. — Mass fraction of the main fatty acids in the control variant (%), 2011

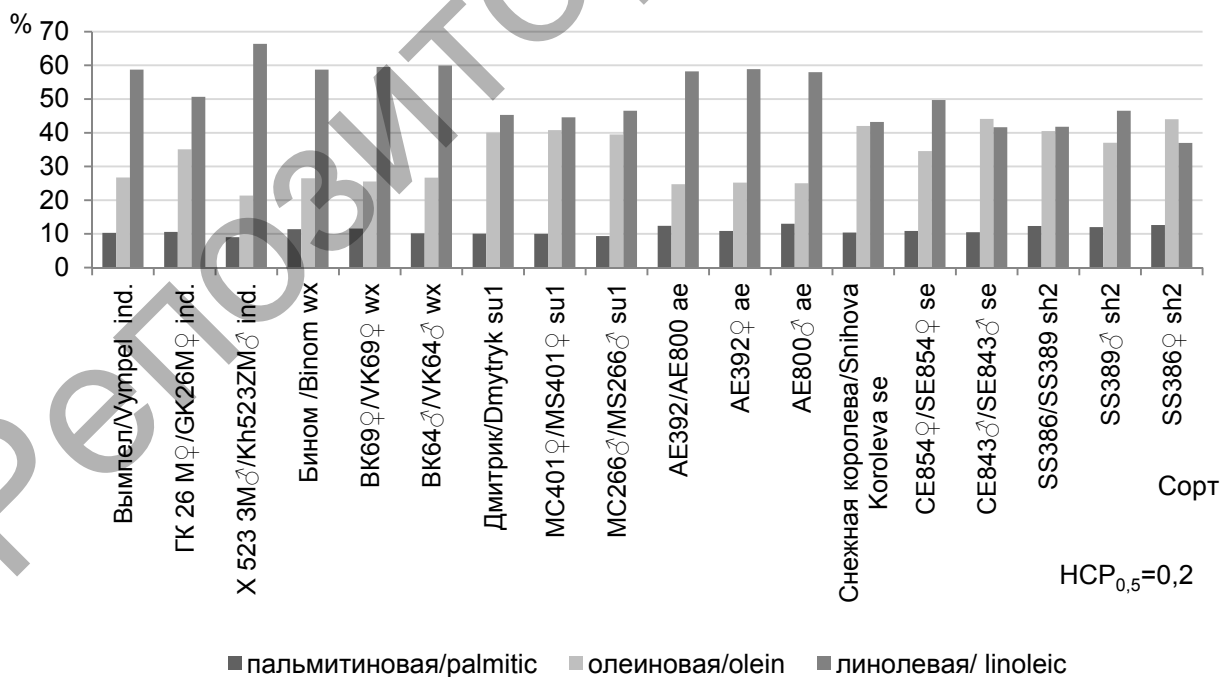


Рисунок 2. — Массовая доля основных жирных кислот в контрольном варианте (%), 2014 год

Figure 2. — Mass fraction of the main fatty acids in the control variant (%), 2014

Для жирных кислот с низкой массовой долей коэффициент корреляции положительный средний существенный (для пальмитолеиновой кислоты 0,48) или корреляция отсутствует, для эйкозановой, эйкозеновой и бегеновой кислот — несущественные коэффициенты от – 0,26 до 0,29. Ранжирование образцов по массовой доле каждой жирной кислоты в 2011-м и 2014 годах близкое (см. рисунки 1 и 2). Это дает основание сравнивать образцы между собой по среднему показателю за два года.

По массовой доле линолевой кислоты выделяются образцы зубовидного подвида — гибрид Вымпел и родительская линия ♂X 523 3М (в контрольном варианте в среднем за 2011 и 2014 год 59,1 и 67,3 % соответственно); восковидные (ген *ix*) — гибрид Бином и родительские линии ♀ВК 69 и ♂ВК 64 (59,0; 57,7; 61,2 %); носители гена *ae* — гибрид АЕ 392/АЕ 800 и родительские линии ♀АЕ 392 и ♂АЕ 800 (57,6; 60,0; 58,1 %). Наименьшей массовой долей линолевой кислоты характеризовались линии ♀SS 386 (ген *sh₂*) — 37,2 % и ♂СЕ 843 (*se*) — 39,4%. У остальных образцов этот показатель был промежуточным и составил в среднем 43,0—49,4%.

Массовая доля второй по представленности жирной кислоты (олеиновой) была больше у носителей гена *se* — гибрида Снежная королева и родительских линий ♀СЕ 854 и ♂СЕ 843 (в среднем за 2011 и 2014 год соответственно 41,8; 35,6; 46,0 %); носителей гена *sh₂* — гибрида SS 386/SS 389 и линий ♀SS 386 и ♂SS 389 (40,7; 44,0; 38,7 %); носителей гена *su₁* — гибрида Дмитрик и линий ♀МС 401 и ♂МС 266 (38,4; 39,5; 39,2 %), а также у зубовидной линии ♀ГК 26 М (36,6 %).

Низкая массовая доля олеиновой кислоты (19,4 %) отмечена у линии ♂X 523 3М зубовидного подвида. У остальных гибридов и линий массовая доля олеиновой кислоты составляла 24,4—26,5 %.

По массовой доле пальмитиновой кислоты (диапазон изменчивости от 9,4 до 12,2 %) образцы мало отличались друг от друга, этот показатель не удалось связать с наличием определенной эндоспермальной мутации. Повышенной массовой долей пальмитиновой кислоты характеризовались носители гена *sh₂* — гибрид SS 386/SS 389, линии ♂SS 389 и ♀SS 386 (12,02; 12,3; 12,5 %); носители гена *ae* — гибрид АЕ 392/АЕ 800 и линия ♂АЕ 800 (12,3; 12,4 %); линия ♀ВК 69 (*ix*) — 12,2 %.

Низкой долей пальмитиновой кислоты характеризуются носители гена *su₁* — гибрид Дмитрик и линия ♂МС 266 (9,9 и 9,4%), а также линии ♂X 523 3М (зубовидная) — 9,7 % и ♂ВК 64 (*ix*) — 9,9 %. У остальных образцов этот показатель составлял 10,2—11,2 %.

Долговечность семян эндоспермальных мутантов характеризуют энергия прорастания и всхожесть в опытном варианте по сравнению с контрольным, а также индексы влияния факторов в модельном опыте «ускоренное старение».

В подавляющем большинстве случаев (56 из общего количества 72) энергия прорастания и всхожесть семян снижались, в остальных случаях не изменились или не значительно увеличились, о чем свидетельствуют индексы влияния.

В опытном варианте сравнительно высокими показателями энергии прорастания и всхожести характеризовались семена обоих лет репродукции образцов зубовидного подвида — гибрида Вымпел (во всех случаях 100 %) и линии ♀ГК 26 М (92—94 %); семена, выращенные в 2011 году, — носителей гена *ae* — гибрида АЕ 392/АЕ 800 (соответственно 96 и 99 %) и материнской линии ♀АЕ 392 (100 %); носителей гена *su₁*: гибрида Дмитрик (100 %) и линии ♀МС 401 (92—98 %); семена репродукции 2014 года — восковидных (*ix*): гибрида Бином (92—93 %) и материнской линии ♀ВК 69 (93—96 %).

Низкими показателями жизнеспособности семян обоих лет репродукции характеризовались носители гена *se* — гибрид Снежная королева (78—85 %) и родительская линия ♂СЕ 843 (22—71 %); носители гена *sh₂* — линии ♀SS 386 и ♂SS 389 (28—57 %).

Для определения связи содержания жирных кислот с долговечностью семян эндоспермальных мутантов кукурузы рассчитаны коэффициенты корреляции между

массовой долей жирных кислот в контрольном варианте (исходные показатели) и показателями жизнеспособности семян при ускоренном старении (таблица 1).

В оба года исследований имели место:

– положительная средняя существенная корреляция между массовой долей линолевой кислоты, с одной стороны, и энергией прорастания, всхожестью, индексами энергии прорастания и всхожести — с другой: r составлял от 0,48 до 0,67;

– отрицательная средняя, в основном существенная (исключая энергию прорастания в 2011 году) корреляция между массовой долей олеиновой кислоты и теми же показателями: r составлял от –0,44 до –0,65;

– отрицательная средняя, в основном существенная (исключая энергию прорастания и ее индекс в 2011 году) корреляция между массовой долей стеариновой кислоты и теми же показателями: r составлял от –0,36 до –0,61;

– отрицательная средняя или слабая, в основном несущественная (кроме энергии прорастания в 2011) корреляция между массовой долей пальмитиновой кислоты и теми же показателями: r составил в 2011 г. от –0,39 до –0,50, в 2014 г. от –0,12 до –0,40. В этом случае можно констатировать тенденцию к отрицательной связи.

Для массовых долей пальмитолеиновой и эйкозеновой кислот в 2011 году наблюдалась отрицательная средняя корреляция со всхожестью и индексами энергии прорастания (несущественная) и всхожести: r составлял от –0,40 до –0,48. В 2014 году имела место положительная средняя существенная корреляция массовой доли пальмитолеиновой кислоты с индексом энергии прорастания.

Следует отметить, что для всех жирных кислот корреляция массовой доли с энергией прорастания и всхожестью в контрольном варианте была слабой или отсутствовала.

Т а б л и ц а 1. — Коэффициенты корреляции между индексами влияния ускоренного старения на массовую долю жирных кислот у эндоспермальных мутантов кукурузы, 2011/2014 год

T a b l e 1. — Correlation coefficients between the indexes of the accelerated aging effect on the mass fraction of fatty acids in maize endospermal mutants, 2011/2014

	Олеиновая С18:1	Пальмитолеиновая С16:1	Эйкозеновая С20:1	Линолевая С18:2	Линоленовая С18:3	Эйкозановая (арахиновая) С20:0	Стеариновая С18:0	Бегеновая С22:0
Пальмитиновая С16:0	0,34/ 0,26	0,19/ 0,21	0,00/ –0,02	–0,11/ –0,13	0,19/ 0,28	0,06/ 0,02	–0,15/ –0,19	0,39/ 0,32
Пальмитолеиновая С16:1	—	0,33/ 0,37	0,20/ 0,26	–0,23/ –0,39	–0,08/ –0,10	–0,13/ –0,14	0,19/ 0,21	–0,97*/ –0,95*
Стеариновая С18:0	—	—	0,04/ –0,05	–0,01/ –0,09	–0,09/ –0,06	0,15/ 0,19	–0,26/ –0,25	0,71*/ 0,80*
Олеиновая С18:1	—	—	—	–0,83*/ –0,90*	–0,21/ –0,12	–0,05/ –0,07	–0,33/ 0,13	0,93*/ 0,11
Линолевая С18:2	—	—	—	—	–0,15/ –0,11	–0,27/ –0,12	0,16/ 0,10	–0,98*/ –0,98*
Линоленовая С18:3	—	—	—	—	—	0,17/ 0,25	0,10/ 0,21	0,97*/ 0,97*
Эйкозановая (арахиновая) С20:0	—	—	—	—	—	—	0,33/ 0,30	0,92*/ 0,94*
Эйкозеновая С20:1	—	—	—	—	—	—	—	–0,55*/ –0,60*

Воздействие ускоренного старения привело к изменениям массовой доли жирных кислот в масле из зерна эндоспермальных мутантов кукурузы. Причем характер этих изменений, характеризуемый индексами, был идентичным в оба года исследований: коэффициенты корреляции между индексами в 2011 и 2014 годы составляют от 0,96 до 1,00. Это дает основание рассмотреть усредненные индексы за 2011 и 2014 годы.

Под действием ускоренного старения в среднем по образцам значительно увеличилась массовая доля пальмитолеиновой кислоты: $I = 47,26\%$. Наиболее значительным ($I > 50\%$) это увеличение было у гибрида Дмитрик (su_1) и его материнской линии ♀МС 401, линии ♂АЕ 800 (ae), гибрида Снежная королева (se) и обеих его родительских линий — ♀СЕ 854 и ♂СЕ 843. Вместе с тем зубовидная линия ♂Х 523 М снизила массовую долю этой кислоты на 26,6%. Значительные изменения имели место в массовой доле эйкозановой кислоты: увеличение на 65% у линии ♂МС 266 (su_1), уменьшение у зубовидного гибрида Вымпел и линии ♀АЕ 392 (ae) ($I < -50\%$); эйкозеновой кислоты — уменьшение у зубовидной линии ♀ГК 26 М ($I = -52,08\%$), увеличение у линии ♂СЕ 843 (se) ($I = 68,24\%$). Можно также отметить общую тенденцию к уменьшению содержания линоленовой кислоты (16 образцов из 18), эйкозановой кислоты (12 образцов из 18).

Рассмотрим значимые коэффициенты корреляции между индексами влияния ускоренного старения на массовую долю жирных кислот у эндоспермальных мутантов кукурузы (в таблице 1 отмечены знаком «*»). Существенными были коэффициенты корреляции, касающиеся в основном бегеновой — насыщенной жирной кислоты, которая обнаружена только у образцов зубовидного подвида. В трех случаях эти коэффициенты отрицательные, причем все они выражают соотношение между насыщенной и ненасыщенной кислотами. В четырех случаях коэффициенты, по крайней мере в один из двух лет, положительные; из них два — между двумя насыщенными жирными кислотами, два — между насыщенной и ненасыщенной кислотами. Коэффициент корреляции между массовыми долями олеиновой и линолевой кислот (обе ненасыщенные) отрицательный.

Можно предполагать, что ненасыщенная линолевая кислота будет способствовать повышению долговечности семян у носителей указанных генов. Фактически же носители генов se — гибрид Снежная королева и родительской линии ♂СЕ 843; su_1 — гибрида Дмитрик, линий ♂МС 266 и ♀МС 401, а также их — гибрида Бином, линий ♀ВК 69 и ♂ВК 64 характеризовались пониженной долговечностью. При этом носители мутаций su_1 и se отличаются повышенной массовой долей олеиновой кислоты, обладающей протекторными свойствами. В то же время сравнительно высокую долговечность показали семена носители гена ae — гибрида АЕ 392/АЕ 800 и родительской линии ♀АЕ 392. Самую низкую долговечность проявили семена носителей генов sh_2 — линий ♀SS 386 и ♂SS 389, имеющие повышенную массовую долю триглицеридов пальмитиновой, олеиновой и стеариновой жирных кислот. Анализ коэффициентов корреляции свидетельствует о положительной связи показателей долговечности семян с массовой долей линолевой (ненасыщенной) кислоты; отрицательной связи с массовыми долями олеиновой (ненасыщенной) и стеариновой (насыщенной) кислот. Отрицательная связь содержания олеиновой кислоты с долговечностью семян не дает основания говорить об однозначной положительной связи содержания ненасыщенных жирных кислот с долговечностью семян эндоспермальных мутантов кукурузы.

Рассмотрение коэффициентов корреляции между индексами влияния ускоренного старения на массовые числа жирных кислот показывает, что у образцов кукурузы изменения в жирнокислотном составе под влиянием ускоренного старения, по крайней мере в части случаев, можно объяснить протекторной ролью ненасыщенных жирных кислот, которые подвергаются насыщению; в других случаях массовые числа жирных кислот одной группы (насыщенных либо ненасыщенных) изменяются параллельно.

Согласно общепринятому мнению, норма реакции гибрида шире, чем его родительских линий [8; 9]. Следовательно, можно было ожидать, что способность гибридных семян проти-

востоять стрессовым факторам (которыми являются ускоренное старение и промораживание) должна быть выше, чем у родительских линий. В наших опытах это проявилось в варианте с ускоренным старением в группе носителей гена sh_2 , имеющих наименее долговечные семена, и у образцов зубовидного подвида, семена которых были наиболее долговечными.

Заключение. Основными жирными кислотами в масле изученных образцов кукурузы являются ненасыщенные — олеиновая (17,4—47,8 %) и линолевая (36,7—68,2 %). Меньшую, но значительную долю составляют насыщенные жирные кислоты: пальмитиновая (8,9—13,5 %) и стеариновая (1,4—4,4 %). Остальные жирные кислоты — пальмитолеиновая, линоленовая, эйкозановая (арахиновая), эйкозеновая, бегеновая — представлены очень малой долей: от 0,06 до 4,32 %. Масло из зерна образцов зубовидного подвида — гибрида Вымпел, линий ♀ГК 26 М и ♂Х 523 ЗМ — содержит также бегеновую кислоту в незначительных количествах (от 0,07 до 0,18 %).

Ранжирование по массовой доле в разные годы в целом совпадает для жирных кислот со сравнительно высокой массовой долей — стеариновой, олеиновой, линолевой, линоленовой, пальмитиновой. Для жирных кислот с низкой массовой долей ранжирование не совпадает.

Повышенной массовой долей линолевой кислоты выделяются образцы зубовидного подвида — гибрид Вымпел и линии ♀ГК 26 М и ♂Х 523 ЗМ, восковидные — носители гена wx — гибрид Бинот и родительские линии ♀ВК 69 и ♂ВК 64; гена ae — гибрид АЕ 392/АЕ 800 и родительские линии ♀АЕ 392 и ♂АЕ 800 (47,9—67,3 %). Наименьшей массовой долей линолевой кислоты характеризовались линии ♀SS 386 (ген sh_2) и ♂СЕ 843 (se) — 37,0 и 39,4 %. У остальных образцов этот показатель был промежуточным — в среднем 43,0—49,4 %.

Массовая доля олеиновой кислоты была большей у носителей гена se — гибрида Снежная королева и родительских линий ♀СЕ 854 и ♂СЕ 843 (35,6—46,0 %); гена su_1 — гибрида Дмитрик и линий ♀МС 401 и ♂МС 266 (38,4—39,5 %), а также линии ♀ГК 26 М (зубовидной). Низкая массовая доля олеиновой кислоты (19,4 %) отмечена у линии зубовидного подвида ♂Х 523 ЗМ. У остальных гибридов и линий массовая доля олеиновой кислоты составляла 24,4—26,5 %.

Повышенной массовой долей пальмитиновой кислоты характеризовались носители гена sh_2 — гибрид SS 386/SS 389, линии ♂SS 389 и ♀SS 386 (12,0—12,5 %); гена ae — гибрид АЕ 392/АЕ 800 и линия ♂АЕ 800 (12,3; 12,4 %); линия ♀ВК 69 (wx) — 12,2 %. Низкой долей пальмитиновой кислоты характеризуются носители гена su_1 — гибрид Дмитрик и линия ♂МС 266 (9,9 и 9,4 %), а также линии ♂Х 523 ЗМ (зубовидная) — 9,7 % и ♂ВК 64 (wx) — 9,9 %. у остальных образцов этот показатель составлял 10,2—11,2 %.

В опыте с ускоренным старением долговечными оказались семена образцов зубовидного подвида — гибрида Вымпел и линии ♂Х 523 ЗМ, носителей гена ae — гибрида АЕ 392/АЕ 800 и материнской линии ♀АЕ 392. Низкой долговечностью характеризуются семена носителей гена se — гибрида Снежная королева и родительской линии ♂СЕ 843; гена sh_2 — линий ♀SS 386 и ♂SS 389.

Для всех жирных кислот корреляция массовой доли с показателями жизнеспособности семян в контрольном варианте была слабой или отсутствовала.

Установлена положительная связь показателей долговечности семян с массовой долей линолевой (ненасыщенной) кислоты ($r = 0,48—0,76$); отрицательная связь с массовыми долями олеиновой (ненасыщенной) и стеариновой (насыщенной) кислот (r составляет от $-0,36$ до $-0,74$).

Воздействие ускоренного старения привело к изменениям массовой доли жирных кислот в масле из зерна эндоспермальных мутантов кукурузы, причем характер этих изменений был идентичным в оба года исследований и зависел от генотипа.

Под действием ускоренного старения в среднем по образцам значительно увеличилась массовая доля пальмитолеиновой кислоты, причем наиболее значительным это увеличение было у гибрида Снежная королева и обеих его родительских линий — ♀СЕ 854 и ♂СЕ 843

(*se*), гибрида Дмитрик (*su*₁) и его материнской линии ♀МС 401, линии ♂АЕ 800 (*ae*) и гибрида SS 386/SS 389 (*sh*₂). Значительные изменения имели место в массовой доле эйкозановой кислоты: увеличение у линии ♂МС 266 (*su*₁), уменьшение у зубовидного гибрида Вымпел и линии (*ae*) ♀АЕ 392; эйкозеновой кислоты — уменьшение у зубовидной линии ♀ГК 26 М, увеличение у линии (*se*) ♂СЕ 843. Отмечена общая тенденция к уменьшению содержания линоленовой и эйкозановой кислот.

Список цитируемых источников

1. Shyianova, T. P. Morphological parameters of maize endospermal mutants seedlings and effect of seed storage regimes on them / T. P. Shyianova, S. M. Tymchuk // Селекція і насінництво. — Харків : Вид. ІР ім. В. Я. Юр'єва НААН, 2018. — Вип. 113. — С. 188—200.
2. Шиянова, Т. П. Довговічність насіння форм кукурудзи з різною структурою ендосперму / Т. П. Шиянова, С. М. Тимчук, Р. Л. Богуславський // Генетичні ресурси рослин. — Харків : Вид. ІР ім. В. Я. Юр'єва НААН, 2015. — № 17. — С. 87—98.
3. Робертс, Е. Жизнеспособность семян / Е. Робертс. — М. : Колос, 1978. — 410 с.
4. Лихачёв, Б. С. Некоторые методические вопросы изучения биологии старения семян / Б. С. Лихачёв // Сельскохозяйственная биология. — 1980. — Т. XV. — № 6. — С. 842 — 844.
5. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості : ДСТУ 4138-2002 [Чинний від 2004-01-01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2003. — 173 с.
6. Лакин, Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. — М. : Высш. шк., 1973. — 343 с.
7. Прохорова, М. И. Методы биохимических исследований / М. И. Прохорова. — Л. : Химия, 1982. — 272 с.
8. Генетические основы селекции растений : в 4 т. / науч. ред. А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. — Минск : Беларус. навука, 2010. — Т. 2. Частная генетика растений. — 579 с.
9. Gustafson A. The effect of heterozygosity on variability and vigour / A. Gustafson // Hereditas. — 1946. — Vol. 32. — P. 263—284.

References

1. Shyianova T. P., Tymchuk S. M. Morphological parameters of maize endospermal mutants seedlings and effect of seed storage regimes on them // Selekttsiia i nasinnystvo. 2018. Vyp. 113. S. 188—200.
2. Shyianova T.P., Tymchuk S. M., Bohuslavskiy R. L. Dovhovichnist nasinnia form kukurudzy z riznoiu strukturoiu endospermu [Seed durability of maize forms with different endosperm structure] // Henetychni resursy rosllyn. Kharkiv. 2015. № 17. S. 87—98.
3. Roberts E. Zhiznesposobnost semyan [Seed viability]. M. : Kolos. 1978. 410 s.
4. Likhachev B. S. Nekotoryye metodicheskiye voprosy izucheniya biologii stareniya semyan [Some methodological issues of studying the biology of seed aging] // Selskokhozyaystvennaya biologiya. 1980. Vol. XV. № 6. S. 842—844.
5. Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti: DSTU [Seeds of agricultural crops. Methods for determining quality. DSTU 4138-2002. [Chynnyi vid 2004-01-01.] K. : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2003. 173 s.
6. Lakin G. F. Biometriya [Biometrics]. M. : Vysshaya shkola. 1973. 343 s.
7. Prokhorova M. I. Metody biokhimicheskikh issledovaniy [Methods of biochemical research]. L. : Khimiya, 1982. 272 s.
8. Geneticheskiiye osnovy selektsii rasteniy [Genetic bases of plant breeding. In 4 vol. Vol. 2. Special genetics of plants]. Minsk : Belarus. navuka. 2010. — 579 s.
9. Gustafson A. The effect of heterozygosity on variability and vigour // Hereditas. 1946. Vol. 32. P. 263—284.

In the experiment with accelerated aging of maize endospermal mutants seed, a positive relationship was established between the indicators of its longevity and the mass fraction in their oil of linoleic acid ($r = 0.48—0.76$); negative connection with mass fractions of oleic and stearic acids ($r = -0.36$ to -0.74).

Under the influence of accelerated aging, the mass fraction of palmitoleic acid increased significantly (by more than 50%) in the Snezhnaya Koroleva (*se*) and both its parent lines — ♀CE 854 and ♂CE 843, the hybrid Dmitrik (*su*₁) and its mother line ♀МС 401, the line АЕ 800 (*ae*) and SS 386 / SS 389 hybrid (*sh*₂). The mass fraction of eicosanoic acid increased by 65 % in the line ♂ MS 266 (*su*₁), decreased by more than 50 % in the tooth-like hybrid Вымпел and the line АЕ 392 (*ae*); eicosenic acid — decreased in the indentata line ♀ГК 26 М by 52 %, increased by 68.2 % in the line CE 843 (*se*).

ПАМЯТКА ДЛЯ АВТОРОВ

Научная концепция журнала предполагает публикацию современных достижений в области общей биологии и агрономии; представление результатов фундаментальных и прикладных исследований, а также результатов, полученных в производственных условиях областей, включая результаты национальных и международных исследований. Статьи аспирантов, докторантов и соискателей последнего года обучения публикуются вне очереди при условии их полного соответствия требованиям, предъявляемым к научным публикациям.

Публикация статей в журнале бесплатная на основании заключённого договора о передаче исключительных прав на объект авторского права (URL: <http://www.barsu.by/publishing/vestnik.php>).

Статьи принимаются на русском, белорусском и английском языках посредством заполненной формы по Интернету (URL: <http://www.barsu.by/publishing/vestnik.php>).

Подробные правила для авторов представлены на официальном сайте БарГУ по URL: <http://www.barsu.by/publishing/vestnik.php>.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

The scientific strategy of the journal suggests publishing modern achievements in the field of general biology and agronomical science; presentation of the results of fundamental and applied research, as well as the results obtained under production conditions, both at the domestic and international level. Articles by postgraduate and doctoral students in their final year of traineeship are published out of turn if they are written in strict conformity with the specified requirements.

Publication of articles is free of charge in accordance with the existing contract on transfer of authority to the subject matter of copyright (URL: <http://www.barsu.by/publishing/vestnik.php>).

Articles can be written in the Russian, Belarusian or English languages and should be sent by the Internet (see the form to fill in: URL: <http://www.barsu.by/publishing/vestnik.php>).

More detailed instructions for authors can be found on the official website of BarSU: <http://www.barsu.by/publishing/vestnik.php>.