



Диагностика вирусов
рода *Begomovirus*

23

Насекомые-ксилофаги
на Дальнем Востоке РФ

47

Уссурийский полиграф – опасный
карантинный вредитель

59

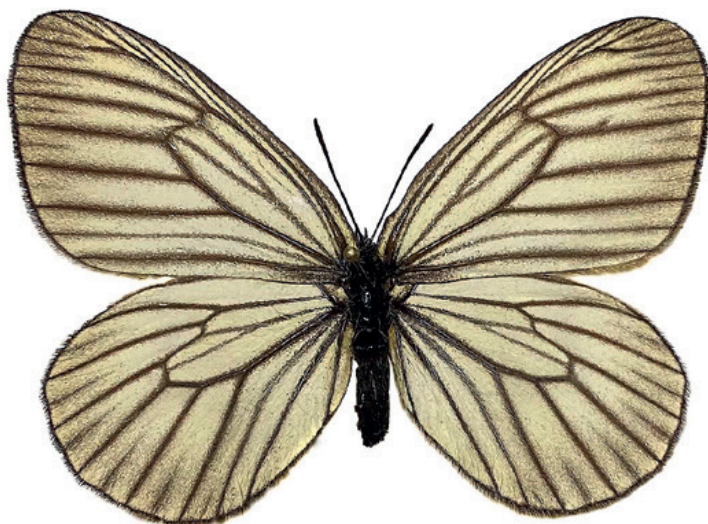
ФИТОСАНИТАРИЯ. КАРАНТИН РАСТЕНИЙ

PLANT HEALTH AND QUARANTINE

Свидетельство
о регистрации СМИ ПИ
№ ФС 77-76606
ISSN: 2782-327X

Русско-английский научный журнал

Февраль № 1 (13) 2023



СТАТЬЯ НОМЕРА:

Чешуекрылые в энтомологической
коллекции ФГБУ «ВНИИКР»

2

Вирус штриховатой
мозаики ячменя

32

Юбилей Н.Н. Шутовой

72

Редакционная коллегия

Editorial board

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Е.И. НАЗИН, директор ФГБУ «ВНИИКР»

ШЕФ-РЕДАКТОР:

В.В. ОЛЕШКЕВИЧ, кандидат филологических наук

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА

Ю.А. ШВАБАУСКЕНЕ – заместитель Руководителя Россельхознадзора

Н.Н. СОЛОВЬЕВА – начальник Управления фитосанитарного надзора при экспортно-импортных операциях и международного сотрудничества Россельхознадзора, кандидат биологических наук

А.С. ШАМИЛОВ – эксперт ФАО по сельскому хозяйству, заместитель начальника группы по разработке стандартов Секретариата МККЗР, кандидат биологических наук

А.В. КОЧЕТОВ – директор ФГБНУ «ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН», член-корреспондент РАН, профессор РАН, доктор биологических наук

М.Т. УПАДЫШЕВ – заведующий отделом биотехнологии и защиты растений ФГБНУ «ВСТИСП», член-корреспондент РАН, профессор РАН, доктор сельскохозяйственных наук

М.В. ПРИДАННИКОВ – заместитель директора Центра паразитологии при ИПЭЭ РАН им. А.Н. Северцова, кандидат биологических наук

Н.В. АЛЕЙНИКОВА – заместитель директора по научно-организационной работе ФГБНУ «Магарах» РАН, доктор сельскохозяйственных наук

А.В. ХЮТТИ – заведующий сектором «Грибных, вирусных, микоплазмных и нематодных болезней картофеля и овощных культур» ФГБНУ «ВНИИЗР», кандидат биологических наук

И.Т. БАЛАШОВА – главный научный сотрудник лаборатории новых технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», доктор биологических наук

Ф.С. ДЖАЛИЛОВ – заведующий лабораторией защиты растений МСХА им. К.А. Тимирязева, профессор, доктор биологических наук

А.Д. ОРЛИНСКИЙ – международный фитосанитарный консультант, доктор биологических наук

А.И. УСКОВ – заведующий отделом биотехнологии и иммунодиагностики ФГБНУ ВНИИКР им. А.Г. Лорха, доктор сельскохозяйственных наук

М.М. АБАСОВ – начальник коммерческого отдела ФГБУ «ВНИИКР», доктор биологических наук

К.П. КОРНЕВ – заместитель директора ФГБУ «ВНИИКР», кандидат биологических наук

Ю.А. ШНЕЙДЕР – начальник научно-методического и экспериментального центра ФГБУ «ВНИИКР», кандидат биологических наук

С.Г. ЗИНОВЬЕВА – специалист по связям с общественностью редакционно-издательского отдела ФГБУ «ВНИИКР»

РЕДАКЦИЯ

В.В. ЧЕРЕПАНОВА – редактор-корректор

Г.Н. БОНДАРЕНКО – начальник ИЛЦ ФГБУ «ВНИИКР», кандидат биологических наук

Е.М. ВОЛКОВА – заведующая лабораторией сорных растений ФГБУ «ВНИИКР», кандидат биологических наук

Л.Г. ЧЕГЛИК – и.о. начальника отдела биометода ФГБУ «ВНИИКР»

Е.В. КАРИМОВА – начальник научно-методического отдела вирусологии и бактериологии ФГБУ «ВНИИКР», кандидат биологических наук

О.А. КУЛИНИЧ – начальник отдела лесного карантина ФГБУ «ВНИИКР», доктор биологических наук

М.Б. КОПИНА – начальник научно-методического отдела микологии и гельминтологии ФГБУ «ВНИИКР», кандидат сельскохозяйственных наук

С.А. КУРБАТОВ – начальник научно-методического отдела энтомологии ФГБУ «ВНИИКР», кандидат биологических наук

С.В. СУДАРИКОВА – старший научный сотрудник лаборатории гельминтологии ИЛЦ ФГБУ «ВНИИКР»

В.С. КУЧЕРЯВЫХ – переводчик, кандидат филологических наук

CHIEF EDITOR:

E.I. NAZIN, Director of FGBU “VNIIKR”

MANAGING EDITOR:

V.V. OLESHKEVICH, PhD in Philology

EDITORIAL BOARD

YU.A. SHVABAUSKENE – Deputy Head of Rosselkhoznadzor

N.N. SOLOVYOVA – Head of the Department of Phytosanitary Surveillance for Export-Import Operations and International Cooperation of Rosselkhoznadzor, PhD in Biology

A.S. SHAMILOV – FAO Agricultural Officer, Deputy Head of the Standards Setting Unit of IPPC Secretariat, PhD in Biology

A.V. KOCHETOV – Director of FGBNU “Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics SB RAS”, Corresponding Member of the RAS, Professor of the RAS, Doctor of Advanced Studies in Biological Sciences

M.T. UPADYSHEV – Head of the Biotechnology and Plant Protection Department of FGBNU “All-Russian Horticultural Institute for Breeding, Agrotechnology and Nursery”, Corresponding Member of the RAS, Professor of the RAS, Doctor of Advanced Studies in Agricultural Sciences

M.V. PRIDANNIKOV – Deputy Director of the Center of Parasitology of A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, RAS, PhD in Biology

N.V. ALEINIKOVA – Deputy Director for Scientific and Organizational Work of the FGBNU “Magarach” of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Advanced Studies in Agricultural Sciences

A.V. KHIUTTI – Head of the Group for Potato and Vegetable Crop Fungal, Viral, Mycoplasma and Nematode Diseases of FGBNU “VNIIZR”, PhD in Biology

I.T. BALASHOVA – Chief Researcher of the Laboratory of New Technologies of FGBNU “Federal Scientific Center of Vegetable Growing”, Doctor of Advanced Studies in Biological Sciences

F.S. DZHALILOV – Head of the Plant Protection Laboratory of the RSAU – MAA n. a. K.A. Timiryazev, Professor, Doctor of Advanced Studies in Biological Sciences

A.D. ORLINSKI – International phytosanitary consultant, Doctor of Advanced Studies in Biological Sciences

A.I. USKOV – Head of the Biotechnology and Immunodiagnostics Department of FGBNU “Lorch Potato Research Institute”, Doctor of Advanced Studies in Agricultural Sciences

M.M. ABASOV – Head of the Commercial Department of FGBU “VNIIKR”, Doctor of Advanced Studies in Biological Sciences

K.P. KORNEV – Deputy Director of FGBU “VNIIKR”, PhD in Biology

YU.A. SHNEYDER – Head of Research and Methodology and Experimental Center, FGBU “VNIIKR”, PhD in Biology

S.G. ZINOVYEVA – PR specialist, Editorial and Publishing Department, FGBU “VNIIKR”

EDITORSHIP

V.V. CHEREPANOVA – Copy Editor

G.N. BONDARENKO – Head of the Testing Laboratory Center of FGBU “VNIIKR”, PhD in Biology

E.M. VOLKOVA – Head of the Laboratory of Weed Plants of FGBU “VNIIKR”, PhD in Biology

L.G. CHEGLIK – Acting Head of the Biomethod Department of FGBU “VNIIKR”

E.V. KARIMOVA – Head of the Scientific and Methodological Department of Virology and Bacteriology of the FGBU “VNIIKR”, PhD in Biology

O.A. KULINICH – Head of the Forest Quarantine Department of FGBU “VNIIKR”, Doctor of Advanced Studies in Biological Sciences

M.B. KOPINA – Head of the Research and Methodology Department for Mycology and Helminthology, PhD in Agriculture

S.A. KURBATOV – Head of the Entomological Research and Methodology Department of FGBU “VNIIKR”, PhD in Biology

S.V. SUDARIKOVA – Senior Researcher of the Helminthology Laboratory of the Testing Laboratory Center of FGBU “VNIIKR”

V.S. KUCHERYAVYKH – Translator, PhD in Philology

Содержание | Content

КОЛЛЕКЦИИ

Промежуточные итоги формирования коллекции булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera, Rhopalocera) энтомологического музея ФГБУ «ВНИИКР»

М.Г. КОВАЛЕНКО, Ю.А. ЛОВЦОВА

COLLECTIONS

Intermediate results of the development of the butterfly collection (Lepidoptera, Rhopalocera) of FGBU "VNIICR" Entomological Museum

M.G. KOVALENKO, J.A. LOVTSOVA

2

ДИАГНОСТИКА

Диагностика вирусов рода *Begomovirus*

Е.Н. ЛОЗОВАЯ, Ю.Н. ПРИХОДЬКО, Т.С. ЖИВАЕВА, Ю.А. ШНЕЙДЕР

Diagnosis of viruses of the genus *Begomovirus*

E.N. LOZOVAYA, YU.N. PRIKHODKO, T.S. ZHIVAEVA, YU.A. SHNEYDER

23

Вирус штриховатой мозаики ячменя – опасный патоген, влияющий на экспортный потенциал Российской Федерации

Н.А. ХОРИНА, А.А. ЛОПАТКИН, Т.С. ЖИВАЕВА, Ю.Н. ПРИХОДЬКО, Ю.А. ШНЕЙДЕР

Barley stripe mosaic virus – a serious pathogen affecting the export potential of the Russian Federation

N.A. KHORINA, A.A. LOPATKIN, T.S. ZHIVAEVA, YU.N. PRIKHODKO, YU.A. SHNEYDER

32

МОНИТОРИНГ

Южное Приморье Дальнего Востока России: результаты исследования короедов (Coleoptera: Scolytinae)

и других насекомых-ксилофагов в 2022 году

А.В. ПЕТРОВ, А.В. ШАМАЕВ

Southern Primorye of the Russian Far East: results of a study of bark beetles (Coleoptera: Scolytinae)

and other xylophagous insects in 2022

A.V. PETROV, A.V. SHAMAEV

47

Уссурийский полиграф *Polygraphus proximus* Blandford, 1894 в пихтарниках экопарка «Озера на Снежной» (Иркутская область)

В.Ф. КОБЗАРЬ, Н.И. КОЛЕСОВА, А.А. ПЕТРИК

***Polygraphus proximus* Blandford, 1894 in the fir forests of the "Lakes on Snezhnaya" Ecopark (Irkutsk Oblast)**

V.F. KOBZAR, N.I. KOLESOVA, A.A. PETRIK

59

ЮБИЛЕЙ

Со дня рождения Надежды Никифоровны Шутовой – 120 лет

Я.Б. МОРДКОВИЧ

ANNIVERSARY

120 years since the birth of Nadezhda Nikiforovna Shutova

YA.B. MORDKOVICH

72

Журнал «Фитосанитария. Карантин растений» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор), свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-76606 от 15 августа 2019 года
Фото на обложке: Параллелизм в окраске бабочек из четырех разных семейств (фото Ю.А. Ловцовой)
Дизайн и верстка: Мария Бондарь
Учредитель: ФГБУ «ВНИИКР», 140150, Московская область, г. Раменское, р. п. Быково, ул. Пограничная, д. 32

Издатель: ООО «Вейнард»
Телефон редакции: 8 (495) 925-06-34
Электронная почта: veinardltd@gmail.com
Индексы издания для подписки в каталогах:
АО «Агентство «Роспечать» – 81075
ООО «Агентство Книга-Сервис» – 33095
Отпечатано в типографии
ООО «Полиграфический комплекс»
123298, г. Москва, ул. 3-я Хорошевская, дом 18, корпус 1
Тираж 3000 экз.
Подписано в печать: 15.02.2023
Дата выхода в свет: 03.03.2023

The Journal "Plant Health and Quarantine" is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media (Roskomnadzor), Registration Certificate No. FS 77-76606, August 15, 2019
Photo on the cover: Parallelism in the coloration of butterflies of four different families (photo by J.A. Lovtsova)
Design & Composition: Mariya Bondar
Establisher: FGBU VNIICR, 140150, Moskovskaya oblast, Ramenskoye, r. p. Bykovo, Pogranichnaya ulitsa, 32

Publisher: ООО "Veynard"
Editorial Board Office:
Tel: +7 (495) 925-06-34
E-mail: veinardltd@gmail.com
Subscription indexes:
АО Агентство "Rospechat" – 81075
ООО Агентство "Kniga-Servis" – 33095
Printing house:
ООО "Poligrafichesky kompleks",
123298, ul. 3-ya Khoroshevskaya, 18, build. 1
Circulation: 3000 copies
Approved for print: 15/02/2023
Issue date: 03/03/2023

Промежуточные итоги формирования коллекции булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera, Rhopalocera) энтомологического музея ФГБУ «ВНИИКР»

М.Г. КОВАЛЕНКО¹, Ю.А. ЛОВЦОВА²

ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия

¹ ORCID 0000-0001-7824-9277, e-mail: bush_zbs@mail.ru,

² ORCID 0000-0002-7266-6229, e-mail: julialov@inbox.ru

АННОТАЦИЯ

Подведены промежуточные итоги формирования коллекции дневных чешуекрылых энтомологического музея ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»). В коллекции представлены бабочки из Евразии, Африки, Северной и Южной Америки, как собранные сотрудниками организации, так и полученные в дар от коллег, в том числе от известных деятелей науки XX и XXI веков. Приводятся фотографии этикеток, имеющих историческое значение. Дан обзор каждого из шести семейств булавоусых бабочек с перечислением видов, хранящихся в музее. Обзор сопровождается интересными и познавательными фактами об отдельных видах чешуекрылых, депонированных в энтомологический фонд, а также цветными иллюстрациями. В коллекции хранятся как обычные виды бабочек, так и уникальные, к числу которых относится, в частности, *Styx infernalis* Staudinger, 1876 – крайне редкий эндемик Перу. В фонде представлены дневные бабочки, имеющие карантинное и хозяйственное значение для различных стран и международных организаций, – *Pieris brassicae* (Linnaeus, 1758), *Lampides boeticus* (Linnaeus, 1767), *Cacyreus marshalli* Butler, [1898] – и другие виды. Кроме того, в коллекции хранятся чешуекрылые, демонстрирующие интересные эволюционные явления: полиморфизм, параллелизм, конвергенцию, различные виды мимикрии и прочие. Имеются также бабочки, для которых характерно необычное брачное и территориальное поведение. Ряд групп булавоусых чешуекрылых, хранящихся в фонде энтомологического музея ФГБУ «ВНИИКР», задействован в совместных исследовательских проектах с другими научными организациями, а также для выполнения кандидатских и докторских диссертаций.

Ключевые слова. Lepidoptera, Rhopalocera, булавоусые чешуекрылые, коллекция, вредители, лепидоптерологи, музей, мимикрия, конвергенция, параллелизм.

Intermediate results of the development of the butterfly collection (Lepidoptera, Rhopalocera) of FGBU “VNIKR” Entomological Museum

M.G. KOVALENKO¹, J.A. LOVTSOVA²

FGBU “All-Russian Plant Quarantine Center” (FGBU “VNIKR”), Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia

¹ ORCID 0000-0001-7824-9277, e-mail: bush_zbs@mail.ru,

² ORCID 0000-0002-7266-6229, e-mail: julialov@inbox.ru

ABSTRACT

The intermediate results of the development of the butterfly collection of The All-Russian Plant Quarantine Center (FGBU “VNIKR”) Entomological Museum are summarized. The collection includes specimens from Eurasia, Africa, North and South America, both collected by the organization’s specialists and received as a gift from colleagues, including famous researchers of the 20th and 21st centuries. Photos of labels of historical significance are provided. An overview of each of the six families of butterflies is given, listing the species collected in the museum. The review includes interesting and informative facts about some butterfly species in the entomological fund, as well as color illustrations. The collection contains both ordinary butterfly species and unique ones, which include, in particular, *Styx infernalis* Staudinger, 1876 – an extremely rare endemic to Peru. The fund contains butterflies of quarantine and economic importance for various countries and international organizations, – *Pieris brassicae* (Linnaeus, 1758), *Lampides boeticus* (Linnaeus, 1767), *Cacyreus marshalli* Butler, [1898] – and others. Besides, the collection contains butterflies which demonstrate interesting evolutionary phenomena: polymorphism, parallelism, convergence, various types of mimicry, and others. There are also species characterized by unusual mating and territorial behavior. Some butterfly groups of FGBU “VNIKR” Entomological Museum fund are involved in joint research projects with other scientific organizations, as well as to complete PhD and Advanced Doctor dissertations.

Key words. Lepidoptera, Rhopalocera, butterflies, collection, pests, lepidopterologists, museum, mimicry, convergence, parallelism.

ВВЕДЕНИЕ



нтомологический музей ФГБУ «ВНИИКР» был основан в 30-е гг. XX века на базе Центральной карантинной лаборатории (ЦКЛ) ее первым руководителем Надеждой Никифоровной Шутовой. Музей пополнялся различными группами насекомых, собранными сотрудниками лаборатории, а также полученными от других сборщиков, однако в 90-е гг. из-за отсутствия поддержки музея его деятельность была приостановлена и часть фонда оказалась утрачена в результате повреждения жуками-кожеедами. 1 апреля 2008 г. музей был воссоздан, в результате чего поврежденная коллекция подверглась реставрации и ее пополнение энтомологическим материалом продолжилось (Курбатов, Ловцова, 2012).

Одной из наиболее эффектных частей фонда энтомологического музея является коллекция булавоусых, или дневных, чешуекрылых (Rhopalocera). Благодаря своей зачастую яркой окраске крыльев и крупным размерам они стали удобной модельной группой для проведения различных научных исследований, а также излюбленным объектом изучения специалистов-систематиков и коллекционирования как учеными, так и энтузиастами-любителями. Среди булавоусых бабочек встречаются также вредители сельского хозяйства, в том числе входящие в карантинные перечни различных стран и международных организаций по защите и карантину растений. Значение коллекции дневных чешуекрылых для ФГБУ «ВНИИКР» сложно переоценить: представители этой группы насекомых могут быть задействованы в проведении исследовательских работ различной тематики, применяться для образовательных процессов на курсах повышения квалификации специалистов, использоваться для научного сотрудничества с другими организациями и служить в познавательных целях сотрудникам, желающим ознакомиться с фондом. Помимо прочего коллекция имеет историческое значение: некоторые экземпляры являются наследием ученых, стоявших у истоков карантинной лаборатории. В фонде имеются бабочки, собранные упомянутой выше Н.Н. Шутовой (рис. 1а), а также сотрудником ЦКЛ В.Н. Оболенским (рис. 1б) еще в 40-х гг. прошлого столетия.

Часть старого материала снабжена определенными этикетками (рис. 1б) М.А. Рябова – классика-исследователя бабочек Кавказа, работавшего в системе защиты растений в период с 1920 по 1952 г. (Тихонов и др., 2022).

В 2022 г. была проведена полная ревизия материала ФГБУ «ВНИИКР», накопленного по булавоусым чешуекрылым, в результате которой экземпляры были идентифицированы, расколоты в коробки в систематическом порядке и оформлены в соответствии с общепринятой музейной практикой. На настоящее время смонтированная часть коллекции данной группы бабочек насчитывает 773 экземпляра (37 коробок) и продолжает пополняться из еще не расправленных сборов, хранящихся на многочисленных энтомологических матрасиках энтомологического фонда ФГБУ «ВНИИКР». Коллекция включает 240 видов булавоусых бабочек

INTRODUCTION



GBU “VNIICR” Entomological Museum was founded in the 1930s on the basis of the Central Quarantine Laboratory (CQL) by its first head Nadezhda Shutova. The museum was replenished with various insect groups collected by the laboratory staff, as well as received from other collectors, however, in the 1990s due to the lack of support for the museum, its activities were suspended and part of the fund was lost as a result of damage by skin beetles. On April 1, 2008, the museum was restored, with the damaged collection being restored and its replenishment with entomological material continued (Kurbatov, Lovtsova, 2012).

One of the most spectacular parts of the entomological museum is the collection of butterflies (Rhopalocera). Due to their often brightly colored wings and large size, they have become a convenient model group for various scientific studies, as well as a favorite object of study by systematists and collectors by both scientists and amateur enthusiasts. Among butterflies, there are also pests of agriculture, including those on the quarantine lists of various countries and international plant protection organizations. It is difficult to overestimate the importance of the butterfly collection for FGBU “VNIICR”: representatives of this insect group can be involved in various research topics, used for educational purposes at advanced training courses for specialists, scientific cooperation with other organizations and serve for educational purposes to specialists wishing to become familiar with the fund. Among other things, the collection has historical significance: some of the items are the heritage of scientists who stood at the origins of the quarantine laboratory. The fund contains butterflies collected by the above-mentioned N.N. Shutova (Fig. 1a), as well as the CQL researcher V.N. Obolensky (Fig. 1b) back in the 1940s.

Part of the old material is provided with identifying labels (Fig. 1b) by M.A. Ryabov, a classic researcher of butterflies of the Caucasus, who worked in the system of plant protection in the period from 1920 to 1952 (Tikhonov et al., 2022).

In 2022, a complete revision of the FGBU “VNIICR” material concerning butterflies was carried out, with the specimens being identified, split into boxes in a systematic manner and arranged in accordance with generally accepted museum practice. At the present time, the assembled part of the collection of this butterfly group has 773 specimens (37 boxes) and continues to be replenished from the still undistributed collections stored on numerous cotton layers of FGBU “VNIICR” entomological fund. The collection includes 240 butterfly species and is represented by six families – Hesperidae, Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Riodinidae and Nymphalidae (s. l.).

The collection contains materials by various researchers of the 20th and 21st centuries: the aforementioned N.N. Shutova and V.N. Obolensky, a prominent scientist in the field of forest entomology, Professor S.S. Izhevsky, phytopathologist S.P. Mokrotovarov, coleopterologist P.N. Kulinich, Lepidoptera specialists A.L. Monastyrsky and K.A. Kolesnichenko,

и представлена шестью семействами – Hesperidae (Толстоголовки), Papilionidae (Парусники), Pieridae (Белянки), Lycaenidae (Голубянки), Riodinidae (Риодиниды) и Nymphalidae (s. l.) (Нимфалиды).

В коллекции представлены материалы, собранные различными исследователями XX и XXI вв.: вышеупомянутыми Н.Н. Шутовой и В.Н. Оболенским, крупным ученым в области лесной энтомологии профессором С.С. Ижевским, фитопатологом С.П. Мокротоваровым, колеоптерологом П.Н. Кулинич, специалистами по чешуекрылым А.Л. Монастырским и К.А. Колесниченко, палеоэнтомологом А.С. Шмаковым и другими исследователями. В энтомологический музей ФГБУ «ВНИИКР» была передана коллекция бабочек энтомолога Андрея Илюшина из Лыткарино (Московская область), а также коллекция, собранная в различных регионах России безвременно ушедшим специалистом по божьим коровкам А.С. Украинским, чьи сборы желтушек из северных регионов РФ нашли активное применение в рамках одного из ведущих в настоящее время научных проектов в коллаборации с энтомологами из Зоологического института РАН. В коллекции музея также имеется несколько бабочек, полученных от ныне покойного А.Л. Девяткина – в прошлом главного специалиста в России по толстоголовкам. Кроме того, в фонде хранятся бабочки, переданные коллегами из других стран в результате международного сотрудничества. Наиболее крупный объем материала был получен из штата Керала от индийского энтомолога М.Г. Рамдаса Менона (Ramdas Menon) в 70-х гг. прошлого века. Из новых поступлений имеются экземпляры, переданные чилийским лепидоптерологом Ф. Уррой (F. Urrea).

Основную часть фонда чешуекрылых энтомологического музея составляют экземпляры, собранные сотрудниками ФГБУ «ВНИИКР» Ю.А. Ловцовой, В.Л. Пономаревым, С.А. Курбатовым, М.Г. Коваленко, Я.Н. Коваленко, Е.А. Худяковой, А.В. Шамаевым и С.Ю. Мухановым во время экспедиций в различные уголки мира.

ОБЗОР КОЛЛЕКЦИИ ДНЕВНЫХ БАБОЧЕК ЭНТОМОЛОГИЧЕСКОГО ФОНДА ФГБУ «ВНИИКР»

При обзоре коллекции фонда мы приводим наряду с латинскими русские названия для тех видов, у которых они являются устоявшимися и широко употребляемыми.

Семейство Толстоголовки (Hesperidae)

В фонде имеется 16 видов данного семейства, относящихся к четырем подсемействам – Eudaminae, Pyrginae, Heteropterinae и Hesperinae (см. таблицу). Толстоголовки представлены в основном материалом из европейской части России, а также сборами с Дальнего Востока. В коллекции имеется 1 экземпляр *Lobocla bifasciata* (Bremer & Grey, 1853) из старых сборов с Корейского полуострова (рис. 1с) и по одному представителю родов *Urbanus* Hübner, [1807] из Южной Америки (более точный локалитет неизвестен) и *Tagiades* Hübner, [1819] из Индонезии. Кроме того, имеется несколько экземпляров, сложных в определении таксонов, на настоящее время не идентифицированных по причине отсутствия в стране специалистов по этой группе.

paleoentomologist A.S. Shmakov and others. The butterflies collection by entomologist Andrey Ilyushin from Lytkarino (Moscow Oblast) was deposited in the fund, as well as the collection from various regions of Russia by the untimely departed specialist in ladybugs A.S. Ukrainsky. Clouded yellows collected by A.S. Ukrainsky from the northern regions of the Russian Federation have been actively used in the framework of one of the currently ongoing scientific projects in collaboration with entomologists from the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences. The museum collection also contains several butterflies obtained from now-deceased A.L. Devyatkin – in the past, the main specialist in Russia in skippers. In addition, the fund contains butterflies donated by colleagues from other countries as a result of international cooperation. The largest amount of material was obtained from the state of Kerala from the Indian entomologist M.G. Ramdas Menon in the 1970s. Of the new acquisitions, there are specimens donated by the Chilean lepidopterist F. Urrea.

The main part of the butterfly collection of the entomological museum is made up of specimens collected by J.A. Lovtsova, V.L. Ponomarev, S.A. Kurbatov, M.G. Kovalenko, Ya.N. Kovalenko, E.A. Khudyakova, A.V. Shamaev and S.Yu. Mukhanov during expeditions to various parts of the world.

FGBU “VNIICR” ENTOMOLOGICAL BUTTERFLIES FUND REVIEW

Hesperidae

The fund contains 16 species of this family, belonging to four subfamilies – Eudaminae, Pyrginae, Heteropterinae and Hesperinae (see Table). Skippers are mainly represented by material from the European part of Russia, as well as collections from the Far East. There is one individual of *Lobocla bifasciata* (Bremer & Grey, 1853) from old collections from the Korean Peninsula (Fig. 1c) and one representative of the genera *Urbanus* Hübner, [1807] from South America (the exact locality is unknown) and *Tagiades* Hübner, [1819] from Indonesia. In addition, there are several specimens that are difficult to identify taxa, currently not identified due to the lack of specialists in this group in Russia.

Papilionidae

The spectacular appearance of this family has made them favorite objects for collecting, breeding, keeping in zoos, as well as demonstrations at various exhibitions and decorating premises. Thus, they are one of the most spectacular parts of the fund. At present, the collection includes 21 species, including 2 subfamilies – Papilioninae and Parnassiinae (see Table).

Among the species of the first subfamily, the well-known *Papilio machaon* Linnaeus, 1758 is most widely represented. This ecologically plastic species has a Holarctic distribution, and the collection contains specimens from various parts of Russia and other countries. The collection of the entomological museum also contains other species of the genus *Papilio* Linnaeus, 1758, which include some Asian species and 3 American ones – *Papilio andraemon* (Hübner, [1823]), *P. garamas*

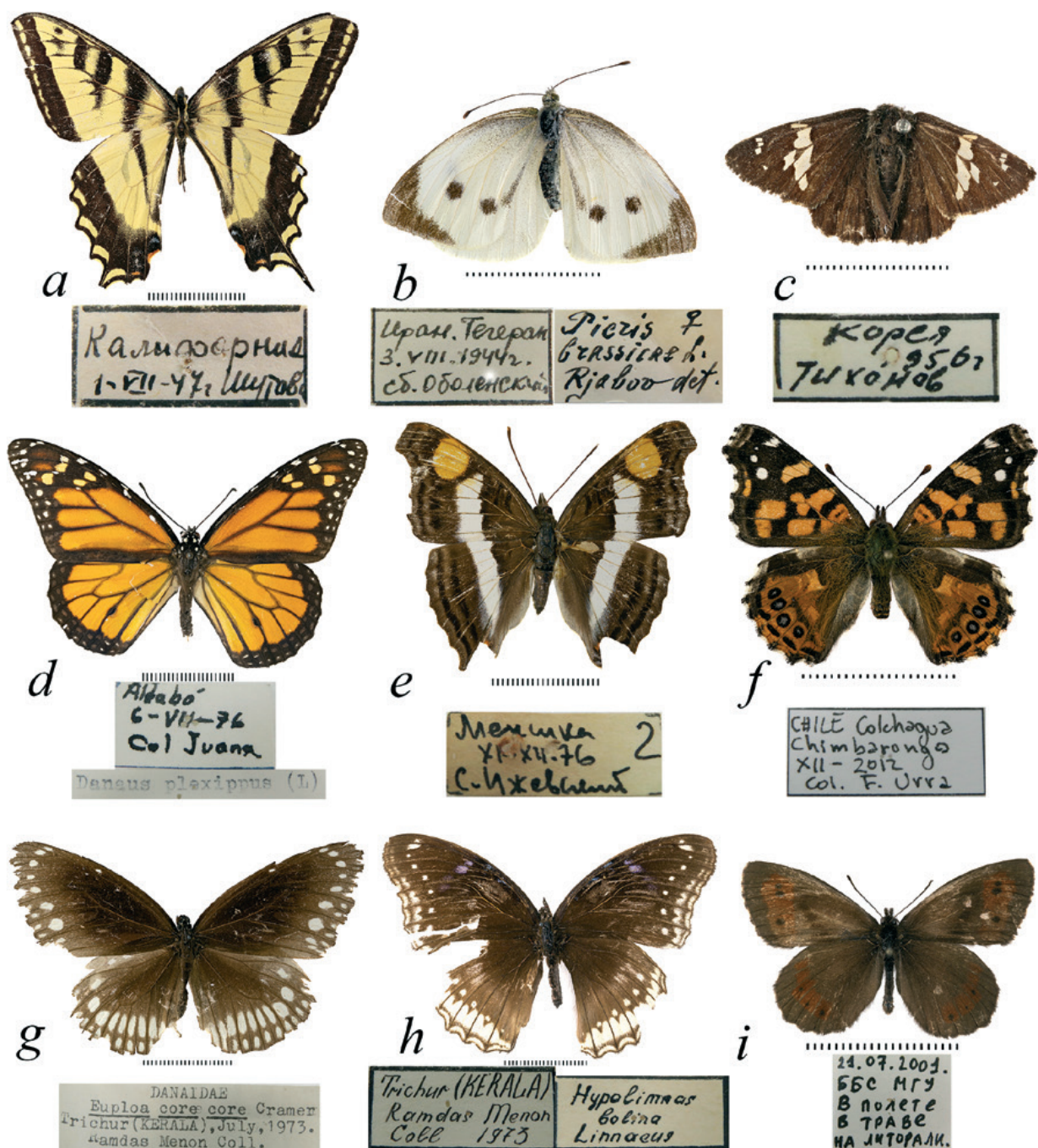


Рис. 1. Представители фонда энтомологического музея ФГБУ «ВНИИКР», имеющие историческое значение, с этикетками: а – *Papilio rutulus*; б – *Pieris brassicae*; в – *Lobocla bifasciata*; д – *Danaus plexippus* (Куба); е – *Doxocopa laure*; ф – *Vanessa carye*; г – *Euploea core*; з – *Hypolimnas bolina*; и – *Erebia ligea* (с этикеткой А.С. Украинского из Мурманской области) (фото Ю.А. Ловцовой)

Fig. 1. Representatives of the FGBU "VNIICR" Entomological Museum Fund of historical significance, with labels: а – *Papilio rutulus*; б – *Pieris brassicae*; в – *Lobocla bifasciata*; д – *Danaus plexippus* (Cuba); е – *Doxocopa laure*; ф – *Vanessa carye*; г – *Euploea core*; з – *Hypolimnas bolina*; и – *Erebia ligea* (with label by A.S. Ukrainsky from Murmansk Oblast) (photos by J.A. Lovtsova)

Семейство Парусники (Papilionidae)

Эффектный внешний вид чешуекрылых данного семейства сделал их излюбленными объектами для коллекционирования, разведения, содержания в зоопарках, а также демонстрации на различного рода выставках и декорирования помещений. Таким образом, парусники являются одной из наиболее эффектных частей фонда. На настоящее время в коллекции поставлен 21 вид парусников, включающий 2 подсемейства – Papilioninae и Parnassiinae (см. таблицу).

Среди видов первого подсемейства наиболее широко представлен всем известный махаон

(Geyer, [1829]), and *P. rutulus* Lucas, 1852. The representative of the latter was caught by N.N. Shutova in California in 1947 (Fig. 1a).

Among the butterflies of the subfamily Papilioninae, the fund also contains Asian species of the tribe Troidini from the collections of M.G. Ramdas Menon, A.L. Monastyrsky and A.L. Devyatkin: *Pachliopta hector* (Linnaeus, 1758), *Atrophaneura varuna* White, 1842 and



Рис. 2. Парусники трибы Leptocircini в коробке;
а – бабочки; б – рукописная этикетка А.Л. Девяткина
(YH – гостиница Yen-Hop (Вьетнам, Хойан))
(фото М.Г. Коваленко)

Fig. 2. Leptocircini tribe butterflies in an entomological box;
a – butterflies; b – handwritten label by A.L. Devyatkin
(YH – Yen-Hop Hotel (Vietnam, Hoi An))
(photo by M.G. Kovalenko)

Papilio machaon Linnaeus, 1758. Этот экологически пластичный вид имеет голарктическое распространение, и в фонде имеются экземпляры махаона из различных частей России и других стран. В коллекции энтомологического музея хранятся и другие виды рода *Papilio* Linnaeus, 1758, к которым относится ряд азиатских видов и 3 американских – *Papilio andraemon* (Hübner, [1823]), *P. garamas* (Geyer, [1829]), а также *P. rutulus* Lucas, 1852. Представитель последнего из вышеперечисленных был пойман Н.Н. Шутовой в Калифорнии в 1947 г. (рис. 1а).

Среди бабочек подсемейства Papilioninae в фонде также имеются азиатские виды трибы Troidini из сборов М.Г. Рамдаса Менона, А.Л. Монастырского и А.Л. Девяткина: *Pachliopta hector* (Linnaeus, 1758), *Atrophaneura varuna* White, 1842 и *Byasa alcinous* (Klug, 1836). Кроме того, в коллекции музея хранятся представители трибы Leptocircini, в частности подалирий *Iphiclidea podalirius* (Linnaeus, 1758) – обычная в южных регионах России бабочка, а также парусники большого экзотического рода *Graphium* Scopoli, 1777, представленные в коллекции тремя видами, собранными во Вьетнаме А.Л. Девяткиным: *Graphium eurypylus* (Linnaeus, 1758), *G. agamemnon* (Linnaeus, 1758) и *G. sarpedon* (Linnaeus, 1758) (рис. 2).

Хранящиеся в коллекции фонда ФГБУ «ВНИИКР» парусники из подсемейства Parnasiinae

Byasa alcinous (Klug, 1836). Besides, the museum collection contains representatives of the tribe Leptocircini, in particular *Iphiclidea podalirius* (Linnaeus, 1758) – a common butterfly in the southern regions of Russia, as well as those of a large exotic genus *Graphium* Scopoli, 1777, represented in the collection by three species collected in Vietnam by A.L. Devyatkin: *Graphium eurypylus* (Linnaeus, 1758), *G. agamemnon* (Linnaeus, 1758) and *G. sarpedon* (Linnaeus, 1758) (Fig. 2).

The butterflies of the subfamily Parnasiinae of the collection include *Zerynthia polyxena* (Denis & Schiffermüller, 1775); *Luehdorfia puziloi* (Erschoff, 1872) – the only representative of this genus known from Russia (Primorye); as well as 3 species of a large genus *Parnassius* Latreille, 1804: *Parnassius apollo* (Linnaeus, 1758), *P. stubbendorfii* Ménétrières, 1849 (Fig. 4a) and *P. mnemosyne* (Linnaeus, 1758).

Pieridae

Among this family, there are both agricultural pests and favorite objects of collectors. To date, FGBU «VNIIEK» Entomological Museum collection includes 33 species of three subfamilies – Dismorphiinae, Pierinae and Coliadinae (see Table).

включают поликсену *Zerynthia polyxena* (Denis & Schiffermüller, 1775); людорфию Пуцилло *Luehdorfia puziloi* (Erschoff, 1872) – единственного представителя данного рода, известного из России (Приморье); а также 3 вида крупного рода *Parnassius* Latreille, 1804 – так называемых аполлонов. К ним относятся *Parnassius apollo* (Linnaeus, 1758), *P. stubendorffii* Ménétrières, 1849 (рис. 4а) и *P. mnemosyne* (Linnaeus, 1758).

Семейство Белянки (Pieridae)

Среди этого семейства встречаются как сельскохозяйственные вредители, так и излюбленные объекты коллекционеров. В коллекцию энтомологического музея ФГБУ «ВНИИКР» к настоящему моменту поставлено 33 вида белянок, относящихся к трем подсемействам – Dismorphiinae, Pierinae и Coliadinae (см. таблицу).

Подсемейство Dismorphiinae представлено в фонде двумя видами рода *Leptidea* Billberg, 1820 – *Leptidea sinapis* (Linnaeus, 1758) из Европейской России и Румынии и *L. amurensis* (Ménétrières, 1859) из Приморья. Также в коллекции есть 1 представитель подсемейства Dismorphiinae – *Dismorphia thermesia* (Godart, 1819), собранный в Перуанских Андах.

Среди видов подсемейства Pierinae имеется ряд известных вредителей сельского хозяйства – боярышница *Aporia crataegi* (Linnaeus, 1758) (рис. 4б), бруквенница *Pieris napi* (Linnaeus, 1758), репница *P. rapae* (Linnaeus, 1758) и капустница *P. brassicae* (Linnaeus, 1758) (рис. 1б). Все они являются обычными для России видами, однако для других государств некоторые из них – карантинные вредители. Например, капустница входит в карантинные перечни таких стран и международных организаций, как США, NAPPO (North American Plant Protection Organization) и OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria) (EPPO, 2023). Ценность подобных видов заключается в их обменном потенциале с организациями, работающими в сфере защиты и карантина растений. Так, в 2016 г. в рамках командировки сотрудников ФГБУ «ВНИИКР» в Республику Перу был произведен обмен с сотрудниками SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú) капустницы и других российских вредителей на карантинные для ЕАЭС виды, прежде отсутствовавшие в фонде ФГБУ «ВНИИКР».

Из других видов Pierinae в фонде имеются рапсовая белянка *Pontia edusa* (Fabricius, 1777), зорька *Anthocharis cardamines* (Linnaeus, 1758), а также дальневосточные *A. scolymus* Butler, 1866 и *Pieris dulcinea* (Butler, 1882).

В коллекции энтомологического музея хранятся также экзотические представители белянок подсемейства Pierinae: *Mathania leucothea* (Molina, 1782) из Чили и *Pereute callinira* Staudinger, 1884 из Перу (рис. 3а), привезенные сотрудниками ФГБУ «ВНИИКР» из энтомологических экспедиций (Коваленко, Коваленко, Ловцова, 2016; Курбатов, Ловцова, 2018); сильно поврежденный и еще не идентифицированный экземпляр рода *Belenois* Hübnér, [1819] и *Colotis danae* (Fabricius, 1775) из Судана; *Delias hyparete* (Linnaeus, 1758) и *Hebomoia glaucippe* (Linnaeus, 1758) из Бирмы. Последний вид распространен преимущественно в Юго-Восточной Азии и часто содержится в культуре.

Подсемейство Coliadinae представлено в фонде пятью родами. Виды рода *Colias* Fabricius, 1807 – так

Subfamily Dismorphiinae is represented in the fund by two species of the genus *Leptidea* Billberg, 1820 – *Leptidea sinapis* (Linnaeus, 1758) from European Russia and Romania and *L. amurensis* (Ménétrières, 1859) from Primorye. Also, there is 1 representative of the subfamily Dismorphiinae – *Dismorphia thermesia* (Godart, 1819) collected in the Peruvian Andes.

Among the subfamily Pierinae species, there are some well-known pests – *Aporia crataegi* (Linnaeus, 1758) (Fig. 4b), *Pieris napi* (Linnaeus, 1758), *P. rapae* (Linnaeus, 1758) and *P. brassicae* (Linnaeus, 1758) (Fig. 1b). All of them are common species for Russia, but for other countries some of them are quarantine pests. For example, *P. brassicae* is included in the quarantine lists of such countries and international organizations as the USA, NAPPO (North American Plant Protection Organization) and OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria) (EPPO, 2023). The value of such species lies in their exchange potential with organizations working in the field of plant protection and quarantine. Thus, in 2016, as part of a FGBU “VNIICR” mission to the Republic of Peru, *P. brassicae* and other Russian pests were exchanged with SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú) for species quarantined for the EAEU that were previously missing in the FGBU “VNIICR” fund.

From other Pierinae species, the fund contains *Pontia edusa* (Fabricius, 1777), *Anthocharis cardamines* (Linnaeus, 1758), *A. scolymus* Butler, 1866 and *Pieris dulcinea* (Butler, 1882).

The collection of the entomological museum also contains exotic representatives of the subfamily Pierinae: *Mathania leucothea* (Molina, 1782) from Chile and *Pereute callinira* Staudinger, 1884 from Peru (Fig. 3a), brought by FGBU “VNIICR” specialists from entomological expeditions (Kovalenko, Kovalenko, Lovtsova, 2016; Kurbatov, Lovtsova, 2018); heavily damaged and not yet identified specimen of the genus *Belenois* Hübnér, [1819] and *Colotis danae* (Fabricius, 1775) from Sudan; *Delias hyparete* (Linnaeus, 1758) and *Hebomoia glaucippe* (Linnaeus, 1758) from Burma. The latter species is distributed mainly in Southeast Asia and is often found in culture.

The subfamily Coliadinae is represented in the collection by five genera. The genus *Colias* Fabricius, 1807 species – the so-called clouded yellows – due to their bright appearance and interesting features of geographical distribution (high degree of endemism and the presence of relic representatives), they are very popular with both scientists and amateur collectors. Among the species of this genus, to date, the fund includes *Colias erate* (Esper, [1805]), *C. hyale* (Linnaeus, 1758), *C. palaeno* (Linnaeus, 1761), *C. croceus* (Geoffroy, 1785) and *C. myrmidone* (Esper, 1781). Of the available species, the most interesting is *C. palaeno* – boreal-alpine relic (Murzin, 1993; Kramp et al., 2016), represented in the museum collection by individuals from the Arctic. The species is endangered in Central Europe (Kuftina et al., 2020).

Of the other Coliadinae groups, there are 2 species – the common and widespread *Gonepteryx rhamni* (Linnaeus, 1758) and *G. aspasia* Ménétrières, 1859;

называемые желтушки – благодаря своей яркой внешности и интересным особенностям географического распространения (высокая степень эндемизма и наличие реликтовых представителей) пользуются большой популярностью как у ученых, так и у коллекционеров-любителей. Среди видов этого рода к настоящему моменту в фонд поставлены *Colias erate* (Esper, [1805]), *C. hyale* (Linnaeus, 1758), *C. palaeno* (Linnaeus, 1761), *C. croceus* (Geoffroy, 1785) и *C. myrmidone* (Esper, 1781). Из имеющихся видов наиболее интересен *C. palaeno* (торфяниковая желтушка) – бореально-альпийский реликт (Мурзин, 1993; Kramp et al., 2016), представленный в коллекции музея особями из Заполярья. В Центральной Европе вид находится под угрозой исчезновения (Kuftina et al., 2020).

Из других групп Coliadae в фонде имеются 2 вида лимонниц – обычный, широко распространенный *Gonepteryx rhamni* (Linnaeus, 1758) и дальневосточный *G. aspasia* Ménétrière, 1859; обитающий в Новом Свете *Phoebis sennae* (Linnaeus, 1758); 3 вида распространенного в палеотропиках и Австралии рода *Catopsilia* Hübner, [1819], в том числе известный мигрант *Catopsilia florella* (Fabricius, 1775); представители рода *Eurema* Hübner, [1819] – *Eurema hecabe* (Linnaeus, 1758) из Индии и *E. daira* (Godart, 1819) с Кубы, а также собранный на Кубе *Abaeis nicippe* (Cramer, 1779) (рис. 3b), за неторопливый полет и оранжевый цвет крыльев называемый сонным апельсином (sleepy orange).

Семейство Riodinidae (Риодиниды)

Подавляющее большинство представителей данного семейства распространено в тропиках, в основном – Нового Света. В коллекции фонда на настоящий момент поставлено 4 вида риодинид, собранных сотрудниками ФГБУ «ВНИИКР» во время энтомологической экспедиции в Республику Перу, однако в наличии имеется также неразобранный материал, постановка которого – одна из дальнейших задач. В коллекции представлены 2 подсемейства – Riodininae и Nemeobiinae (см. таблицу). Из видов первого подсемейства в фонде хранятся

оccurring in the New World *Phoebis sennae* (Linnaeus, 1758); 3 species of the genus common in the paleotropics and Australia *Catopsilia* Hübner, [1819], including the famous migrant *Catopsilia florella* (Fabricius, 1775); representatives of the genus *Eurema* Hübner, [1819] – *Eurema hecabe* (Linnaeus, 1758) from India and *E. daira* (Godart, 1819) from Cuba, as well as collected in Cuba *Abaeis nicippe* (Cramer, 1779) (Fig. 3b), called sleepy orange for the leisurely flight and the orange color of the wings.

Riodinidae

The vast majority of representatives of this family are distributed in the tropics, mainly in the New World. At the moment, the collection of the fund includes 4 Riodinidae species collected by FGBU “VNIICR” specialists during an entomological expedition to the Republic of Peru, however, there is also unsorted material, the formulation of which is one of the further tasks. The collection includes 2 subfamilies – Riodininae and Nemeobiinae (see Table). Of the species of the first subfamily, the fund contains *Ancyluris meliboeus* (Fabricius, 1777), *Amarynthis meneria* (Cramer, [1776]) and *Baeotis baeensis* Hewitson, 1874, of the second one – *Styx infernalis* Staudinger, 1876. *S. infernalis* – a unique and very rare butterfly, known for its complex taxonomic history, a kind of pearl of the collection. The species was described by Staudinger (Staudinger, 1876) in Pieridae family, which was due to its external resemblance to representatives of this group, and then was referred to other families, which is described in detail in our previous work (Kovalenko, Lovtsova, Kovalenko, 2022). On Fig. 4 you can see a selection of butterflies which belong to four different families and have parallelism in the wing pattern: all 4 butterflies have a light wing background and dark veins. These include the before-mentioned *S. infernalis* (Riodinidae), *A. crataegi* (Pieridae), *P. stubbendorffii* (Papilionidae) and *Davidina armandi* Oberthür, 1879 (Nymphalidae, Satyrinae) – butterfly which also has a complicated taxonomic history (Lukhtanov and Dubatolov, 2020). The first three species are stored in the fund of FGBU “VNIICR”, the photo of the latter was kindly provided by I.A. Yudakov.



Рис. 3. Представители семейства белянок из энтомологического музея ФГБУ «ВНИИКР»: а – *Pereute callinira*, Перу, провинция Сатино; б – *Abaeis nicippe* (сонный апельсин), Куба (фото Ю.А. Ловцовой)



Fig. 3. Pieridae in the FGBU “VNIICR” Entomological Museum Fund: а – *Pereute callinira*, Peru, Satipo province; б – *Abaeis nicippe* (sleepy orange), Cuba (photos by J.A. Lovtsova)

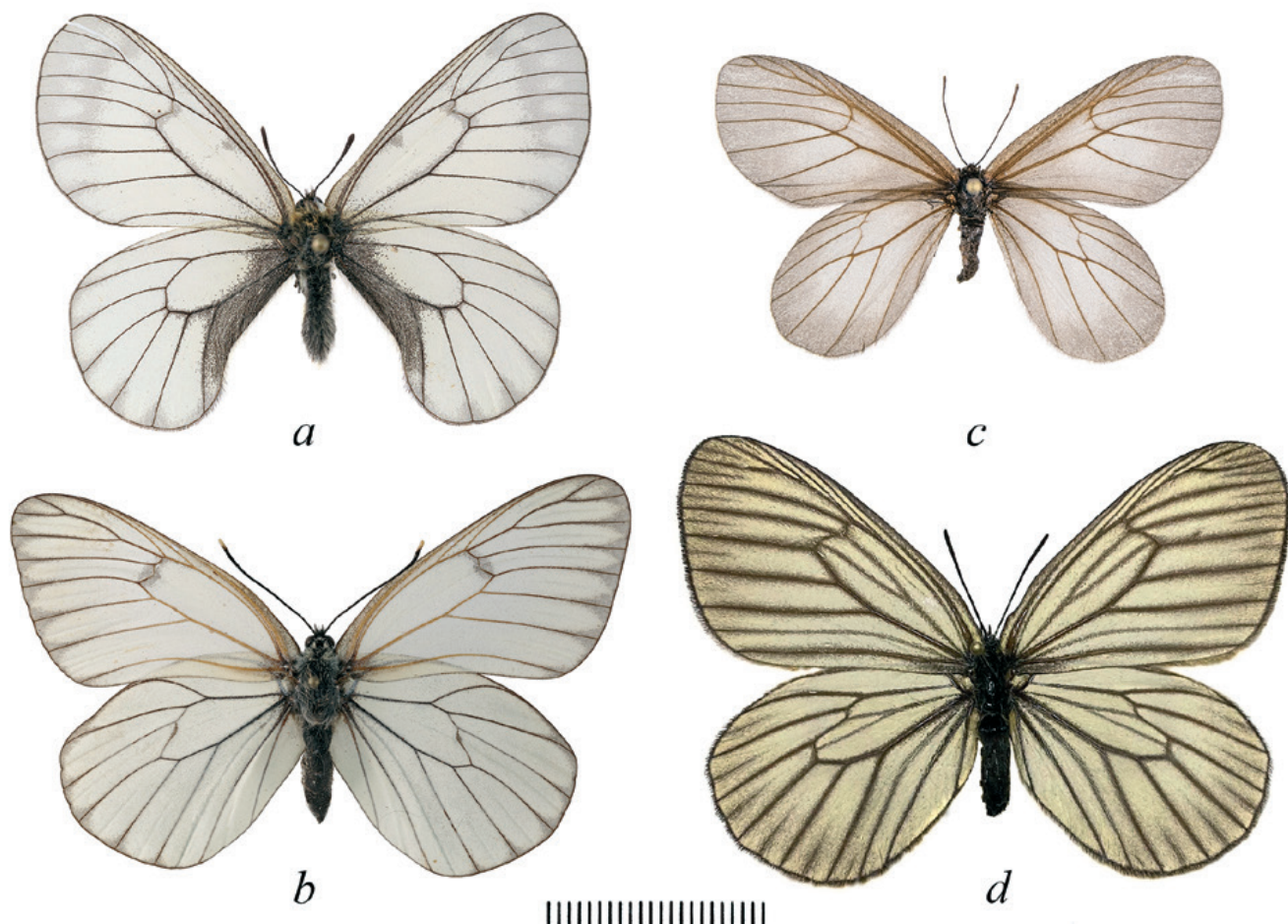


Рис. 4. Параллелизм в окраске бабочек из четырех разных семейств: а–с – коллекция энтомологического музея ФГБУ «ВНИИКР»; d – коллекция И.А. Юдакова. а – *Parnassius stubbendorffii* (Papilionidae), Россия, Приморье; b – *Aporia crataegi* (Pieridae), Россия, Московская область; c – *Styx infernalis* (Riodinidae), Перу, провинция Сати́по; d – *Davidina armandi* (Nymphalidae, Satyrinae), Китай, провинция Шэньси. Фото Ю.А. Ловцовой (а–с) и И.А. Юдакова (d)

Fig. 4. Parallelism in the wing pattern of butterflies from four different families: a–c – FGBU “VNIICR” Entomological Museum collection; d – I.A. Yudakov’s collection. a – *Parnassius stubbendorffii* (Papilionidae), Russia, Primorye; b – *Aporia crataegi* (Pieridae), Russia, Moscow Oblast; c – *Styx infernalis* (Riodinidae), Peru, Satipo province; d – *Davidina armandi* (Nymphalidae, Satyrinae), China, Shaanxi province. Photos by J.A. Lovtsova (a–c) and I.A. Yudakov (d)

Ancyluris meliboeus (Fabricius, 1777), *Amarynthus mene-ria* (Cramer, [1776]) и *Baeotis bacaenis* Hewitson, 1874, из второго – *Styx infernalis* Staudinger, 1876. *S. infernalis* – уникальная и очень редкая бабочка, известная своей сложной таксономической историей, является своего рода жемчужиной коллекции дневных чешуекрылых ФГБУ «ВНИИКР». Вид был описан Штаудингером (Staudinger, 1876) в семействе Белянки (Pieridae), чему послужило внешнее сходство с представителями этой группы, а затем обывал в других семействах, о чем подробно рассказывается в нашей предыдущей работе (Коваленко, Ловцова, Коваленко, 2022). На рис. 4 можно увидеть подборку чешуекрылых, которые относятся к четырем разным семействам и обладают параллелизмом в окраске крыльев: все 4 бабочки имеют светлый фон крыла и темные жилки. К ним относятся вышеупомянутый *S. infernalis* (Riodinidae), *A. crataegi* (Pieridae), *P. stubbendorffii* (Papilionidae) и *Davidina armandi* Oberthür, 1879 (Nymphalidae, Satyrinae) – бабочка, также имеющая непростую таксономическую историю (Lukhtanov, Dubatolov, 2020). Три первых вида хранятся в фонде ФГБУ «ВНИИКР», фотография последнего любезно предоставлена И.А. Юдаковым.

Семейство Lycaenidae (Голубянки)

В коллекции энтомологического музея ФГБУ «ВНИИКР» к настоящему моменту поставлено

Lycaenidae

FGBU “VNIICR” Entomological Museum collection has 34 species belonging to four subfamilies – Curetinae, Theclinae, Lycaeninae and Polyommattinae.

Subfamily Curetinae includes 1 genus *Curetis* Hübner, [1819], spread mainly in Southeast Asia, and in the museum’s collection there is one of its species, not yet identified due to the complexity of the group.

There are several species of the Theclinae subfamily in the fund, which are typical representatives of the Central Russia fauna: *Satyrium w-album* (Knoch, 1782) and *S. ilicis* (Esper, 1779), *Callophrys rubi* (Linnaeus, 1758), and *Favonius quercus* (Linnaeus, 1758). The latter, like other *Favonius* species (Takeuchi, Imafuku, 2005), is interesting by its territorial behavior: males protect their territory, keeping away other butterflies from it.

Lycaeninae subfamily butterflies – the so-called coppers – are represented by seven species in the collection: *Lycaena virgaureae* (Linnaeus, 1758), *L. alciphron* (Rottemburg, 1775), *L. tityrus* (Poda, 1761), *L. dispar* (Haworth, 1802), *L. thersamon* (Esper, [1784]), *L. phlaeas*



Рис. 5. *Cacyreus marshalli*. Марокко, Агадир, 12.10.2019.
а – верхняя сторона; б – испод (фото Ю.А. Ловцовой)



Fig. 5. *Cacyreus marshalli*. Morocco, Agadir, 12/10/2019.
a – upperside; b – underside (photos by J.A. Lovtsova)

34 вида голубянок, относящихся к четырем подсемействам – Curetinae, Theclinae, Lycaeninae и Polyommattinae.

Подсемейство Curetinae включает 1 род *Curetis* Hübner, [1819], распространенный преимущественно в Юго-Восточной Азии, и в коллекции музея имеется один из его видов, пока не идентифицированный ввиду сложности группы.

Из подсемейства Theclinae в фонде присутствует несколько видов – типичных представителей фауны средней полосы России: хвостатки *Satyrium w-album* (Knoch, 1782) и *S. ilicis* (Esper, 1779), малиница *Callophrys rubi* (Linnaeus, 1758), а также дубовый зефир *Favonius quercus* (Linnaeus, 1758). Последний, как и другие виды зефиров (Takeuchi, Imafuku, 2005), интересен территориальным поведением: самцы охраняют свою территорию, отгоняя от нее других бабочек.

Голубянки подсемейства Lycaeninae – так называемые червонцы – в коллекции представлены семью видами: *Lycaena virgaureae* (Linnaeus, 1758), *L. alciphron* (Rottemburg, 1775), *L. tityrus* (Poda, 1761), *L. dispar* (Haworth, 1802), *L. thersamon* (Esper, [1784]), *L. phlaeas* (Linnaeus, 1761) и *L. hippothoe* (Linnaeus, 1761). Некоторые из них подлежат охране, например *L. dispar* (непарный червонец). В Европе численность этого вида сокращается, в ряде стран непарный червонец признан исчезающим (Kim et al., 2014).

Наибольшим числом видов голубянок в коллекции представлено подсемейство Polyommattinae. В фонде хранятся бабочки, собранные в различных регионах России и других стран, все они приведены в таблице. В коллекции присутствует 1 голубянка с острова Кунашир, пойманная С.А. Курбатовым, – *Phengaris ogumae* (Matsumura, 1910). Хранящиеся в фонде голубянки из Ирана – *Plebejus christophi* (Staudinger, 1874) и *Polyommatus icarus persica* (Bienert, [1870]) – снабжены определительными этикетками М.А. Рябова. Из тропических представителей полиомматин в музее имеется *Jamides celeno* (Cramer, 1775) из Индии (штат Керала), особи этого вида получены от М.Г. Рамдаса Менона.

Отдельно стоит отметить голубянок, имеющих хозяйственное значение. В фонде хранятся 2 вида, пойманные в Марокко, – *Lampides boeticus* (Linnaeus, 1767) и *Cacyreus marshalli* Butler, [1898]. Первый широко распространен в субтропическом и тропическом поясах Евразии, в Африке, а также в Австралии, является вредителем бобовых и входит

(Linnaeus, 1761) и *L. hippothoe* (Linnaeus, 1761). Some of them are protected, for example *L. dispar*. In Europe, the number of this species is declining, in some countries it is recognized as endangered (Kim et al., 2014).

The largest number of Lycaenidae species in the collection is represented by the subfamily Polyommattinae. The fund stores butterflies collected in various regions of Russia and other countries, all of them are listed in the table. The collection contains 1 butterfly from Kunashir Island caught by S.A. Kurbatov, – *Phengaris ogumae* (Matsumura, 1910). The butterflies from Iran – *Plebejus christophi* (Staudinger, 1874) and *Polyommatus icarus persica* (Bienert, [1870]) – are equipped with identification M.A. Ryabov's labels. Of the tropical representatives of Polyommattinae, the museum has *Jamides celeno* (Cramer, 1775) from India (Kerala state), specimens of this species were received from M.G. Ramdas Menon.

Separately, it is worth noting the butterflies of economic importance. The fund contains two species caught in Morocco, – *Lampides boeticus* (Linnaeus, 1767) and *Cacyreus marshalli* Butler, [1898]. The first is widespread in the subtropical and tropical zones of Eurasia, in Africa, as well as in Australia; it is a pest of legumes and is included in the quarantine lists of Brazil, the USA and OIRSA (EPPO, 2023). *C. marshalli* (Fig. 5) originates from South Africa, but has now been introduced into the northern part of Africa – Morocco, Algeria and Egypt, as well as into some European countries. It is a pest of geraniums and pelargoniums and is on the quarantine lists of Morocco, Tunisia, Mexico, Turkey, the European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) and NAPPO (EPPO, 2023). *C. marshalli* has been observed in Morocco since the late 1990s (Tarrier, 1998) and regular detections are still reported (iNaturalist, 2023).

Nymphalidae s. l.

The Nymphalidae are the largest family of butterflies, having as its main distinguishing characteristics the reduced pair of forelegs. Some subfamilies – Danainae, Heliconiinae, Libytheinae, Morphinae and Satyrinae – were previously considered as independent families, and the latter often appears in this status until now (Zhdanko and Kazenas, 2014; Sinev et al., 2019, etc.). Based on the results of molecular genetic studies,

в карантинные перечни Бразилии, США и OIRSA (EPPO, 2023). Голубянка *C. marshalli* (рис. 5) происходит из Южной Африки, но в настоящее время проникла в северную часть Африки – Марокко, Алжир и Египет, а также в ряд стран Европы. Является вредителем герани и пеларгонии и входит в карантинные перечни Марокко, Туниса, Мексики, Турции, Европейской и Средиземноморской организации по карантину и защите растений (ЕОКЗР) и NAPPO (EPPO, 2023). В Марокко *C. marshalli* отмечается начиная с конца 90-х гг. XX века (Tarrier, 1998) и до сих пор регистрируются регулярные встречи (iNaturalist, 2023).

Семейство Nymphalidae (Нимфалиды) s. l.

Нимфалиды – самое крупное семейство дневных бабочек, имеющее в качестве основного отличительного признака недоразвитость передней пары ног. Ряд подсемейств – Danainae, Heliconiinae, Libytheinae, Morphinae и Satyrinae – ранее рассматривались в качестве самостоятельных семейств, а последнее в таком статусе нередко фигурирует и до сих пор (Жданко, Казенас, 2014; Синев и др., 2019 и др.). На основании результатов молекулярно-генетических исследований в составе нимфалид было выделено 12 подсемейств (Wahlberg, Weingartner, Nylin, 2003). В фонде энтомологического музея ФГБУ «ВНИИКР» на настоящий момент поставлено 130 видов нимфалид, относящихся к девяти подсемействам: Danainae, Charaxinae, Morphinae, Limenitidinae, Biblidinae, Apaturinae, Nymphalinae, Heliconiinae и Satyrinae (см. таблицу).

Практически все представители подсемейства Danainae обитают в тропиках и субтропиках. В фонде имеются виды из двух триб – Danaini и Ithomiini, считавшихся ранее самостоятельными

12 subfamilies were identified in Nymphalidae (Wahlberg, Weingartner, and Nylin, 2003). At the moment, there are 130 species of Nymphalidae belonging to nine subfamilies in the FGBU “VNIICR” Entomological Museum collection: Danainae, Charaxinae, Morphinae, Limenitidinae, Biblidinae, Apaturinae, Nymphalinae, Heliconiinae and Satyrinae (see Table).

Almost all members of the Danainae subfamily occur in the tropics and subtropics. The fund contains species from two tribes – Danaini and Ithomiini, previously considered independent families. Of the species of the first tribe, the collection contains *Parantica agleoidea* (C. & R. Felder, 1860), *Tirumala limniace* (Cramer, [1775]), *Danaus plexippus* (Linnaeus, 1758), *D. genutia* (Cramer, [1779]), *D. eresimus* (Cramer, [1777]), *D. gilippus* (Cramer, [1775]), *D. chrysippus* (Linnaeus, 1758), *D. erippus* (Cramer, [1775]) and *Euploea core* (Cramer, [1780]). This group includes *D. plexippus* (Fig. 1d), known for his long-distance migrations. It occurs in the New World, also found in Africa, Australia, Oceania and some European countries. *E. core* is one of Indian migrants, and the entomological museum has several specimens from the collection of M.G. Ramdas Menon (fig. 1g).

Ithomiini occur only in the neotropics, and so far, several representatives of this group from Peru have been supplied to the fund – *Melinaea mothone* (Hewitson, 1860) (Fig. 6c), known from most papers in subspecific status as *M. marsaeus mothone*, however, as a result of recent genetic studies (McClure and Elias, 2017), this taxon is proposed to be considered as an independent species; *Napeogenes inachia* (Hewitson, 1855), as well as yet unidentified species of the genus *Ithomia* Hübner, 1816. Butterflies of the genus *Melinaea* Hübner, 1816 are interesting for their Müllerian mimicry, that is, convergence in which several non-edible species have

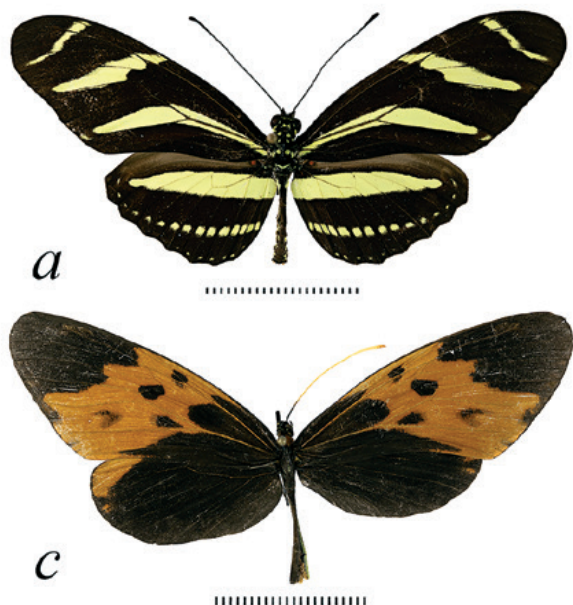


Рис. 6. Представители различных групп семейства Nymphalidae из энтомологического музея ФГБУ «ВНИИКР»: а – *Heliconius charithonia*, Куба; б – *Cithaerias pyropina*, Перу, провинция Сатипо; в – *Melinaea mothone*, Перу, провинция Сатипо (фото Ю.А. Ловцовой)



Fig. 6. Representatives of various groups of the Nymphalidae family from the FGBU “VNIICR” Entomological Museum collection: а – *Heliconius charithonia*, Cuba; б – *Cithaerias pyropina*, Peru, Satipo province; в – *Melinaea mothone*, Peru, Satipo province (photos by J.A. Lovtsova)



Рис. 7. *Morpho menelaus*. Перу, провинция Сати́по (фото Ю.А. Ловцовой)
Fig. 7. *Morpho menelaus*. Peru, Satipo province (photo by J.A. Lovtsova)

семействами. Из видов первой трибы в коллекции хранятся *Parantica agleoidea* (C. & R. Felder, 1860), *Tirumala limniace* (Cramer, [1775]), *Danaus plexippus* (Linnaeus, 1758), *D. genutia* (Cramer, [1779]), *D. eresimus* (Cramer, [1777]), *D. gilippus* (Cramer, [1775]), *D. chrysippus* (Linnaeus, 1758), *D. erippus* (Cramer, [1775]) и *Euploea core* (Cramer, [1780]). К этой группе относится знаменитый монарх – *D. plexippus* (рис. 1d), известный своими дальними миграциями. Монарх обитает в Новом Свете, также встречается в Африке, Австралии, Океании и некоторых странах Европы. К числу индийских мигрантов относится *E. core*, и в энтомологическом музее хранится несколько его экземпляров из коллекции М.Г. Рамдаса Менона (рис. 1g).

Итомины (Ithomiini) встречаются только в неотропиках, и в фонде поставлено пока несколько представителей этой группы из Перу – *Melinaea mothone* (Hewitson, 1860) (рис. 6c), известный из большинства источников в подвидовом статусе как *M. marsaeus mothone*, однако в результате недавних генетических исследований (McClure, Elias, 2017) данный таксон предложено рассматривать как самостоятельный вид; *Napeogenes inachia* (Hewitson, 1855), а также пока не идентифицированные виды рода *Ithomia* Hübner, 1816. Бабочки рода *Melinaea* Hübner, 1816 интересны своей мюллеровской мимикрией, то есть конвергенцией, при которой у нескольких несъедобных видов существует сходная предупреждающая окраска и они, подражая друг другу, образуют так называемые кольца мимикрии, повышая выживаемость для всех входящих в них видов. В Андах выявлено кольцо мимикрии из представителей разных групп, в которое наряду с *M. mothone* входят итомины *Hypothyris mansuetus* (Hewitson, 1860), *Hyposcada anchiala* (Hewitson, 1868) и *Mechanitis messenoides* C. & R. Felder, 1865, представитель подсемейства Heliconiinae – *Heliconius numata* (Cramer, 1780) и даже медведица (Erebidae, Arctiinae) *Chetone* sp. (Elias, Joron, 2015). Различия между миметическими видами в ходе эволюции стали незаметны для птиц, но выявляемы бабочками во избежание межвидового скрещивания. Это обусловлено разными особенностями зрения (Llaurens, Joron, Théry, 2014).

Подсемейство Charaxinae представлено в фонде тремя представителями – южнопаlearктическим видом *Charaxes jsius* (Linnaeus, 1767),

a similar warning coloration and, imitating each other, form the so-called mimicry rings, increasing the survival rate for all species included in them. In the Andes, a mimicry ring from representatives of different groups was revealed, in which, along with *M. mothone* include *Hypothyris mansuetus* (Hewitson, 1860), *Hyposcada anchiala* (Hewitson, 1868) and *Mechanitis messenoides* C. & R. Felder, 1865, Heliconiinae subfamily member – *Heliconius numata* (Cramer, 1780) and even tiger moth (Erebidae, Arctiinae) *Chetone* sp. (Elias, Joron, 2015). Differences between mimetic species in the course of evolution have become invisible to birds, but are detected by butterflies in order to avoid interspecific crossing. This is due to different vision peculiarities (Llaurens, Joron, Théry, 2014).

The subfamily Charaxinae has three representatives in the fund – South Palearctic species *Charaxes jsius* (Linnaeus, 1767), caught in Spain, and two neotropical species – *Archaeoprepona demophon* (Linnaeus, 1758) and *Fountainea nessus* (Latreille, [1813]). The latter has a spectacular coloration: bright from above, and when the wings are folded, it disguises itself as a dry leaf (Fig. 8 a, b).

The subfamily Morphinae has one species from Peru in the fund, – *Morpho menelaus* (Linnaeus, 1758) (Fig. 7). Due to their outstanding size and brilliant structural coloration, the butterflies of this group are considered among the most beautiful in the world.

From the subfamily Limenitidinae, the collection includes species of the genus *Neptis* Fabricius, 1807 collected in the Far East of Russia, India and Indonesia, – *Neptis sappho* (Pallas, 1771), *N. rivularis* (Scopoli, 1763) *N. hylas* (Linnaeus, 1758) and *N. columella* (Cramer, 1780); Far Eastern *Aldania raddei* (Bremer, 1861); *Lexias pardalis* (Moore, 1878) from Vietnam; *Limenitis populi* (Linnaeus, 1758) and *L. camilla* (Linnaeus, 1764) caught in Moscow Oblast, and *L. reducta* Staudinger, 1901 from Gelendzhik.

The subfamily Biblidinae is represented in the fund by two species: *Ariadne merione* (Cramer, [1777]), received from M.G. Ramdas Menon from India, and *Diaethria neglecta* (Salvin, 1869) from Peru. Butterflies of the genus *Diaethria* Billberg, 1820, also referred to as eighty-eights are famous for their pattern on the underside of the hind wing in the form of numbers (Fig. 8 c, d).

From the subfamily Apaturinae, the fund has species collected in the European part of Russia – *Apatura iris* (Linnaeus, 1758) and *A. ilia* (Denis & Schiffermüller, 1775); *Mimathyma schrenckii* (Ménétrières, 1859), as well as the American representative of this subfamily – *Doxocopa laure* (Drury, [1773]) (Fig. 1e), popularly known as the silver emperor.

The subfamily Nymphalinae is represented in the fund by four tribes, each of which we will consider separately.

The collection includes 11 species of the tribe Nymphalini. Known for its seasonal dimorphism (spring form is orange, summer is black), *Araschnia levana* (Linnaeus, 1758) is represented by specimens from various regions of Moscow Oblast. The genus *Vanessa* Fabricius, 1807 is represented in the collection by *Vanessa atalanta* (Linnaeus, 1758), the famous

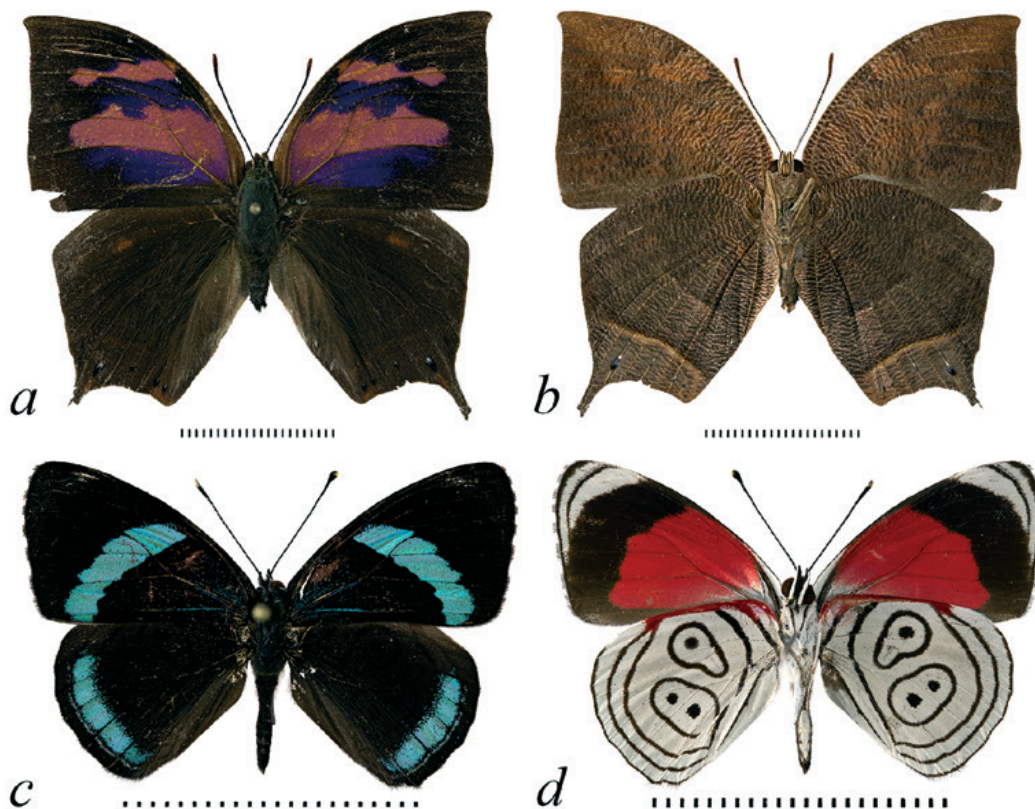


Рис. 8. Представители семейства Nymphalidae из Перу (провинция Сатипо), хранящиеся в энтомологическом музее ФГБУ «ВНИИГР»: а, b – *Fountainea nessus*, верхняя и нижняя стороны; с, d – *Diaethria neglecta*, верхняя и нижняя стороны (фото Ю.А. Ловцовой)

Fig. 8. Representatives of the Nymphalidae family from Peru (Satipo province), kept in the FGBU "VNIIGR" Entomological Museum: a, b – *Fountainea nessus*, upperside and underside; c, d – *Diaethria neglecta*, upperside and underside (photos by J.A. Lovtsova)

пойманным в Испании, и двумя неотропическими видами – *Archaeoprepona demophon* (Linnaeus, 1758) и *Fountainea nessus* (Latreille, [1813]). Последний имеет эффектную окраску: яркий сверху, а при складывании крыльев маскируется под сухой лист (рис. 8 а, b).

Подсемейство Morphinae представлено в фонде одним видом, пойманным в Перу, – *Morpho menelaus* (Linnaeus, 1758) (рис. 7). Благодаря своим выдающимся размерам и блестящей оптической окраске бабочки этой группы считаются одними из самых красивых в мире.

Из подсемейства Limenitidinae в музее хранятся собранные на Дальнем Востоке России, в Индии и Индонезии виды рода *Neptis* Fabricius, 1807 – *Neptis sappho* (Pallas, 1771), *N. rivularis* (Scopoli, 1763) *N. hylas* (Linnaeus, 1758) и *N. columella* (Cramer, 1780); дальневосточная *Aldania raddei* (Bremer, 1861); *Lexias pardalis* (Moore, 1878) из Вьетнама; собранные в Московской области *Limenitis populi* (Linnaeus, 1758) и *L. camilla* (Linnaeus, 1764), а также *L. reducta* Staudinger, 1901 из Геленджика.

Подсемейство Biblidinae представлено в фонде двумя видами: *Ariadne merione* (Cramer, [1777]), полученным от М.Г. Рамдаса Менона из Индии, а также *Diaethria neglecta* (Salvin, 1869) из Перу. Бабочки рода *Diaethria* Billberg, 1820, известные как бабочки «89» или «88», знамениты своим рисунком на исподу заднего крыла в виде цифр (рис. 8 с, d).

Из подсемейства Apaturinae в фонде имеются собранные в европейской части России виды переливниц – *Apatura iris* (Linnaeus, 1758) и *A. ilia* (Denis & Schiffermüller, 1775); дальневосточная переливница Шренка *Mimathyma schrenckii*

migrant – *V. cardui* (Linnaeus, 1758), as well as a South American representative of the genus – *V. carye* (Hübner, [1812]) (Fig. 1f). *V. cardui* and *V. carye* are sometimes referred to as superbutterflies because of their ability to survive in extreme environmental conditions. Recently, a new maximum altitude of 5,200 m above sea level was established for *V. carye* populations (Benítez et al., 2019).

Of the common Nymphalini species of central Russia, which appear among the first in spring, the museum has *Nymphalis vaualbum* (Denis & Schiffermüller, 1775), *N. xanthomelas* (Esper, [1781]), *N. antiope* (Linnaeus, 1758), *Aglais io* (Linnaeus, 1758), *A. urticae* (Linnaeus, 1758) and *Polygonia c-album* (Linnaeus, 1758). The fund also contains specimens of the Far Eastern *P. c-aureum* (Linnaeus, 1758).

Tribe Victorinini (Fig. 9) is represented in the fund by three species from the New World: popular in breeding *Siproeta stelenes* (Linnaeus, 1758), as well as species of the genus *Anartia* Hübner, [1819] from Peru – *Anartia amathea* (Linnaeus, 1758), referred to as brown peacock or red peacock and *A. jatrophae* (Linnaeus, 1763), known as white peacock. The latter is interesting for its territorial behavior (Lederhouse et al., 1992). The males of this butterfly occupy an area usually 15 m in diameter on caterpillar host plants and defend it against other insects, exhibiting aggressive behavior against conspecific males as well as other butterflies, dragonflies, flies, bees, and other insects.

(Ménétrières, 1859), а также американский представитель данного подсемейства – *Doxocopa laure* (Drury, [1773]) (рис. 1e), известный под народным названием «серебряный император» (silver emperor).

Подсемейство Nymphalinae представлено в фонде четырьмя трибами, каждую из которых мы рассмотрим отдельно.

Из трибы Nymphalini в фонде хранится 11 видов. Известная своим сезонным диморфизмом (весенняя форма имеет оранжевую окраску, летняя – черную) *Araschnia levana* (Linnaeus, 1758) представлена особями из различных районов Московской области. Из видов рода *Vanessa* Fabricius, 1807 в фонде имеются адмирал *Vanessa atalanta* (Linnaeus, 1758), знаменитый мигрант – репейница *V. cardui* (Linnaeus, 1758), а также южно-американский представитель рода – *V. carye* (Hübner, [1812]) (рис. 1f). *V. cardui* и *V. carye* иногда называют супербабочками из-за способности выживать в экстремальных условиях окружающей среды. Недавно была установлена новая максимальная высота обитания популяций *V. carye*, составившая 5200 м над уровнем моря (Benítez et al., 2019).

Из обычных видов Nymphalini средней полосы России, которые появляются в числе первых весной, в музее хранятся *Nymphalis vaualbum* ([Denis & Schuffermüller], 1775), *N. xanthomelas* (Esper, [1781]), траурница *N. antiopa* (Linnaeus, 1758), павлиний глаз *Aglais io* (Linnaeus, 1758), крапивница *A. urticae* (Linnaeus, 1758) и углокрыльница с-белое *Polygonia c-album* (Linnaeus, 1758). В фонде имеются также экземпляры дальневосточной *P. c-aureum* (Linnaeus, 1758).

Триба Victorinini (рис. 9) представлена в фонде тремя видами из Нового Света: популярной в разведении *Siproeta stelenes* (Linnaeus, 1758), а также видами рода *Anartia* Hübner, [1819] из Перу – *Anartia amathea* (Linnaeus, 1758), известным как алый павлин (brown peacock или red peacock) и *A. jatrophae* (Linnaeus, 1763), известным как белый павлин (white peacock). Последний интересен своим территориальным поведением (Lederhouse et al., 1992). Самцы этой бабочки занимают территорию, как правило, 15 м в диаметре, с кормовыми растениями гусениц и защищают ее от других насекомых, демонстрируя агрессивное поведение. В качестве таких насекомых фигурировали самцы этого же вида, а также другие бабочки, стрекозы, мухи, пчелы и другие насекомые.

The tribe Junoniini is represented in the fund by 7 species of the genus *Junonia* Hübner, [1819] from various regions of the Old and New Worlds – *Junonia evarete* (Cramer, [1779]), *J. orithya* (Linnaeus, 1758), *J. hierta* (Fabricius, 1798), *J. iphita* (Cramer, [1779]), *J. atlites* (Linnaeus, 1763), *J. lemonias* (Linnaeus, 1758), *J. erigone* (Cramer, [1775]), and *Hypolimnas bolina* (Linnaeus, 1758). *H. bolina* (Fig. 1h) – a well-known object for genetic and physiological research, distributed in Madagascar, East and Southeast Asia and Australia, has many forms. Butterflies from the western part of the range mimic poisonous Danainae of the genus *Euploea* Fabricius, 1807, which is an example of Batesian mimicry (Fig. 1g, h). Just such a specimen, collected in



Рис. 9. Виды трибы Victorinini в коробке: *Siproeta stelenes*, *Anartia amathea* и *A. jatrophae* (фото М.Г. Коваленко)

Fig. 9. Tribe Victorinini in a box: *Siproeta stelenes*, *Anartia amathea* and *A. jatrophae* (photo by M.G. Kovalenko)

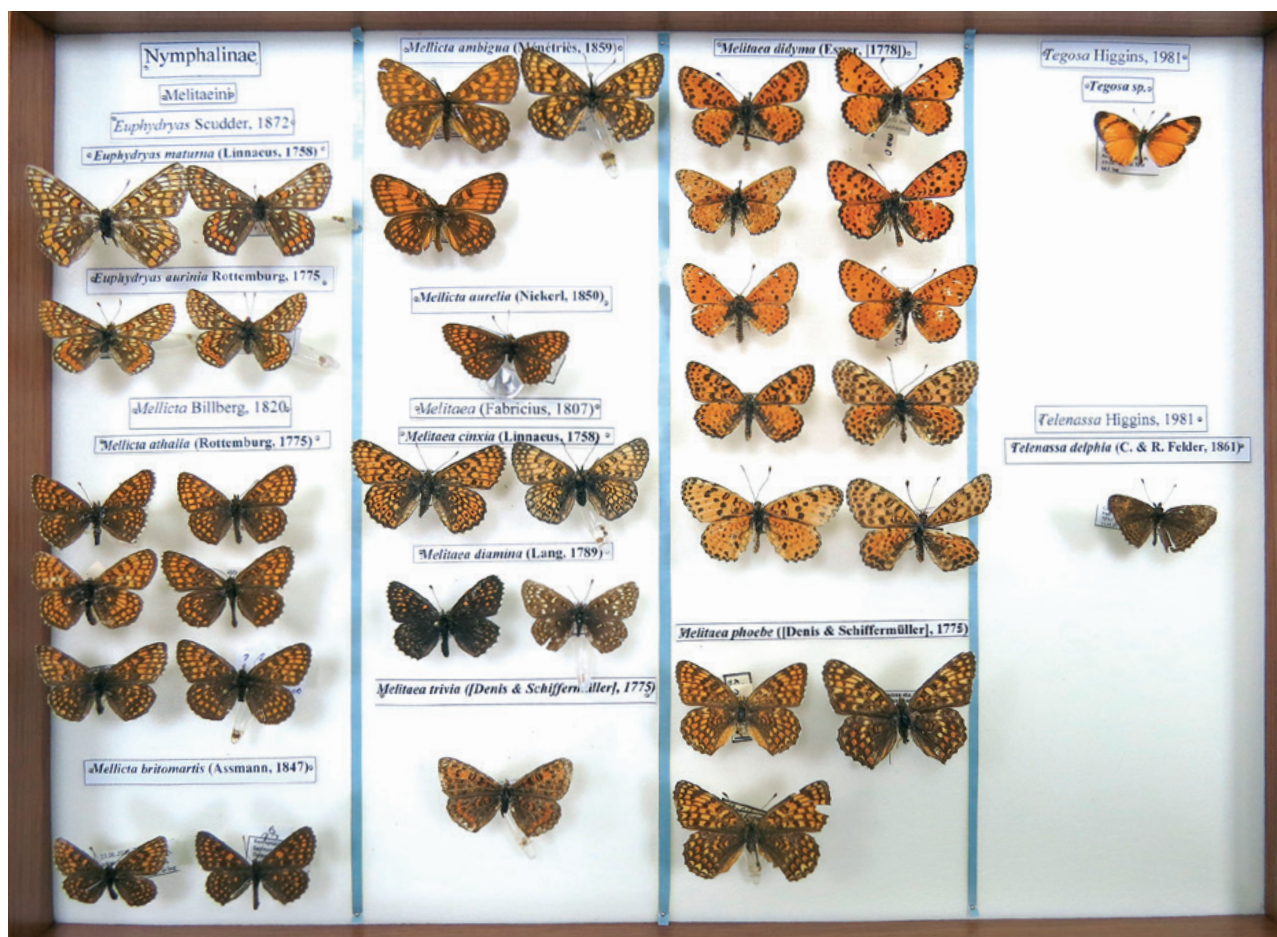


Рис. 10. Шашечницы (Melitaeini) в коробке (фото М.Г. Коваленко)

Fig. 10. Melitaeini in a box (photo by M.G. Kovalenko)

Из трибы Junoniini в фонде хранится 7 видов рода *Junonia* Hübnér, [1819] из различных регионов Старого и Нового Света – *Junonia evarete* (Cramer, [1779]), *J. orithya* (Linnaeus, 1758), *J. hierta* (Fabricius, 1798), *J. iphita* (Cramer, [1779]), *J. atlites* (Linnaeus, 1763), *J. lemonias* (Linnaeus, 1758) и *J. erigone* (Cramer, [1775]), а также *Hypolimnias bolina* (Linnaeus, 1758). *H. bolina* (рис. 1h) – известный объект для генетических и физиологических исследований, распространен на Мадагаскаре, в Восточной и Юго-Восточной Азии и Австралии, имеет много форм. Бабочки из западной части ареала мимикрируют под ядовитых данаид из рода *Euploea* Fabricius, 1807, что является примером бейтсовской мимикрии (рис. 1 g, h). Как раз такой экземпляр, собранный в Индии и полученный от М.Г. Рамдаса Менона, имеется в фонде энтомологического музея.

И, наконец, представленная в фонде четвертая триба – Melitaeini, или Шашечницы, требует отдельного обсуждения (рис. 10). Это молодая в филогенетическом и эволюционном отношении группа бабочек, многие таксоны которой находятся в процессе видообразования, в результате чего имеют спорный статус среди ученых. Шашечницы обладают столь изменчивым рисунком крыла, что для надежной идентификации многих видов используется строение гениталий. Однако и половой аппарат зачастую обладает уникальной изменчивостью, что вызывает сложности в определении и открывает большие перспективы для новых исследований. Также у отдельных видов известна межвидовая гибридизация. Благодаря всему вышеперечисленному, шашечницы являются удобной модельной

India and received from M.G. Ramdas Menon, is available in the fund of the Entomological Museum.

And, finally, the fourth tribe represented in the fund – Melitaeini, or fritillaries, requires a separate discussion (Fig. 10). This is a young group of butterflies in phylogenetic and evolutionary terms, many taxa of which are in the process of speciation, as a result of which they have a controversial status among scientists. Fritillaries have such a variable wing pattern that the structure of the genitalia is used to reliably identify many species. However, the genital apparatus often has unique variability, which causes difficulties in determining and opens up great prospects for new research. Interspecific hybridization is also known in some species. Due to all of the above, fritillaries are a convenient model group for morphological, evolutionary and genetic studies (Bush, 2011; Kovalenko, Kolesnichenko, Kudryavtseva, 2020; Pazhenkova, Lukhtanov, 2021; Tahami et al., 2021; Kolesnichenko, Kotlobay, 2022 et al.).

Most Melitaeini genera are concentrated in the New World, with the center of species diversity in the Neotropics; in the Old World, they actually live only in the Palearctic. Among the fritillaries of the Old World, 3 genera were traditionally distinguished – *Euphydryas* Scudder, 1872, *Melitaea* Fabricius, 1807 and *Melicta* Billberg, 1820 (Higgins, 1955; Tuzov et al., 2000 et al.), however, there has recently been a tendency to

Таблица

Таксономический состав коллекции булавоусых чешуекрылых
энтомологического музея ФГБУ «ВНИИКР»

Table

Taxonomic composition of the butterfly collection (Lepidoptera, Rhopalocera)
of FGBU "VNIICR" Entomological Museum

Подсе- мейство	Триба	Виды
Subfamily	Tribe	Species
Семейство Hesperidae		
Eudami- nae	Eudamini	<i>Urbanus</i> sp., <i>Lobocla bifasciata</i> (Bremer & Grey, 1853)
Pyrginae	Tagiadini	<i>Tagiades</i> sp.
	Carcharodini	<i>Carcharodus lavatherae</i> (Esper, 1783)
	Erynnini	<i>Erynnis tages</i> (Linnaeus, 1758), <i>E. montanus</i> (Bremer, 1861)
	Pyrgini	<i>Pyrgus alveus</i> (Hübner, [1803]), <i>P. maculatus</i> (Bremer & Grey, 1853)
Heterop- terinae	Heterop- terini	<i>Heteropterus morpheus</i> (Pallas, 1771), <i>Carterocephalus palaemon</i> (Pallas, 1771)
Hespe- riinae	Thymelicini	<i>Thymelicus lineola</i> (Ochsenheimer, 1808), <i>T. sylvestris</i> (Poda, 1761)
	Hesperini	<i>Ochlodes sylvanus</i> (Esper, 1777)
Семейство Papilionidae		
Papilio- ninae	Leptocircini	<i>Iphiclide podalirius</i> (Linnaeus, 1758), <i>Graphium eurypylus</i> (Linnaeus, 1758), <i>G. agamemnon</i> (Linnaeus, 1758), <i>G. sarpedon</i> (Linnaeus, 1758)
	Papilionini	<i>Papilio machaon</i> Linnaeus, 1758, <i>P. xuthus</i> Linnaeus, 1767, <i>P. demoleus</i> Linnaeus, 1758, <i>P. polytes</i> Linnaeus, 1758, <i>P. maackii</i> Ménétrières, 1859, <i>P. protenor</i> Cramer, [1775], <i>P. doddsi</i> Janet, 1896, <i>P. andraemon</i> (Hübner, [1823]), <i>P. garamas</i> (Geyer, [1829]), <i>P. rutulus</i> Lucas, 1852
	Troidini	<i>Pachliopta hector</i> (Linnaeus, 1758), <i>Atrophaneura varuna</i> White, 1842, <i>Byasa alcinous</i> (Klug, 1836)
Parnas- siinae	Luehdorfiini	<i>Luehdorfia puziloi</i> (Erschoff, 1872)
	Zerynthiini	<i>Zerynthia polyxena</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)
	Parnassiini	<i>Parnassius apollo</i> (Linnaeus, 1758), <i>P. stubbendorfii</i> Ménétrières, 1849, <i>P. mnemosyne</i> (Linnaeus, 1758)
Семейство Pieridae		
Dismor- phiinae	Dismor- phiini	<i>Leptidea sinapis</i> (Linnaeus, 1758), <i>L. amurensis</i> (Ménétrières, 1859), <i>Dismorphia thermesia</i> (Godart, 1819)
Pierinae	Teracolini	<i>Colotis danae</i> (Fabricius, 1775)
	Antho- charidini	<i>Anthocharis cardamines</i> (Linnaeus, 1758), <i>A. scolymus</i> Butler, 1866, <i>Mathania leucothea</i> (Molina, 1782), <i>Hebomoia glaucippe</i> (Linnaeus, 1758)
	Pierini	<i>Aporia crataegi</i> (Linnaeus, 1758), <i>Pereute callinira</i> Staudinger, 1884, <i>Pieris napi</i> (Linnaeus, 1758), <i>P. rapae</i> (Linnaeus, 1758), <i>P. brassicae</i> (Linnaeus, 1758), <i>P. dulcinea</i> (Butler, 1882), <i>Pontia edusa</i> (Fabricius, 1777), <i>Belenois</i> sp., <i>Delias hyparete</i> (Linnaeus, 1758)

Подсе- мейство	Триба	Виды
Subfamily	Tribe	Species
Coliadinae	Euremini	<i>Eurema hecabe</i> (Linnaeus, 1758), <i>E. dairia</i> (Godart, 1819), <i>Abaeis nicippe</i> (Cramer, 1779)
	Gonioptery- gini	<i>Gonepteryx rhamni</i> (Linnaeus, 1758), <i>G. aspasia</i> Ménétrières, 1859
	Coliadini	<i>Catopsilia pyranthe</i> (Linnaeus, 1758), <i>C. pomona</i> (Fabricius, 1775), <i>C. florella</i> (Fabricius, 1775), <i>Colias erate</i> (Esper, [1805]), <i>C. hyale</i> (Linnaeus, 1758), <i>C. palaeno</i> (Linnaeus, 1761), <i>C. croceus</i> (Geoffroy, 1785), <i>C. myrmidone</i> (Esper, 1781), <i>Phoebis sennae</i> (Linnaeus, 1758)
Семейство Riodinidae		
Nemeo- biinae	Nemeobiini	<i>Styx infernalis</i> Staudinger, 1876
Riodini- nae	Riodinini	<i>Ancyluris meliboeus</i> (Fabricius, 1777), <i>Amarnyth menea</i> (Cramer, [1776]), <i>Baeotis baccaenis</i> Hewitson, 1874
Семейство Lycaenidae		
Curetinae	Curetini	<i>Curetis</i> sp.
Theclinae	Theclini	<i>Favonius quercus</i> (Linnaeus, 1758)
	Eumaeini	<i>Satyrium w-album</i> (Knoch, 1782), <i>S. ilicis</i> (Esper, 1779), <i>Callophrys rubi</i> (Linnaeus, 1758)
Lycae- ninae	Lycaenini	<i>Lycaena virgaureae</i> (Linnaeus, 1758), <i>L. alciphron</i> (Rottentburg, 1775), <i>L. tityrus</i> (Poda, 1761), <i>L. dispar</i> (Haworth, 1802), <i>L. thersamon</i> (Esper, [1784]), <i>L. phlaeas</i> (Linnaeus, 1761), <i>L. hippothoe</i> (Linnaeus, 1761)
Polyom- matinae	Polyom- matini	<i>Celastrina argiolus</i> (Linnaeus, 1758), <i>Glaucopsyche lycormas</i> (Butler, 1866), <i>G. alexis</i> (Poda, 1761), <i>Pseudophilotes vicrama</i> (Moore, 1865), <i>Cupido minimus</i> (Fuessly, 1775), <i>C. argiades</i> (Pallas, 1771), <i>Tongeia fischeri</i> (Eversmann, 1843), <i>Cyaniris semiargus</i> (Rottentburg, 1775), <i>Aricia eumedon</i> (Esper, 1780), <i>Polyommatus eros</i> (Ochsenheimer, 1808), <i>P. amandus</i> (Schneider, 1792), <i>P. icarus</i> (Rottentburg, 1775), <i>P. tsvetajevi</i> (Kurentzov, 1970), <i>Plebejus argus</i> (Linnaeus, 1758), <i>P. idas</i> (Linnaeus, 1761), <i>P. christophi</i> (Staudinger 1874), <i>Scolitantides orion</i> (Pallas, 1771), <i>Phengaris ogumae</i> (Matsumura, 1910), <i>Jamides celeno</i> (Cramer, 1775), <i>Lampides boeticus</i> (Linnaeus, 1767), <i>Cacyreus marshalli</i> Butler, [1898]

Подсемейство Subfamily	Триба Tribe	Виды Species
Семейство Nymphalidae s. l.		
Danainae	Danaini	<i>Parantica agleoides</i> (C. & R. Felder, 1860), <i>Tirumala limniace</i> (Cramer, [1775]), <i>Danaus plexippus</i> (Linnaeus, 1758), <i>D. genutia</i> (Cramer, [1779]), <i>D. eresimus</i> (Cramer, [1777]), <i>D. gilippus</i> (Cramer, [1775]), <i>D. chrysippus</i> (Linnaeus, 1758), <i>D. erippus</i> (Cramer, [1775]), <i>Euploea core</i> (Cramer, [1780])
	Ithomiini	<i>Melinaea mothone</i> (Hewitson, 1860), <i>Napeogenes inachia</i> (Hewitson, 1855), <i>Ithomia</i> sp.
Charaxinae	Charaxini	<i>Charaxes jasius</i> (Linnaeus, 1767)
	Preponini	<i>Archaeoprepona demophoon</i> (Linnaeus, 1758)
	Anaeini	<i>Fountainea nessus</i> (Latreille, [1813])
Morphinae	Morphini	<i>Morpho menelaus</i> (Linnaeus, 1758)
Limenitidinae	Adoliadini	<i>Lexias pardalis</i> (Moore, 1878)
	Limenitidini	<i>Limenitis populi</i> (Linnaeus, 1758), <i>L. camilla</i> (Linnaeus, 1764), <i>L. reducta</i> Staudinger, 1901
	Neptini	<i>Neptis sappho</i> (Pallas, 1771), <i>N. rivularis</i> (Scopoli, 1763), <i>N. hylas</i> (Linnaeus, 1758), <i>N. columella</i> (Cramer, 1780), <i>Aldania raddei</i> (Bremer, 1861)
Biblidinae	Biblidini	<i>Ariadne merione</i> (Cramer, [1777])
	Callicorini	<i>Diaethria neglecta</i> (Salvin, 1869)
Apaturinae	Apaturini	<i>Apatura iris</i> (Linnaeus, 1758), <i>A. ilia</i> (Denis & Schiffermüller, 1775), <i>Mimathyma schrenckii</i> (Ménétrières, 1859), <i>Doxocopa laure</i> (Drury, [1773]),
Nymphalinae	Nymphalini	<i>Araschnia levana</i> (Linnaeus, 1758), <i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758), <i>V. cardui</i> (Linnaeus, 1758), <i>V. carye</i> (Hübner, [1812]), <i>Nymphalis vaualbum</i> ([Denis & Schiffermüller], 1775), <i>N. xanthomelas</i> (Esper, [1781]), <i>N. antiopa</i> (Linnaeus, 1758), <i>Aglais io</i> (Linnaeus, 1758), <i>A. urticae</i> (Linnaeus, 1758), <i>Polygonia c-album</i> (Linnaeus, 1758), <i>P. c-aureum</i> (Linnaeus, 1758)
	Victorinini	<i>Siproeta stelenes</i> (Linnaeus, 1758), <i>Anartia amathea</i> (Linnaeus, 1758), <i>A. jatrophae</i> (Linnaeus, 1763)
	Junoniini	<i>Junonia evarete</i> (Cramer, [1779]), <i>J. orithya</i> (Linnaeus, 1758), <i>J. hierta</i> (Fabricius, 1798), <i>J. iphita</i> (Cramer, [1779]), <i>J. atlites</i> (Linnaeus, 1763), <i>J. lemonias</i> (Linnaeus, 1758), <i>J. erigone</i> (Cramer, [1775]), <i>Hypolimnas bolina</i> (Linnaeus, 1758)
	Melitaeini	<i>Euphydryas aurinia</i> (Rottemburg, 1775), <i>E. maturna</i> (Linnaeus, 1758), <i>Melicta athalia</i> (Rottemburg, 1775), <i>M. britomartis</i> (Assmann, 1847), <i>M. ambigua</i> (Ménétrières, 1859), <i>M. aurelia</i> (Nickerl, 1850), <i>Melitaea diamina</i> (Lang, 1789), <i>M. cinxia</i> (Linnaeus, 1758), <i>M. phoebe</i> ([Denis & Schiffermüller], 1775), <i>M. trivia</i> ([Denis & Schiffermüller], 1775),

Подсемейство Subfamily	Триба Tribe	Виды Species
Nymphalinae	Melitaeini	<i>M. didyma</i> (Esper, [1778]), <i>Telenassa delphia</i> (C. & R. Felder, 1861), <i>Tegosa</i> sp.
Heliconiinae	Acraeini	<i>Acraea uvui</i> Grose-Smith, 1890, <i>A. amicitiae</i> Heron, 1909, <i>Altinote alcione</i> (Hewitson, 1852), <i>A. negra</i> (C. & R. Felder, 1862)
	Heliconiini	<i>Agraulis vanillae</i> (Linnaeus, 1758), <i>Dryas iulia</i> (Fabricius, 1775), <i>Heliconius charithonia</i> (Linnaeus, 1767)
	Vagrantini	<i>Phalanta phalantha</i> (Drury, [1773]), <i>Cirrochroa thais</i> (Fabricius, 1787)
	Argynnini	<i>Argynnis paphia</i> (Linnaeus, 1758), <i>A. aglaja</i> (Linnaeus, 1758), <i>A. adippe</i> ([Denis & Schiffermüller], 1775), <i>A. niobe</i> (Linnaeus, 1758), <i>A. pandora</i> ([Denis & Schiffermüller], 1775), <i>A. laodice</i> (Pallas, 1771), <i>Brenthis hecate</i> ([Denis & Schiffermüller], 1775), <i>B. ino</i> (Rottemburg, 1775), <i>Issoria lathonia</i> (Linnaeus, 1758), <i>Boloria selene</i> ([Denis & Schiffermüller], 1775), <i>B. euphrosyne</i> (Linnaeus, 1758), <i>B. dia</i> (Linnaeus, 1767), <i>B. caucasica</i> (Lederer, 1852)
Satyrinae	Haeterini	<i>Cithaerias pyropina</i> (Salvin & Godman, 1868)
	Melanitini	<i>Melanitis leda</i> (Linnaeus, 1758)
	Lethini	<i>Lethe kansa</i> (Moore, 1857), <i>L. diana</i> (Butler, 1866), <i>Kirinia climene</i> (Esper, 1783), <i>Lasiommata megera</i> (Linnaeus, 1767), <i>L. maera</i> (Linnaeus, 1758), <i>Lopinga achine</i> (Scopoli, 1763), <i>Pararge aegeria</i> (Linnaeus, 1758), <i>Mycalis mineus</i> (Linnaeus, 1758)
	Satyrini	<i>Coenonympha pamphilus</i> (Linnaeus, 1758), <i>C. arcania</i> (Linnaeus, 1761), <i>C. leander</i> (Esper, 1784), <i>C. glycerion</i> (Borkhausen, 1788), <i>C. hero</i> (Linnaeus, 1761), <i>Erebia ligea</i> (Linnaeus, 1758), <i>E. aethiops</i> (Esper, 1777), <i>E. neriene</i> (Böber, 1809), <i>E. cyclopius</i> (Eversmann, 1844), <i>E. wanga</i> Bremer, 1864, <i>Aphantopus hyperantus</i> (Linnaeus, 1758), <i>Maniola jurtina</i> (Linnaeus, 1758), <i>Hyponphele lycaon</i> (Rottemburg, 1775), <i>H. lupina</i> (Costa, 1836), <i>Pyronia tithonus</i> (Linnaeus, 1771), <i>Proterebia afra</i> (Fabricius, 1787), <i>Melanargia galathea</i> (Linnaeus, 1758), <i>M. russiae</i> (Esper, 1783), <i>M. hylata</i> (Ménétrières, 1832), <i>Arethusana arethusa</i> (Denis & Schiffermüller, 1775), <i>Brintesia circe</i> (Fabricius, 1775), <i>Hipparchia fagi</i> (Scopoli, 1763), <i>Chazara briseis</i> (Linnaeus, 1764), <i>Minois dryas</i> (Scopoli, 1763), <i>Satyrus ferula</i> (Fabricius, 1793), <i>Oressinoma typhla</i> Doubleday, [1849], <i>Pareuptychia ocirrhoe</i> (Fabricius, 1776)

группой для морфологических, эволюционных и генетических исследований (Буш, 2011; Kovalenko, Kolesnichenko, Kudryavtseva, 2020; Pazhenkova, Lukhtanov, 2021; Tahami et al., 2021; Kolesnichenko, Kotlobay, 2022 и др.).

Большинство родов шашечниц сосредоточено в Новом Свете, с центром видового разнообразия в неотропиках, в Старом Свете они обитают фактически только в Палеарктике. Среди шашечниц Старого Света традиционно выделяли 3 рода – *Euphydryas* Scudder, 1872, *Melitaea* Fabricius, 1807 и *Melicta* Billberg, 1820 (Higgins, 1955; Tuzov et al., 2000 и др.), однако в последнее время существует тенденция рассматривать *Melicta* в качестве подрода большого рода *Melitaea* (Wahlberg, Zimmermann, 2000; Oorschot, Coutsis, 2014; Дубатов, Львовский, Стрельцов, 2019 и др.). В фонде имеется 11 видов шашечниц этих трех групп, все они приводятся в таблице. Из Melitaeini Нового Света пока смонтировано 2 представителя: *Telenassa delphia* (C. & R. Felder, 1861) из Колумбии и *Tegosa* sp. из Перу, собранные сотрудниками ФГБУ «ВНИИКР» во время энтомологических экспедиций. Шашечницы, хранящиеся в фонде, используются для совместных проектов с сотрудниками кафедры энтомологии биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова и Зоологического института РАН, в том числе и для выполнения кандидатских и докторских диссертаций.

Подсемейство Heliconiinae представлено в фонде всеми четырьмя трибами мировой фауны.

Из трибы Acraeini в коллекции имеются африканские *Acraea uvui* Grose-Smith, 1890 и *A. amicitiae* Heron, 1909, собранные в Руанде и Кении, а также *Altinote alcione* (Hewitson, 1852) и *A. negra* (C. & R. Felder, 1862), собранные в Перу.

Неотропическая триба Heliconiini представлена тремя видами – *Agraulis vanillae* (Linnaeus, 1758), *Dryas iulia* (Fabricius, 1775) и *Heliconius charithonia* (Linnaeus, 1767). Последний, известный под народным названием «длиннокрылая зебра» (zebra longwing), как и ряд других видов рода *Heliconius* Kluk, 1780, интересен уникальным брачным поведением – так называемым куколочным спариванием (pupal mating). Самец ищет куколку на кормовых растениях гусениц и садится на нее накануне выхода бабочки, чтобы как можно раньше спариться (Beltrán et al., 2007). Считается, что такая стратегия помогает избежать ошибок межвидового скрещивания у миметических видов этой группы бабочек, большинство которых, как известно, отличаются по наличию или отсутствию данной особенности поведения (Gilbert, 1991). В коллекции имеются особи *H. charithonia*, пойманные на Кубе (рис. 6а).

Из представителей трибы Vagrantini в фонде хранятся собранные в Индии *Phalanta phalantha* (Drury, [1773]) и *Cirrochroa thais* (Fabricius, 1787).

Триба Argynnnini, или Перламутровки, представлена в коллекции музея палеарктическими таксонами, приведенными в таблице.

Представители подсемейства Satyrinae, иногда рассматриваемого в качестве самостоятельного семейства Satyridae, имеют характерные черты: вздутые жилки у корня переднего крыла, «скачущий», затрудняющий преследование полет, тонкие усики и, как правило, неярко окрашенную окраску крыльев – бурую, охристую, черную или коричневую, иногда

consider *Melicta* as a subgenus of the large genus *Melitaea* (Wahlberg, Zimmermann, 2000; Oorschot, Coutsis, 2014; Dubatolov, Lvovsky, Streltsov, 2019 et al.). There are 11 Melitaeini species of these three groups in the fund, all of them are listed in the table. So far 2 representatives from Melitaeini from New World have been mounted: *Telenassa delphia* (C. & R. Felder, 1861) from Colombia and *Tegosa* sp. from Peru, collected by FGBU “VNIICR” specialists during entomological expeditions. The fritillaries stored in the fund are used for joint projects with researchers of the Entomology Department, Faculty of Biology, M.V. Lomonosov Moscow State University, and the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, including for the implementation of PhD and Advanced Doctoral dissertations.

The subfamily Heliconiinae is represented in the fund by all four tribes of the world fauna.

The tribe Acraeini is represented in the collection by African *Acraea uvui* Grose-Smith, 1890 and *A. amicitiae* Heron, 1909, collected in Rwanda and Kenya, as well as *Altinote alcione* (Hewitson, 1852) and *A. negra* (C. & R. Felder, 1862), collected in Peru.

Neotropical tribe Heliconiini is represented by three species – *Agraulis vanillae* (Linnaeus, 1758), *Dryas iulia* (Fabricius, 1775) and *Heliconius charithonia* (Linnaeus, 1767). The latter, known by the popular name “zebra longwing”, like some other species of the genus *Heliconius* Kluk, 1780, is interesting for its unique mating behavior – the so-called pupal mating. The male looks for a pupa on caterpillar host plants and sits there waiting for the butterfly's release in order to mate as early as possible (Beltrán et al., 2007). This strategy is believed to help avoid interbreeding errors in the mimetic species of this group of butterflies, most of which are known to differ in the presence or absence of this behavioral feature (Gilbert, 1991). The collection contains individuals *H. charithonia* collected in Cuba (Fig. 6a).

The tribe Vagrantini is represented in the fund by *Phalanta phalantha* (Drury, [1773]) and *Cirrochroa thais* (Fabricius, 1787) from India.

The tribe Argynnnini is represented in the museum collection by the Palearctic taxa shown in the table.

Representatives of the subfamily Satyrinae, sometimes considered as an independent family Satyridae, have characteristic features: swollen veins at the base of the forewing, “jumping” flight that makes it difficult to pursue, thin antennae and, as a rule, a dull color of the wings – brown, buffy, black or brown, sometimes with white elements. On the wings there are often ring-shaped spots called eyes. There are 4 Satyrinae tribes in the entomological fund (see Table).

Neotropical tribe Haeterini is considered the most archaic (Miller, 1968). The fund contains *Cithaerias pyropina* (Salvin & Godman, 1868) collected in Peru (Fig. 6b). Butterflies of this group are distinguished by an unusual appearance for Satyrinae – their transparent wings have almost completely lost their scales, but there are bright elements of the pattern on the hind wings. Species of the genus *Cithaerias* Hübner, [1819] occur in shaded areas of the rainforest, hiding high in

с элементами белого цвета. На крыльях часто имеются кольцеобразные пятна – глазки. В энтомологическом фонде имеются 4 трибы сатирин (см. таблицу).

Неотропическая триба Haeterini считается наиболее архаичной (Miller, 1968). Представлена в фонде *Cithaerias pyropina* (Salvin & Godman, 1868), собранным в Перу (рис. 6b). Бабочки этой группы отличаются необычным для сатирин обликом – их прозрачные крылья практически полностью утратили чешуйки, однако на задних крыльях имеются яркие элементы рисунка. Виды рода *Cithaerias* Hübner, [1819] обитают в затененных местах тропического леса, прячась высоко в кронах или глубоко в зарослях, и их биология изучена слабо, однако в последние годы стали появляться работы по преимагинальным стадиям отдельных видов (Murillo-Hiller, 2009).

Немногочисленная, но распространенная по всему свету триба Melanitini представлена в фонде *Melanitis leda* (Linnaeus, 1758), собранным в Индии. Бабочка обладает территориальным поведением и является удобным модельным объектом для изучения тактики спаривания у сумеречных видов (Kemp, 2002).

Крупная триба Lethini представлена в фонде несколькими видами: *Lethe kansa* (Moore, 1857) из Бирмы и *L. diana* (Butler, 1866) с острова Кунашир; *Kirinia climene* (Esper, 1783), *Lasiommata megera* (Linnaeus, 1767), *L. maera* (Linnaeus, 1758), *Lopinga achine* (Scopoli, 1763) и *Pararge aegeria* (Linnaeus, 1758) из Европейской России и других стран Европы, а также *Mycalesis mineus* (Linnaeus, 1758) из Индии.

Из трибы Satyrini – наиболее богатой по видовому разнообразию – к настоящему моменту в энтомологический музей поставлено 27 видов. Род *Coenonympha* Hübner, [1819] включает из хранящихся в фонде *C. pamphilus* (Linnaeus, 1758), *C. arcania* (Linnaeus, 1761), *C. leander* (Esper, 1784) и *C. glycerion* (Borkhausen, 1788), собранных в европейской части России, а также *C. hero* (Linnaeus, 1761) из Забайкалья и Приморья. Из рода *Erebia* Dalman, 1816 – так называемых чернушек – в коллекции имеются *E. ligea* (Linnaeus, 1758) (рис. 1i) из Мурманской области, *E. aethiops* (Esper, 1777) из Краснодарского края, *E. neriene* (Böber, 1809) из Забайкалья, а также *E. cyclopius* (Eversmann, 1844) и *E. wanga* Bremer, 1864 из Приморья. Из других родов в коллекции имеются *Aphantopus hyperantus* (Linnaeus, 1758), *Maniola jurtina* (Linnaeus, 1758), *Hyponephele lycaon* (Rottemburg, 1775), *H. lupina* (Costa, 1836), *Pyronia tithonus* (Linnaeus, 1771), *Proterebia afra* (Fabricius, 1787), *Melanargia galathea* (Linnaeus, 1758), *M. russiae* (Esper, 1783), *M. hylata* (Ménétrières, 1832), *Arethusana arethusana* (Denis & Schiffermüller, 1775), *Brintesia circe* (Fabricius, 1775), *Hipparchia fagi* (Scopoli, 1763), *Chazara briseis* (Linnaeus, 1764), *Minois dryas* (Scopoli, 1763) и *Satyrus ferula* (Fabricius, 1793). Из тропических представителей Satyrini в фонде поставлены *Oressinoma typhla* Doubleday, [1849] и *Pareuptychia ocirrhoe* (Fabricius, 1776), собранные в Перу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Коллекция булавоусых чешуекрылых энтомологического музея ФГБУ «ВНИИКР» на предварительном этапе работы насчитывает 240 видов, относящихся к шести семействам, и составляет 773 экземпляра. Коллекция имеет научное, историческое,

the crowns or deep in the thickets, and their biology is poorly understood, however, in recent years, work has begun to appear on the preimaginal stages of individual species (Murillo-Hiller, 2009).

A small but widespread tribe Melanitini is represented in the fund by *Melanitis leda* (Linnaeus, 1758) collected in India. The butterfly has territorial behavior and is a convenient model object for studying mating tactics in twilight species (Kemp, 2002).

The large tribe Lethini is represented in the fund by several species: *Lethe kansa* (Moore, 1857) from Burma and *L. diana* (Butler, 1866) from Kunashir Island; *Kirinia climene* (Esper, 1783), *Lasiommata megera* (Linnaeus, 1767), *L. maera* (Linnaeus, 1758), *Lopinga achine* (Scopoli, 1763) and *Pararge aegeria* (Linnaeus, 1758) from European Russia and other European countries, as well as *Mycalesis mineus* (Linnaeus, 1758) from India.

The richest in species diversity tribe Satyrini is represented in the entomological museum by 27 species. The genus *Coenonympha* Hübner, [1819] includes from those stored in the fund *C. pamphilus* (Linnaeus, 1758), *C. arcania* (Linnaeus, 1761), *C. leander* (Esper, 1784) and *C. glycerion* (Borkhausen, 1788), collected in the European part of Russia, as well as *C. hero* (Linnaeus, 1761) from Transbaikalia and Primorye. The genus *Erebia* Dalman, 1816 is represented in the fund by *E. ligea* (Linnaeus, 1758) (Fig. 1i) from Murmansk Oblast, *E. aethiops* (Esper, 1777) from Krasnodar Krai, *E. neriene* (Böber, 1809) from Transbaikalia, *E. cyclopius* (Eversmann, 1844) and *E. wanga* Bremer, 1864 from Primorye. From other genera in the collection there are *Aphantopus hyperantus* (Linnaeus, 1758), *Maniola jurtina* (Linnaeus, 1758), *Hyponephele lycaon* (Rottemburg, 1775), *H. lupina* (Costa, 1836), *Pyronia tithonus* (Linnaeus, 1771), *Proterebia afra* (Fabricius, 1787), *Melanargia galathea* (Linnaeus, 1758), *M. russiae* (Esper, 1783), *M. hylata* (Ménétrières, 1832), *Arethusana arethusana* (Denis & Schiffermüller, 1775), *Brintesia circe* (Fabricius, 1775), *Hipparchia fagi* (Scopoli, 1763), *Chazara briseis* (Linnaeus, 1764), *Minois dryas* (Scopoli, 1763) and *Satyrus ferula* (Fabricius, 1793). The tropical species of Satyrini are represented in the fund by *Oressinoma typhla* Doubleday, [1849] and *Pareuptychia ocirrhoe* (Fabricius, 1776), collected in Peru.

CONCLUSION

The butterfly collection of the FGBU “VNIICR” Entomological Museum at the preliminary stage of work includes 240 species belonging to six families, and amounts to 773 specimens. The collection has a scientific, historical, educational and aesthetic value and will be replenished with further collections and production of material.

Acknowledgement. The authors are sincerely grateful to V.V. Izersky, Ya.N. Kovalenko, K.A. Kolesnichenko, A.V. Krupitsky, S.A. Kurbatov, Ya.B. Mordkovich, A.V. Sviridov, A.S. Sidorov and I.A. Yudakov.

REFERENCES

1. Bush M. Fritillaries of the genus *Mellicta* (Lepidoptera, Nymphalidae) of European Russia: genital

познавательное и эстетическое значение и будет пополняться дальнейшими сборами и постановкой материала.

Благодарность. За помощь в подготовке данной работы авторы выражают глубокую благодарность В.В. Изерскому, Я.Н. Коваленко, К.А. Колесниченко, А.В. Крупицкому, С.А. Курбатову, Я.Б. Мордковичу, А.В. Свиридову, А.С. Сидорову и И.А. Юдакову.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буш М., 2011. Шашечницы рода *Mellicta* (Lepidoptera, Nymphalidae) Европейской России: изменчивость гениталий и молекулярная диагностика. – Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический, 116 (5): 21–31.
2. Дубатов В., Львовский А., Стрельцов А. Семейство Нимфалиды (Nymphalidae) (с. 214–223). Каталог чешуекрылых (Lepidoptera) России. Издание второе / под ред. С.Ю. Синева. – Санкт-Петербург: Зоологический институт РАН, 2019, 448 с.
3. Жданко А., Казенас В. Дневные бабочки Семиречья. – Алматы: Нур-Принт, 2014, 214 с.
4. Каталог чешуекрылых (Lepidoptera) России. Издание второе / под ред. С.Ю. Синева. – Санкт-Петербург: Зоологический институт РАН, 2019, 448 с.
5. Коваленко М., Ловцова Ю., Коваленко Я., 2022. *Styx infernalis* Staudinger, 1876 (Lepidoptera, Riodinidae) – уникальная бабочка из Перу. – Фитосанитария. Карантин растений, № 4: 66–72.
6. Коваленко Я., Коваленко М., Ловцова Ю., 2016. Энтомологическая экспедиция в Республику Перу. – Карантин растений. Наука и практика, № 4: 15–24.
7. Курбатов С., Ловцова Ю., 2012. Уникальный энтомологический музей ФГБУ «ВНИИКР»: история и перспективы. – Агробезопасность, № 2: 38–39.
8. Курбатов С., Ловцова Ю., 2018. Энтомологическая экспедиция в Республику Чили. – Карантин растений. Наука и практика, № 2: 46–50.
9. Мурзин В. Бабочки. – М.: Тропа, 1993, 48 с.
10. Beltrán M., Jiggins C.D., Brower A.V.Z., Bermingham E.P., Mallet J.L.B., 2007. Do pollen feeding, pupal-mating and larval gregariousness have a single origin in *Heliconius* butterflies? Inferences from multilocus DNA sequence data. – Biological Journal of the Linnean Society, 92 (2): 221–239.
11. Benítez H.A., Villalobos-Leiva A., Ordenes R., Cruz-Jofré F., 2019. Elevational record of *Vanessa carye* (Hübner, 1812) (Lepidoptera, Nymphalidae) in the northern Chilean Altiplano Highlands. – Nota Lepidopterologica, 42 (2): 157–162.
12. Elias M., Joron M., 2015. Mimicry in *Heliconius* and *Ithomiini* butterflies: The profound consequences of an adaptation. – BIO Web of Conferences, 4, 00008.
13. Gilbert L.E., 1991. Biodiversity of a Central American *Heliconius* community: pattern, process, and problems (403–427). In: Price P.W., Lewinsohn T.M., Fernandes T.W., Benson W.W., eds. Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions. New York: John Wiley and Sons, 639 p.
14. Higgins L.G., 1955. A descriptive catalogue of the genus *Mellicta* Billberg (Lepidoptera, Nymphalidae) and its species, with supplementary notes on the genera *Melitaea* and *Euphydryas*. – Transactions of the Royal Entomological Society of London, 106: 1–124.
- variability and molecular diagnostics [Shashechnitsy roda *Mellicta* (Lepidoptera, Nymphalidae) Yevropeyskoy Rossii: izmenchivost genitaliy i molekulyarnaya diagnostika]. *Bulletin of the Moscow Society of Naturalists. Department of Biological*, 2011; 116 (5): 21–31 (in Russian).
2. Dubatolov V., Lvovsky A., Streltsov A. Nymphalidae family [Semeystvo Nymphalidy (Nymphalidae)] (p. 214–223). *Catalog of Lepidoptera of Russia*. Second edition, ed. S.Yu. Sinev. St. Petersburg: Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, 2019, 448 p. (in Russian).
3. Zhdanko A., Kazenas V. Butterflies of Semirechye [Dnevnyye babochki Semirechya]. *Almaty: Nur-Print*, 2014, 214 p. (in Russian).
4. *Lepidoptera Catalog of Russia*. Second edition, ed. S.Yu. Sinev. St. Petersburg: Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, 2019, 448 p. (in Russian).
5. Kovalenko M., Lovtsova J., Kovalenko Ya. *Styx infernalis* Staudinger, 1876 (Lepidoptera, Riodinidae) – a unique butterfly from Peru. *Plant Health and Quarantine*, 2022; 4: 66–72.
6. Kovalenko Ya., Kovalenko M., Lovtsova J. Entomologic expedition to the Republic of Peru. *Plant Health. Research and Practice*, 2016; 4: 15–24.
7. Kurbatov S., Lovtsova J. The unique Entomological Museum of FGBU “VNIKR”: history and prospects. *Agrosecurity*, 2012; 2: 38–39.
8. Kurbatov S., Lovtsova J. Entomologic expedition to the Republic of Chile. *Plant Health. Research and Practice*, 2018; 2: 46–50.
9. Murzin V. Butterflies [Babochki]. M.: Tropa, 1993, 48 p. (in Russian).
10. Beltrán M., Jiggins C.D., Brower A.V.Z., Bermingham E.P., Mallet J.L.B. Do pollen feeding, pupal-mating and larval gregariousness have a single origin in *Heliconius* butterflies? Inferences from multilocus DNA sequence data. *Biological Journal of the Linnean Society*, 2007; 92 (2): 221–239.
11. Benítez H.A., Villalobos-Leiva A., Ordenes R., Cruz-Jofré F. Elevational record of *Vanessa carye* (Hübner, 1812) (Lepidoptera, Nymphalidae) in the northern Chilean Altiplano Highlands. *Nota Lepidopterologica*, 2019; 42 (2): 157–162.
12. Elias M., Joron M. Mimicry in *Heliconius* and *Ithomiini* butterflies: The profound consequences of an adaptation. *BIO Web of Conferences*, 2015; 4, 00008.
13. Gilbert L.E. Biodiversity of a Central American *Heliconius* community: pattern, process, and problems (403–427). In: Price P.W., Lewinsohn T.M., Fernandes T.W., Benson W.W., eds. *Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions*. New York: John Wiley and Sons, 1991, 639 p.
14. Higgins L.G. A descriptive catalogue of the genus *Mellicta* Billberg (Lepidoptera, Nymphalidae) and its species, with supplementary notes on the genera *Melitaea* and *Euphydryas*. *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, 1955; 106: 1–124.

15. Kemp D.J., 2002. Visual mate searching behaviour in the evening brown butterfly, *Melanitis leda* (L.) (Lepidoptera: Nymphalidae). – Australian Journal of Entomology, 41 (4): 300–305.
16. Kim Seong-Hyun, Kim Nam Jung, Hong Seong-Jin, Lee Young-Bo, Park Hae-Chul, Je Yeon-Ho, Lee Kwang Pum, 2014. Environmental induction of larval diapause and life-history consequences of post-diapause development in the Large Copper butterfly, *Lycaena dispar* (Lepidoptera: Lycaenidae). – Journal of Insect Conservation, 18 (4): 693–700.
17. Kolesnichenko K., Kotlobay A., 2022. Review of the fritillary species systematically close to *Melitaea lutko* Evans, 1932 (Lepidoptera: Nymphalidae) with analysis of their geographic distribution and interrelations with host plants. – European Journal of Taxonomy, 830: 1–60.
18. Kovalenko M., Kolesnichenko K., Kudryavtseva A., 2020. Revealing the specific status of *Melicta distans* Higgins, 1955, stat. n. (Lepidoptera, Nymphalidae) with morphological and molecular characters. – Zootaxa, 4853 (3): 353–368.
19. Kramp K., Cizek O., Madeira P.M., Ramos A.A., Konvicka M., Castilho R., Schmitt T., 2016. Genetic implications of the phylogeographical patterns in the conservation of the boreal wetland butterfly *Colias palaeno* (Pieridae). – Biological Journal of the Linnean Society, 119: 1068–1081.
20. Kuftina G., Shapoval N., Yakovlev R., Krupitsky A., Kuvaev A., Masharsky A., 2020. First record of the moorland clouded yellow *Colias palaeno* (Linnaeus, 1761) (Lepidoptera: Pieridae) in Altai Krai (Russia, West Siberia) with notes on its DNA barcode. – Acta Biologica Sibirica, 6: 5–10.
21. Lederhouse R.C., Codella S.G., Grossmueller D.W., Maccarone A.D., 1992. Host plant-based territoriality in the white peacock butterfly, *Anartia jatrophae* (Lepidoptera: Nymphalidae). – Journal of Insect Behaviour, 5: 721–728.
22. Llaurens V., Joron M., Théry M., 2014. Cryptic differences in colour among Müllerian mimics: how can the visual capacities of predators and prey shape the evolution of wing colours? – Journal of evolutionary biology, 27: 531–540.
23. Lukhtanov V., Dubatolov V., 2020. Phylogenetic position and taxonomic rearrangement of *Davidina* (Lepidoptera, Nymphalidae), an enigmatic butterfly genus new for Europe and America. – Zoological Journal of the Linnean Society, 190 (3): 1036–1053.
24. McClure M., Elias M., 2017. Ecology, life history, and genetic differentiation in Neotropical *Melinaea* (Nymphalidae: Ithomiini) butterflies from north-eastern Peru. – Zoological Journal of the Linnean Society, 179: 110–124.
25. Miller L.D., 1968. The higher classification: Phylogeny and zoogeography of the Satyridae (Lepidoptera). – Memoirs of the American Entomological Society, 24: 1–174.
26. Murillo-Hiller L.R., 2009. Early stages and natural history of *Cithaerias p. pireta* (Satyrinae) from Costa Rica. – Journal of the Lepidopterists' Society, 63: 169–172.
27. Oorschot H., Coutsis J.G. The genus *Melitaea* Fabricius, 1807 (Lepidoptera: Nymphalidae, Nymphalinae). Taxonomy and systematics with special reference to the male genitalia. – Pardubice: Tshikolovets Publications, 2014, 360 p.
16. Kim Seong-Hyun, Kim Nam Jung, Hong Seong-Jin, Lee Young-Bo, Park Hae-Chul, Je Yeon-Ho, Lee Kwang Pum. Environmental induction of larval diapause and life-history consequences of post-diapause development in the Large Copper butterfly, *Lycaena dispar* (Lepidoptera: Lycaenidae). *Journal of Insect Conservation*, 2014; 18 (4): 693–700.
17. Kolesnichenko K., Kotlobay A. Review of the fritillary species systematically close to *Melitaea lutko* Evans, 1932 (Lepidoptera: Nymphalidae) with analysis of their geographic distribution and interrelations with host plants. *European Journal of Taxonomy*, 2022; 830: 1–60.
18. Kovalenko M., Kolesnichenko K., Kudryavtseva A. Revealing the specific status of *Melicta distans* Higgins, 1955, stat. n. (Lepidoptera, Nymphalidae) with morphological and molecular characters. *Zootaxa*, 2020; 4853 (3): 353–368.
19. Kramp K., Cizek O., Madeira P.M., Ramos A.A., Konvicka M., Castilho R., Schmitt T. Genetic implications of the phylogeographical patterns in the conservation of the boreal wetland butterfly *Colias palaeno* (Pieridae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 2016; 119: 1068–1081.
20. Kuftina G., Shapoval N., Yakovlev R., Krupitsky A., Kuvaev A., Masharsky A. First record of the moorland clouded yellow *Colias palaeno* (Linnaeus, 1761) (Lepidoptera: Pieridae) in Altai Krai (Russia, West Siberia) with notes on its DNA barcode. *Acta Biologica Sibirica*, 2020; 6: 5–10.
21. Lederhouse R.C., Codella S.G., Grossmueller D.W., Maccarone A.D. Host plant-based territoriality in the white peacock butterfly, *Anartia jatrophae* (Lepidoptera: Nymphalidae). *Journal of Insect Behaviour*, 1992; 5: 721–728.
22. Llaurens V., Joron M., Théry M. Cryptic differences in colour among Müllerian mimics: how can the visual capacities of predators and prey shape the evolution of wing colours? *Journal of evolutionary biology*, 2014; 27: 531–540.
23. Lukhtanov V., Dubatolov V. Phylogenetic position and taxonomic rearrangement of *Davidina* (Lepidoptera, Nymphalidae), an enigmatic butterfly genus new for Europe and America. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 2020; 190 (3): 1036–1053.
24. McClure M., Elias M. Ecology, life history, and genetic differentiation in Neotropical *Melinaea* (Nymphalidae: Ithomiini) butterflies from north-eastern Peru. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 2017; 179: 110–124.
25. Miller L.D. The higher classification: Phylogeny and zoogeography of the Satyridae (Lepidoptera). *Memoirs of the American Entomological Society*, 1968; 24: 1–174.
26. Murillo-Hiller L.R. Early stages and natural history of *Cithaerias p. pireta* (Satyrinae) from Costa Rica. *Journal of the Lepidopterists' Society*, 2009; 63: 169–172.
27. Oorschot H., Coutsis J.G. The genus *Melitaea* Fabricius, 1807 (Lepidoptera: Nymphalidae, Nymphalinae). Taxonomy and systematics with special reference to the male genitalia. Pardubice: Tshikolovets Publications, 2014, 360 p.

28. Pazhenkova E., Lukhtanov V., 2021. Genomic introgression from a distant congener in the Levant fritillary butterfly, *Melitaea acentria*. – *Molecular Ecology*, 30 (19): 4819–4832.

29. Staudinger O., 1876. Neue Lepidopteren des südamerikanischen Faunengebiets. Verhandlungen Kais. – Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien, Bd. 25: 89–124.

30. Tahami M.S., Dincă V., Lee K.M., Vila R., Joshi M., Heikkilä M., Dapporto L., Schmid S., Huemer P., Mutanen M., 2021. Genomics Reveal Admixture and Unexpected Patterns of Diversity in a Parapatric Pair of Butterflies. – *Genes*, 12: 1–15.

31. Takeuchi T., Imafuku M., 2005. Territorial behavior of *Favonius taxila* (Lycaenidae): territory size and persistency. – *Journal of Research on the Lepidoptera*, 38: 59–66.

32. Tarrier M., 1998. *Cacyreus marshalli* Butler, 1898, a new species for France, Portugal and Morocco (Lepidoptera, Lycaenidae). – *Alexandria*, 20 (2–3): 143–144.

33. Tuzov V., Bogdanov P., Churkin S., Dantchenko A., Devyatkin A., Murzin V., Samodurov G., Zhdanko A. Guide to the butterflies of Russia and adjacent territories (Lepidoptera, Rhopalocera). Vol. 2. Libytheidae, Danaidae, Nymphalidae, Riodinidae, Lycaenidae. – Sofia – Moscow: Pensoft, 2000, 580 p.

34. Wahlberg N., Weingartner E., Nylin S., 2003. Towards a better understanding of the higher systematics of Nymphalidae (Lepidoptera: Papilionoidea). – *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 28: 473–484.

35. Wahlberg N., Zimmermann M., 2000. Pattern of Phylogenetic Relationships among Members of the Tribe Melitaeini (Lepidoptera: Nymphalidae) Inferred from Mitochondrial DNA Sequences. – *Cladistics*, 16: 347–363.

36. Тихонов В., Страдомский Б., Кузнецов Г., Андреев С. Бабочки Кавказа и юга России [Электронный ресурс]. – URL: www.babochki-kavkaza.ru (дата обращения: 24.11.2022).

37. EPPO Global Database [Электронный ресурс]. URL: <https://gd.eppo.int> (дата обращения 11.01.2023).

38. iNaturalist [Электронный ресурс]. – URL: www.inaturalist.org (дата обращения: 11.01.2023).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Коваленко Маргарита Григорьевна, старший научный сотрудник лаборатории экологии и генетики насекомых и клещей НМО энтомологии ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия; ORCID 0000-0001-7824-9277, e-mail: bush_zbs@mail.ru.

Ловцова Юлия Александровна, старший научный сотрудник НМО энтомологии ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия; ORCID 0000-0002-7266-6229, e-mail: julialov@inbox.ru.

28. Pazhenkova E., Lukhtanov V. Genomic introgression from a distant congener in the Levant fritillary butterfly, *Melitaea acentria*. *Molecular Ecology*, 2021; 30 (19): 4819–4832.

29. Staudinger O. Neue Lepidopteren des südamerikanischen Faunengebiets. Verhandlungen Kais. *Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien*, 1876; Bd. 25: 89–124.

30. Tahami M.S., Dincă V., Lee K.M., Vila R., Joshi M., Heikkilä M., Dapporto L., Schmid S., Huemer P., Mutanen M. Genomics Reveal Admixture and Unexpected Patterns of Diversity in a Parapatric Pair of Butterflies. *Genes*, 2021; 12: 1–15.

31. Takeuchi T., Imafuku M. Territorial behavior of *Favonius taxila* (Lycaenidae): territory size and persistency. *Journal of Research on the Lepidoptera*, 2005; 38: 59–66.

32. Tarrier M. *Cacyreus marshalli* Butler, 1898, a new species for France, Portugal and Morocco (Lepidoptera, Lycaenidae). *Alexandria*, 1998; 20 (2–3): 143–144.

33. Tuzov V., Bogdanov P., Churkin S., Dantchenko A., Devyatkin A., Murzin V., Samodurov G., Zhdanko A. Guide to the butterflies of Russia and adjacent territories (Lepidoptera, Rhopalocera). Vol. 2. Libytheidae, Danaidae, Nymphalidae, Riodinidae, Lycaenidae. Sofia – Moscow: Pensoft, 2000, 580 p.

34. Wahlberg N., Weingartner E., Nylin S. Towards a better understanding of the higher systematics of Nymphalidae (Lepidoptera: Papilionoidea). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2003; 28: 473–484.

35. Wahlberg N., Zimmermann M. Pattern of Phylogenetic Relationships among Members of the Tribe Melitaeini (Lepidoptera: Nymphalidae) Inferred from Mitochondrial DNA Sequences. *Cladistics*, 2000; 16: 347–363.

36. Tikhonov V., Stradomsky B., Kuznetsov G., Andreev S. Butterflies of the Caucasus and South of Russia [Electronic resource]. URL: www.babochki-kavkaza.ru (last accessed: 24.11.2022).

37. EPPO Global Database [Electronic resource]. URL: <https://gd.eppo.int> (last accessed 11.01.2023).

38. iNaturalist [Electronic resource]. URL: www.inaturalist.org (last accessed: 11.01.2023).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Margarita Kovalenko, Senior Researcher, Ecology and Genetics of Insects and Mites Laboratory of the Research and Methodological Department of Entomology, FGBU “VNIICR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; ORCID 0000-0001-7824-9277, e-mail: bush_zbs@mail.ru.

Julia Lovtsova, Senior Researcher, Research and Methodological Department of Entomology, FGBU “VNIICR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; ORCID 0000-0002-7266-6229, e-mail: julialov@inbox.ru.

Диагностика вирусов рода *Begomovirus*

Е.Н. ЛОЗОВАЯ¹, Ю.Н. ПРИХОДЬКО²,
Т.С. ЖИВАЕВА³, Ю.А. ШНЕЙДЕР⁴

ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений
(ФГБУ «ВНИИКР»), р. п. Быково, г. Раменское,
Московская обл., Россия

¹ e-mail: evgeniyaf@mail.ru

² e-mail: prihodko_yuri59@mail.ru

³ e-mail: zhivaeva.vniikr@mail.ru

⁴ ORCID 0000-0002-7565-1241,
e-mail: yury.shneyder@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Род *Begomovirus* – один из наиболее крупных среди родов фитопатогенных вирусов. Представители этого рода заражают двудольные растения и передаются табачной белокрылкой. Ранее этот род был известен также как подгруппа III геминивирусов, или группа вируса золотистой мозаики бобов. Вирус желтой курчавости листьев томата (TYLCV), вирус желтой курчавости листьев томата Сардиния (TYLCSV), вирус курчавости листьев томата Нью-Дели (ToLCNDV) входят в состав рода *Begomovirus* и являются опасными патогенами овощных культур в открытом и защищенном грунте. Все эти вирусы отсутствуют на территории Российской Федерации, а TYLCV включен в Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза (ЕАЭС). Потери урожая томата, перца, цуккини и других овощных культур в результате заражения этими патогенами могут достигать 100%. Своевременное выявление зараженных растений имеет важнейшее значение для предотвращения проникновения вирусов на территорию РФ и их распространения на ней. Объективное выявление особо опасных вирусов рода *Begomovirus* и их идентификация до уровня рода и вида возможны лишь на основе использования современных методов лабораторной диагностики. В ходе исследований авторами статьи протестированы 7 пар универсальных и 4 пары видоспецифичных праймеров для проведения классической полимеразной цепной реакции (ПЦР) и ПЦР в реальном времени. Определены праймеры, позволяющие проводить универсальное выявление комплекса бегомовирусов на овощных культурах. Проведена отработка мультиплексной ПЦР для выявления и идентификации TYLCV и TYLCSV одновременно. Авторами статьи разработаны праймеры, характеризующиеся высокой специфичностью к TYLCV и TYLCSV.

Ключевые слова. Бегомовирусы, выявление и идентификация, полимеразная цепная реакция, тест-системы, праймеры, TYLCV, TYLCSV, ToLCNDV.

Diagnosis of viruses of the genus *Begomovirus*

E.N. LOZOVAYA¹, YU.N. PRIKHODKO²,
T.S. ZHIVAEVA³, YU.A. SHNEYDER⁴

FGBY "All-Russian Plant Quarantine Center"
(FGBU "VNIKIR"), Bykovo, Ramenskoye,
Moscow Oblast, Russia

¹ e-mail: evgeniyaf@mail.ru

² e-mail: prihodko_yuri59@mail.ru

³ e-mail: zhivaeva.vniikr@mail.ru

⁴ ORCID 0000-0002-7565-1241,
e-mail: yury.shneyder@mail.ru

ABSTRACT

The genus *Begomovirus* is one of the largest among the genera of phytopathogenic viruses. Representatives of this genus infect dicotyledonous plants and are transmitted by the silverleaf whitefly. Previously, this genus was also known as subgroup III of the geminiviruses, or the Bean golden mosaic virus group. Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV), Tomato Yellow Leaf Curl Sardinia Virus (TYLCSV), Tomato leaf curl New Delhi virus (ToLCNDV) belong to the genus *Begomovirus* and are serious pathogens of vegetable crops in open and protected ground. All these viruses are absent on the territory of the Russian Federation, and TYLCV is included in the Common List of Quarantine Pests of the Eurasian Economic Union (EAEU). Yield losses of tomato, pepper, zucchini and other vegetable crops as a result of infection with these pathogens can reach 100%. Timely detection of infected plants is essential to prevent the entry of viruses into the territory of the Russian Federation and their spread on it. Objective detection of especially dangerous viruses of the *Begomovirus* genus and their identification to the level of genus and species is possible only through the use of modern methods of laboratory diagnostics. During the research, the authors of the article tested 7 pairs of universal and 4 pairs of species-specific primers for classical polymerase chain reaction (PCR) and real-time PCR. Primers have been identified that allow universal detection of the begomovirus complex on vegetable crops. Multiplex PCR was tested to detect and identify TYLCV and TYLCSV simultaneously. The authors of the article developed primers with high specificity for TYLCV and TYLCSV.

Key words. Begomoviruses, detection and identification, polymerase chain reaction, test systems, primers, TYLCV, TYLCSV, ToLCNDV.

ВВЕДЕНИЕ



а последнюю четверть века для мирового сельского хозяйства особое значение приобрели вирусы, распространяющиеся белокрылками и трипсами. Прежде всего это относится к представителям рода *Begomovirus*, основным переносчиком которых является табачная белокрылка

Bemisia tabaci.

Род *Begomovirus* входит в семейство Geminiviridae. Геминивирусы – это семейство небольших (по величине вирионов) вирусов растений, геномы которых содержат одну или две одноцепочечные кольцевые ДНК размером 2,5–5,2 тысячи пар нуклеотидов (п. н.).

Род *Begomovirus* является самым крупным в семействе Geminiviridae. В настоящее время он включает 425 видов (EPPO, 2022). 133 вида этого рода поражают томат, по крайней мере 34 встречаются на различных видах и подвидах культурного перца, на тыквенных известны 27 видов бегомовирусов, а на бобовых культурах – 31 вид.

Первоначально, на основании сравнения полногеномных последовательностей, все известные виды бегомовирусов были разделены на 6 групп, взаимосвязанных с их географическим распространением: 1) группа Ближнего Востока и Центральной Азии; 2) группа Западного Средиземноморья; 3) группа Индийского субконтинента; 4) группа Северной Африки и Сахары; 5) группа Восточной, Юго-Восточной Азии и Австралии; 6) группа Западного полушария, включая США, Мексику, Центральную Америку, Южную Америку и Карибские острова, за исключением изолятов TYLCV средиземноморского происхождения, распространившихся в этом регионе (Brown, 2010).

Позднее группой авторов проведен анализ 3123 полноразмерных последовательностей ДНК-А различных бегомовирусов, доступных в базах данных по состоянию на декабрь 2012 г. На основании этого анализа предложена новая классификация рода *Begomovirus*, включающая 38 подгрупп (Brown et al., 2015).

TYLCV и TYLCSV входят в Перечень карантинных вредных организмов Европейской и Средиземноморской организации по карантину и защите растений (ЕОКЗР), а TYLCV – в Единый перечень карантинных объектов ЕАЭС. ToLCNDV входит в Сигнальный перечень ЕОКЗР, поэтому подкарантинный материал восприимчивых растений-хозяев целесообразно тестировать на наличие этих видов вредоносных бегомовирусов. Одним из путей уменьшения количества и трудоемкости тестов является использование технологии мультиплексной ПЦР, которая позволяет одновременно диагностировать не менее двух объектов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проведены на базе научного подразделения ФГБУ «ВНИИКР». Основными объектами исследований являлись следующие представители рода *Begomovirus*, заражающие овощные культуры: вирус желтой курчавости листьев томата (TYLCV), вирус желтой курчавости листьев томата Сардиния (TYLCSV), вирус курчавости листьев томата Нью-Дели (ToLCNDV), вирус мозаики африканской

INTRODUCTION

Over the past 25 years, viruses spread by whiteflies and thrips have acquired particular importance for world agriculture. First of all, this applies to representatives of the genus *Begomovirus*, the main vector of which is the silverleaf whitefly *Bemisia tabaci*.

The genus *Begomovirus* belongs to the family Geminiviridae. Geminiviruses are a family of small (virion-sized) plant viruses whose genomes contain one or two single-stranded circular DNAs 2.5–5.2 kb in size.

The genus *Begomovirus* is the largest in the family Geminiviridae. It currently includes 425 species (EPPO, 2022). 133 species of this genus infect tomato, at least 34 occur on various species and subspecies of cultivated pepper, 27 species of begomoviruses are known on cucurbits, and 31 species on legumes.

Initially, based on a comparison of genome-wide sequences, all known begomovirus species were divided into 6 groups, interconnected with their geographical distribution: 1) the group of the Middle East and Central Asia; 2) Western Mediterranean group; 3) Indian subcontinent group; 4) group of North Africa and Sahara; 5) group of East, Southeast Asia and Australia; 6) Western Hemisphere group including USA, Mexico, Central America, South America and the Caribbean, excluding TYLCV isolates of Mediterranean origin that have spread in this region (Brown, 2010).

Later, a group of authors analyzed 3123 full-length DNA-A sequences of various begomoviruses available in databases as of December 2012. Based on this analysis, a new classification of the *Begomovirus* genus was proposed, including 38 subgroups (Brown et al., 2015).

TYLCV and TYLCSV are included in the List of Quarantine Pests of the European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO), and TYLCV is included in the Common List of Quarantine Pests of the EAEU. ToLCNDV is on the EPPO Alert List, so regulated material from susceptible hosts should be tested for these harmful begomovirus species. One of the ways to reduce the number and complexity of tests is to use multiplex PCR technology, which allows you to simultaneously diagnose at least two objects.

MATERIALS AND METHODS

The studies were carried out on the basis of the scientific division of FGBU «VNIICR». The main objects of research were the following representatives of the genus *Begomovirus* that infect vegetable crops: Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV), Tomato Yellow Leaf Curl Sardinia Virus (TYLCSV), Tomato leaf curl New Delhi virus (ToLCNDV), African cassava mosaic virus (ACMV), Bean golden mosaic virus (BGMV) and Watermelon chlorotic stunt virus (WmCSV). The experiments were carried out with the following reference begomovirus isolates from the DSMZ collection (Germany): TYLCV PC-0560, TYLCV PV-0844, TYLCV PC-0588, TYLCSV PV-0561, TYLCSV PC-0596, ToLCNDV PC-1109, ToLCNDV PC-1111, ACMV PC-0873, BGMV PC-0094, BGMV PV-0462, WmCSV PC-0830, as well as with a positive control for ELISA to TYLCV by Adgen (Great Britain) and isolate Kaz-1 (VNIICR).

Таблица 1
Характеристика праймеров, испытанных в исследовании
Table 1
Characteristics of primers tested in the study

Название праймера Primer name	Объект, мишень в геноме Object, target in the genome	Последовательность 5'→3' Sequence 5'→3'	Длина продукта (п. н.) Product length (bp)	Температура отжига (°C), t °C Temperature of annealing (°C), t °C	Автор Author
GemCP-V-5' (A1GemCP-V)	<i>Begomovirus</i> spp., ген белка оболочки ДНК-А	GGR TTN GAN GCR TGH GTA CAY G	600	58	Lecoq, Desbiez, 2012
GemCP-C-3' (A1GemCP-V)	gene of coat protein DNA-A	GCC YAT RTA YAG RAA GCC MAG			
AV-494	<i>Begomovirus</i> spp., ген белка оболочки	GCC YAT RTA YAG ARA GCC MAG	550–575	60	Wyatt, Brown, 1996
AC-1048	ДНК-А gene of coat protein DNA-A	GGR TTD GAR GCA TGH GTA CAT G			
TY1-6F	<i>Begomovirus</i> spp., ген белка оболочки	GCC CAT GWA YMG RAA RCC	580	58	Saison, Gentit, 2015
TY1-3F	gene of coat protein	GCC CAT GTA YCG RAA RCC			
TY-2R	DNA-A	GGR TTA GAR GCA TGM GTA C			
Beg-CP-F	<i>Begomovirus</i> spp., ген белка оболочки	GCC CAT GTA YMG RAA RCC	580	58	Saison, Gentit, 2015
Beg-580-R	ДНК-А gene of coat protein DNA-A	GGR TTA GAR GCA TGM GTA CA	или 860		
Begomo-F3	Bipartite <i>Begomovirus</i> , ген белка оболочки	TCGAAGCGACCAGCAGAT	216	60	Naganur et al., 2019
Begomo-R3	ДНК-А gene of coat protein DNA-A	CTTACACGGGCCTTCACAG			
SPG1	<i>Begomovirus</i> spp., гены AC1 и AC2	CCCCGTGCGWRAATCCAT	922	60	Li et al., 2004
SPG2	genes AC1 and AC2	ATCCVAAYWTYCAGGGAGCTAA			
TY1(+)	<i>Begomovirus</i> spp., ген белка оболочки	GCCCATGTAYCGRAAGCC	580	59	Accotto et al., 2000
TY2(-)	ДНК-А gene of coat protein DNA-A	GGRTTAGARGCATGMGTAC			
TYLCSV-P3F	TYLCSV, ген белка оболочки	AAAGCCGCGGATGTACAGAA	433	60	HMOBB ВНИИКР* RMDVB VNIKR*
TYLCSV-P3R	gene of coat protein	CTTCATCCCTGACGGACCAC			
TYLCV-P1F	TYLCV, ген белка оболочки	AGGCATGCGTACATGCCATA	282	60	HMOBB ВНИИКР RMDVB VNIKR
TYLCV-P1R	gene of coat protein	GGCCCTATGGAAACAGTCCA			
TY-209F	TYLCSV	CTYGCAATWAAATATTTGCAGCTA	366	60	Pellegrin et al., 2008
TY-575R		CAACACCRGTATGCTTSACG			
TY-613F	TYLCV	GAATTACTCACAGAGTSGGTAAGA	750	60	
TY-1363R		GAACCACGACATCATTTCCA			

* Научно-методический отдел вирусологии и бактериологии ФГБУ «ВНИИКР».

* Research and Methodology Department of Virology and Bacteriology, FGBU "VNIKR".

Таблица 2
Условия проведения ПЦР

Набор	Термоциклический режим
5x Mas ^{DP} Mix-2025 (ЗАО «Диалат Лтд.», Россия)	95 °C – 5 мин, 35 циклов (95 °C – 30 сек, t °C отжига – 30 сек, 72 °C – 1 мин), 72 °C – 10 мин
ScreenMix-HS (ЗАО «Евроген», Россия)	95 °C – 5 мин, 35 циклов (95 °C – 15 сек, t °C отжига – 30 сек, 72°C – 30 сек)
2,5x Mas ^{ZG} MIX-2025 (ЗАО «Диалат Лтд.», Россия)	94 °C – 3 мин, 35 циклов (94 °C – 30 сек, t °C отжига – 30 сек, 72 °C – 30 сек)
Qiagen Multiplex PCR Kit (Qiagen, США)	95 °C – 15 мин, 35 циклов (94 °C – 30 сек, t °C отжига – 90 сек, 72 °C – 90 сек), 72 °C – 10 мин
Tomato yellow leaf curl disease-PB (ООО «НПФ Синтол», Россия)	Согласно инструкции фирмы-производителя

Примечание: t °C – температура отжига указана в таблице 1.

кассаы (ACMV), вирус золотистой мозаики бобов (BGMV) и вирус хлоротической карликовости арбуза (WmCSV). Эксперименты проводили со следующими референтными изолятами бегомовирусов из коллекции DSMZ (Германия): TYLCV PC-0560, TYLCV PV-0844, TYLCV PC-0588, TYLCV PV-0561, TYLCV PC-0596, ToLCNDV PC-1109, ToLCNDV PC-1111, ACMV PC-0873, BGMV PC-0094, BGMV PV-0462, WmCSV PC-0830, а также с положительным контролем для ИФА к TYLCV фирмы Adgen (Великобритания) и изолятом Kaz-1 (ВНИИР).

Для выделения нуклеиновых кислот использовали набор «Проба-НК» (ООО «АгроДиагностика», Россия).

Для проведения ПЦР использовали следующие наборы реагентов: «Qiagen Multiplex PCR Kit» (Qiagen, США), «ScreenMix-HS» (ЗАО «Евроген», Россия), «5x Mas^{DP}MIX-2025» (ЗАО «Диалат Лтд.», Россия), «2,5x Mas^{ZG}MIX-2025» (ЗАО «Диалат Лтд.», Россия), «Tomato yellow leaf curl disease-PB» (ООО «НПФ Синтол», Россия).

Последовательности праймеров указаны в таблице 1.

Термоциклические режимы приведены в таблице 2.

Для проведения реакции амплификации использовали термоциклер C1000 Touch (Bio-Rad, США).

Детекцию результатов ПЦР осуществляли с помощью электрофореза в 1,5%-м агарозном геле. Величину продуктов амплификации измеряли, используя маркеры молекулярного веса ДНК GeneRuler™ 100+ п. н. (Thermo Fisher Scientific, США).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе работы для выявления комплекса бегомовирусов были протестированы 7 пар универсальных праймеров (табл. 1).

По результатам проведенных испытаний была установлена различная специфичность

Table 2
Conditions for PCR

Kit	Thermal cycling mode
5x Mas ^{DP} Mix-2025 (Dialat Ltd., Russia)	95 °C – 5 min, 35 cycles (95 °C – 30 sec, t °C annealing – 30 sec, 72 °C – 1 min), 72 °C – 10 min
ScreenMix-HS (Evrogen, Russia)	95 °C – 5 min, 35 cycles (95 °C – 15 sec, t °C annealing – 30 sec, 72°C – 30 sec)
2,5x Mas ^{ZG} MIX-2025 (Dialat Ltd., Russia)	94 °C – 3 min, 35 cycles (94 °C – 30 sec, t °C annealing – 30 sec, 72 °C – 30 sec)
Qiagen Multiplex PCR Kit (Qiagen, USA)	95 °C – 15 min, 35 cycles (94 °C – 30 sec, t °C annealing – 90 sec, 72 °C – 90 sec), 72 °C – 10 min
Tomato yellow leaf curl disease-RT (Syntol, Russia)	According to the manufacturer's instructions

Note: t °C – temperature of annealing is shown in table 1.

Nucleic acids were isolated using the “Proba-NK” kit (AgroDiagnostics, Russia).

The following reagent kits were used for PCR: “Qiagen Multiplex PCR Kit” (Qiagen, USA), “ScreenMix-HS” (Evrogen, Russia); “5x Mas^{DP}MIX-2025” (Dialat Ltd., Russia), “2.5x Mas^{ZG}MIX-2025” (Dialat Ltd., Russia), “Tomato yellow leaf curl disease-RT” (Syntol, Russia).

Primer sequences are shown in Table 1.

Thermal cycling modes are shown in table 2.

A C1000 Touch thermal cycler was used to carry out the amplification reaction (Bio-Rad, USA).

PCR results were detected by electrophoresis in 1.5% agarose gel. The magnitude of the amplification products was measured using DNA molecular weight markers GeneRuler™ 100+ bp (Thermo Fisher Scientific, USA).

RESULTS AND DISCUSSION

In the course of the work, 7 pairs of universal primers were tested to identify the begomovirus complex (Table. 1).

According to the results of the tests, different specificity of universal primers was established for Begomo-F3/Begomo-R3 (Naganur et al., 2019), GemCP-V-5'/GemCP-C-3' (Lecoq, Desbiez, 2012), TY1-6F/TY1-3F/TY2-2R (Saison, Gentit, 2015), SPG1/SPG2 (Li et al., 2004) (Fig. 1), Beg-CP-F/Beg-580-R (Saison, Gentit, 2015), AV-494/AC-1048 (Wyatt, Brown, 1996) and TY1(+)/TY2(–) (Accotto et al., 2000) by their relation with different representatives of the genus *Begomovirus*.

It was found that primers Begomo-F3/Begomo-R3 (Naganur et al., 2019) detect only ToLCNDV, ACMV and some TYLCV isolates and do not react with TYLCV isolates, while primers GemCP-V-5'/GemCP-C-3' react with TYLCV, ToLCNDV, ACMV and BGMV but do not react with TYLCV.

универсальных праймеров Begomo-F3/Begomo-R3 (Naganur et al., 2019), GemCP-V-5'/GemCP-C-3' (Lecoq, Desbiez, 2012), TY1-6F/TY1-3F/TY-2R (Saison, Gentit, 2015), SPG1/SPG2 (Li et al., 2004) (рис. 1), Beg-CP-F/Beg-580-R (Saison, Gentit, 2015), AV-494/AC-1048 (Wyatt, Brown, 1996) и TY1(+)/TY2(-) (Accotto et al., 2000) по отношению к различным представителям рода *Begomovirus*.

Установлено, что праймеры Begomo-F3/Begomo-R3 (Naganur et al., 2019) выявляют лишь ToLCNDV, ACMV и некоторые изоляты TYLCV и не реагируют с изолятами TYLCSV, а праймеры GemCP-V-5'/GemCP-C-3' реагируют с TYLCV, ToLCNDV, ACMV и BGMV, но не реагируют с TYLCSV.

В двух экспериментах с различными наборами реагентов для ПЦР праймеры Beg-CP-F/Beg-580-R (Saison, Gentit, 2015) реагировали со всеми испытуемыми изолятами TYLCV и TYLCSV, а также с изолятами BGMV и ACMV, но не выявляли изоляты ToLCNDV и WmCSV.

Праймеры SPG1/SPG2 (Li et al., 2004) избирательно реагируют с отдельными изолятами TYLCV и TYLCSV, но эффективно диагностируют изоляты ToLCNDV.

Праймеры AV-494/AC-1048 (Wyatt, Brown, 1996) эффективно выявляют изоляты TYLCV и ToLCNDV, но нестабильно выявляют TYLCSV.

Праймеры TY1(+)/TY2(-) (Accotto et al., 2000) диагностируют изоляты TYLCV и TYLCSV, но не реагируют с изолятами ACMV, BGMV и ToLCNDV.

Наименее узкой специализацией характеризуются праймеры TY1-6F/TY1-3F/TY-2R (Saison, Gentit, 2015), которые реагируют со всеми вышеперечисленными бегомовирусами (табл. 3).

Следующим этапом нашей работы являлась отработка мультиплексных тестов для одновременного выявления в одной реакционной смеси нескольких бегомовирусов. Исследования, проведенные с применением дуплексной ПЦР для одновременного выявления TYLCV и TYLCSV, показали, что праймеры TY-209F/TY-575R и TY-613F/TY-1363R высокоспецифичны к TYLCSV и TYLCV соответственно (Pellegrin et al., 2008). В экспериментах с набором реагентов «Qiagen Multiplex PCR Kit» (Qiagen, США) качественные специфические продукты амплификации были получены для обоих целевых вирусов как при их моноинфекции, так и при смешанной инфекции в различных сочетаниях. При проведении этого теста с набором реагентов «2,5x Mas^{2G}MIX-2025» (ЗАО «Диалат Лтд.», Россия) результаты не отличались от таковых при использовании набора реагентов «Qiagen Multiplex PCR Kit» (Qiagen, США),

In two experiments with different PCR reagent kits, primers Beg-CP-F/Beg-580-R (Saison, Gentit, 2015) reacted with all tested TYLCV and TYLCSV isolates, as well as with BGMV and ACMV isolates, but did not detect ToLCNDV isolates and WmCSV.

Primers SPG1/SPG2 (Li et al., 2004) selectively react with individual TYLCV and TYLCSV isolates but effectively diagnose ToLCNDV isolates.

Primers AV-494/AC-1048 (Wyatt and Brown, 1996) efficiently detect TYLCV and ToLCNDV isolates, but are unstable at detecting TYLCSV.

Primers TY1(+)/TY2(-) (Accotto et al., 2000) diagnose TYLCV and TYLCSV isolates but do not react with ACMV, BGMV, and ToLCNDV isolates.

Primers TY1-6F/TY1-3F/TY-2R (Saison, Gentit, 2015), which react with all of the above begomoviruses, are characterized by the least narrow specialization (Table 3).

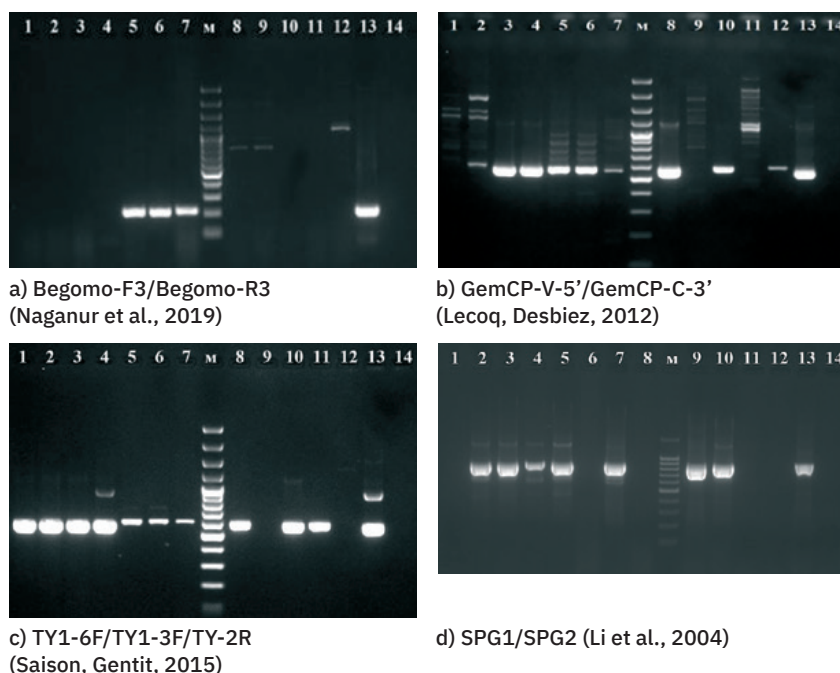


Рис. 1. Электрофореграмма. Результаты испытания универсальных праймеров с референтными изолятами различных бегомовирусов. Выделение ДНК – набором «Проба-НК» (ООО «АгроДиагностика», Россия), проведение ПЦР – набором «5x Mas^{2G}Mix-2025» (ЗАО «Диалат Лтд.», Россия). Образцы: 1 – изолят TYLCSV PV-0561; 2 – изолят TYLCSV PC-0596; 3 – изолят TYLCV PC-0560; 4 – изолят TYLCV PV-0844; 5 – изолят ToLCNDV PC-1109; 6 – изолят ToLCNDV PC-1111; 7 – изолят ACMV PC-0873; 8 – изолят BGMV PV-0462; 9 – изолят BGMV PC-0094 (все – DSMZ); 10 – изолят TYLCV Kaz-1 (ВНИИКР); 11–12 – листья растений томата с симптомами бегомовирусной инфекции; 13 – положительный контроль к TYLCV (Adgen); 14 – отрицательный контроль (вода), М – маркер молекулярного веса.

Fig. 1. Electrophoregram. Results of testing universal primers with reference isolates of various begomoviruses. Isolation of DNA – with the “Proba-NK” kit (AgroDiagnostica, Russia), PCR – with the kit “5x Mas^{2G}Mix-2025” (Dialat Ltd., Russia). Samples: 1 – isolate of TYLCSV PV-0561; 2 – isolate of TYLCSV PC-0596; 3 – isolate of TYLCV PC-0560; 4 – isolate of TYLCV PV-0844; 5 – isolate of ToLCNDV PC-1109; 6 – isolate of ToLCNDV PC-1111; 7 – isolate of ACMV PC-0873; 8 – isolate of BGMV PV-0462; 9 – isolate of BGMV PC-0094 (all – DSMZ); 10 – isolate of TYLCV Kaz-1 (VNIICR); 11–12 – tomato leaves with symptoms of begomovirus infection; 13 – positive control to TYLCV (Adgen); 14 – negative control (water), M – molecular weight marker.

Таблица 3

Итоговая таблица результатов испытаний универсальных праймеров с изолятами изучаемых бегомовирусов

Table 3

Summary table of test results for universal primers with isolates of studied begomoviruses

Объект Object	Праймеры Primers						
	Begomo-F3/ Begomo-R3	GemCP-V-5' (A1GemCP-V)/ GemCP-C-3' (A1GemCP-V)	TY1-6F/ TY1-3F/TY-2R	SPG1/ SPG2	Beg-CP-F/ Beg-580-R	AV-494/ AC-1048	TY1(+)/ TY2(-)
TYLCV PC-0560	—	+	+	+	+	+	+
TYLCV PV-0844	—	+	+	+	+	+	+
TYLCV PC-0588	—	—	+	—	+	+	+
TYLCSV PV-0561	—	—	+	+	+	+	+
TYLCSV PC-0596	—	+	+	+	+	+	+
ToLCNDV PC-1109	+	+	+	+	—	+	—
ToLCNDV PC-1111	+	+	+	+	—	+	—
ACMV PC-0873	+	+	+	—	+	—	—
BGMV PC-0094	—	+	+	+	—	+	—
WmCSV PC-0830	—	—	+	—	—	—	—
TYLCV, +K (Adgen)	—	—	+	—	—	—	—
TYLCV Kaz-1	—	—	+	+	+	+	—
Отрицательный контроль (вода) Negative control (water)	—	—	—	—	—	—	—

«+» – положительный сигнал; «–» – отрицательный сигнал.

“+” – positive signal; “–” – negative signal.

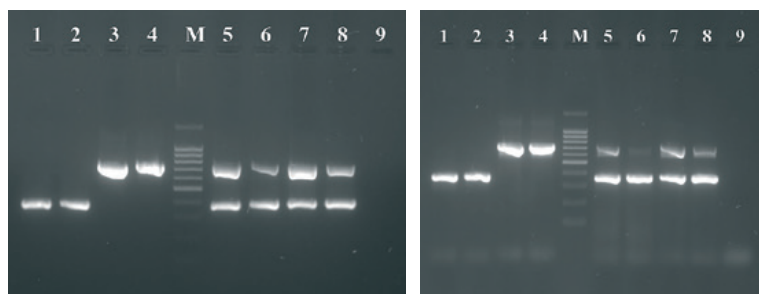
что свидетельствует о высокой воспроизводимости этого теста (рис. 2).

Праймеры TYLCV-P1F/TYLCV-P1R и TYLCSV-P3F/TYLCSV-P3R были разработаны авторами для специфического выявления вируса желтой курчавости листьев томата и вируса желтой курчавости листьев томата Сардиния. Эксперименты, проведенные с ними ранее, показали высокую эффективность этих праймеров, но по технологии дуплексной ПЦР они ранее не испытывались.

При постановке теста с праймерами TYLCV-P1F/TYLCV-P1R + TYLCSV-P3F/TYLCSV-P3R (НМОВБ ВНИИКР) установлено, что эти праймеры позволяют эффективно диагностировать изоляты TYLCV и TYLCSV как при их моноинфекции, так и в смеси в различных сочетаниях. Однако положительный сигнал для изолята TYLCV PV-0844 был слабым (рис. 3). Для получения более качественных продуктов амплификации и повышения чувствительности данный тест нуждается в дальнейшей доработке.

В ходе эксперимента было проведено испытание набора реагентов для ПЦР-РВ к TYLCV и TYLCSV «Tomato yellow leaf curl disease-PB» (ООО «НПФ Синтол», Россия).

В спецификации фирмы-производителя указано, что набор реагентов «Tomato yellow leaf curl disease-PB» позволяет одновременно выявлять в одной реакционной смеси специфичный для Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) фрагмент гена (по каналу флуоресценции



a) Qiagen Multiplex PCR Kit (Qiagen, США)

b) 2,5x Mas^{2c}MIX-2025 (ЗАО «Диалат Лтд.», Россия) (Dialat Ltd., Russia)

Рис. 2. Электрофореграмма. Результаты дуплексного теста для одновременного выявления TYLCV и TYLCSV с праймерами TY-209F/TY-575R (к TYLCSV) и TY-613F/TY-1363R (к TYLCV) (Pellegrin et al., 2008).

Образцы: 1 – TYLCSV PV-0561; 2 – TYLCSV PC-0596; 3 – TYLCV PC-0560; 4 – TYLCV PV-0844; 5 – TYLCSV PV-0561 + TYLCV PC-0560; 6 – TYLCSV PV-0561 + TYLCV PV-0844; 7 – TYLCSV PC-0596 + TYLCV PC-0560; 8 – TYLCSV PC-0596 + TYLCV PV-0844; 9 – отрицательный контроль (вода); M – маркер молекулярного веса.

Fig. 2. Electropherogram. Results of a duplex test for simultaneous detection of TYLCV and TYLCSV with primers TY-209F/TY-575R (for TYLCSV) and TY-613F/TY-1363R (for TYLCV) (Pellegrin et al., 2008). Samples: 1 – TYLCSV PV-0561; 2 – TYLCSV PC-0596; 3 – TYLCV PC-0560; 4 – TYLCV PV-0844; 5 – TYLCSV PV-0561 + TYLCV PC-0560; 6 – TYLCSV PV-0561 + TYLCV PV-0844; 7 – TYLCSV PC-0596 + TYLCV PC-0560; 8 – TYLCSV PC-0596 + TYLCV PV-0844; 9 – negative control (water); M – molecular weight marker.

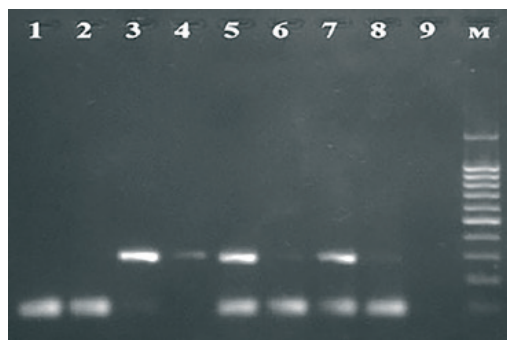


Рис. 3. Электрофореграмма. Результаты дуплексного теста для одновременного выявления TYLCV и TYLCSV с праймерами TYLCV- P1F/TYLCV-P1R (НМОВБ ВНИИКР) и TYLCSV-P3F/TYLCSV-P3R (НМОВБ ВНИИКР). Образцы: 1 – TYLCV PV-0561; 2 – TYLCV PC-0596; 3 – TYLCV PC-0560; 4 – TYLCV PV-0844; 5 – TYLCSV PV-0561 + TYLCV PC-0560; 6 – TYLCSV PV-0561 + TYLCV PV-0844; 7 – TYLCSV PC-0596 + TYLCV PC-0560; 8 – TYLCSV PC-0596 + TYLCV PV-0844; 9 – отрицательный контроль (вода); М – маркер молекулярного веса.

Fig. 3. Electrophoregram. Results of a duplex test for simultaneous detection of TYLCV and TYLCSV with primers TYLCV-P1F/TYLCV-P1R (RMDVB VNIKR) and TYLCSV-P3F/TYLCSV-P3R (RMDVB VNIKR). Samples: 1 – TYLCSV PV-0561; 2 – TYLCSV PC-0596; 3 – TYLCV PC-0560; 4 – TYLCV PV-0844; 5 – TYLCSV PV-0561 + TYLCV PC-0560; 6 – TYLCSV PV-0561 + TYLCV PV-0844; 7 – TYLCSV PC-0596 + TYLCV PC-0560; 8 – TYLCSV PC-0596 + TYLCV PV-0844; 9 – negative control (water); M – molecular weight marker.

FAM/Green) и специфичный для Tomato yellow leaf curl Axarquia virus (TYLCAV), Tomato yellow leaf curl Malaga virus (TYLCMA), Tomato yellow leaf curl Sardinia virus (TYLCSV) фрагмент гена (по каналу флуоресценции ROX/Orange), а также внутренний положительный контроль (по каналу флуоресценции R6G/HEX).

Проведенное испытание подтвердило, что набор реагентов «Tomato yellow leaf curl disease-PB» (ООО «НПФ Синтол», Россия) позволяет одновременно выявлять в одной реакционной смеси изоляты TYLCV и TYLCSV. Однако на высоких пороговых циклах (Cq выше 35) наблюдался ложноположительный сигнал с изолятами ToLCNDV, ACMV и BGMV по каналу FAM и с изолятами TYLCV, ToLCNDV и BGMV по каналу ROX (табл. 4, рис. 4).

ВЫВОДЫ

В серии проведенных экспериментов установлена различная специфичность универсальных праймеров Begomo-F3/Begomo-R3 (Naganur et al., 2019), GemCP-V-5'/GemCP-C-3' (Lecoq, Desbiez, 2012), AV-494/AC-1048 (Wyatt, Brown, 1996) и TY1-6F/TY1-3F/TY-2R (Saison, Gentil, 2015) по отношению к различным представителям

The next stage of our work was the development of multiplex tests for the simultaneous detection of several begomoviruses in one reaction mixture. Duplex PCR studies for the simultaneous detection of TYLCV and TYLCSV showed that primers TY-209F/TY-575R and TY-613F/TY-1363R are highly specific for TYLCSV and TYLCV, respectively (Pellegrin et al., 2008). In experiments with the “Qiagen Multiplex PCR Kit” (Qiagen, USA), high-quality specific amplification products were obtained for both target viruses both in their mono-infection and in mixed infection in various combinations. When conducting this test with the “2.5x Mas²MIX-2025” reagent kit (Dialat Ltd., Russia), the results did not differ from those when using the “Qiagen Multiplex PCR Kit” (Qiagen, USA), which indicates a high reproducibility of this test (Fig. 2).

Primers TYLCV-P1F/TYLCV-P1R and TYLCSV-P3F/TYLCSV-P3R were developed by the authors for the specific detection of tomato yellow leaf curl virus and tomato yellow leaf curl Sardinia virus. Previous experiments with them have shown the high efficiency of these primers, but they have not been tested using duplex PCR technology before.

When performing a test with primers TYLCV-P1F/TYLCV-P1R + TYLCSV-P3F/TYLCSV-P3R (RMDVB VNIKR), it was found that these primers allow for the effective diagnosis of TYLCV and TYLCSV isolates both in their mono-infection and in mixtures in various combinations. However, the positive signal for the TYLCV PV-0844 isolate was weak (Fig. 3). To obtain better amplification products and increase sensitivity, this test needs further development.

During the experiment, the reagent kit for RT-PCR to TYLCV and TYLCSV “Tomato yellow leaf curl disease-RT” was tested (Syntol, Russia).

The manufacturer’s specification states that the “Tomato yellow leaf curl disease-RT” reagent kit allows simultaneous detection in one reaction mixture of

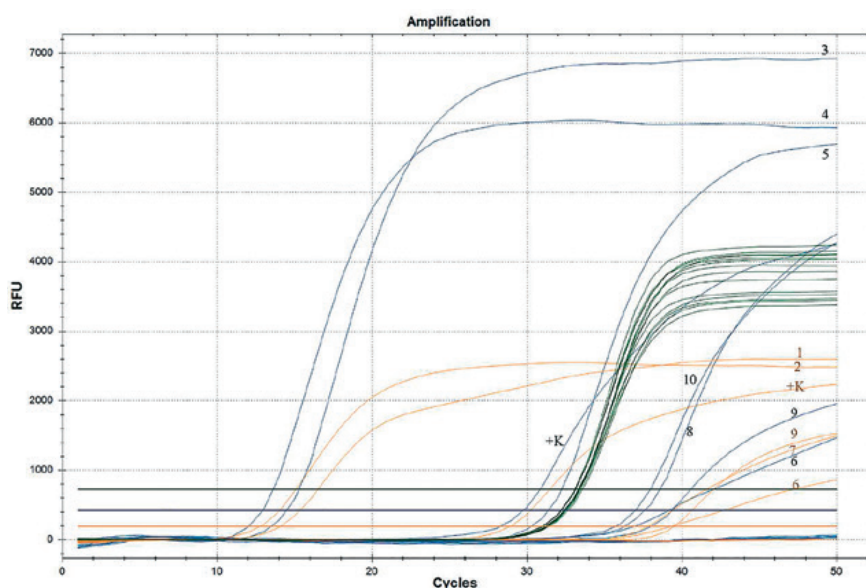


Рис. 4. Кривые амплификации для набора реагентов «Tomato yellow leaf curl disease-PB» (ООО «НПФ Синтол», Россия). RFU – интенсивность флуоресценции.

Fig. 4. Amplification curves for the reagent kit “Tomato yellow leaf curl disease-RT” (Syntol, Russia). RFU – fluorescence intensity.

Таблица 4

Результаты амплификации с набором реагентов «Tomato yellow leaf curl disease-PB» с изолятами некоторых бегомовирусов

Table 4

Amplification results with the “Tomato yellow leaf curl disease-RT” reagent kit with some begomoviruses isolates

№ п/п	Изоляты Isolates	Пороговый цикл (Cq) Threshold cycle (Cq)		
		FAM (TYLCV)	ROX (TYLCSV)	HEX (внутренний контроль) (internal control)
1	TYLCSV PV-0561	N/A	14,11	33,34
2	TYLCSV PC-0596	N/A	12,78	33,57
3	TYLCV PC-0560	14,46	N/A	33,30
4	TYLCV PC-0588	12,93	N/A	33,13
5	TYLCV PV-0844	31,37	39,35	33,48
6	ToLCNDV PC-1109	39,17	37,83	33,38
7	ToLCNDV PC-1111	N/A	N/A	33,33
8	ACMV PC-0873	37,58	N/A	33,38
9	BGMV PC-0094	39,36	39,48	33,08
10	BGMV PV-0462	37,01	N/A	33,34
11	WmCSV PC-0830	N/A	N/A	33,13
12	Отрицательный контроль Negative control	N/A	N/A	33,40
13	Положительный контроль Positive control	29,75	28,95	33,37

N/A – вирус не обнаружен.

N/A – virus not detected.

рода *Begomovirus*. Установлено, что наиболее высокой универсальностью характеризуются праймеры TY1-6F/TY1-3F/TY-2R (Saison, Gentit, 2015), которые реагируют со всеми вышеперечисленными бегомовирусами и могут быть рекомендованы для проведения скрининговых тестов на наличие комплекса бегомовирусов с последующим секвенированием продуктов амплификации.

Проведены испытания дуплексного теста на наличие TYLCV и TYLCSV с праймерами TY-209F/TY-575R + TY-613F/TY-1363R (Pellegrin et al., 2008) и TYLCV-P1F/TYLCV-P1R + TYLCSV-P3F/TYLCSV-P3R (НМОВБ ВНИИКР). Обе комбинации праймеров показали свою перспективность. Работа с этими праймерами будет продолжена.

Установлено, что набор реагентов «Tomato yellow leaf curl disease-PB» (ООО «НПФ Синтол», Россия) позволяет одновременно выявлять в одной реакционной смеси изоляты TYLCV и TYLCSV. Однако на высоких пороговых циклах (Cq выше 35) может наблюдаться ложноположительный сигнал с изолятами других нецелевых бегомовирусов.

Благодарность. Авторы выражают свою признательность сотрудникам научно-методического отдела вирусологии и бактериологии ФГБУ «ВНИИКР» за помощь в проведении исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Accotto G., Navas-Castillo J., Noris E., Moriones E., Louro D., 2000. Typing of Tomato yellow leaf

a gene fragment specific for Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) (via the FAM/Green fluorescence channel) and specific for Tomato yellow leaf curl Axarquia virus (TYLCAX), Tomato yellow leaf curl Malaga virus (TYLCMA), Tomato yellow leaf curl Sardinia virus (TYLCSV) gene fragment (via the ROX/Orange fluorescence channel), as well as internal positive control (via the R6G/HEX fluorescence channel).

The test performed confirmed that the “Tomato yellow leaf curl disease-RT” reagent kit (Syntol, Russia) allows simultaneous detection of TYLCV and TYLCSV isolates in one reaction mixture. However, at high threshold cycles (Cq above 35), a false positive signal was observed with ToLCNDV, ACMV, and BGMV isolates via the FAM channel and with TYLCV, ToLCNDV, and BGMV isolates via the ROX channel (Table 4, Fig. 4).

CONCLUSION

In a series of experiments, different specificities of the universal primers Begomo-F3/Begomo-R3 (Naganur et al., 2019), GemCP-V-5'/GemCP-C-3' (Lecoq, Desbiez, 2012), AV-494/AC-1048 (Wyatt, Brown, 1996) and TY1-6F/TY1-3F/TY-2R (Saison, Gentit, 2015) in relation to various members of the *Begomovirus* genus

was established. It has been stated that primers TY1-6F/TY1-3F/TY-2R (Saison, Gentit, 2015), which react with all of the above begomoviruses and can be recommended for screening tests for the presence of the begomovirus complex with subsequent sequencing of amplification products, are characterized by the highest versatility.

A duplex test for the presence of TYLCV and TYLCSV was tested with primers TY-209F/TY-575R + TY-613F/TY-1363R (Pellegrin et al., 2008) and TYLCV-P1F/TYLCV-P1R + TYLCSV-P3F/TYLCSV-P3R (RMDVB VNIKR). Both primer combinations showed their promise. Work with these primers will continue.

It was found that the “Tomato yellow leaf curl disease-RT” reagent kit (Syntol, Russia) allows simultaneous detection of TYLCV and TYLCSV isolates in one reaction mixture. However, at high threshold cycles (Cq above 35) a false positive signal may be observed with isolates of other non-target begomoviruses.

Acknowledgement. The authors express their gratitude to the specialists of Research and Methodology Department of Virology and Bacteriology, FGBU “VNIKR”, for their help in conducting research.

REFERENCES

1. Accotto G., Navas-Castillo J., Noris E., Moriones E., Louro D. Typing of Tomato yellow leaf curl

curl viruses in Europe. – *European Journal of Plant Pathology*, Vol. 106: 179–186.

2. Brown J.K., 2010. Phylogenetic biology of the *Bemisia tabaci* sibling species group. – In: *Bemisia: Bionomics and Management of a Global Pest*. Springer, Netherlands: 31–67.

3. Brown J., Zerbini F., Navas-Castillo J., Moriones E., Ramos-Sobrinho R., Silva J.C.F., Fiallo-Olivé E., Briddon R.W., Hernández-Zepeda C., Idris A., Malathi V.G., Martin D.P., Rivera-Bustamante R., Ueda S., Varsani A., 2015. Revision of *Begomovirus* taxonomy based on pairwise sequence comparisons. – *Archives of Virology*, Vol. 160: 1593–1619.

4. Lecoq H., Desbiez C., 2012. Viruses of cucurbit crops in the Mediterranean region: an ever-changing picture. – *Adv. Virus Res.*, Vol. 84: 67–126.

5. Li R., Salih S., Hurtt S., 2004. Detection of geminiviruses in sweetpotato by polymerase chain reaction. – *Plant Disease*, Vol. 88: 1347–1351.

6. Naganur P., Premchand U., Shankarappa K.S., Mesta R.K., Manjunatha C., Patil C.V., 2019. Development of a Loop-Mediated Isothermal Amplification assay for detection of Tomato leaf curl New Delhi virus in ridge gourd [*Luffa acutangula* (L.) Roxb.]. – *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, 8 (9): 2282–2295.

7. Pellegrin F., Mnari-Hattab M., Tahiri A., Dalleau-Clouet C., Peterschmitt M., Bonato O., 2008. First report of simultaneous presence of Tomato yellow leaf curl Sardinia virus and Tomato yellow leaf curl Israel virus infecting crops and weeds in Tunisia. – *Journal of Plant Pathology*, Vol. 90: 145.

8. Saison A., Gentit P. Development of a polyvalent detection method for Begomoviruses presenting a threat to the European tomato industry. – TESTA – EPPO Conference on diagnostics for plant pests 30 to 02/12/2015.

9. Wyatt S., Brown J., 1996. Detection of subgroup III geminivirus isolates in leaf extracts by degenerate primers and polymerase chain reaction. – *Phytopathology*, Vol. 86: 1288–1293.

10. European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) [Электронный ресурс]. – URL: <https://gd.eppo.int> (дата обращения: 15.11.2022).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Лозовая Евгения Николаевна, научный сотрудник отдела аспирантуры ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия; e-mail: evgeniyaf@mail.ru.

Приходько Юрий Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник научно-методического отдела вирусологии и бактериологии ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия; e-mail: prihodko_yuri59@mail.ru.

Живаева Татьяна Степановна, научный сотрудник научно-методического отдела вирусологии и бактериологии ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия; e-mail: zhivaeva.vniikr@mail.ru.

Шнейдер Юрий Андреевич, кандидат биологических наук, начальник научно-методического и экспериментального центра, ведущий научный сотрудник ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия; ORCID 0000-0002-7565-1241, e-mail: yury.shneyder@mail.ru.

viruses in Europe. *European Journal of Plant Pathology*, 2000; Vol. 106: 179–186.

2. Brown J.K. Phylogenetic biology of the *Bemisia tabaci* sibling species group. In: *Bemisia: Bionomics and Management of a Global Pest*. Springer, Netherlands, 2010; 31–67.

3. Brown J., Zerbini F., Navas-Castillo J., Moriones E., Ramos-Sobrinho R., Silva J.C.F., Fiallo-Olivé E., Briddon R.W., Hernández-Zepeda C., Idris A., Malathi V.G., Martin D.P., Rivera-Bustamante R., Ueda S., Varsani A. Revision of *Begomovirus* taxonomy based on pairwise sequence comparisons. *Archives of Virology*, 2015; Vol. 160: 1593–1619.

4. Lecoq H., Desbiez C. Viruses of cucurbit crops in the Mediterranean region: an ever-changing picture. *Adv. Virus Res.*, 2012; Vol. 84: 67–126.

5. Li R., Salih S., Hurtt S. Detection of geminiviruses in sweetpotato by polymerase chain reaction. *Plant Disease*, 2004; Vol. 88: 1347–1351.

6. Naganur P., Premchand U., Shankarappa K.S., Mesta R.K., Manjunatha C., Patil C.V. Development of a Loop-Mediated Isothermal Amplification assay for detection of Tomato leaf curl New Delhi virus in ridge gourd [*Luffa acutangula* (L.) Roxb.]. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, 2019; 8 (9): 2282–2295.

7. Pellegrin F., Mnari-Hattab M., Tahiri A., Dalleau-Clouet C., Peterschmitt M., Bonato O. First report of simultaneous presence of Tomato yellow leaf curl Sardinia virus and Tomato yellow leaf curl Israel virus infecting crops and weeds in Tunisia. *Journal of Plant Pathology*, 2008; Vol. 90: 145.

8. Saison A., Gentit P. Development of a polyvalent detection method for Begomoviruses presenting a threat to the European tomato industry. – TESTA – EPPO Conference on diagnostics for plant pests 30 to 02/12/2015.

9. Wyatt S., Brown J. Detection of subgroup III geminivirus isolates in leaf extracts by degenerate primers and polymerase chain reaction. *Phytopathology*, 1996; Vol. 86: 1288–1293.

10. European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) [Electronic resource]. URL: <https://gd.eppo.int> (last accessed: 15.11.2022).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Evgenia Lozovaya, Researcher, Postgraduate Department, FGBU “VNIICR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; e-mail: evgeniyaf@mail.ru.

Yuri Prikhodko, PhD in Agriculture, Leading Researcher, Research and Methodology Department of Virology and Bacteriology, FGBU “VNIICR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; e-mail: prihodko_yuri59@mail.ru.

Tatyana Zhivaeva, Researcher, Research and Methodology Department of Virology and Bacteriology, FGBU “VNIICR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; e-mail: zhivaeva.vniikr@mail.ru.

Yuri Shneyder, PhD in Biology, Head of Research and Methodology and Experimental Center, Leading Researcher, FGBU “VNIICR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; ORCID 0000-0002-7565-1241, e-mail: yury.shneyder@mail.ru.

Вирус штриховатой мозаики ячменя – опасный патоген, влияющий на экспортный потенциал Российской Федерации

Н.А. ХОРИНА¹, А.А. ЛОПАТКИН², Т.С. ЖИВАЕВА³,
Ю.Н. ПРИХОДЬКО⁴, Ю.А. ШНЕЙДЕР⁵

¹ Приморский филиал ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), г. Владивосток, Россия

² ООО «ПарсекЛаб», г. Москва, Россия

^{3,4,5} ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия

¹ e-mail: nkhorina83@yandex.ru

² e-mail: lopatkin86@mail.ru

³ e-mail: zhivaeva.vniikr@mail.ru

⁴ e-mail: prihodko_yuri59@mail.ru

⁵ ORCID 0000-0002-7565-1241,
e-mail: yury.shneyder@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Экспорт зерновых культур – важная часть экономики России. В связи с международным продовольственным кризисом зерновые становятся стратегическим сырьем. Урожайность зерновых культур зависит от многих факторов, в том числе от качества семенного материала и устойчивости растений к многочисленным заболеваниям. Вирус штриховатой мозаики ячменя является опасным заболеванием, поражающим зерновые культуры, ячмень и пшеницу, а в экспериментальных условиях – ряд других растений семейств Мятликовые (Poaceae) и Амарантовые (Amaranthaceae). Этот вирус входит в перечни карантинных вредных организмов многих стран – импортеров российского зерна, в том числе лидеров по импорту – Турции и Египта. Целью наших исследований являлась оценка методов диагностики и сравнение результатов, полученных как в ходе оценки применимости, так и с реальными растительными образцами, собранными в процессе научного мониторинга. В статье представлен обзор, краткая характеристика вируса, его особенности, а также результаты апробации современных методов выявления и идентификации. В ходе испытаний тест-систем использовали положительные контроли и референтные изоляты вирусов, поражающих зерновые культуры и потенциально затрудняющих диагностику из-за ложноположительных результатов.

Результаты оценки специфичности и чувствительности тест-системы для иммуноферментного анализа показали высокую чувствительность и специфичность со всеми исследуемыми в экспериментах вирусами, в связи с чем было принято решение провести скрининг-тестирование отобранных в ходе изучения фитосанитарного состояния посевов зерновых культур. Было выявлено большое количество сероположительных образцов, которые в дальнейшем подвергали тестированию

Barley stripe mosaic virus – a serious pathogen affecting the export potential of the Russian Federation

N.A. KHORINA¹, A.A. LOPATKIN², T.S. ZHIVAEVA³,
YU.N. PRIKHODKO⁴, YU.A. SHNEYDER⁵

¹ Primorsky branch of FGBU “All-Russian Plant Quarantine Center” (FGBU “VNIIKR”), Vladivostok, Russia

² Parseq Lab, Moscow, Russia

^{3,4,5} FGBU “VNIIKR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia

¹ e-mail: nkhorina83@yandex.ru

² e-mail: lopatkin86@mail.ru

³ e-mail: zhivaeva.vniikr@mail.ru

⁴ e-mail: prihodko_yuri59@mail.ru

⁵ ORCID 0000-0002-7565-1241,
e-mail: yury.shneyder@mail.ru

ABSTRACT

The export of grain crops is an important part of the Russian economy. In connection with the international food crisis, grains are becoming a strategic raw material. The yield of grain crops depends on many factors, including the quality of seed material and plant resistance to numerous diseases. Barley stripe mosaic virus is a serious disease affecting grain crops, barley and wheat, and in experimental conditions – some other Poaceae and Amaranthaceae plants. This virus is included in the quarantine pest lists of many countries importing Russian grain, including the leaders in imports – Turkey and Egypt. The purpose of our studies was to evaluate diagnostic methods and compare the results obtained both during the applicability assessment and with real plant samples collected during scientific monitoring. The article presents an overview, a brief description of the virus, its peculiarities, as well as the results of testing modern detection and identification methods. During testing of test systems, positive controls and reference isolates of viruses that infect crops and potentially complicate diagnosis due to false positive results were used.

The results of assessing the specificity and sensitivity of the test system for enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) showed high sensitivity and specificity with all the viruses studied in the experiments, and therefore it was decided to conduct screening testing of grain crops selected during the study of the phytosanitary state of crops. A large number of seropositive samples were identified, which were subsequently subjected to testing by molecular methods – Russian test kits for the polymerase chain reaction (PCR). The test results showed that all seropositive samples did

молекулярными методами – тест-наборами для полимеразной цепной реакции (ПЦР) отечественного производства. Результаты тестирования показали, что во всех сероположительных образцах не подтвердилось наличие целевого вируса, в связи с чем необходимо провести дополнительное исследование причин ложноположительных реакций.

Ключевые слова. Barley stripe mosaic virus, карантин растений, экспорт, злаки, ячмень, пшеница, штриховатая мозаика ячменя, BSMV.

ВВЕДЕНИЕ

Российская Федерация традиционно является одним из ведущих экспортеров зерновых культур в мире. Российское зерно экспортируется более чем в 130 стран мира. Согласно данным Федеральной таможенной службы, основными покупателями зерна российского происхождения в последние годы являются Турция, Египет, Иран, Саудовская Аравия, Бангладеш, Азербайджан, Судан, Нигерия, Казахстан, Грузия, Ливия, Израиль, Иордания (<http://stat.customs.ru>).

В 2019 г. российскими аграриями было собрано 121,2 млн т зерна (74,4 млн т пшеницы, 20,5 млн т ячменя, 14,2 млн т кукурузы), в рекордном 2020-м – 133,5 млн т зерна (85,9 млн т пшеницы, 20,9 млн т ячменя, 13,9 млн т кукурузы), в 2021-м – 121,4 млн т зерна (76,1 млн т пшеницы, 18,0 млн т ячменя, 15,2 млн т кукурузы) (<https://rosstat.gov.ru>, <http://www.fao.org>).

На экспорт в 2019 г. было отправлено 39,4 млн т зерна (31,9 млн т пшеницы и 3,94 млн т ячменя), в 2020-м – 48,61 млн т (38,4 млн т пшеницы и 6,00 млн т ячменя), в 2021-м – 42,9 млн т (32,5 млн т пшеницы и 5,1 млн т ячменя), что составляет не менее 35% от общего собранного урожая (<https://rosstat.gov.ru>, <http://stat.customs.ru>).

Зерновые культуры – высоколиквидный товар на внешнем рынке. Доходы России от экспорта всех зерновых культур в 2019–2021 гг. составили около 30 млрд долларов США. Экспортный потенциал напрямую зависит от урожайности зерновых культур (Гребенников и др., 2020). Одним из факторов, снижающих урожайность и валовые сборы зерна, является заражение многочисленными грибными, бактериальными и вирусными болезнями. При поражении вирусами угнетаются растения, снижается качество и количество получаемого урожая, а ослабление растений способствует их восприимчивости к заражению другими фитопатогенами. Наибольшую потенциальную опасность представляют вирусы, передающиеся семенами растений-хозяев. Такие вирусы сохраняются в зерне в латентной форме, что при отсутствии контроля способствует перемещению вируса на дальние расстояния. При посеве зараженных семян из них развиваются ослабленные растения, которые в дальнейшем дают меньший урожай или вовсе погибают. Кроме этого, при посеве зараженных семян вирусы

not confirm the presence of the target virus, and therefore it is necessary to conduct additional research into the causes of false positive reactions.

Key words. Barley stripe mosaic virus, plant quarantine, export, cereals, barley, wheat, barley stripe mosaic, BSMV.

INTRODUCTION

The Russian Federation is traditionally one of the leading exporters of grain crops in the world. Russian grain is exported to more than 130 countries of the world. According to the Federal Customs Service, the main buyers of grain of Russian origin in recent years are Turkey, Egypt, Iran, Saudi Arabia, Bangladesh, Azerbaijan, Sudan, Nigeria, Kazakhstan, Georgia, Libya, Israel, Jordan (<http://stat.customs.ru>).

In 2019, Russian farmers harvested 121.2 million tons of grain (74.4 million tons of wheat, 20.5 million tons of barley, 14.2 million tons of corn), in the record 2020 – 133.5 million tons of grain (85.9 million tons of wheat, 20.9 million tons of barley, 13.9 million tons of corn), in 2021 – 121.4 million tons of grain (76.1 million tons of wheat, 18.0 million tons of barley, 15.2 million tons of corn) (<https://rosstat.gov.ru>, <http://www.fao.org>).

In 2019, 39.4 million tons of grain were sent for export (31.9 million tons of wheat and 3.94 million tons of barley), in 2020 – 48.61 million tons (38.4 million tons of wheat and 6.00 million tons of barley), in 2021 – 42.9 million tons (32.5 million tons of wheat and 5.1 million tons of barley), which is at least 35% of the total harvested crop (<https://rosstat.gov.ru>, <http://stat.customs.ru>).

Cereal crops are highly liquid goods on the foreign market. Russia's income from the export of all grain crops in 2019–2021 amounted to about 30 billion US dollars. The export potential depends directly on the yield of grain crops (Grebennikov et al., 2020). One of the factors that reduces the yield and gross harvest of grain is infection with numerous fungal, bacterial and viral diseases. When affected by viruses, plants are inhibited, the quality and quantity of the crop is reduced, and the weakening of plants contributes to their susceptibility to infection by other phytopathogens. Viruses transmitted by the seeds of host plants pose the greatest potential threat. Such viruses remain in the grain in a latent form, which, if not controlled, contributes to the movement of the virus over long distances. When sowing infected seeds, weakened plants develop from them, which later give a smaller yield or even die. In addition, when infected seeds are sown, viruses are

распространяются горизонтально – механически, с помощью насекомых-переносчиков или прочих векторов.

Высококчувствительные методы диагностики фитопатогенных вирусов являются основой отбора здорового семенного материала и решают потенциальные проблемы при совершении экспортно-импортных операций с зерном. В ФГБУ «ВНИИКР» проводятся исследования по выявлению и идентификации вирусов зерновых культур, влияющих на экспортный потенциал Российской Федерации, а также разработка методов их молекулярно-генетической идентификации и дифференциации (Лопаткин и др., 2020; Zvyaginseva et al., 2021).

Одним из опасных патогенов зерновых является вирус штриховатой мозаики ячменя (Barley stripe mosaic virus, BSMV). Впервые это заболевание, отмеченное в 1910 г. в США в штате Висконсин, было описано как ложная штриховатость ячменя («ложная полосатая мозаика»). Оно считалось непаразитарным. Только спустя 40 лет, в 1951 г. Мак-Кинни доказал вирусную природу заболевания, в 1954 г. Хадборг подтвердил эти данные (Крылов и др., 1980).

Согласно литературным источникам, на территории бывшего СССР штриховатая мозаика ячменя была выявлена в 1960 г. в Московской области. В последующие годы регистрировались случаи обнаружения этого заболевания в Ленинградской, Оренбургской, Самарской, Свердловской, Тамбовской, Ульяновской областях, а также в Алтайском, Краснодарском и Приморском краях (Герасимов, 1966; Макеева, Богоутдинов, 1993; Богоутдинов и др., 2017; Какарека и др., 2020). В Приморье, по информации ряда исследователей, BSMV является наиболее широко распространенным вирусом зерновых культур и ежегодно поражает около трети посевов ячменя и пшеницы (Какарека и др., 2020). В последнее время массовых обследований посевов зерновых не проводилось, поэтому точных данных о распространении патогена нет.

Согласно данным Европейской и Средиземноморской организации по карантину и защите растений (ЕОКЗР) BSMV официально зарегистрирован в следующих странах:

Африка: Египет, ЮАР, Тунис;

Америка: Аргентина, Бразилия, Канада, Мексика, Перу, США;

Азия: Китай, Израиль, Япония, Иордания, Республика Корея, Ливан, Пакистан, Сирия, Тайвань;

Европа: Болгария, Чехия, Дания, Греция, Венгрия, Молдавия, Польша, Португалия, Румыния, Россия, Сербия, Словакия, Словения, Швейцария, Украина;

Океания: Австралия, Новая Зеландия (<https://gd.eppo.int>).

С 1975 по 1999 г. BSMV входил в Перечень карантинных организмов ЕОКЗР, но затем был исключен из этого перечня в связи с широкой распространенностью. Однако во многих странах мира штриховатая мозаика ячменя является карантинным объектом, в том числе и странах – импортерах российского зерна: Бахрейн, Египет – Список A2, Турция, Чили, Уругвай, Иордания, Грузия, Бразилия, Узбекистан – карантинный организм, отсутствующий на территории стран (A1). В Израиле BSMV включен в карантинный перечень (<https://gd.eppo.int>).

spread horizontally – mechanically, with the help of insect vectors or other vectors.

Highly sensitive methods for diagnosing phytopathogenic viruses are the basis for the selection of healthy seed material and solve potential problems when performing export-import operations with grain. FGBU “VNIICR” conducts research on the detection and identification of crop viruses that affect the export potential of the Russian Federation, as well as the development of methods for their molecular genetic identification and differentiation (Lopatkin et al., 2020; Zvyaginseva et al., 2021).

One of the serious grain crops pathogens is barley stripe mosaic virus (BSMV). This disease, noted in 1910 in the USA in the state of Wisconsin, was first described as false barley stripes (“false striped mosaic”). It was considered non-parasitic. It was only 40 years later, in 1951, when McKinney proved the viral nature of the disease, in 1954 Hadborg confirmed these data (Krylov et al., 1980).

According to literary sources, barley stripe mosaic was detected in the territory of the former USSR in 1960 in Moscow Oblast. In subsequent years, cases of detection of this disease were recorded in the Leningrad Oblast, Orenburg Oblast, Samara Oblast, Sverdlovsk Oblast, Tambov Oblast, Ulyanovsk Oblast, as well as in Altai Krai, Krasnodar Krai and Primorsky Krai (Gerasimov, 1966; Makeeva, Bogoutdinov, 1993; Bogoutdinov et al., 2017; Kakareka et al., 2020). In Primorye, according to some researchers, BSMV is the most widespread virus in grain crops and annually infects about a third of barley and wheat crops (Kakareka et al., 2020). Recently, mass surveys of grain crops have not been carried out, so there is no accurate data on the spread of the pathogen.

According to the European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO), BSMV is officially reported in the following countries:

Africa: Egypt, South Africa, Tunisia;

America: Argentina, Brazil, Canada, Mexico, Peru, USA;

Asia: China, Israel, Japan, Jordan, Republic of Korea, Lebanon, Pakistan, Syria, Taiwan;

Europe: Bulgaria, Czech Republic, Denmark, Greece, Hungary, Moldova, Poland, Portugal, Romania, Russia, Serbia, Slovakia, Slovenia, Switzerland, Ukraine;

Oceania: Australia, New Zealand (<https://gd.eppo.int>).

From 1975 to 1999, BSMV was included in the EPPO Quarantine Pest List, but then was removed from it due to its widespread occurrence. However, in many countries, BSMV is a quarantine pest, including countries importing Russian grain: Bahrain, Egypt – List A2, Turkey, Chile, Uruguay, Jordan, Georgia, Brazil, Uzbekistan – a quarantine pest, absent in the territory of the country (A1). In Israel, BSMV is on the quarantine list (<https://gd.eppo.int>).

The main host plants for BSMV are barley (*Hordeum vulgare*) and wheat (*Triticum aestivum*, *Triticum durum*) (<https://gd.eppo.int>). More rarely, the infection occurs on oats (*Avena sativa*) (McKinney, Greeley,

Основными растениями – хозяевами BSMV являются ячмень (*Hordeum vulgare*) и пшеница (*Triticum aestivum*, *Triticum durum*) (<https://gd.eppo.int>). Реже инфекция встречается на овсе (*Avena sativa*) (McKinney, Greeley, 1965; Atabekov, Novikov, 1989; Jackson et al., 2009). В Приморском крае BSMV идентифицирован в качестве возбудителя хлоротической полосатости кукурузы, что является первым случаем выявления этого вируса на данной культуре (Гапека и др., 2018; Gapeka et al., 2018). Также в Приморском крае вирус штриховатой мозаики был выявлен на растениях пырея ползучего (*Elytrigia repens*) и щетинника низкого (*Setaria pumila*) (Gapeka et al., 2018). По данным ЕОКЗР, в экспериментальных условиях BSMV заражает овес пустой (*Avena fatua*), рожь (*Secale cereale*), кукурузу (*Zea mays*), рис (*Oryza sativa*), сорго (*Sorghum bicolor*), просо (*Panicum miliaceum*), марь (*Chenopodium album*, *Chenopodium giganteum*), киноа (*Chenopodium quinoa*), шпинат (*Spinacia oleracea*), свеклу (*Beta vulgaris*) и табак (*Nicotiana tabacum*) (<https://gd.eppo.int>).

Вирус штриховатой мозаики ячменя является типовым видом рода *Hordeivirus* (Hamilton, Jackson, 1995) семейства Virgaviridae. Частицы BSMV представляют собой жесткие палочковидные вирионы диаметром около 20 нм и длиной от 100 до 150 нм в зависимости от размера инкапсулируемой РНК. Молекулярная масса наиболее крупных вирусных частиц составляет около 26 кДа, при этом единственный белок оболочки имеет молекулярную массу около 22 кДа (Atabekov, Novikov, 1989; Adams et al., 2011). У вирионов BSMV отчетливо просматривается осевой канал, имеющий диаметр около 3–4 нм, и спиральная структура с шагом спирали 2,5–2,6 нм (Gibbs et al., 1963). Геном BSMV, как и у других представителей рода *Hordeivirus*, состоит из трех молекул однонитевой РНК (α , β и γ , размером 3,8 тыс. оснований (т. о.), 3,3 т. о. и 3,2 т. о. соответственно) (Hamilton, Jackson, 1995). Все 3 геномные РНК необходимы для заражения растения (Petty et al., 1990).

Несмотря на многолетнее изучение вируса штриховатой мозаики ячменя, его естественные природные переносчики до сих пор не установлены (Carroll, 1981; Atabekov, Novikov, 1989). Инфекция может передаваться через механический контакт листьев здоровых и пораженных растений (Развязкина, 1975), из-за чего вирус быстро распространяется в поле от растения к растению (Carroll, 1981). Но основным способом распространения вируса являются зараженные семена. Семенная инфекция BSMV впервые была установлена в 1954 г. (Gold et al., 1954), а затем исследована различными авторами с использованием методов электронной микроскопии, биотестов и серологии. Процент передачи заболевания, по разным данным, составляет от 90 до 100% (Gold et al., 1954) и зависит от штамма вируса, стадии развития растений в момент заражения и температуры окружающей среды (Singh et al., 1960). BSMV способен длительное время сохраняться в пораженных зерновках. В частности, установлено, что хранение инфицированных семян в течение более 5 лет не оказывало существенного влияния на инфекционность вируса (Развязкина, 1975; Makkouk, Attar, 2001), он сохранялся, даже когда сами семена уже потеряли свою всхожесть (Развязкина, 1975).

1965; Atabekov, Novikov, 1989; Jackson et al., 2009). In Primorsky Krai, BSMV was identified as the causative agent of MCMV, which is the first case of detection of this virus on this crop (Gapeka et al., 2018). Also, in Primorsky Krai, BSMV was detected on plants of couch grass (*Elytrigia repens*) and yellow foxtail (*Setaria pumila*) (Gapeka et al., 2018). According to EPPO, under experimental conditions, BSMV infects empty oats (*Avena fatua*), rye (*Secale cereale*), maize (*Zea mays*), rice (*Oryza sativa*), sorghum (*Sorghum bicolor*), millet (*Panicum miliaceum*), pigweed (*Chenopodium album*, *Chenopodium giganteum*), quinoa (*Chenopodium quinoa*), spinach (*Spinacia oleracea*), beet (*Beta vulgaris*) and tobacco (*Nicotiana tabacum*) (<https://gd.eppo.int>).

BSMV is a type species of the genus *Hordeivirus* (Hamilton, Jackson, 1995) family Virgaviridae. BSMV particles are rigid, rod-shaped virions about 20 nm in diameter and 100 to 150 nm in length, depending on the size of the encapsulated RNA. The molecular weight of the largest viral particles is about 26 kDa, while the only envelope protein has a molecular weight of about 22 kDa (Atabekov, Novikov, 1989; Adams et al., 2011). BSMV virions clearly show an axial channel with a diameter of about 3–4 nm and a helical structure with a helical pitch of 2.5–2.6 nm (Gibbs et al., 1963). The BSMV genome, like that of other members of the *Hordeivirus* genus, consists of three single-stranded RNA molecules (α , β and γ , 3.8 kb in size, 3.3 kb and 3.2 kb respectively) (Hamilton and Jackson, 1995). All 3 genomic RNAs are required to infect a plant (Petty et al., 1990).

Despite many years of study of BSMV, its natural vectors have not yet been determined (Carroll, 1981; Atabekov and Novikov, 1989). The infection can be transmitted through mechanical contact between the leaves of healthy and diseased plants (Razvyazkina, 1975), due to which the virus quickly spreads from plant to plant in the field (Carroll, 1981). But the main way the virus spreads is through infected seeds. Seed infection with BSMV was first detected in 1954 (Gold et al., 1954) and subsequently investigated by various authors using electron microscopy, bioassays, and serology. The percentage of disease transmission, according to various sources, ranges from 90 to 100% (Gold et al., 1954) and depends on the virus strain, the stage of plant development at the time of infection, and the ambient temperature (Singh et al., 1960). BSMV is able to persist for a long time in the affected caryopses. In particular, it was found that the storage of infected seeds for more than 5 years did not significantly affect the infectivity of the virus (Razvyazkina, 1975; Makkouk, Attar, 2001), it persisted even when the seeds themselves had already lost their germination capacity (Razvyazkina, 1975).

In addition to seeds, the phytopathogen spreads with the pollen of infected plants (Gold et al., 1954; Razvyazkina, 1975). The contamination of pollen grains varies from 10 to 35% (Carroll and Mayhew, 1976). This method can ensure the infection of plants growing at some distance from the outbreak of the virus (Jackson et al., 1989).

There are numerous BSMV strains that cause different disease symptoms and vary in seed transfer

Помимо семян фитопатоген распространяется с пылью зараженных растений (Gold et al., 1954; Развязкина, 1975). Заражение пылевых зерен варьирует от 10 до 35% (Carroll, Mayhew, 1976). Этот способ может обеспечить заражение растений, произрастающих на некотором удалении от очага вируса (Jackson et al., 1989).

Существуют многочисленные штаммы BSMV, вызывающие различные симптомы болезни и различающиеся по эффективности переноса с семенами (Jackson et al., 2009). На ячмене, пшенице и овсе были описаны несколько изолятов BSMV, существенно различающиеся по вызываемым ими симптомам, которые получили название латентного, слабого, умеренного, сурового и некротического штаммов. Были отмечены также изоляты, вызывающие карликовость растений и пожелтение листьев (McKinney, Greeley, 1965). Позднее были описаны изоляты BSMV, получившие название Туре («типовой»), Russian («русский»), Norwich, North Dakota 18 (ND18), Argentina mild (AM) и Rothamsted (Jackson, Brakke, 1973). Способность к переносу семенами у изолятов вируса различна. Некоторые изоляты редко заражают зародыш семян, некоторые инактивируются в процессе прорастания семян (Singh et al., 1960; Carroll, 1972). Большинство дивергентных изолятов было описано в ранний период изучения вируса, и их генетические особенности не были изучены. В связи с этим в настоящее время невозможно сделать генетически обоснованный вывод о наличии нескольких стабильных штаммов BSMV.

Вредоносность заболевания зависит от сорта поражаемой культуры, фазы развития растений при заражении, штамма вируса. Согласно литературным данным, потери зерна могут составить 16–27%, а в отдельных случаях – 30–50% (Крылов и др., 1980). В период 1953–1970 гг. экономические потери производителей в США от заражения ячменя оценивались в 30 млн долларов (Carroll, 1980). В Румынии потери урожая ячменя в результате заражения BSMV составляли 16–27% (EPPO, 1983). Снижение урожайности пшеницы от заражения BSMV может достигать 40–75% (EPPO, 1983), а потери урожая зерна кукурузы, когда в некоторых случаях наблюдается почти полная недоразвитость початка, – 37,1% (Гапека и др., 2018).

Выраженность симптомов усиливается при высоких температурах (24–30 °C) (McKinney, 1954). На листьях симптомы варьируют от слабой до очень резкой мозаики в зависимости от штамма вируса и сортовых особенностей пораженной культуры. Мозаику составляют параллельные светло-зеленые полосы, идущие вдоль жилок листа от основания к его вершине, несколько меняясь по ширине и часто прерываясь. Нередко мозаичный рисунок имеет форму буквы V – прямой или перевернутой. Этот признак отличает BSMV от всех других вирусных



Рис. 1. Сравнение симптомов листьев, вызванных у ячменя сорта Аннабель агрессивными (a) и слабыми (b) изолятами BSMV (фото Aleksandra Zarzyńska, <https://www.cabi.org/cpc/datasheet/10529>)

Fig. 1. Comparison of leaf symptoms caused in Annabelle barley by aggressive (a) and mild (b) BSMV isolates (photos Aleksandra Zarzyńska, <https://www.cabi.org/cpc/datasheet/10529>)

efficiency (Jackson et al., 2009). Several BSMV isolates have been described in barley, wheat and oats, differing significantly in the symptoms they cause, and have been termed latent, mild, moderate, severe, and necrotic strains. Isolates causing dwarfing of plants and yellowing of leaves were also noted (McKinney and Greeley, 1965). Later, BSMV isolates were described and named Type, Russian, Norwich, North Dakota 18 (ND18), Argentina mild (AM), and Rothamsted (Jackson and Brakke, 1973). The ability to carry seeds in the virus isolates is different. Some isolates rarely infect the seed embryo, some are inactivated during seed germination (Singh et al., 1960; Carroll, 1972). Most of the divergent isolates were described in the early period of the study of the virus, and their genetic characteristics have not been studied. Therefore, it is currently not possible to make a genetically based conclusion about the presence of multiple stable BSMV strains.

The harmfulness of the disease depends on the variety of the affected crop, the phase of plant development during infection, and the virus strain. According to literature data, grain losses can be 16–27%, and in some cases – 30–50% (Krylov et al., 1980). In the period 1953–1970, the economic loss to US producers from barley infection has been estimated at \$30 million (Carroll, 1980). In Romania, barley yield losses due to BSMV infection were 16–27% (EPPO, 1983). The reduction in wheat yield from BSMV infection can reach 40–75% (EPPO, 1983), and the loss of corn grain yield, when in some cases almost complete underdevelopment of the cob is observed, is 37.1% (Gapeka et al., 2018).

болезней злаков (Развязкина, 1975). Пораженные растения отстают в росте, имеют укороченные стебли и колосья, уменьшается число зерен в колосе, зерновки становятся щуплыми и мелкими, наблюдается стерильность цветков.

Внешние симптомы BSMV напоминают поражение гельминтоспориозом, вызываемым грибом *Puccinia graminea* Ito & Kuribayashi (CABI, 2021).

Также симптомы BSMV (рис. 1) в некоторых случаях можно легко спутать с симптомами других вирусов, заражающих растения пшеницы и ячменя, таких как вирусы слабой мозаики ячменя (Barley mild mosaic virus, BaMMV), желтой мозаики ячменя (Barley yellow mosaic virus, BaYMV) (рис. 2), желтой карликовости ячменя (Barley yellow dwarf virus, BYDV), веретеновидной полосатой мозаики пшеницы (Wheat spindle streak mosaic virus, WSSMV), почвенный вирус мозаики пшеницы (Soil-borne wheat mosaic virus, SBWMV), вирус мозаики костра (Brome mosaic virus, BMV) (рис. 3).

Вследствие этого визуальная диагностика заболеваний на зерновых культурах имеет сугубо предварительный характер, а идентификация вирусов возможна лишь с использованием серологических и молекулярных методов диагностики.

Для выявления BSMV в мировой практике использовались различные серологические методы, включая методы двойной иммунодиффузии (Carroll et al., 1979), радиальной иммунодиффузии (Slack, Shepherd, 1975), латекс-агглютинации (Lundsgaard, 1976), dot-иммуноблоттинга (Lange, Heide, 1986), иммуноспецифической электронной микроскопии (Brlansky, Derrick, 1979) и иммуноферментного анализа (ИФА) (Huth, 1988).

В действующем диагностическом протоколе ЕОКЗР РМЗ/034 (1) (ОЕПР/ЕРРО, 1991) для выявления и идентификации BSMV рекомендован ИФА, который характеризуется достаточно высокой чувствительностью и в настоящее время наиболее адаптирован для одновременного тестирования большого количества образцов (CABI, 2021).

Для тестирования методом ИФА пригодны как сухие семена, так и семена, пророщенные во влажной камере в течение одной недели (CABI, 2021). Установлено, что метод ИФА позволяет обнаруживать одно зерно, инфицированное BSMV, в партии из 1000–2000 неинфицированных зерен (Huth, 1988).

В случае слабых и латентных изолятов BSMV, встречающихся в семенах ячменя в низкой концентрации, диагностическая процедура, рекомендованная стандартом ЕОКЗР РМЗ/034 (1), является недостаточно чувствительной. Рекомендуется модифицированная процедура, включающая предварительное проращивание семян перед тестированием методом ИФА (Jezewska, Cajza, 2010).

Для выявления BSMV преимущественно используется ИФА в формате DAS-ELISA (Clark, Adams, 1977). Диагностические наборы для выявления BSMV методом ИФА в формате DAS-ELISA выпускают несколько ведущих мировых фирм-производителей, например Loewe и DSMZ (обе – Германия).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе был использован положительный контроль вируса штриховатой мозаики ячменя (BSMV) 07004 PC (Loewe, Германия). Специфичность



Рис. 2. Симптомы вируса желтой мозаики ячменя (Barley yellow mosaic virus, BaYMV) на листьях растений ячменя (фото IACR-Rothamsted, <https://www.cabi.org/isc/datasheet/10540#toPictures>)

Fig. 2. Symptoms of Barley yellow mosaic virus (BaYMV) on the leaves of barley plants (photo IACR-Rothamsted, <https://www.cabi.org/isc/datasheet/10540#toPictures>)

Symptoms are aggravated at high temperatures (24–30 °C) (McKinney, 1954). On leaves, symptoms vary from mild to very severe mosaic, depending on the virus strain and the varietal characteristics of the affected crop. The mosaic consists of parallel light green stripes running along the leaf veins from the base to its top, somewhat varying in width and often interrupted. Quite often, the mosaic pattern has the shape of the letter V – straight or inverted. This feature distinguishes BSMV from all other viral grain diseases (Razvyazkina, 1975). Affected plants lag behind in growth, have shortened stems and ears, the number of grains per



Рис. 3. Симптомы вируса мозаики костра (Brome mosaic virus) (фото Ю.А. Шнейдера)

Fig. 3. Symptoms of Brome mosaic virus (photo by Yu.A. Schneyder)

тест-системы оценивали с положительными контролями фирмы Loewe (Германия) следующих вирусов: желтой карликовости ячменя (BYDV), слабой мозаики ячменя (BaMMV), желтой мозаики ячменя (BYMV), мозаики костра (BMV), полосатой мозаики пшеницы (WSMV), карликовости пшеницы (WDV), штриховатой мозаики костра (BStMV), веретеновидной полосатой мозаики пшеницы (WSSMV), мозаичной карликовости кукурузы (MDMV), мозаики сахарного тростника (SCMV), и изолятами следующих вирусов из коллекции DSMZ (Германия): мозаики костра (BMV), мозаичной карликовости кукурузы (MDMV), мозаики сахарного тростника (SCMV), хлоротической крапчатости кукурузы (MCMV), мозаики сорго (SrMV).

Таблица 1
Оценка специфичности тест-системы для ИФА к BSMV фирмы Loewe (Германия)
Table 1
Evaluation of the specificity of the test system for ELISA to BSMV by Loewe (Germany)

№ обр. Sample №	Образец Sample	BSMV (Loewe)		
		X Ao	Ao/Ak	**
1	MDMV, PC-0802, DSMZ	0,039	1,00	–
2	MDMV, +K, Loewe, PC-07059	0,050	1,22	–
3	SCMV, PC-0731, DSMZ	0,045	1,10	–
4	SCMV, +K, Loewe, PC-07088	0,036	1,00	–
5	MCMV, PC-1087, DSMZ	0,043	1,05	–
6	SrMV, PC-0801, DSMZ	0,046	1,12	–
7	BMV, PV-0194, DSMZ	0,053	1,29	–
8	BMV, +K, Loewe, PC-07016	0,044	1,07	–
9	BSMV, +K, Loewe, PC-07004	0,381	9,29	+
10	BYDV, +K, Loewe, PC-07005	0,055	1,34	–
11	BStMV, +K, Loewe, PC-07123	0,051	1,24	–
12	WDV, +K, Loewe, PC-07082	0,049	1,20	–
13	BYMV, +K, Loewe, PC-07007	0,066	1,61	–
14	WSMV, +K, Loewe, PC-07048	0,049	1,20	–
15	WSSMV, +K, Loewe, PC-07171	0,045	1,10	–
16	BaMMV, +K, Loewe, PC-07006	0,075	1,83	–
Отрицательный контроль Negative control		0,041		
Положительный контроль Positive control		0,422		

** Заключение о наличии вируса:

«–» – вирус отсутствует (Ao/Ak < 2, 0);

«+» – недостоверное наличие вируса (Ao/Ak = 2,0–3,0);

«++» – достоверное наличие вируса (Ao/Ak > 3,0),

где Ao – среднее значение экстинкции образца,

Ak – среднее значение экстинкции отрицательного контроля.

** Conclusion on the virus presence:

“–” – no virus (Ao/Ak < 2, 0);

“+” – unreliable virus presence (Ao/Ak = 2.0–3.0);

“++” – significant virus presence (Ao/Ak > 3.0),

Ao is the average extinction value of the sample,

Ak – the average value of the extinction of the negative control.

ear decreases, grains become puny and small, sterility of flowers is observed.

The external symptoms of BSMV resemble those of helminthosporiosis caused by a fungus called *Pyrenophora graminea* Ito & Kuribayashi (CABI, 2021).

The BSMV symptoms (Fig. 1) can in some cases be easily confused with those of other viruses that infect wheat and barley plants, such as Barley mild mosaic virus (BaMMV), Barley yellow mosaic virus (BaYMV) (Fig. 2), Barley yellow dwarf virus (BYDV), Wheat spindle streak mosaic virus (WSSMV), Soil-borne wheat mosaic virus (SBWMV), Brome mosaic virus (BMV) (Fig. 3).

As a result, the visual diagnosis of grain diseases is purely preliminary, and the identification of viruses is possible only using serological and molecular diagnostic methods.

Various serological methods have been used to detect BSMV worldwide, including double immunodiffusion (Carroll et al., 1979), radial immunodiffusion (Slack, Shepherd, 1975), latex agglutination (Lundsgaard, 1976), dot-immunoblotting (Lange, Heide, 1986), immunospecific electron microscopy (Brlansky, Derrick, 1979) and enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) (Huth, 1988).

The current EPPO diagnostic protocol PM3/034 (1) (OEPP/EPPO, 1991) recommends an ELISA for the detection and identification of BSMV, which is characterized by a fairly high sensitivity and is currently the most adapted for the simultaneous testing of a large number of samples (CABI, 2021).

Both dry seeds and seeds germinated in a humid chamber for one week are suitable for ELISA testing (CABI, 2021). It has been established that the ELISA method makes it possible to detect one grain infected with BSMV in a batch of 1000–2000 uninfected grains (Huth, 1988).

In the case of weak and latent BSMV isolates occurring in low concentrations in barley seeds, the diagnostic procedure recommended by EPPO standard PM3/034 (1) is not sensitive enough. A modified procedure is recommended that includes pre-germination of seeds prior to ELISA testing (Jezewska, Cajza, 2010).

To detect BSMV, ELISA in the DAS-ELISA format is mainly used (Clark, Adams, 1977). Diagnostic kits for the BSMV detection by ELISA in the DAS-ELISA format are produced by several leading manufacturers, such as Loewe and DSMZ (both from Germany).

MATERIALS AND METHODS

We used a positive control for BSMV 07004 PC (Loewe, Germany). The specificity of the test system was evaluated with positive controls from Loewe (Germany) of the following viruses: BYDV, BaMMV, BYMV, BMV, WSMV, WDV, BStMV, WSSMV, MDMV, SCMV, and isolates of the following viruses from the DSMZ collection (Germany): BMV, MDMV, SCMV, MCMV, SrMV.

To detect BSMV by ELISA, a Loewe test system (Germany) was used. Testing was carried out in accordance with the instructions of the manufacturer.

To confirm the results of ELISA, real-time PCR (RT-PCR) reagent kits for BSMV from AgroDiagnostica and Syntol (both from Russia) were used.

Для выявления BSMV методом ИФА использовали тест-систему фирмы Loewe (Германия). Тестирование проводили в соответствии с инструкцией фирмы-производителя.

Для подтверждения результатов ИФА использовали наборы реагентов для ПЦР в реальном времени (ПЦР-РВ) к BSMV фирм ООО «АгроДиагностика» и ООО «НПФ Синтол» (обе – Россия).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Специфичность тест-системы для ИФА к BSMV фирмы Loewe (Германия) оценивали по отношению к 16 изолятам 13 вирусов, заражающих зерновые культуры. В результате исследований показана высокая специфичность исследуемой тест-системы. Сероположительный сигнал наблюдался лишь для изолята целевого объекта. Не отмечено перекрестной реакции с изолятами нецелевых вирусов MDMV, SCMV, MCMV, SrMV, BMV, BYDV, BStMV, BYMV, BaMMV, WDV, WSSMV и WSMV (табл. 1).

С использованием тест-системы для ИФА к BSMV фирмы Loewe (Германия) проведен серомониторинг BSMV в посевах различных зерновых культур в нескольких хозяйствах Воронежской и Волгоградской областей, Ставропольского края, Приморского края и Республики Дагестан.

Таблица 2

Выявление вируса штриховатой мозаики ячменя (BSMV) методом ИФА в растениях пшеницы и кукурузы, отобранных в окрестностях г. Пятигорска Ставропольского края

Table 2

BSMV detection by ELISA in wheat and corn plants selected in the vicinity of the city of Pyatigorsk, Stavropol Krai

№ обр. Sample №	Образец Sample	BSMV (Loewe)		
		X Ao	Ao/Ak	*
Пшеница, вегетативные части растения Wheat, vegetative parts of the plant				
1	№ 1	0,089	1,59	–
2	№ 2	0,180	3,21	+
3	№ 3	0,065	1,16	–
4	№ 4	0,075	1,34	–
5	№ 5	0,086	1,54	–
6	№ 6	0,113	2,02	–
7	№ 7	0,081	1,45	–
8	№ 8	0,096	1,71	–
9	№ 9	0,089	1,59	–
10	№ 18	0,075	1,34	–
11	№ 19	0,098	1,75	–
12	№ 20	0,127	2,27	+-
13	№ 21	0,089	1,59	–
14	№ 22	0,082	1,46	–
15	№ 23	0,087	1,55	–
16	№ 24	0,091	1,63	–
17	№ 25	0,077	1,38	–
18	№ 26	0,090	1,61	–
19	№ 27	0,099	1,77	–
20	№ 28	0,085	1,52	–

RESULTS AND DISCUSSION

The specificity of the ELISA test system for BSMV from Loewe (Germany) was evaluated with respect to 16 isolates of 13 viruses infecting crops. As a result of the research, the high specificity of the test system under study was shown. A seropositive signal was observed only for the target isolate. No cross-reaction with isolates of non-target viruses MDMV, SCMV, MCMV, SrMV, BMV, BYDV, BStMV, BYMV, BaMMV, WDV, WSSMV and WSMV was noted (Table 1).

Using the test system for ELISA for BSMV by Loewe (Germany), BSMV seromonitoring was carried out in crops of various grain crops in several farms of Voronezh Oblast and Volgograd Oblast, Stavropol Krai, Primorsky Krai and the Republic of Dagestan.

BSMV seropositive samples were detected in most sites surveyed, but with varying frequency. Seropositive samples were most often noted in winter and spring wheat samples, but were also detected in barley, oats, corn, and Sudan grass (Tables 2–4).

It should be noted that the values of extinction in seropositive samples were relatively low, most often in the range of 0.118–0.245 optical unit (o. u.) and only in rare cases reached 0.300–0.400 o. u. The presence of such low extinction values does not exclude the possibility of a false positive reaction. All seropositive samples were further tested for BSMV by PCR.

№ обр. Sample №	Образец Sample	BSMV (Loewe)		
		X Ao	Ao/Ak	*
21	№ 29	0,135	2,41	+-
22	№ 72	0,113	2,02	–
Кукуруза, вегетативные части растения <i>Maize, vegetative parts of the plant</i>				
23	№ 36	0,154	2,75	+-
24	№ 37	0,104	1,86	–
Отрицательный контроль <i>Negative control</i>		0,056		
Положительный контроль <i>Positive control</i>		0,303		

* Заключение о наличии вируса:

«–» – вирус отсутствует (Ao/Ak < 2,0);

«+-» – недостоверное наличие вируса (Ao/Ak = 2,0–3,0);

«+» – достоверное наличие вируса (Ao/Ak > 3,0), где

Ao – среднее значение экстинкции образца,

Ak – среднее значение экстинкции отрицательного контроля.

* Conclusion about the virus presence:

“–” – no virus (Ao/Ak < 2.0);

“+-” – unreliable virus presence (Ao/Ak = 2.0–3.0);

“+” – significant virus presence (Ao/Ak > 3.0),

Ao is the average extinction value of the sample,

Ak – the average value of the extinction of the negative control.

Таблица 3

Выявление вируса штриховатой мозаики ячменя (BSMV) методом ИФА в растениях зерновых культур, отобранных в четырех хозяйствах Воронежской области

№ обр. Образец	BSMV (Loewe)			№ обр. Образец	BSMV (Loewe)		
	X	Ao	Ao/Ak *		X	Ao	Ao/Ak *
Новоусманский район, Воронежская область				33	Озимая пшеница, с. Гром РС-3, № 18		
1	Ячмень, сорт Маргарет, № 66			0,127	2,27	+-	
2	Ячмень, с. Маргарет, № 67			0,113	2,02	-	
3	Озимая пшеница, с. Базальт-2, № 68			0,102	1,82	-	
4	Озимая пшеница, с. Базальт-2, № 69			0,133	2,38	+-	
5	Озимая пшеница, с. Базальт-2, № 70			0,141	2,52	+-	
Эртильский район, Воронежская область				37	Яровая пшеница, с. Дарья, № 22		
6	Яровая пшеница, с. Дарья, № 71			0,079	1,22	-	
7	Яровая пшеница, с. Дарья, № 72			0,087	1,34	-	
8	Яровая пшеница, с. Дарья, № 73			0,101	1,55	-	
9	Кукуруза, гибрид Краснодарский, № 74			0,063	0,97	-	
10	Кукуруза, гибрид Краснодарский, № 75			0,075	1,15	-	
11	Кукуруза, гибрид Краснодарский, № 76			0,076	1,17	-	
12	Ячмень двухрядный, с. Таловский-9, № 77			0,081	1,25	-	
13	Ячмень двухрядный, с. Таловский-9, № 78			0,133	2,05	-	
14	Ячмень двухрядный, с. Таловский-9, № 79			0,078	1,20	-	
15	Ячмень двухрядный, с. Таловский-9, № 80			0,110	1,69	-	
Отрицательный контроль				0,115	1,77	-	
Положительный контроль				0,119	1,83	-	
с. Староникольское, Хохольский район, Воронежская область				0,131	2,34	+-	
16	Кукуруза, с. Маримба, № 1			0,165	2,95	+-	
17	Кукуруза, с. Маримба, № 2			0,056			
18	Кукуруза, с. Маримба, № 3			0,303			
19	Кукуруза, с. Новотоп, № 4			с. Староникольское, Хохольский район, Воронежская область			
20	Кукуруза, с. Новотоп, № 5			0,075	1,15	-	
21	Кукуруза, с. Новотоп, № 6			0,083	1,28	-	
22	Кукуруза, с. Новотоп, № 7			0,075	1,15	-	
23	Ячмень, с. Приазовский-9 РС1, № 8			0,085	1,31	-	
24	Ячмень, с. Приазовский-9 РС1, № 9			0,088	1,35	-	
25	Ячмень, с. Приазовский-9 РС1, № 10			0,096	1,48	-	
26	Пшеница озимая, с. Ахлат Эльтан, № 11			0,096	1,48	-	
27	Пшеница озимая, с. Ахлат Эльтан, № 12			0,115	1,77	-	
28	Пшеница озимая, с. Ахлат Эльтан, № 13			0,115	1,77	-	
29	Пшеница озимая, с. Ахлат Эльтан, № 14			0,105	1,62	-	
30	Яровая пшеница, с. Дарья элита, № 15			0,105	1,62	-	
31	Яровая пшеница, с. Дарья элита, № 16			0,149	2,29	+-	
32	Яровая пшеница, с. Дарья элита, № 17			0,081	1,25	-	
				0,103	1,58	-	
				0,096	1,48	-	
				0,082	1,26	-	
				0,085	1,31	-	
				0,087	1,34	-	
				0,094	1,45	-	

* Заключение о наличии вируса:

«-» – вирус отсутствует (Ao/Ak < 2,0);

«+-» – недостоверное наличие вируса (Ao/Ak = 2,0–3,0);

«+» – достоверное наличие вируса (Ao/Ak > 3,0), где Ao – среднее значение экстинкции образца, Ak – среднее значение экстинкции отрицательного контроля.

Фитосанитария. Карантин растений

40

* Заключение о наличии вируса:
«-» – вирус отсутствует (Ao/Ak < 2,0);
«+-» – недостоверное наличие вируса (Ao/Ak = 2,0–3,0);
«+» – достоверное наличие вируса (Ao/Ak > 3,0),
где Ao – среднее значение экстинкции образца,
Ak – среднее значение экстинкции отрицательного контроля.

Table 3
Detection of BSMV by ELISA in grain crops selected in four farms of Voronezh Oblast

№ Sample	BSMV (Loewe)		№ Sample	BSMV (Loewe)	
	X Ao	Ao/Ak *		X Ao	Ao/Ak *
Novousmanskyy district, Voronezh Oblast			33 Winter wheat, var. Grom RS-3, № 18	0.096	1.48 –
1 <i>Barley, var. Margaret, № 66</i>	0.127	2.27 +-	34 Winter wheat, var. Grom RS-3, № 19	0.081	1.25 –
2 Barley, var. Margaret, № 67	0.113	2.02 –	35 Winter wheat, var. Grom RS-3, № 20	0.095	1.46 –
3 Winter wheat, var. Basalt-2, № 68	0.102	1.82 –	36 Winter wheat, var. Grom RS-3, № 21	0.078	1.20 –
4 <i>Winter wheat, var. Basalt-2, № 69</i>	0.133	2.38 +-	Ertil'sky district, Voronezh Oblast		
5 <i>Winter wheat, var. Basalt-2, № 70</i>	0.141	2.52 +-	37 Spring wheat, var. Darya, № 22	0.079	1.22 –
Ertil'sky district, Voronezh Oblast			38 Spring wheat, var. Darya, № 23	0.087	1.34 –
6 Spring wheat, var. Darya, № 71	0.112	2.00 –	39 Spring wheat, var. Darya, № 24	0.101	1.55 –
7 <i>Spring wheat, var. Darya, № 72</i>	0.118	2.11 +-	40 Maize, hybrid Evralis RPO-7288, № 25	0.063	0.97 –
8 <i>Spring wheat, var. Darya, № 73</i>	0.143	2.55 +-	41 Maize, hybrid Evralis RPO-7288, № 26	0.075	1.15 –
9 <i>Maize, hybrid Krasnodarsky, № 74</i>	0.171	3.05 +	42 Maize, hybrid Evralis RPO-7288, № 27	0.076	1.17 –
10 Maize, hybrid Krasnodarsky, № 75	0.108	1.93 –	43 Barley, var. Vakula, № 45	0.081	1.25 –
11 <i>Maize, hybrid Krasnodarsky, № 76</i>	0.123	2.20 +-	44 Barley, var. Vakula, № 46	0.133	2.05 –
12 <i>Two-row barley, var. Talovsky-9, № 77</i>	0.131	2.34 +-	45 Barley, var. Vakula, № 47	0.078	1.20 –
13 Two-row barley, var. Talovsky-9, № 78	0.102	1.82 –	46 Barley, var. Vakula, № 48	0.110	1.69 –
14 Two-row barley, var. Talovsky-9, № 79	0.110	1.96 –	47 Spring wheat, var. Chernozemnouralskaya, № 49	0.115	1.77 –
15 <i>Two-row barley, var. Talovsky-9, № 80</i>	0.165	2.95 +-	48 Spring wheat, var. Chernozemnouralskaya, № 50	0.119	1.83 –
Negative control	0.056		49 Spring wheat, var. Chernozemnouralskaya, № 51	0.131	2.02 –
Positive control	0.303		50 Spring wheat, var. Kanuyk K-40, № 52	0.127	1.95 –
Staronikolskoye, Khokholsky district, Voronezh Oblast			51 Spring wheat, var. Kanuyk K-40, № 53	0.104	1.60 –
16 Maize, var. Marimba, № 1	0.075	1.15 –	52 Spring wheat, var. Kanuyk K-40, № 54	0.115	1.77 –
17 Maize, var. Marimba, № 2	0.083	1.28 –	53 Spring wheat, var. Trizo K-29, № 55	0.105	1.62 –
18 Maize, var. Marimba, № 3	0.075	1.15 –	54 <i>Spring wheat, var. Trizo K-29, № 56</i>	0.149	2.29 +-
19 Maize, var. Novotop, № 4	0.085	1.31 –	55 Spring wheat, var. Trizo K-29, № 57	0.081	1.25 –
20 Maize, var. Novotop, № 5	0.088	1.35 –	56 Spring wheat, var. Torridon K-33, № 58	0.103	1.58 –
21 Maize, var. Novotop, № 6	0.096	1.48 –	57 Spring wheat, var. Torridon K-33, № 59	0.096	1.48 –
22 Maize, var. Novotop, № 7	0.086	1.32 –	58 Spring wheat, var. Torridon K-33, № 60	0.082	1.26 –
23 Barley, var. Priazovsky-9 RS1, № 8	0.086	1.32 –	Negative control	0.065	
24 Barley, var. Priazovsky-9 RS1, № 9	0.075	1.15 –	Positive control	0.303	
25 Barley, var. Priazovsky-9 RS1, № 10	0.096	1.48 –	* Conclusion about the virus presence:		
26 Winter wheat, var. Akhlat Eltan, № 11	0.115	1.77 –	“–” – no virus (Ao/Ak < 2.0);		
27 Winter wheat, var. Akhlat Eltan, № 12	0.088	1.35 –	“+–” – unreliable virus presence (Ao/Ak = 2.0–3.0);		
28 Winter wheat, var. Akhlat Eltan, № 13	0.077	1.18 –	“+” – significant virus presence (Ao/Ak > 3.0),		
29 Winter wheat, var. Akhlat Eltan, № 14	0.110	1.69 –	Ao is the average extinction value of the sample,		
30 Spring wheat, var. Darya elite, № 15	0.085	1.31 –	Ak – the average value of the extinction of the negative control.		
31 Spring wheat, var. Darya elite, № 16	0.087	1.34 –			
32 Spring wheat, var. Darya elite, № 17	0.094	1.45 –			

Образцы с сероположительной реакцией к BSMV были выявлены на большинстве обследованных участков, но с различной частотой встречаемости. Сероположительные образцы чаще всего были отмечены в образцах озимой и яровой пшеницы, но также обнаруживались в ячмене, овсе, кукурузе и суданской траве (табл. 2–4).

Необходимо отметить, что значения экстинкции у сероположительных образцов были относительно невысокими, чаще всего находились в пределах 0,118–0,245 оптической единицы (о. е.) и лишь в редких случаях достигали 0,300–0,400 о. е. Наличие столь низких значений экстинкции

According to the results of confirmation of samples tested by ELISA, which was carried out with commercial kits for PCR-RT by Syntol and AgroDiagnostica, none of the seropositive samples was confirmed, while the positive control of BSMV had a high level of fluorescence.

The results of molecular tests prove the need to confirm all seropositive samples due to the high rate of false positives with plant samples.

Таблица 4

Выявление вируса штриховатой мозаики ячменя (BSMV) методом ИФА в растениях зерновых культур, отобранных в хозяйствах Волгоградской области, Республики Дагестан и Приморского края

№ обр. Образец	BSMV (Loewe)			№ обр. Образец	BSMV (Loewe)				
	X Ao	Ao/Ak	*		X Ao	Ao/Ak	*		
Городищенский район Волгоградской области				22	Овес № 64	0,190	2,41	+-	
1	Пшеница № 7	0,200	2,53	+-	23	Пшеница № 65	0,272	3,44	+
2	Пшеница № 8	0,085	1,08	-	24	Пшеница № 66	0,141	1,78	-
3	Пшеница № 9	0,245	3,10	+	25	Пшеница № 67	0,144	1,82	-
4	Суданская трава № 10	0,084	1,06	-	Республика Дагестан				
5	Суданская трава № 11	0,139	1,76	-	26	Кукуруза, поле № 1	0,165	2,09	+-
6	Суданская трава № 12	0,228	2,89	+-	27	Кукуруза, поле № 2	0,409	5,18	+
Иловлинский район Волгоградской области				28	Кукуруза, поле № 3	0,314	3,97	+	
7	Суданская трава № 23	0,227	2,87	+-	29	Кукуруза, поле № 1	0,131	1,66	-
8	Суданская трава № 24	0,058	1,00	-	Приморский край				
9	Суданская трава № 25	0,113	1,43	-	30	Кукуруза № 51	0,072	1,00	-
Советский район г. Волгограда				31	Кукуруза № 52	0,102	1,29	-	
10	Пшеница № 42	0,227	2,87	+-	32	Кукуруза № 53	0,178	2,25	+-
11	Пшеница № 43	0,071	1,00	-	33	Кукуруза № 54	0,055	1,00	-
12	Пшеница № 44	0,183	2,32	+-	34	Кукуруза № 56	0,066	1,00	-
Городищенский район Волгоградской области				35	Кукуруза № 67	0,164	2,08	+-	
13	Кукуруза № 45	0,095	1,20	-	36	Овес № 64	0,177	2,24	+-
14	Кукуруза № 46	0,089	1,13	-	Отрицательный контроль		0,079		
15	Кукуруза № 47	0,215	2,72	+-	Положительный контроль		0,494		
16	Суданская трава № 48	0,193	2,44	+-	* Заключение о наличии вируса:				
17	Суданская трава № 49	0,089	1,13	-	«-» – вирус отсутствует (Ao/Ak < 2,0);				
18	Суданская трава № 50	0,085	1,08	-	«+-» – недостоверное наличие вируса (Ao/Ak = 2,0–3,0);				
19	Суданская трава № 51	0,101	1,28	-	«+» – достоверное наличие вируса (Ao/Ak > 3,0),				
20	Суданская трава № 52	0,255	3,23	+	где Ao – среднее значение экстинкции образца,				
Советский район г. Волгограда				Ak – среднее значение экстинкции отрицательного					
21	Овес № 63	0,083	1,05	-	контроля.				

* Заключение о наличии вируса:

«-» – вирус отсутствует (Ao/Ak < 2,0);

«+-» – недостоверное наличие вируса (Ao/Ak = 2,0–3,0);

«+» – достоверное наличие вируса (Ao/Ak > 3,0),

где Ao – среднее значение экстинкции образца, Ak – среднее значение экстинкции отрицательного контроля.

CONCLUSION

The high specificity of the test system for ELISA to BSMV manufactured by Loewe (Germany) was established, using controls and isolates of closely related viruses. This test system can be recommended for screening tests for the presence of this virus.

BSMV seromonitoring was carried out using a test system for ELISA for BSMV manufactured by Loewe (Germany) in various grain crops in several farms of Voronezh Oblast and Volgograd Oblast, Stavropol Krai, Primorsky Krai and the Republic of Dagestan. Some BSMV seropositive samples have been identified. To confirm the infection of the samples for the presence of BSMV, positive samples were tested by PCR with commercial PCR test systems by Syntol and AgroDiagnostica (both Russia). According to the results of the molecular studies, it was found that only in positive controls, specific PCR products were amplified. None of the samples identified during seromonitoring was confirmed by PCR results.

It can be concluded that the data obtained and published by scientists from the Russian Federation and the world and which concern the spread of viruses and obtained on the basis of serological methods, without confirmation by molecular genetic methods, cannot

не исключает возможность ложноположительной реакции. Все образцы с сероположительной реакцией в дальнейшем тестировали на наличие BSMV методом ПЦР.

По результатам подтверждения протестированных методом ИФА образцов, которое проведено коммерческими наборами для ПЦР-РВ производства ООО «НПФ Синтол» и ООО «АгроДиагностика», ни один из сероположительных образцов не был подтвержден, при этом положительный контроль вируса штриховатой мозаики ячменя имел высокий уровень флуоресценции.

Результаты молекулярных тестов доказывают необходимость подтверждения всех сероположительных образцов в связи с высоким уровнем ложноположительных результатов с растительными образцами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлена высокая специфичность тест-системы для ИФА к BSMV производства Loewe (Германия), с использованием контролей и изолятов близкородственных вирусов. Данная тест-система может быть рекомендована для проведения скрининговых тестов на наличие этого вируса.

Проведен серомониторинг BSMV с использованием тест-системы для ИФА к BSMV производства Loewe (Германия) в посевах различных зерновых культур в нескольких хозяйствах Воронежской

Table 4

Detection of BSMV by ELISA in plants of grain crops selected in the farms of Volgograd Oblast, the Republic of Dagestan and Primorsky Krai

Sample		BSMV (Loewe)		
Nº	Sample	X Ao	Ao/Ak	*
Gorodishchensky district, Volgograd Oblast				
1	Wheat № 7	0.200	2.53	+–
2	Wheat № 8	0.085	1.08	–
3	Wheat № 9	0.245	3.10	+
4	Sudan grass № 10	0.084	1.06	–
5	Sudan grass № 11	0.139	1.76	–
6	Sudan grass № 12	0.228	2.89	+–
Ilovinsky district , Volgograd Oblast				
7	Sudan grass № 23	0.227	2.87	+–
8	Sudan grass № 24	0.058	1.00	–
9	Sudan grass № 25	0.113	1.43	–
Sovetsky district, Volgograd				
10	Wheat № 42	0.227	2.87	+–
11	Wheat № 43	0.071	1.00	–
12	Wheat № 44	0.183	2.32	+–
Gorodishchensky district, Volgograd Oblast				
13	Maize № 45	0.095	1.20	–
14	Maize № 46	0.089	1.13	–
15	Maize № 47	0.215	2.72	+–
16	Sudan grass № 48	0.193	2.44	+–
17	Sudan grass № 49	0.089	1.13	–
18	Sudan grass № 50	0.085	1.08	–
19	Sudan grass № 51	0.101	1.28	–
20	Sudan grass № 52	0.255	3.23	+
Sovietsky district, Volgograd				
21	Oat № 63	0.083	1.05	–

Sample		BSMV (Loewe)		
Nº	Sample	X Ao	Ao/Ak	*
22	Oat № 64	0.190	2.41	+–
23	Wheat № 65	0.272	3.44	+
24	Wheat № 66	0.141	1.78	–
25	Wheat № 67	0.144	1.82	–
Republic of Dagestan				
26	Maize, field № 1	0.165	2.09	+–
27	Maize, field № 2	0.409	5.18	+
28	Maize, field № 3	0.314	3.97	+
29	Maize, field № 1	0.131	1.66	–
Primorsky Krai				
30	Maize № 51	0.072	1.00	–
31	Maize № 52	0.102	1.29	–
32	Maize № 53	0.178	2.25	+–
33	Maize № 54	0.055	1.00	–
34	Maize № 56	0.066	1.00	–
35	Maize № 67	0.164	2.08	+–
36	Oat № 64	0.177	2.24	+–
Negative control		0.079		
Positive control		0.494		

* Conclusion about the virus presence:
“–” – no virus (Ao/Ak < 2.0);
“+–” – unreliable virus presence (Ao/Ak = 2.0–3.0);
“+” – significant virus presence (Ao/Ak > 3.0),
Ao is the average extinction value of the sample,
Ak – the average value of the extinction of the negative control.

* Conclusion about the virus presence:

“–” – no virus (Ao/Ak < 2.0);

“+-” – unreliable virus presence (Ao/Ak = 2.0–3.0);

“+” – significant virus presence (Ao/Ak > 3.0),

Ao is the average extinction value of the sample, Ak – the average value of the extinction of the negative control.

и Волгоградской областей, Ставропольского, Приморского краев и Республики Дагестан. Выявлен целый ряд образцов с сероположительной реакцией к BSMV. Для подтверждения инфицирования образцов на наличие BSMV проводили тестирование положительных образцов методом ПЦР с коммерческими ПЦР-тест-системами фирм «НПФ Синтол» и «АгроДиагностика» (обе – Россия). По результатам проведенных молекулярных исследований установлено, что только в положительных контролях амплифицировались специфичные продукты ПЦР. Ни один из образцов, выявленных в ходе серомониторинга, не был подтвержден результатами ПЦР.

Можно сделать предварительный вывод, что данные, которые получены и опубликованы учеными из Российской Федерации и мира и которые касаются распространения вирусов и получены на основании серологических методов, без подтверждения молекулярно-генетическими методами, не могут считаться валидными в связи с выявлением большого количества ложноположительных реакций и, соответственно, с ложными результатами диагностики.

Данные о распространении вируса штриховатой мозаики ячменя в регионах Российской Федерации следует считать ориентировочными, и требуется проведение широкомасштабного тестирования образцов молекулярными методами диагностики.

be considered valid due to the detection of a large number of false positive reactions and, consequently, with false diagnostic results.

Data on the distribution of BSMV in the regions of the Russian Federation should be considered indicative, and large-scale testing of samples using molecular diagnostic methods is required.

REFERENCES

1. Bogoutdinov D., Kastalyeva T., Girsova N. Virus diseases of grain crops in Samara Oblast [Virusnyye zaboлевaniya zernovykh kultur v Samarskoy oblasti]. *Bulletin of the Orenburg State University*, 2017; 4 (204): 46–52 (in Russian).
2. Gapeka A., Zelikova A., Zhmurkina S., Ledneva V., Volkov Yu., Kakareka N., Shchelkanov M. Barley striped mosaic virus (Virgaviridae, Hordeivirus) as an etiological agent of maize chlorotic stripe disease [Virus shtrikhovatoy mozaiki yachmenya (Virgaviridae, *Hordeivirus*) kak etiologicheskii agent khlorotichnoy polosatosti kukuruzy]. *Russian Agricultural Science*, 2018; 1: 22–26 (in Russian).
3. Gerasimov S. Virus diseases of cereals in the Volga region [Virusnyye bolezni zernovykh

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богоутдинов Д., Кастальева Т., Гирсова Н., 2017. Вирусные заболевания зерновых культур в Самарской области. – Вестник Оренбургского государственного университета, № 4 (204): 46–52.
2. Гапека А., Зеликова А., Жмуркина С., Леднева В., Волков Ю., Какарека Н., Щелканов М., 2018. Вирус штриховатой мозаики ячменя (*Virgaviridae*, *Hordeivirus*) как этиологический агент хлоротичной полосатости кукурузы. – Российская сельскохозяйственная наука, № 1: 22–26.
3. Герасимов С. Вирусные болезни зерновых в Поволжье: Автореф. дис. канд. биол. наук. – Л., 1966, 22 с.
4. Гребенников К., Касаткин Д., Ловцова Ю., Шнейдер Ю., 2020. Разработка информационной системы по фитосанитарным требованиям стран – импортеров российской зерновой продукции. – Фитосанитария. Карантин растений, № 2 (2): 26–32.
5. Какарека Н., Волков Ю., Сапоцкий М., Толкач В., Щелканов М., 2020. Вирусы злаковых культур и их переносчики на юге российского Дальнего Востока (обзор). – Сельскохозяйственная биология, 55 (3): 439–450.
6. Крылов А., Соколова Е., Немилостива Н., 1980. Возбудители вирусных болезней злаков. – В кн.: Возбудители болезней сельскохозяйственных растений Дальнего Востока. М.: Наука, 225–244.
7. Лопаткин А., Приходько Ю., Живаева Т., Хорина Н., Шнейдер Ю., 2020. Метод ПЦР в реальном времени для диагностики вирусов зерновых культур: вируса карликовой мозаики кукурузы (Maize dwarf mosaic virus) и вируса мозаики костра (Brome mosaic virus). – Современные подходы и методы в защите растений: Материалы II Международной научно-практической конференции. Екатеринбург, Россия: 106–107.
8. Макеева А., Богоутдинов Д., 1993. Вирусные болезни злаковых культур в условиях Среднего Поволжья. – Проблемы вирусных болезней зерновых и пути их решения: сб. докладов совещания. Тверь: 15–16.
9. Развязкина Г. Вирусные заболевания злаков. – Новосибирск, 1975, 297 с.
10. Adams M., Heinze C., Jackson A., Kreuze J., Macfarlane S., Torrance L., 2011. Family Virgaviridae. – In: Virus Taxonomy: Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. USA: Elsevier: 1139–1162.
11. Atabekov J., Novikov V. 1989. Barley stripe mosaic virus. – CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, Vol. 344: 6 p.
12. Bransky R., Derrick K., 1979. Detection of seedborne plant viruses using serologically specific electron microscopy. – Phytopathology, 69 (1): 96–100.
13. Carroll T., 1972. Seed transmissibility of two strains of Barley stripe mosaic virus. – Virology, Vol. 48: 323–336.
14. Carroll T., Mayhew D., 1976. Anther and pollen infection in relation to the pollen and seed transmissibility of two strains of Barley stripe mosaic virus in barley. – Canadian Journal of Botany, 54 (14): 1604–1621.
15. Carroll T., Gossel P., Hockett E., 1979. Inheritance of resistance to seed transmission of Barley stripe mosaic virus in barley. – Phytopathology, 69 (5): 431–433.

- v Povolzhye]: Abstract of the diss. of cand. biol. sciences. L., 1966, 22 p. (in Russian).
4. Grebennikov K., Kasatkin D., Lovtsova Yu., Shneyder Yu. Development of the information system on phytosanitary requirements of the countries importing Russian grain products. *Plant Health and Quarantine*, 2020; 2 (2): 26–32.
5. Kakareka N., Volkov Yu., Sapotskiy M., Tolkach V., Shchelkanov M. Viruses of cereal crops and their vectors in the south of the Russian Far East (review) [Virusy zlakovykh kultur i ikh perenoschiki na yuge rossiyskogo Dalnego Vostoka (obzor)]. *Agricultural Biology*, 2020; 55 (3): 439–450.
6. Krylov A., Sokolova E., Nemilostiva N. Causative agents of grain viral diseases [Vozbuditeli virusnykh bolezney zlakov]. In: Pathogens of diseases of agricultural plants of the Far East. Moscow: Nauka, 1980; 225–244 (in Russian).
7. Lopatkin A., Prikhodko Yu., Zhivaeva T., Khorina N., Schneyder Yu. Real-time PCR method for diagnosing grain crop viruses: Maize dwarf mosaic virus and brome mosaic virus [Metod PTSR v realnom vremeni dlya diagnostiki virusov zernovykh kultur: virusa karlikovoy mozaiki kukuruzy i virusa mozaiki kostra]. Modern approaches and methods in plant protection: Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference. Yekaterinburg, Russia: 2020; 106–107 (in Russian).
8. Makeeva A., Bogoutdinov D. Virus diseases of grain crops in the conditions of the Middle Volga region [Virusnyye bolezni zlakovykh kul'tur v usloviyakh Srednego Povolzhya]. Problems of viral diseases of cereals and ways to solve them: Sat. meeting reports. Tver: 1993; 15–16 (in Russian).
9. Razvyazkina G. Viral diseases of grains [Virusnyye zabolevaniya zlakov]. Novosibirsk, 1975, 297 p. (in Russian).
10. Adams M., Heinze C., Jackson A., Kreuze J., Macfarlane S., Torrance L. Family Virgaviridae. In: Virus Taxonomy: Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. USA: Elsevier, 2011; 1139–1162.
11. Atabekov J., Novikov V. Barley stripe mosaic virus. *CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses*, 1989; Vol. 344: 6 p.
12. Bransky R., Derrick K. Detection of seedborne plant viruses using serologically specific electron microscopy. *Phytopathology*, 1979; 69 (1): 96–100.
13. Carroll T. Seed transmissibility of two strains of Barley stripe mosaic virus. *Virology*, 1972; Vol. 48: 323–336.
14. Carroll T., Mayhew D. Anther and pollen infection in relation to the pollen and seed transmissibility of two strains of Barley stripe mosaic virus in barley. *Canadian Journal of Botany*, 1976; 54 (14): 1604–1621.
15. Carroll T., Gossel P., Hockett E. Inheritance of resistance to seed transmission of Barley stripe mosaic virus in barley. *Phytopathology*, 1979; 69 (5): 431–433.
16. Carroll T. Barley stripe mosaic virus: its economic importance and control in Montana. *Plant Disease*, 1980; 64 (2): 136–140.

16. Carroll T., 1980. Barley stripe mosaic virus: its economic importance and control in Montana. *Plant Disease*, 64 (2): 136–140.
17. Carroll T., 1981. Seedborne viruses: virus-host interactions. – In: Maramorosch K., Harris K.F., eds. *Plant Diseases and Vectors: Ecology and Epidemiology*. New York, USA: Academic Press: 293–317.
18. Clark M., Adams A., 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. – *Journal of General Virology*, 34 (3): 475–483.
19. EPPO, 1983. Barley stripe mosaic virus. Data sheets on quarantine organisms. Set 6. – *EPPO Bulletin*, 13 (1): 12–16.
20. Gapeka A., Kakareka N., Volkov Yu., Sapotskiy M., Schelkanov M., 2018. Barley stripe mosaic virus (Virgaviridae, *Hordeivirus*) as biological threat for agricultural crop in the Far East. The 1st International Conference on North East Asia Biodiversity, p. 111.
21. Gibbs A., Kassanis B., Nixon H., Woods R., 1963. The relationship between Barley stripe mosaic virus and *Lychnis* ringspot virus. – *Virology*, Vol. 20: 194–199.
22. Gold A., Suneson C., Houston B., Oswald J., 1954. Electron microscopy and seed and pollen transmission of rod-shaped particles associated with the false stripe virus disease of barley. – *Phytopathology*, Vol. 44: 115–117.
23. Hamilton R., Jackson A., 1995. *Hordeivirus* genus. – *Archives of Virology*, Vol. 10: 441–444.
24. Huth W., 1988. Use of ELISA for detection of Barley stripe mosaic virus in barley seeds. – *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 40 (8–9): 128–132.
25. Jackson A., Brakke M., 1973. Multicomponent properties of Barley stripe mosaic virus ribonucleic acid. – *Virology*, Vol. 55: 483–487.
26. Jackson A., Hunter B., Gustafson G., 1989. *Hordeivirus* relationships and genome organization. – *Annu. Rev. Phytopathology*, Vol. 27: 95.
27. Jackson A., Lim H., Bragg J., Ganesan U., Lee M., 2009. *Hordeivirus* replication, movement, and pathogenesis. – *Annual Review of Phytopathology*, 47 (1): 385–422.
28. Jezewska M., Cajza M., 2010. Barley stripe mosaic virus (BSMV) – a latent pathogen of barley (*Wirus pasiastej mozaiki jeczmienia* (Barley stripe mosaic virus, BSMV) – utajony patogen jeczmienia). *Progress in Plant Protection*, 2010; 50 (1): 208–212.
29. Lange L., Heide M., 1986. Dot immuno binding (DIB) for detection of virus in seed. – *Canadian Journal of Plant Pathology*, 8 (4): 373–379.
30. Lundsgaard T., 1976. Routine seed health testing for Barley stripe mosaic virus in barley seeds using the latex-test. – *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 83 (5): 278–283.
31. Makkouk K., Attar N., 2001. Effect of storage and heat treatment on barley stripe mosaic virus (BSMV) in barley seeds. – *Arab Journal of Plant Protection*, 19 (1): 52–54.
32. McKinney H., 1954. Culture methods of detecting seed-borne viruses in Glacier barley seedlings. – *Plant Disease Reporter*, Vol. 38: 152–162.
33. McKinney H., Greeley L., 1965. Biological characteristics of Barley stripe mosaic virus strains and their interactions. In: Maramorosch K., Harris K.F., eds. *Plant Diseases and Vectors: Ecology and Epidemiology*. New York, USA: Academic Press, 1981; 293–317.
34. Clark M., Adams A. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *Journal of General Virology*, 1977; 34 (3): 475–483.
35. EPPO, 1983. Barley stripe mosaic virus. Data sheets on quarantine organisms. Set 6. *EPPO Bulletin*, 13 (1): 12–16.
36. Gapeka A., Kakareka N., Volkov Yu., Sapotskiy M., Schelkanov M. Barley stripe mosaic virus (Virgaviridae, *Hordeivirus*) as biological threat for agricultural crop in the Far East. The 1st International Conference on North East Asia Biodiversity, 2018; p. 111.
37. Gibbs A., Kassanis B., Nixon H., Woods R. The relationship between Barley stripe mosaic virus and *Lychnis* ringspot virus. *Virology*, 1963, Vol. 20: 194–199.
38. Gold A., Suneson C., Houston B., Oswald J. Electron microscopy and seed and pollen transmission of rod-shaped particles associated with the false stripe virus disease of barley. *Phytopathology*, 1954; Vol. 44: 115–117.
39. Hamilton R., Jackson A. *Hordeivirus* genus. *Archives of Virology*, 1995; Vol. 10: 441–444.
40. Huth W. Use of ELISA for detection of Barley stripe mosaic virus in barley seeds. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 1988; 40 (8–9): 128–132.
41. Jackson A., Brakke M., Multicomponent properties of Barley stripe mosaic virus ribonucleic acid. *Virology*, 1973; Vol. 55: 483–487.
42. Jackson A., Hunter B., Gustafson G. *Hordeivirus* relationships and genome organization. *Annu. Rev. Phytopathology*, 1989; Vol. 27: 95.
43. Jackson A., Lim H., Bragg J., Ganesan U., Lee M. *Hordeivirus* replication, movement, and pathogenesis. *Annual Review of Phytopathology*, 2009; 47 (1): 385–422.
44. Jezewska M., Cajza M. Barley stripe mosaic virus (BSMV) – a latent pathogen of barley (*Wirus pasiastej mozaiki jeczmienia* (Barley stripe mosaic virus, BSMV) – utajony patogen jeczmienia). *Progress in Plant Protection*, 2010; 50 (1): 208–212.
45. Lange L., Heide M. Dot immuno binding (DIB) for detection of virus in seed. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 1986; 8 (4): 373–379.
46. Lundsgaard T. Routine seed health testing for Barley stripe mosaic virus in barley seeds using the latex-test. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 1976; 83 (5): 278–283.
47. Makkouk K., Attar N. Effect of storage and heat treatment on barley stripe mosaic virus (BSMV) in barley seeds. *Arab Journal of Plant Protection*, 2001; 19 (1): 52–54.
48. McKinney H. Culture methods of detecting seed-borne viruses in Glacier barley seedlings. *Plant Disease Reporter*, 1954; Vol. 38: 152–162.
49. McKinney H., Greeley L. Biological characteristics of Barley stripe mosaic virus strains and their

34. OEPP/EPPO, 1991. Quarantine procedures No. 34, Barley stripe mosaic hordeivirus. – Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, Vol. 21: 257–260.
35. Petty I., French R., Jones R., Jackson A., 1990. Identification of Barley stripe mosaic virus genes involved in viral RNA replication and systemic movement. – EMBO, Vol. 9: 3453–3457.
36. Singh G., Arny D., Pound G., 1960. Studies on the stripe mosaic of barley, including effects of temperature and age of host on disease development and seed infection. – Phytopathology, Vol. 50: 290–296.
37. Slack S., Shepherd R., 1975. Serological detection of seed-borne Barley stripe mosaic virus by a simplified radial-diffusion technique. – Phytopathology, 65 (9): 948–955.
38. Zvyaginceva D., Beloshapkina O., Lopatkin A., Shneider Y., Morozova O., 2021. Cereal viruses – Brome mosaic virus: Prevalence and diagnostics. – IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 663 (1). URL: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/663/1/012036>.
39. CABI, 2022 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.cabi.org/ISC/datasheet/10529> (дата обращения: 17.08.2022).
40. EPPO Global Database, 2022 [Электронный ресурс]. – URL: <https://gd.eppo.int> (дата обращения: 17.08.2022).
41. Таможенная статистика внешней торговли Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <http://stat.customs.ru> (дата обращения: 17.08.2022).
42. Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 17.08.2022).
43. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.fao.org> (дата обращения: 17.08.2022).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Хорина Наталья Анатольевна, младший научный сотрудник Приморского филиала ФГБУ «ВНИИКР», г. Владивосток, Россия;
e-mail: nkhorina83@yandex.ru.

Лопаткин Антон Александрович, кандидат биологических наук, специалист по продукции ООО «ПарсекЛаб», г. Москва, Россия;
e-mail: lopatkin86@mail.ru.

Живаева Татьяна Степановна, научный сотрудник научно-методического отдела вирусологии и бактериологии ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия;
e-mail: zhivaeva.vniikr@mail.ru.

Приходько Юрий Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник научно-методического отдела вирусологии и бактериологии ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия;
e-mail: prihodko_yuri59@mail.ru.

Шнейдер Юрий Андреевич, кандидат биологических наук, начальник научно-методического и экспериментального центра, ведущий научный сотрудник ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия;
ORCID 0000-0002-7565-1241,
e-mail: yury.shneyder@mail.ru.

evolution. *United States Department of Agriculture Technical Bulletin*, 1965; No. 1324: 84 p.

34. OEPP/EPPO, 1991. Quarantine procedures No. 34, Barley stripe mosaic hordeivirus. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, Vol. 21: 257–260.

35. Petty I., French R., Jones R., Jackson A. Identification of Barley stripe mosaic virus genes involved in viral RNA replication and systemic movement. *EMBO*, 1990; Vol. 9: 3453–3457.

36. Singh G., Arny D., Pound G. Studies on the stripe mosaic of barley, including effects of temperature and age of host on disease development and seed infection. *Phytopathology*, 1960; Vol. 50: 290–296.

37. Slack S., Shepherd R. Serological detection of seed-borne Barley stripe mosaic virus by a simplified radial-diffusion technique. *Phytopathology*, 1975; 65 (9): 948–955.

38. Zvyaginceva D., Beloshapkina O., Lopatkin A., Shneider Y., Morozova O. Cereal viruses – Brome mosaic virus: Prevalence and diagnostics. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021; 663 (1). URL: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/663/1/012036>.

39. CABI, 2022 [Electronic resource]. URL: <https://www.cabi.org/ISC/datasheet/10529> (last accessed: 17.08.2022).

40. EPPO Global Database, 2022 [Electronic resource]. URL: <https://gd.eppo.int> (last accessed: 17.08.2022).

41. Customs statistics of foreign trade of the Russian Federation [Electronic resource]. URL: <http://stat.customs.ru> (last accessed: 17.08.2022).

42. Federal State Statistics Service of the Russian Federation [Electronic resource]. URL: <https://rosstat.gov.ru> (last accessed: 17.08.2022).

43. Food and Agriculture Organization of the United Nations [Electronic resource]. URL: <http://www.fao.org> (last accessed: 17.08.2022).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Natalya Khorina, Junior Researcher, Primorsky branch of FGBU “VNIIR”, Vladivostok, Russia;
e-mail: nkhorina83@yandex.ru.

Anton Lopatkin, PhD in Biology, product specialist, Parseq Lab, Moscow, Russia;
e-mail: lopatkin86@mail.ru.

Tatyana Zhivaeva, Researcher, Research and Methodology Department of Virology and Bacteriology, FGBU “VNIIR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; e-mail: zhivaeva.vniikr@mail.ru.

Yuri Prikhodko, PhD in Agriculture, Leading Researcher, Research and Methodology Department of Virology and Bacteriology, FGBU “VNIIR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia;
e-mail: prihodko_yuri59@mail.ru.

Yuri Shneyder, PhD in Biology, Head of Research and Methodology and Experimental Center, Leading Researcher, FGBU “VNIIR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; ORCID 0000-0002-7565-1241,
e-mail: yury.shneyder@mail.ru.

Южное Приморье Дальнего Востока России: результаты исследования короедов (Coleoptera: Scolytinae) и других насекомых- ксилофагов в 2022 году

А.В. ПЕТРОВ¹, А.В. ШАМАЕВ²

ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений»
(ФГБУ «ВНИИКР»), р. п. Быково, г. Раменское,
Московская обл., Россия

¹ ORCID 0000-0001-9448-7179, e-mail: hylesinus@list.ru

² e-mail: shamaev2008@yandex.ru

АННОТАЦИЯ

В рамках изучения ксилофагов, имеющих потенциальное фитосанитарное значение, проведены наблюдения за биологическими особенностями короедов родов *Tomicus* и *Scolytus* в лесных экосистемах и парковых насаждениях южного Приморья. Нами изучались биологические особенности короедов, включающие трофическую специализацию, фенологию, популяционную динамику отдельных видов. Наблюдения фенологии и экологии дальневосточного кедрового лубоеда *Tomicus pilifer* (Spessivtsev, 1919) велись в горных смешанных лесах (кедр корейский, пихта белокорая, ель аянская, береза даурская, береза ребристая), на склонах юго-западной экспозиции в окрестностях села Анисимовка (Шкотовский район). Нами определены продолжительность и сроки лёта кедрового лубоеда в год с холодным периодом, вызвавшим задержку в развитии ксилофильных видов насекомых. В лабораторных условиях прослежены сроки окукливания, выплода молодого поколения кедрового лубоеда и ранее неизвестные особенности дополнительного питания жуков. Выяснилось, что *Tomicus pilifer* в процессе дополнительного питания способен повреждать сосну обыкновенную *Pinus sylvestris* L., прогрызая ходы внутри молодых побегов. В лесных экосистемах южного Приморья изучены биологические особенности 11 видов рода *Scolytus*. Большая часть заболонников трофически связана с ильмовыми породами (Ulmaceae). Ильмовый комплекс заболонников представляет потенциальную инвазионную опасность, так как все эти виды успешно развиваются на вязе мелколистном *Ulmus pumila* L., имеющем широкий ареал и активно используемом в озеленении населенных пунктов и парковых насаждениях в Европейской России. В местах изучения биологии короедов мы проводили сбор ксилофильного комплекса насекомых, в котором кроме короедов доминируют виды семейства Cerambycidae. Проведена предварительная оценка риска инвазий дальневосточных видов в Европейскую Россию и их распространения на этой территории.

Southern Primorye of the Russian Far East: results of a study of bark beetles (Coleoptera: Scolytinae) and other xylophagous insects in 2022

A.V. PETROV¹, A.V. SHAMAEV²

All-Russian Plant Quarantine Center
(FGBU "VNIKR"), Bykovo, Ramenskoye,
Moscow Oblast, Russia

¹ ORCID 0000-0001-9448-7179, e-mail: hylesinus@list.ru

² e-mail: shamaev2008@yandex.ru

ABSTRACT

As part of the study of xylophages of potential phytosanitary importance, observations were made of the biological characteristics of bark beetles of the genera *Tomicus* and *Scolytus* in forest ecosystems and park plantations of southern Primorye. We studied the biological characteristics of bark beetles, including trophic specialization, phenology, and population dynamics of individual species. Observations of the phenology and ecology of larger pith borer *Tomicus pilifer* (Spessivtsev, 1919) were carried out in mountain mixed forests (*Pinus koraiensis*, *Abies nephrolepis*, *Picea jezoensis*, *Betula dahurica*, *Betula costata*), on the slopes of the southwestern exposure in the vicinity of the village of Anisimovka (Shkotovsky district). We determined the duration and timing of the flight of the *Tomicus pilifer* in a year with a cold period, which caused a delay in the development of xylophilous insect species. Under laboratory conditions, the timing of pupation, the birth of the young generation of *Tomicus pilifer*, and previously unknown features of the additional feeding of beetles were traced. It turned out that *Tomicus pilifer* in the process of additional feeding is able to damage *Pinus sylvestris* L., gnawing passages inside young shoots. Biological characteristics of 11 species of the genus *Scolytus* were studied in the forest ecosystems of southern Primorye. Most *Scolytus* are trophically associated with elms (Ulmaceae). The elm complex of *Scolytus* represents a potential invasive danger, since all these species successfully develop on *Ulmus pumila* L., which has a wide range and is actively used in landscaping settlements and park plantings in European Russia. In places where the biology of bark beetles was studied, we collected a xylophilic complex of insects, which, in addition to bark beetles, is dominated by species of the family Cerambycidae. A preliminary assessment of invasion risk by Far Eastern species into European Russia and their distribution in this territory was carried out.

Ключевые слова. Фитосанитарный контроль, лубоеды, заболонники, экология, популяционные показатели, фенология.

ВВЕДЕНИЕ



Одной из важнейших задач карантинной службы является фитосанитарный контроль территорий Российской Федерации, позволяющий своевременно оценить вероятность интродукции потенциально опасных видов в другие регионы России. Мониторинг

энтомофауны Дальнего Востока России сохраняет свою актуальность на фоне инвазий уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandford, 1894, майхинского непарного короеда *Anisandrus maiche* (Kurenzov, 1941), ольхового непарного короеда *Xyleborinus attenuatus* (Blandford, 1894) и уссурийского древоядного короеда *Scolytotrupes tycon* Blandford, 1893 в европейскую часть России, на Северный Кавказ и в Восточную Сибирь (Замотайлов, Никитский, 2010; Мандельштам, 2019). Кроме того, южное Приморье является одним из примеров российской приграничной территории, куда в последнее десятилетие проникают ксиломицетофильные виды подсемейства Scolytinae из сопредельных территорий: *Cnestus mutilatus* (Blandford, 1894) и *Microperus molestus* Park and Smith, 2020 (Мандельштам и др., 2018). Обнаружение на территории Дальнего Востока России и сопредельных государств новых для науки видов Scolytinae подтверждает необходимость дальнейшего изучения дендрофильной фауны региона (Park et al., 2020; Petrov, Shamaev, 2020). Объектами нашего наблюдения являлись ксилофильные виды жуков, естественный ареал которых ограничивается Дальним Востоком. Особое внимание мы уделяли жесткокрылым подсемейства Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae). Целью экспедиции было изучение особенностей биологии и экологии дальневосточных лубоедов рода *Tomicus* Latreille, 1802 и заболонников рода *Scolytus* Geoffroy, 1762, присутствующих в лесоматериалах; уточнение фенологии видов короедов; оценка потенциальной вероятности инвазий дальневосточных видов Scolytinae в регионы Европейской России, Восточной Сибири и Северного Кавказа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сроки проведения экспедиционной работы в южных районах Приморского края – с 19 мая по 17 июня 2022 г. Исследования проводились в окрестностях села Анисимовка (Шкотовский район) (рис. 2, 4), в окрестностях п. г. т. Краскино и горы Туманная, села Витязь (Хасанский район), на нижнем складе древесины (20 км севернее села Чернышевка, Анучинский район), села Горно-Тажного (Уссурийский городской округ), в окрестности села Чернятино (Октябрьский район), в Ботаническом саду г. Владивостока, в парках г. Арсеньева

Key words. Phytosanitary control, *Tomicus pilifer*, *Scolytus*, ecology, population indicators, phenology.

INTRODUCTION



One of the most important tasks of the quarantine service is the phytosanitary control of the territories of the Russian Federation, which makes it possible to timely assess the likelihood of the introduction of potentially dangerous species into other regions of Russia. Monitoring of the entomofauna of the Russian Far East remains relevant against the background of invasions of *Polygraphus proximus* Blandford, 1894, *Anisandrus maiche* (Kurenzov, 1941), *Xyleborinus attenuatus* (Blandford, 1894) and *Scolytotrupes tycon* Blandford, 1893 into the European part of Russia, the North Caucasus and Eastern Siberia (Zamotailov and Nikitsky, 2010; Mandelshtam, 2019). In addition, southern Primorye is one of the examples of the Russian border area, where xylomycetophilic species of the subfamily Scolytinae were introduced from adjacent territories in the last decade: *Cnestus mutilatus* (Blandford, 1894) and *Microperus molestus* Park and Smith, 2020 (Mandelshtam et al., 2018). The detection of Scolytinae species new to science in the Russian Far East and neighboring countries confirms the need for further study of the dendrophilic fauna of the region (Park et al., 2020; Petrov and Shamaev, 2020). The objects of our observation were xylophilous species of beetles, the natural range of which is limited to the Far East. We paid special attention to beetles of the subfamily Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae). The purpose of the expedition was to study the features of biology and ecology of *Tomicus* Latreille, 1802 and *Scolytus* Geoffroy, 1762, present in timber; clarification of the phenology of bark beetle species; assessment of the potential probability of invasions of Far Eastern Scolytinae species into the regions of European Russia, Eastern Siberia and the North Caucasus.

MATERIALS AND METHODS

The terms of the expeditionary work in the southern regions of Primorsky Krai were from May 19 to June 17, 2022. The studies were carried out in the vicinity of the village of Anisimovka (Shkotovsky district) (Fig. 2, 4), in the vicinity of the village of Kraskino and Mount Tumannaya, in the village of Vityaz (Khasansky district), in the lower timber yard (20 km north of the village of Chernyshevka, Anuchinsky district), in the village of Gorno-Tazhnoye (Ussuriysky urban district), in the vicinity of the village of Chernyatino (Oktyabrsky district), in the Botanical Garden of Vladivostok, in parks Arseniev and on the left bank of the Bogataya River in the vicinity of the village of Sputnik (Fig. 1). The collection of beetles was carried out manually during

и на левом берегу реки Богатой в окрестностях поселка Спутник (рис. 1). Сбор жуков осуществлялся ручным способом во время рекогносцировочных обследований насаждений и складов древесины, оконными ловушками Петрова (Nikulina et al., 2015) (рис. 3) и феромонными ловушками (рис. 5). Для привлечения ксилофильных насекомых мы использовали ловчие побеги хвойных и лиственных деревьев на горе Фалаза (окрестности села Анисимовка), на территории Горнотаежной станции Дальневосточного отделения РАН, на вырубках и нижнем складе древесины в Анучинском районе (рис. 6) и в парках г. Арсеньева. Во время ручного сбора насекомых вскрывалась кора на побегах в местах поселений короедов или ползающие по коре жуки стряхивались в «японский зонтик». Популяционные показатели короедов определялись по методике Е.Г. Мозолевской и О.А. Катаева (Мозолевская и др., 1984).

Определение Scolytinae выполнено А.В. Петровым, виды семейства Cerambycidae определены А.В. Шамаевым, С.Н. Ивановым и Д.А. Кулешовым. Фотографии жуков выполнены А.В. Петровым камерой Canon 50D с объективом MP-E 65. Цифровая обработка фотографий проведена с использованием программы Picalay.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Род *Tomicus* Latreille, 1802 представлен в Палеарктике восемью видами: *Tomicus brevipilosus* (Eggers, 1929), *T. destruens* (Wollaston, 1865), *T. heuk-sandoensis* Park, 2017, *T. minor* (Hartig, 1834), *T. pilifer* (Spessivtsev, 1919), *T. piniperda* (Linnaeus, 1758), *T. puellus* (Reitter, 1895), *T. yunnanensis* Kirken-dall & Faccoli, 2008 (Knížek, 2011; Park et al., 2017; Wood, Bright, 1992).

На территории Приморского края РФ отмечены 2 эндемичных вида лубоедов: дальневосточный кедровый лубоед (кедровый лесной садовник) *Tomicus pilifer* (рис. 7) и дальневосточный еловый лубоед (еловый лесной садовник) *T. puellus* (Куренцов, 1941; Криволюцкая, 1996; Мамаев, 1985; Старк, 1952; Яновский, 1999). Кроме этих видов в энтомофауне Приморского края присутствуют 2 широко распространенных вида сосновых лубоедов: *T. piniperda* и *T. minor*.

Мы наблюдали фенологию кедрового лубоеда *Tomicus pilifer* в окрестностях села Анисимовка (гора Фалаза) в точке с координатами 43°06' 44" с. ш. 132°47' 17" в. д. на высоте 470 м над уровнем моря с 22 мая по 15 июня 2022 г. Наблюдения велись в горных смешанных лесах (кедр корейский, пихта белокорая, ель аянская, береза даурская, береза ребристая), на склонах юго-западной экспозиции. Лубоед заселял толстые сучья кедра корейского, сломанные ветром (рис. 8).

reconnaissance surveys of plantations and timber stores, using Petrov's window traps (Nikulina et al., 2015) (Fig. 3) and pheromone traps (Fig. 5). To attract xylophilic insects, we used trapping shoots of coniferous and deciduous trees on Mount Falaza (near the village of Anisimovka), on the territory of the Gorno-taiga Station of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, in clearings and the lower timber yard in the Anuchinsky district (Fig. 6), and in the parks of the city of Arsenyev. During the manual collection of insects, the bark on the shoots in the places of bark beetle settlements was opened or the beetles crawling along the bark were shaken off into a "Japanese umbrella". Population indicators of bark beetles were determined by the method of E.G. Mozolevskaya and O.A. Kataev (Mozolevskaya et al., 1984).

Scolytinae was identified by A.V. Petrov, species of the family Cerambycidae were identified by A.V. Shamaev, S.N. Ivanov and D.A. Kuleshov. Photos of beetles were made by A.V. Petrov with a Canon 50D camera with an MP-E 65 lens. Digital processing of photographs was carried out using the Picalay software.



Рис. 1. Места проведения исследований на территории Приморского края РФ: 1 – Краскино; 2 – бухта Витязь; 3 – Анисимовка; 4 – Ботанический сад г. Владивостока; 5 – окрестности г. Владивостока, пос. Спутник; 6 – село Горно-Таежное; 7 – Анучинский район, окрестности села Чернышевка; 8 – окрестности села Черныатино; 9 – г. Арсеньев (<https://maps-rf.ru/primorskij-kraj/>)

Fig. 1. Locations of research on the territory of Primorsky Krai of the Russian Federation: 1 – Kraskino; 2 – Vityaz Bay; 3 – Anisimovka; 4 – Botanical Garden of Vladivostok; 5 – surrounding areas of Vladivostok, Sputnik village; 6 – the village of Gorno-Taiga; 7 – Anuchinsky district, the vicinity of the village of Chernyshevka; 8 – surrounding areas of Chernyatino village; 9 – Arseniev (<https://maps-rf.ru/primorskij-kraj/>)



Рис. 2. Участники экспедиции. Слева направо: А.В. Петров, А.В. Шамаев, Д.А. Кулешов
Fig. 2. Expedition members. From left to right: A.V. Petrov, A.V. Shamaev, D.A. Kuleshov

Толщина заселенных побегов кедра корейского колебалась от 13 до 76 мм. Все побеги имели летальные механические повреждения, но сохраняли зеленую хвою без признаков увядания. Наблюдения за развитием молодого поколения жуков проводились в лабораторных условиях в период с июня по август 2022 г. в изолированных лабораторных помещениях.

Весенний лёт жуков кедрового лубоеда в окрестностях села Анисимовка протекал в 2022 г. с первой декады мая по первую декаду июня. По состоянию на 22 мая мы находили ходы *Tomicus pilifer* только с самками внутри маточных ходов (самцы во всех ходах отсутствовали). Самки в большинстве ходов на собранных нами побегах завершили откладку яиц в яйцевые камеры, 0,3% ходов лубоедов имели личинок первого возраста на начальных фрагментах маточных ходов. В ходах, вскрытых 12 июня, мы наблюдали личинок второго и третьего возраста (рис. 8), окукливание молодого поколения в лабораторных условиях происходило с 19 по 25 июня. Молодые жуки покидали ходы с 28 июня по 9 июля 2022 года. Окраска молодых жуков *Tomicus pilifer* была светло-коричневой и сильно отличалась от родительской (рис. 7с). Светлая окраска молодых жуков сохранялась во время дополнительного питания.

Для определения продолжительности лёта на склонах горы Фалаза (окрестности села Анисимовка) нами 23 мая были спилены 6 побегов кедр корейского и из них сформированы 2 ловчие кучи, над которыми были установлены 2 оконные ловушки. Заселение ловчих ветвей происходило на 3–5-й день после их спиливания и до 11 июня 2022 г. На 12 июня в маточных ходах находились самцы и самки кедрового лубоеда в процессе яйцекладки. Личинки в ходах отсутствовали. В радиусе 70 м от ловчих куч нами были развешены 20 феромонных ловушек (α -пинен + 3-гидроксипентан-2-он + этиловый спирт). При ежедневной проверке этих ловушек не выявлено привлечение феромоном *Tomicus pilifer*. В то же время оконные ловушки А.В. Петрова, привлекавшие короедов этанолом, сильно разбавленным водой, позволили



Рис. 3. Оконная ловушка А.В. Петрова
(фото А.В. Петрова)
Fig. 3. A.V. Petrov's window trap
(photo by A.V. Petrov)

RESULTS AND DISCUSSION

The genus *Tomicus* Latreille, 1802 is represented in the Palaearctic by 8 species: *Tomicus brevipilosus* (Eggers, 1929), *T. destruens* (Wollaston, 1865), *T. heuksandoensis* Park, 2017, *T. minor* (Hartig, 1834), *T. pilifer* (Spessivtsev, 1919), *T. piniperda* (Linnaeus, 1758), *T. puellus* (Reitter, 1895), *T. yunnanensis* Kirkendall & Faccoli, 2008 (Knížek, 2011; Park et al., 2017; Wood, Bright, 1992).

On the territory of the Primorsky Territory of the Russian Federation, 2 endemic species of bark beetles were noted: *Tomicus pilifer* (Fig. 7) and *T. puellus* (Kurentsov, 1941; Krivolutskaya, 1996; Mamaev, 1985; Stark, 1952; Yanovsky, 1999). In addition to these species, the entomofauna of Primorsky Krai contains 2 widespread species: *T. piniperda* and *T. minor*.

We observed the phenology of *Tomicus pilifer* in the vicinity of Anisimovka village (mountain Falaza) at the point with coordinates 43°06'44" North latitude 132°47'17" East longitude at an altitude of 470 m above sea level from May 22 to June 15, 2022. Observations were carried out in mountain mixed forests (Korean cedar, white fir, Ayan spruce, Dahurian birch, ribbed birch), on the slopes of the southwestern exposure. The beetle inhabited the thick branches of the Korean pine, broken by the wind (Fig. 8).

The thickness of the populated shoots of the Korean pine ranged from 13 to 76 mm. All shoots had lethal mechanical damage, but retained green needles without signs of wilting. Observations on the development of the young generation of beetles were carried out in laboratory conditions from June to August 2022 in isolated laboratory rooms.

The spring flight of *Tomicus pilifer* in the vicinity of Anisimovka village proceeded in 2022 from the first ten days of May to the first ten days of June. As of May 22, we found galleries of *Tomicus pilifer* only with females inside the mother galleries (males were absent in all galleries). Females in most of the galleries on the shoots we collected completed laying eggs in the egg



Рис. 4. Горный смешанный лес (Анисимовка, верховья ручья Смольного) (фото А.В. Петрова)

Fig. 4. Mountain mixed forest (Anisimovka, upper reaches of the Smolny stream) (photo by A.V. Petrov)

нам собрать 27 самцов и самок кедрового лубоеда. Выход молодых жуков в ходах поздних поселений *Tomicus pilifer* мы наблюдали в лабораторных условиях с 9 по 15 июля 2022 г.

Плотность поселения *Tomicus pilifer* на шести модельных побегах длиной 2 м варьировала от 2 до 9 маточных ходов (м. х.)/дм² (среднее значение $5,8 \pm 3,2$ м. х./дм²), длина маточных ходов – 30–62 мм (среднее значение 38 мм). Фактическая плодовитость самок составляла 45 яиц/м. х., смертность молодого поколения на модельных побегах колебалась в пределах 45–53%. Площадь кормовой поверхности изменялась от 0,9 до 1,2 дм². Помимо кедрового лубоеда ловчие побеги кедра корейского



Рис. 5. Феромонная ловушка (Анисимовка, верховья ручья Смольного) (фото А.В. Петрова)

Fig. 5. Pheromone trap (Anisimovka, upper reaches of the Smolny stream) (photo by A.V. Petrov)

chambers, 0.3% of the galleries of beetles had larvae of the first age on the initial fragments of the mother galleries. In the galleries opened on June 12, we observed larvae of the second and third instars (Fig. 8); pupation of the young generation under laboratory conditions took place from June 19 to 25. Young beetles left the galleries from June 28 to July 9, 2022. The coloration of young *Tomicus pilifer* beetles was light brown and strongly differed from that of the parents (Fig. 7c). The light coloration of young beetles was preserved during additional feeding.

To determine the duration of the flight on the slopes of Mount Falaza (near the village of Anisimovka), on May 23, we cut down 6 shoots of the Korean pine and formed 2 trap heaps from them, over which 2 window traps were installed. Settling of trapping branches took place on the 3rd–5th day after their cutting and until June 11, 2022. On June 12, males and females of *Tomicus pilifer* were in the mother galleries in the process of oviposition. There were no larvae in the galleries. We hung 20 pheromone traps (α -pinene + 3-hydroxy-octan-2-one + ethyl alcohol) within a radius of 70 m from the trapping heaps. Daily inspection of these traps did not reveal *Tomicus pilifer* attracted by the pheromone. At the same time, A.V. Petrov, attracting bark beetles with ethanol highly diluted with water, allowed us to collect 27 male and female *Tomicus pilifer*. We observed the emergence of young beetles in the tunnels of late settlements of *Tomicus pilifer* in laboratory conditions from July 9 to 15, 2022.

The population density of *Tomicus pilifer* on six model shoots 2 m long varied from 2 to 9 mother galleries (m. g.)/dm² (mean value 5.8 ± 3.2 m. g./dm²), the length of the mother galleries was 30–62 mm (average 38 mm). The actual fecundity of females was 45 eggs/m. g., the mortality of the young generation on model shoots ranged from 45–53%. The area of the feeding surface varied from 0.9 to 1.2 dm². In addition to *Tomicus pilifer*, trapping shoots of the Korean pine were inhabited by *Hylurgops interstitialis* (Chapuis, 1875), *H. glabratus* (Zetterstedt, 1828), *Pityogenes chalcographus* (Linnaeus, 1761). Larvae of *H. glabratus*



Рис. 6. Обследование нижнего склада лесопроductии (Анучинский район) (фото А.В. Петрова)

Fig. 6. Investigation of the lower warehouse of timber products (Anuchinsky district) (photo by A.V. Petrov)

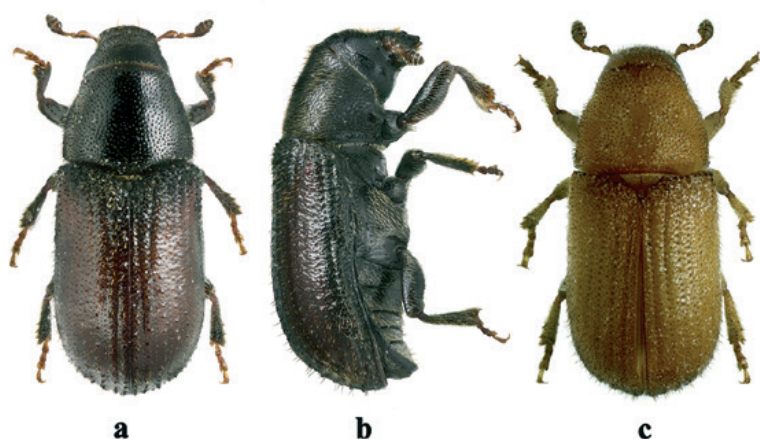


Рис. 7. Кедровый лесной садовник *Tomicus pilifer* (Spessivtsev, 1919): а – вид сверху; б – вид сбоку; с – ювенильная самка со светлой окраской покровов (фото А.В. Петрова)

Fig. 7. *Tomicus pilifer* (Spessivtsev, 1919): а – dorsally; б – laterally; с – juvenile female with light coat coloration (photos by A.V. Petrov)



Рис. 8. Ходы кедрового лесного садовника *Tomicus pilifer* (Spessivtsev, 1919) (фото А.В. Петрова)

Fig. 8. Galleries of *Tomicus pilifer* (Spessivtsev, 1919) (photo by A.V. Petrov)

заселялись короедами *Hylurgops interstitialis* (Chapuis, 1875), *H. glabratus* (Zetterstedt, 1828), *Pityogenes chalcographus* (Linnaeus, 1761). Личинки *H. glabratus* составляли межвидовую конкуренцию *Tomicus pilifer* на заселенных толстых участках ветвей, повышая смертность кедрового лубоеда до 53%.

В лабораторных условиях молодые жуки после завершения развития покидали старые ходы и проходили дополнительное питание на тонких побегах *Pinus sylvestris*. В это время жуки выгрызали продольные каналы в древесине в живых ветвях сосны обыкновенной (рис. 9).

С большой степенью вероятности можно предположить, что этот лубоед в местах своего естественного распространения проходит дополнительное питание в побегах кедра корейского, так как сосна обыкновенная встречается в южном Приморье локально.

Биология елового лубоеда *Tomicus puellus* не была нами изучена ввиду окончания полевых работ 16 июня, в то время как этот короед заселяет деревья со второй половины июня (Куренцов, 1941). На 2023 г. в июле – августе планируется следующая экспедиция с целью сбора имаго, образцов повреждений и изучения популяционных показателей этого лубоеда.

Фауна короедов рода *Scolytus* Geoffroy, 1762 в России и в сопредельных странах насчитывает 40 видов (Petrov et al., 2019), в лесных экосистемах Дальнего Востока – 17 видов заболонников. В южном Приморье нам удалось изучить фенологию и биологические особенности 11 видов *Scolytus* в девяти точках сбора энтомологического материала (табл. 1, рис. 1).

Большая часть заболонников трофически связана с ильмовыми породами (Ulmaceae): *Scolytus aratus* Blandford, 1894, *S. butovitschi* Stark, 1936, *S. chikisanii* Niisima, 1905 (рис. 10а), *S. esuriens* Blandford, 1894, *S. jacobsoni* (Spessivtsev, 1919) (рис. 10б), *S. japonicus* Chapuis, 1875, *S. pubescens* Stark, 1936 (рис. 10с), *S. semenovi* (Spessivtsev, 1919) (рис. 11а), *S. seulensis* Murayama, 1930, *S. trispinosus* Strohmeyer, 1908. Два вида развиваются на березах: *Scolytus dahuricus* Chapuis, 1869 (рис. 11б), *S. ratzeburgii* E.W. Janson, 1856; *Scolytus claviger* Blandford, 1894 предпочитает развиваться на грабе сердцелистом *Carpinus cordata*; *Scolytus*

constituted interspecific competition with *Tomicus pilifer* on the inhabited thick sections of branches, increasing the mortality rate of *Tomicus pilifer* up to 53%.

Under laboratory conditions, young beetles, after the completion of development, left the old galleries and passed additional feeding on thin shoots of *Pinus sylvestris*. At this time, the beetles gnawed longitudinal channels in the wood in the living branches of *Pinus sylvestris* (Fig. 9).

With a high degree of probability, it can be assumed that this beetle in the places of its natural distribution undergoes additional feeding in the shoots of Korean pine, since *Pinus sylvestris* is found locally in southern Primorye.

The biology of *Tomicus puellus* was not studied by us due to the completion of field work on June 16, while this bark beetle inhabits trees from the second half of



Рис. 9. Дополнительное питание *Tomicus pilifer* на побеге сосны обыкновенной. Слева – вскрытый ход с молодыми жуками, справа – места внедрения жуков в побег (фото А.В. Петрова)

Fig. 9. Additional feeding of *Tomicus pilifer* on *Pinus sylvestris*. On the left – an open gallery with young beetles, on the right – places where beetles enter the shoot (photo by A.V. Petrov)

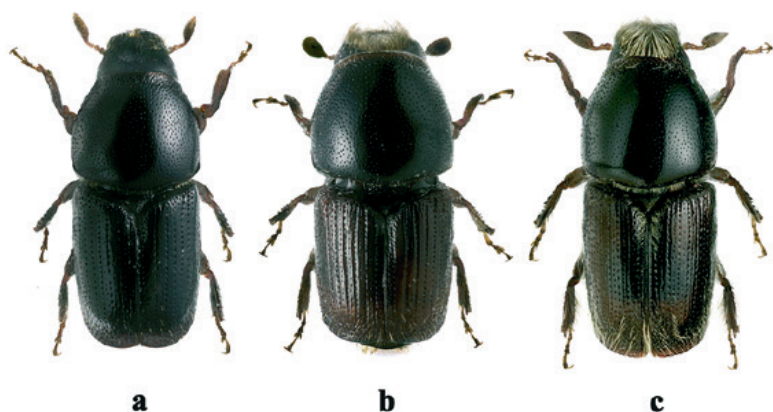


Рис. 10. Заболонники южного Приморья: а – заболонник Шикизани *Scolytus chikisanii* Niisima, 1905; б – заболонник Якобсона *Scolytus jacobsoni* (Spessivtsev, 1919); с – заболонник пушистый *Scolytus pubescens* Stark, 1936; самцы, вид сверху (фото А.В. Петрова)

Fig. 10. *Scolytus* of southern Primorye: а – *Scolytus chikisanii* Niisima, 1905; б – *Scolytus jacobsoni* (Spessivtsev, 1919); с – *Scolytus pubescens* Stark, 1936; males, dorsally (photos by A.V. Petrov)

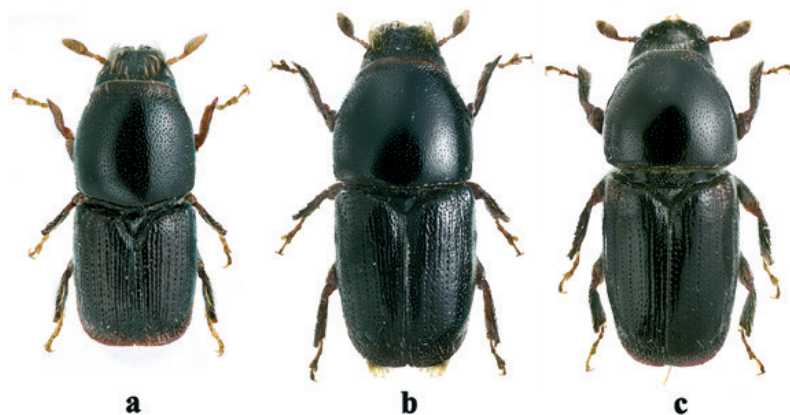


Рис. 11. Заболонники южного Приморья: а – заболонник Семенова *Scolytus semenovi* (Spessivtsev, 1919); б – заболонник даурский *Scolytus dahuricus* Chapuis, 1869; с – заболонник липовый *Scolytus koltzei* Reitter, 1894; самцы, вид сверху (фото А.В. Петрова)

Fig. 11. *Scolytus* of southern Primorye: а – *Scolytus semenovi* (Spessivtsev, 1919); б – *Scolytus dahuricus* Chapuis, 1869; с – *Scolytus koltzei* Reitter, 1894; males, dorsally (photos by A.V. Petrov)

koltzei Reitter, 1894 (рис. 11с) – на липе; на яблоне развивается *S. kononovi* Kurenzov, 1941. В отличие от вышеперечисленных видов, заселяющих листовенные породы деревьев, *Scolytus morawitzi* Semenov, 1902 развивается на хвойных породах (*Larix*, очень редко на *Picea*). Видовая самостоятельность *S. nunbergi* Michalski, 1964 вызывает сомнение. Вид описан по одному экземпляру, и последующие обнаружения неизвестны, как и его пищевая специализация.

Из перечисленных видов заболонников потенциальную опасность инвазий в западные регионы представляют только виды, ассоциированные с ильмовыми породами. Часть этих видов относятся к весенней фауне, заселяющей деревья с первой декады мая в районах южного Приморья, значительно удаленных от океана. В насаждениях, произрастающих в непосредственной близости к океану, сроки лёта задерживаются на 2–3 недели. Лёт молодого поколения *Scolytus japonicus*, *S. pubescens* и *S. semenovi* в Анучинском районе и Уссурийском городском округе в 2022 г. протекал с 12 мая по 10 июня. В тех же местообитаниях лёт *Scolytus chikisanii*, *S. jacobsoni* и *S. seulensis* начинался на неделю позже.

June (Kurentsov, 1941). The next expedition is planned for 2023 in July – August in order to collect adults, damage samples and study the population indicators of this beetle.

The fauna of bark beetles of the genus *Scolytus* Geoffroy, 1762 in Russia and neighboring countries includes 40 species (Petrov et al., 2019), in the forest ecosystems of the Far East – 17 species. In southern Primorye, we managed to study the phenology and biological characteristics of 11 *Scolytus* species at nine points of entomological material collection (Table 1, Fig. 1).

Most *Scolytus* are trophically associated with Ulmaceae: *Scolytus aratus* Blandford, 1894, *S. butovitschi* Stark, 1936, *S. chikisanii* Niisima, 1905 (Fig. 10a), *S. esuriens* Blandford, 1894, *S. jacobsoni* (Spessivtsev, 1919) (Fig. 10b), *S. japonicus* Chapuis, 1875, *S. pubescens* Stark, 1936 (Fig. 10c), *S. semenovi* (Spessivtsev, 1919) (Fig. 11a), *S. seulensis* Murayama, 1930, *S. trispinosus* Strohmeyer, 1908. Two species develop on birches: *Scolytus dahuricus* Chapuis, 1869 (Fig. 11b), *S. ratzeburgii* E.W. Janson, 1856; *Scolytus claviger* Blandford, 1894 prefers to develop on *Carpinus cordata*; *Scolytus koltzei* Reitter, 1894 (Fig. 11c) – on lime tree; *S. kononovi* Kurenzov, 1941 develops on an apple tree. Unlike the above species that inhabit deciduous trees, *Scolytus morawitzi* Semenov, 1902 develops on conifers (*Larix*, rarely on *Picea*). Species independence of *S. nunbergi* Michalski, 1964 raises doubts. The species is described from one specimen, and subsequent detections are not known, as well as its food specialization.

Of the listed *Scolytus* species, only those associated with Ulmaceae are potentially dangerous for invasions in the

western regions. Some of these species belong to the spring fauna, inhabiting trees from the first ten days of May in areas of southern Primorye, which are far from the ocean. In plantations growing in close proximity to the ocean, the flight time is delayed by 2–3 weeks. Young generation flight of *Scolytus japonicus*, *S. pubescens* and *S. semenovi* in Anuchinsky district and Ussuriysky urban district in 2022, it was from May 12 to June 10. In the same habitats, the flight of *Scolytus chikisanii*, *S. jacobsoni* and *S. seulensis* started a week later.

All these species successfully develop on *Ulmus pumila*, which has a wide range and is actively used in landscaping settlements and park plantings in European Russia. Most of the elm *Scolytus* inhabit drying, irreversibly weakened trees. Some species manifest themselves as highly aggressive phleo- and xylophages with specific behavioral features: aggressive species cease to develop on shoots with lethal mechanical damage and on fallen trees, preferring shoots without external signs of weakening. Such species in southern Primorye

Все эти виды успешно развиваются на вязе мелколистном *Ulmus pumila*, имеющем широкий ареал и активно используемом в озеленении населенных пунктов и парковых насаждениях в Европейской России. Большинство ильмовых заболонников заселяют усыхающие, необратимо ослабленные деревья. Отдельные виды проявляют себя как высоко агрессивные флео- и ксилофаги со специфическими поведенческими особенностями: агрессивные виды перестают развиваться на побегах с летальными механическими повреждениями и на поваленных деревьях, предпочитая им побеги без внешних признаков ослабления. К таким видам в южном Приморье относится *Scolytus japonicus*. Самки этого вида выгрызают в живых тканях укороченные маточные ходы с очень небольшим количеством яиц.

На жизнеспособных побегах наблюдается выделение сока, в результате чего мы отмечаем повышенную смертность короеда в фазе яиц и личинок первых возрастов. В начале заселения дерева личиночные ходы выглядят укороченными и перепутываются вокруг маточных ходов. При этом

include *Scolytus japonicus*. Females of this species gnaw shortened mother galleries in living tissues with a very small number of eggs.

On viable shoots, sap is observed, as a result of which we note an increased mortality of the bark beetle in the phase of eggs and larvae of the first instars. At the beginning of the colonization of the tree, the larval galleries look shortened and are entangled around the mother galleries. In this case, the branches of the plant rapidly die off, but the entire plant remains alive for many years (Lindeman, 1993; Petrov, 2022). After the irreversible weakening of the trees, the aggressive *Scolytus japonicus* inhabiting a living tree continues to develop on it together with other non-aggressive species of bark beetles: *Scolytus chikisanii*, *S. jacobsoni*, *S. pubescens*, *S. semenovi*, *S. seulensis*.

In total, during our work in southern Primorye, we detected 50 species of Scolytinae. In the forest ecosystems of Primorsky Krai, we managed to clarify the phenology *Xylechinus bergeri* Spessivtsev, 1919 on *Acanthopanax sessilifloris*, *Dryocoetes infuscatus* Murayama, 1937 on *Pinus koraiensis*, *Taphrorychus carpini* (Kurenzov, 1941) on *Carpinus cordata*.

Таблица 1
Популяционные показатели ильмовых видов *Scolytus* в южном Приморье на вязе мелколистном в 2022 г.

Видовое название	Место изучения	Встречаемость	Средняя плотность поселения, м. х./дм ²	Средняя плодовитость самок, яиц/м. х.	Смертность, %
<i>S. aratus</i>	село Горно-Таежное Уссурийского городского округа	редкий	учет не проводился	учет не проводился	учет не проводился
<i>S. chikisanii</i>	село Горно-Таежное Уссурийского городского округа	обычный	4,95	24,7	63,0
	окрестности поселка Спутник (окрестности г. Владивостока)	обычный	4,18	19,0	56,5
<i>S. jacobsoni</i>	окрестности села Синельниково-2	обычный	учет не проводился	73,0	учет не проводился
	окрестности поселка Спутник (окрестности г. Владивостока)	массовый	учет не проводился	82,3	46,3
<i>S. japonicus</i>	окрестности села Синельниково-2	массовый	учет не проводился	учет не проводился	учет не проводился
	парки г. Арсеньева	массовый	7,05	6,6	67,0
	окрестности поселка Спутник (окр. г. Владивостока)	массовый	6,03	7,0	84,1
<i>S. pubescens</i>	окрестности села Синельниково-2	редкий	учет не проводился	учет не проводился	учет не проводился
	парки г. Арсеньева	обычный	2,0	37,5	34,2
<i>S. semenovi</i>	окрестности села Синельниково-2	массовый	7,08	27,8	86,8
	село Горно-Таежное Уссурийского городского округа	массовый	5,9	13,6	69,9
	парки г. Арсеньева	массовый	9,02	15,1	65,5
<i>S. trispinosus</i>	окрестности поселка Спутник (окрестности г. Владивостока)	обычный	учет не проводился	учет не проводился	учет не проводился

Table 1
Population indicators of elm species *Scolytus* in southern Primorye on *Ulmus pumila* in 2022

Species	Place of study	Occurrence	Average population density, m. g./dm ²	The average fecundity of females, eggs/m. g.	Death rate, %
<i>S. aratus</i>	the village of Gorno-Taezhnoye, Ussuri urban district	rare	not counted	not counted	not counted
<i>S. chikisanii</i>	the village of Gorno-Taezhnoye, Ussuri urban district	normal	4.95	24.7	63.0
	neighborhood of Sputnik village (neighborhood of Vladivostok)	normal	4.18	19.0	56.5
<i>S. jacobsoni</i>	neighborhood of the village of Sinelnikovo-2	normal	not counted	73.0	not counted
	neighborhood of Sputnik village (neighborhood of Vladivostok)	massive	not counted	82.3	46.3
<i>S. japonicus</i>	neighborhood of the village of Sinelnikovo-2	massive	not counted	not counted	not counted
	Arsen'yev parks	massive	7.05	6.6	67.0
	neighborhood of Sputnik village (neighborhood of Vladivostok)	massive	6.03	7.0	84.1
<i>S. pubescens</i>	neighborhood of the village of Sinelnikovo-2	rare	not counted	not counted	not counted
	Arsen'yev parks	normal	2.0	37.5	34.2
<i>S. semenovi</i>	neighborhood of the village of Sinelnikovo-2	massive	7.08	27.8	86.8
	the village of Gorno-Taezhnoye, Ussuri urban district	massive	5.9	13.6	69.9
	Arsen'yev parks	massive	9.02	15.1	65.5
<i>S. trispinosus</i>	neighborhood of Sputnik village (neighborhood of Vladivostok)	normal	not counted	not counted	not counted



Рис. 12. Имаго *Ropalopus (Pronocerodes) aurantiicollis* Plavilstshikov, 1940 (фото А.В. Шамаева)

Fig. 12. Imago *Ropalopus (Pronocerodes) aurantiicollis* Plavilstshikov, 1940 (photo by A.V. Shamaev)

происходит быстрое отмирание ветвей растения, но все растение долгие годы остается живым (Линдеман, 1993; Петров, 2022). После необратимого ослабления деревьев агрессивный *Scolytus japonicus*, заселивший живое дерево, продолжает развиваться на нем совместно с другими неагрессивными видами короедов: *Scolytus chikisanii*, *S. jacobsoni*, *S. pubescens*, *S. semenovi*, *S. seulensis*.

Всего за время проведения работ в южном Приморье нами обнаружено 50 видов Scolytinae. В лесных экосистемах Приморского края нам удалось уточнить фенологию *Xylechinus bergeri* Spessivtsev, 1919 на акантопанаксе сидячецветковом, *Dryocoetes infuscatus* Murayama, 1937 на кедре корейском, *Taphrorychus carpini* (Kurenzov, 1941) на грабе сердцелистом.

В лесных экосистемах южного Приморья в рамках работ по изучению комплекса ксилофильных насекомых были собраны 114 видов семейства Cerambycidae. Особый интерес представляют находки редких видов усачей (табл. 2).

In the forest ecosystems of southern Primorye, 114 species of the family Cerambycidae were collected as part of the study of the complex of xylophilous insects. Of particular interest are the detections of rare bark beetles species (Table 2).

CONCLUSION

As a result of our research, for the first time, we have obtained data on population dynamics, habitat character, phenology, and biological features of *Tomicus pilifer* (Spessivtsev, 1919). Under laboratory conditions, the ability of *Tomicus pilifer* to pass additional feeding on European pine species was discovered (*Pinus sylvestris*).

Imagoes of 11 species of *Scolytus* bark beetles were collected, which can be carriers of diseases of elm trunks and shoots. For *Scolytus*, it was possible to clarify the phenological features in different regions of southern Primorye. The collection of xylophilic insects made it possible to supplement information on the distribution and food specialization of 15 species of longhorn beetles (family Cerambycidae), which are considered rare and very rare.

Acknowledgement. The authors are grateful to the staff of the Primorsky branch of FGBU "VNIIEK" for their help in providing the expedition with vehicles, missing reagents and tools; S.N. Ivanov (Vladivostok) and D.A. Kuleshov (Tomsk) for help in identifying Cerambycidae imagoes, collecting material, and also in

Таблица 2

Редкие виды Cerambycidae, обнаруженные в южном Приморье в период 24 мая – 9 июня 2022 г.

Видовое название	Дата находки	Место обнаружения/ кормовая порода	Примечания
<i>Encyclops macilentus</i> (Kraatz, 1879)	24.05	село Горно-Таежное Уссурийского городского округа/дуб монгольский	редкий вид
<i>Pseudosieversia rufa</i> (Kraatz, 1879)	07.06	окрестности поселка Спутник (3 км севернее г. Владивостока)/маньчжурские ясень и орех	довольно редкий вид
<i>Sachalinobia koltzei</i> (Heyden, 1887)	07.06	окрестности поселка Спутник (3 км севернее г. Владивостока)	относительно редкий вид
<i>Amarysius sanguinipennis</i> (Blessig, 1872)	09.06	Анучинский район (20 км севернее села Чернышевка)	крайне редкий вид
<i>Molorchus (Molorchus) starki</i> Shabliovskiy, 1936	08.06	окрестности поселка Спутник (3 км севернее г. Владивостока)	редкий вид
<i>Molorchus (Molorchus) ishiharai</i> Ohbayashi, 1936	08.06	окрестности поселка Спутник (3 км севернее г. Владивостока)	редкий вид
<i>Ropalopus (Pronocerodes) aurantiicollis</i> Plavilstshikov, 1940 (рис. 12)	01.06	Анучинский район (20 км севернее села Чернышевка)	крайне редкий вид. Известны единичные экземпляры
<i>Epiclytus ussurius</i> (Pic, 1933)	04.06	окрестности г. Большой Камень/шиповник	выведен из личинки
<i>Xylotrechus (Xylotrechus) rufilius</i> Bates, 1884	09.06	Анучинский район (20 км севернее села Чернышевка)	редкий вид
<i>Asaperda stenostola</i> Kraatz, 1879	24.05	село Горно-Таежное Уссурийского городского округа	относительно редкий вид
<i>Anaethetis confossicollis</i> Baeckmann, 1903	28.05	Октябрьский район, окрестности села Чернятино	относительно редкий вид
<i>Cylindrella grisea</i> Bates, 1884	07.06	окрестности поселка Спутник (3 км севернее Владивостока)	относительно редкий вид
<i>Oplosia suvorovi</i> (Pic, 1914)	24.05	село Горно-Таежное Уссурийского городского округа	относительно редкий вид
<i>Saperda (Saperda) populnea</i> ssp. <i>balsamifera</i> (Motschulsky, 1860)	06.06	Владивостокский гор. округ (8 км восточнее г. Владивостока)	относительно редкий подвид
<i>Eumecocera callosicollis</i> Breuning, 1943	07.06	окрестности поселка Спутник (3 км севернее г. Владивостока)	редкий вид

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований нами впервые были получены данные о популяционной динамике, характере местообитания, фенологии, биологических особенностях дальневосточного кедрового лубоеда *Tomicus pilifer* (Spessivtsev, 1919). В лабораторных условиях была обнаружена способность кедрового лубоеда проходить дополнительное питание на европейских видах сосны (*Pinus sylvestris*).

Собраны имаго 11 видов короедов рода *Scolytus*, которые могут являться переносчиками болезней стволов и побегов ильмовых пород. Для дальневосточных заболонников удалось уточнить фенологические особенности в разных районах южного Приморья. Сборы ксилофильных насекомых позволили дополнить сведения о распространении и пищевой специализации 15 видов жуков-усачей (сем. Cerambycidae), считающихся редкими и очень редкими.

Благодарность. Авторы благодарны сотрудникам Приморского филиала ФГБУ «ВНИИР» за помощь в обеспечении экспедиции транспортными средствами, недостающими реактивами и инструментами; С.Н. Иванову (г. Владивосток) и Д.А. Кулешову (г. Томск) за помощь в идентификации имаго Cerambycidae, сборе материала, а также в выборе наиболее перспективных для работы районов и биотопов. Особую благодарность мы выражаем М.С. Титовой,

choosing the most promising areas and biotopes for work. We are especially grateful to M.S. Titova, director of the Gornotaiga station named after V.L. Komarov – branch of the Federal Scientific Center for Biodiversity, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, for cooperation and the opportunity to conduct research on the territory of the station's arboretum.

REFERENCES

1. Zamotailov A., Nikitsky N. Coleoptera insects (Insecta, Coleoptera) of the Republic of Adygea (annotated catalog of species). Abstracts of the fauna of Adygea [Zhestkokrylyye nasekomye (Insecta, Coleoptera) Respubliki Adygeya (annotirovanny katalog vidov). Konspekty fauny Adygei]. Maykop: Publishing House of the Adygei State University, 2010; 1: 1–404 (in Russian).
2. Krivolutskaya G. Family Scolytidae – bark beetles [Scolytidae – koroyedy]. Pp. 312–373. In: Key to Insects of the Russian Far East. T. III. Coleoptera, or beetles. Part 3. Vladivostok: Dalnauka, 1996, 556 p. (in Russian).
3. Kurentsov A. Bark beetles of the Far East of the USSR [Koroyedy Dalnego Vostoka SSSR]. M.–L.: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1941, 234 p. (in Russian).

Table 2
Rare Cerambycidae species detected in southern Primorye during May 24 – June 9, 2022

Species	Detection date	Location of detection/host plant	Comments
<i>Encyclops macilentus</i> (Kraatz, 1879)	24.05	the village of Gorno-Taezhnoye, Ussuri urban district/ <i>Quercus mongolica</i>	rare
<i>Pseudosieversia rufa</i> (Kraatz, 1879)	07.06	neighborhood of Sputnik village (3 km north of Vladivostok)/ <i>Fraxinus mandshurica</i> and <i>Juglans mandshurica</i>	quite rare
<i>Sachalinobia koltzei</i> (Heyden, 1887)	07.06	neighborhood of the village of Sputnik (3 km north of Vladivostok)	quite rare
<i>Amarysius sanguinipennis</i> (Blessig, 1872)	09.06	Anuchinsky district (20 km north of Chernyshevka village)	very rare
<i>Molorchus</i> (<i>Molorchus</i>) <i>starki</i> Shabliovskiy, 1936	08.06	neighborhood of the village of Sputnik (3 km north of Vladivostok)	rare
<i>Molorchus</i> (<i>Molorchus</i>) <i>ishiharai</i> Ohbayashi, 1936	08.06	neighborhood of the village of Sputnik (3 km north of Vladivostok)	rare
<i>Ropalopus</i> (<i>Pronoceros</i>) <i>aurantiicollis</i> Plavilstshikov, 1940 (Fig. 12)	01.06	Anuchinsky district (20 km north of Chernyshevka village)	rare. Single specimens are known
<i>Epiclytus ussurius</i> (Pic, 1933)	04.06	neighborhood of Bolshoy Kamen/rosehip	hatched from a larva
<i>Xylotrechus</i> (<i>Xylotrechus</i>) <i>rufilius</i> Bates, 1884	09.06	Anuchinsky district (20 km north of Chernyshevka village)	rare
<i>Asaperda stenostola</i> Kraatz, 1879	24.05	the village of Gorno-Taezhnoye, Ussuri urban district	quite rare
<i>Anaethetis confossicollis</i> Baekmann, 1903	28.05	Oktyabrsky district, near the village of Chernyatino	quite rare
<i>Cylindilla grisescens</i> Bates, 1884	07.06	neighborhood of the village of Sputnik (3 km north of Vladivostok)	quite rare
<i>Oplosia suvorovi</i> (Pic, 1914)	24.05	the village of Gorno-Taezhnoye, Ussuri urban district	quite rare
<i>Saperda</i> (<i>Saperda</i>) <i>populnea</i> ssp. <i>balsamifera</i> (Motschulsky, 1860)	06.06	Vladivostok city district (8 km east of Vladivostok)	quite a rare subspecies
<i>Eumecocera callosicollis</i> Breuning, 1943	07.06	neighborhood of the village of Sputnik (3 km north of Vladivostok)	rare

директору Горнотаежной станции им. В.Л. Комарова – филиала ФНЦ биоразнообразия ДВО РАН, за сотрудничество и возможность проводить исследования на территории дендрария станции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заматайлов А., Никитский Н., 2010. Жесткокрылые насекомые (Insecta, Coleoptera) Республики Адыгея (аннотированный каталог видов). Конспекты фауны Адыгеи. – Майкоп: Изд-во Адыгейского государственного университета, 1: 1–404.
2. Криволицкая Г. Сем. Scolytidae – короеды. С. 312–373. В кн.: Определитель насекомых Дальнего Востока России. Т. III. Жесткокрылые, или жуки. Ч. 3. – Владивосток: Дальнаука, 1996, 556 с.
3. Куренцов А. Короеды Дальнего Востока СССР. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1941, 234 с.
4. Линдеман Г. Взаимоотношения насекомых-ксилофагов и лиственных деревьев в засушливых условиях. – М.: Наука, 1993, 206 с.
5. Мамаев Б. Стволовые вредители лесов Сибири и Дальнего Востока. – М.: Агропромиздат, 1985, 208 с.
6. Мандельштам М., Якушкин Е., Петров А., 2018. Ориентальные жуки древесинники (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) – новые вселенцы в Приморском крае России. – Российский журнал биологических инвазий, № 3: 74–87.
7. Мандельштам М. Scolytidae. Короеды. С. 432–450. В кн.: Справочник по чужеродным

4. Lindeman G. Relationship between xylophagous insects and deciduous trees in arid conditions [Vzaimootnosheniya nasekomykh-ksilofagov i listvennykh derev'yev v zasushlivykh usloviyakh]. M.: Nauka, 1993, 206 p. (in Russian).

5. Mamaev B. Stem pests of the forests of Siberia and the Far East [Stvolovyye vrediteli lesov Sibiri i Dal'nego Vostoka]. M.: Agropromizdat, 1985, 208 p. (in Russian).

6. Mandelshtam M., Yakushkin E., Petrov A. Oriental ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) – new inhabitants of Primorsky Krai in Russia. *Russian Journal of Biological Invasions*, 2018; 3: 74–87 (in Russian).

7. Mandelshtam M. Scolytidae. Bark beetles [Scolytidae. Koroyedy]. Pp. 432–450. In: Handbook of Alien Coleoptera of the European Part of Russia. Compiled by M.Ya. Orlova-Benkovskaya. Livny, 2019, 882 p. (in Russian).

8. Mozolevskaya E., Kataev O., Sokolova E. Methods of forest pathological examination of foci of stem pests and diseases of the forest [Metody lesopatologicheskogo obsledovaniya ochagov stvolovykh vreditel' i bolezney lesa]. M.: Forest Industry, 1984, 152 p. (in Russian).

жесткокрылым европейской части России. Составитель М.Я. Орлова-Беньковская. – Ливны, 2019, 882 с.

8. Мозолевская Е., Катаев О., Соколова Э. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса. – М.: Лесная промышленность, 1984, 152 с.

9. Петров А., 2022. Биологические особенности агрессивных короедов на лиственных породах в России и сопредельных странах. Материалы 3-й Всероссийской конференции с международным участием «Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике». – М.–Красноярск: 112–113.

10. Старк В. Фауна СССР. Жесткокрылые. Том XXXI. Короеды. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1952, 461 с.

11. Яновский В., 1999. Аннотированный список короедов (Coleoptera, Scolytidae) Северной Азии. – Энтомологическое обозрение, 78 (2): 327–362.

12. Knížek M., 2011. Scolytinae. In: Catalogue of Palaearctic Coleoptera (I. Löbl, A. Smetana eds.). Vol. 7. Curculionoidea I. Stenstrup: Apollo Books: 204–251.

13. Nikulina T., Mandelshtam M., Petrov A., Nazarenko V., Yunakov N., 2015. A survey of the weevils of Ukraine. Bark and ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae: Platypodinae and Scolytinae). Monograph. – Zootaxa, 3912 (1), 61 p.

14. Park S., Jung J. Ch., Han T., 2017. A New Species and Five Newly Recorded Species of Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) from Korea. – Entomological Research Bulletin, 33 (2): 131–137.

15. Park S., Smith S., Cognato A., Beaver R., 2020. Catalogue of Korean Xyleborine ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) with seven new species. – Journal of Asia-Pacific Biodiversity, 13: 210–228. URL: <https://doi.org/10.1016/j.japb.2020.01.002>.

16. Petrov A., Mandelshtam M., Beaver R., 2019. A key to species of the tribe Scolytini Latreille, 1804 (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) from Russia and adjacent countries. – Russian Entomological Journal, 28 (3): 286–302. URL: <https://doi.org/10.15298/rusentj.28.3.08>.

17. Petrov A., Shamaev A., 2020. Description of a new *Hypothenemus* Westwood, 1834 species (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) from South of Primorskiy Kray of Russia and South Korea. – Russian Entomological Journal, 29 (1): 83–86. URL: <https://doi.org/10.15298/rusentj.29.1.11>.

18. Wood S., Bright D., 1992. A Catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Part 2: Taxonomic Index. – Great Basin Naturalist Memoirs, Vol. 13 (A): 1–833.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Петров Александр Валентинович, кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела лесного карантина ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия; ORCID 0000-0001-9448-7179, e-mail: hylesinus@list.ru.

Шамаев Андрей Владимирович, старший научный сотрудник лаборатории испытания и применения феромонов ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия; e-mail: shamaev2008@yandex.ru.

9. Petrov A. Biological features of aggressive bark beetles on hardwoods in Russia and neighboring countries [Biologicheskiye osobennosti agressivnykh koroyedov na listvennykh porodakh v Rossii i sopredel'nykh stranakh]. Proceedings of the 3rd All-Russian Conference with international participation "Monitoring and biological methods of control of pests and pathogens of woody plants: from theory to practice". M.–Krasnoyarsk: 2022; 112–113 (in Russian).

10. Stark V. Fauna of the USSR. Coleoptera. Volume XXXI. Bark beetles. [Fauna SSSR. Zhestkokrylyye. Tom XXXI. Koroyedy.] M.–L.: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1952, 461 p. (in Russian).

11. Yanovsky V. Annotated list of bark beetles (Coleoptera, Scolytidae) of Northern Asia [Annotirovanny spisok koroyedov (Coleoptera, Scolytidae) Severnoy Azii]. *Entomological Review*, 1999; 78 (2): 327–362 (in Russian).

12. Knížek M. Scolytinae. In: Catalogue of Palaearctic Coleoptera (I. Löbl, A. Smetana eds.). Vol. 7. Curculionoidea I. Stenstrup: Apollo Books: 2011; 204–251.

13. Nikulina T., Mandelshtam M., Petrov A., Nazarenko V., Yunakov N. A survey of the weevils of Ukraine. Bark and ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae: Platypodinae and Scolytinae). Monograph. *Zootaxa*, 2015; 3912 (1), 61 p.

14. Park S., Jung J. Ch., Han T. A New Species and Five Newly Recorded Species of Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) from Korea. *Entomological Research Bulletin*, 2017; 33 (2): 131–137.

15. Park S., Smith S., Cognato A., Beaver R. Catalogue of Korean Xyleborine ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) with seven new species. – *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 2020; 13: 210–228. URL: <https://doi.org/10.1016/j.japb.2020.01.002>.

16. Petrov A., Mandelshtam M., Beaver R. A key to species of the tribe Scolytini Latreille, 1804 (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) from Russia and adjacent countries. *Russian Entomological Journal*, 2019; 28 (3): 286–302. URL: <https://doi.org/10.15298/rusentj.28.3.08>.

17. Petrov A., Shamaev A. Description of a new *Hypothenemus* Westwood, 1834 species (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) from South of Primorskiy Kray of Russia and South Korea. *Russian Entomological Journal*, 2020; 29 (1): 83–86. URL: <https://doi.org/10.15298/rusentj.29.1.11>.

18. Wood S., Bright D. A Catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Part 2: Taxonomic Index. *Great Basin Naturalist Memoirs*, 1992; Vol. 13 (A): 1–833.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Aleksandr Petrov, PhD in Biology, Researcher, Department of Forest Quarantine, FGBU "VNIICR", Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; ORCID 0000-0001-9448-7179, e-mail: hylesinus@list.ru.

Andrey Shamaev, Senior Researcher, Pheromone testing and application laboratory, FGBU "VNIICR", Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; e-mail: shamaev2008@yandex.ru.

Уссурийский полиграф *Polygraphus proximus* Blandford, 1894 в пихтарниках экопарка «Озера на Снежной» (Иркутская область)

В.Ф. КОБЗАРЬ¹, Н.И. КОЛЕСОВА², А.А. ПЕТРИК³

Иркутский филиал ФГБУ «Всероссийский центр
карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»),
г. Иркутск, Россия

¹ ORCID 0000-0003-0044-4739,
e-mail: v.kobzar84@yandex.ru

² ORCID 0000-0002-6597-7096,
e-mail: nihaik@yandex.ru

³ ORCID 0000-0001-5737-7480,
e-mail: cool.anj76@yandex.ru

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты исследования опасного карантинного вредителя – уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* – в период с апреля по сентябрь 2022 г. на территории экопарка «Озера на Снежной» (Слюдянский район, Иркутская область). Целью работы было выявление уссурийского полиграфа, закладывание пробных площадей (ПП) для определения его основных популяционных показателей и оценки состояния пихтовых древостоев. Во всех биоценозах экопарка и его окрестностях, где в состав древостоя входит пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.), на ней зафиксировано присутствие уссурийского полиграфа с разной степенью встречаемости. В исследуемом районе из хвойных пород кроме пихты сибирской произрастают также ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.) и сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour), на этих хвойных породах вредитель в ходе проведения обследования не обнаружен. Заложены две ПП, различающиеся по составу древостоя и растительному покрову нижнего яруса. Жизненное состояние пихтовых древостоев на пробных площадях во время исследования оценено как ослабленное и сильно ослабленное, со средней степенью деградации, встречаемость уссурийского полиграфа высокая. Лёт жуков в 2022 г. начался во второй декаде мая, его пик зафиксирован в период с 26 мая по 20 июня. Определены основные популяционные показатели инвазионного короеда: плотность поселения, продуктивность, энергия размножения, длина маточного хода и плодовитость. Установлены его зимующие стадии развития в условиях южного Прибайкалья в 2021 г.

Ключевые слова. Инвазивный ксилофаг, карантинный объект, пихта сибирская, южное Прибайкалье, Хамар-Дабан.

Polygraphus proximus Blandford, 1894 in the fir forests of the “Lakes on Snezhnaya” Ecopark (Irkutsk Oblast)

V.F. KOBZAR¹, N.I. KOLESOVA², A.A. PETRIK³

Irkutsk Branch, FGBU “All-Russian Plant
Quarantine Center” (FGBU “VNIICR”),
Irkutsk, Russia

¹ ORCID 0000-0003-0044-4739,
e-mail: v.kobzar84@yandex.ru

² ORCID 0000-0002-6597-7096,
e-mail: nihaik@yandex.ru

³ ORCID 0000-0001-5737-7480,
e-mail: cool.anj76@yandex.ru

ABSTRACT

The article presents the results of a study of a serious quarantine pest – four-eyed fir bark beetle *Polygraphus proximus* – in the period from April to September 2022 on the territory of the “Lakes on Snezhnaya” Ecopark (Slyudyansky district, Irkutsk Oblast). The aim of the work was to identify *Polygraphus proximus*, laying trial plots (TP) to determine its main population indicators and assess the state of fir forest stands. In all biocenoses of the ecopark and its environs, where the forest stand includes Siberian fir (*Abies sibirica* Ledeb.), it recorded the presence of *Polygraphus proximus* with varying degrees of occurrence. In the study area, coniferous species, in addition to Siberian fir, also grow Siberian spruce (*Picea obovata* Ledeb.) and Siberian cedar pine (*Pinus sibirica* Du Tour), no pest was found on these coniferous species during the survey. Two TPs were established, differing in the composition of the forest stand and vegetation cover of the lower tier. The vital state of fir forest stands on the TPs during the study was assessed as weakened and severely weakened, with an average degree of degradation, the occurrence of *Polygraphus proximus* is high. The flight of beetles in 2022 began in the second decade of May, its peak was recorded in the period from May 26 to June 20. The main population indicators of the invasive bark beetle were determined: population density, productivity, reproduction energy, length of the uterine passage and fecundity. Its wintering stages of development have been established in the conditions of the southern Baikal region in 2021.

Key words. Invasive xylophage, quarantine pest, Siberian fir, southern Baikal region, Khamar-Daban.

ВВЕДЕНИЕ



уссурийский полиграф *Polygraphus proximus* Blandford, 1894 (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) – инвазивный вредитель дальневосточного происхождения, включен в единый перечень карантинных объектов как ограниченно распространенный на территории Евразийского экономического союза. Естественным ареалом вида являются дальневосточные регионы России (Хабаровский и Приморский края, Сахалинская область, включая Курильские острова), Северо-Восточный Китай, Корея и Япония, где он является обычным видом ксилофагов, развивающимся преимущественно на дальневосточных видах пихты (Куренцов, 1950; Кривошук, 1958, 1996; Nobuchi, 1966; Кривец и др., 2015а).

Во вторичном ареале в Сибири уссурийский полиграф является агрессивным вредителем пихты сибирской, который вызывает ее ослабление и усыхание на больших территориях. Его агрессивность заключается в том, что он способен, кроме ослабленных различными факторами деревьев, заселять вполне здоровые (Кривец и др., 2015а). Помимо прямого воздействия вредителя на дерево, он является переносчиком фитопатогенных офиостомовых грибов. Действующий совместно тандем «полиграф – офиостомовый грибок» при интенсивных атаках жуков способен привести дерево к усыханию в течение 2–4 лет после первого нападения (Кривец и др., 2015б).

В настоящее время карантинные фитосанитарные зоны по *P. proximus* во вторичном его ареале установлены в 9 регионах РФ: Алтайском, Красноярском краях, Республике Алтай, Томской, Кемеровской, Иркутской областях, Пермском крае, республиках Татарстан и Удмуртия (<https://fsvps.gov.ru/ru/poleznaya-informaciya>). Также популяции данного вредителя были зарегистрированы в Новосибирской области и Республике Хакасии (Кривец и др., 2015с). В европейской части России впервые вид обнаружен в 1999 г. в окрестностях г. Санкт-Петербурга на ели обыкновенной (*Picea abies* (L.) H. Karst.), что было разовым выявлением (Мандельштам, Поповичев, 2000), в 2006 г. в Московской области (Чилахсаева, 2008), крупные очаги отмечены на территории г. Москвы (Баранчиков и др., 2020).

На территории Иркутской области присутствие указанного инвайдера впервые зарегистрировано в Слюдянском районе (южное Прибайкалье) в 2017 г. (Быстров и др., 2019). Считается, что уссурийский полиграф заселился в этом районе, вероятнее всего, в 2005–2006 гг. (Ефременко и др., 2019). По состоянию на 1 сентября 2022 г. очаги этого вредителя в области действуют на площади 1655,3 га (https://rosleshoz.gov.ru/activity/forest_security_and_protection/stat).

Относительно недавнее заселение таежных экосистем Прибайкалья полиграфом, ежегодное увеличение площадей его очагов, климатические особенности региона, а также предварительное ослабление деревьев бактериальной водяной (Воронин и др., 2013) подчеркивают актуальность исследования байкальской популяции *P. proximus*.

INTRODUCTION

Polygraphus proximus Blandford, 1894 (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) is an invasive pest of Far Eastern origin, included in the Common List of Quarantine Pests as a limitedly present in the territory of the Eurasian Economic Union. The natural range of the species is the Far Eastern regions of Russia (Khabarovsk Krai and Primorsky Krai, Sakhalin Oblast, including the Kuril Islands), Northeast China, Korea and Japan, where it is a common xylophagous species that develops mainly on Far Eastern species of fir (Kurentsov, 1950; Krivolutsкая, 1958, 1996; Nobuchi, 1966; Krivets et al., 2015a).

In the secondary range in Siberia, *Polygraphus proximus* is an aggressive pest of Siberian fir, which causes its weakening and drying out over large areas. Its aggressiveness lies in the fact that it is able, in addition to trees weakened by various factors, to populate quite healthy ones (Krivets et al., 2015a). In addition to the direct effect of the pest on the tree, it is a vector of phytopathogenic Ophiostomataceae fungi. The joint tandem “*Polygraphus* – Ophiostomataceae fungus” under intense attacks of beetles can lead the tree to dry out within 2–4 years after the first attack (Krivets et al., 2015b).

Currently, quarantine phytosanitary areas for *P. proximus* in its secondary range have been established in 9 regions of the Russian Federation: Altai Krai, Krasnoyarsk Krai, Altai Republic, Tomsk Oblast, Kemerovo Oblast, Irkutsk Oblast, Perm Krai, the Republics of Tatarstan and Udmurtia (<https://fsvps.gov.ru/ru/poleznaya-informaciya>). Also, populations of this pest were registered in Novosibirsk Oblast and the Republic of Khakassia (Krivets et al., 2015c). In the European part of Russia, the species was first detected in 1999 in the vicinity of St. Petersburg on Norway spruce (*Picea abies* (L.) H. Karst.), which was a one-time occurrence (Mandelsham and Popovichev, 2000), in 2006 in Moscow Oblast (Chilakhsaeva, 2008), large outbreaks were detected in the territory of Moscow (Baranchikov et al., 2020).

On the territory of Irkutsk Oblast, the presence of this invader was first registered in the Slyudyansky district (southern Baikal region) in 2017 (Bystrov et al., 2019). It is believed that *P. proximus* was introduced in the area, most likely in 2005–2006 (Efremenko et al., 2019). As of September 1, 2022, the outbreaks of this pest in the region cover an area of 1655.3 hectares (https://rosleshoz.gov.ru/activity/forest_security_and_protection/stat).

The relatively recent colonization of the taiga ecosystems of the Baikal region by *P. proximus*, the annual increase in the area of its outbreaks, the climatic features of the region, as well as the preliminary weakening of trees by bacterial drop (Voronin et al., 2013) emphasize the relevance of studying the Baikal population of *P. proximus*.

MATERIALS AND METHODS

The study was conducted in the period from April to September 2022 in the forest areas of the recreational “Lakes on Snezhnaya” Ecopark and its environs.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проведено в период с апреля по сентябрь 2022 г. в лесных массивах рекреационного экопарка «Озера на Снежной» и его окрестностях. Экопарк расположен в долине реки Снежной в предгорьях северного макросклона хребта Хамар-Дабан, на территории Слюдянского района Иркутской области, вблизи границ с Республикой Бурятией. Данная местность входит в состав центральной экологической зоны Байкальской природной территории, эта экологическая зона относится к Байкальскому горному лесному району Южно-Сибирской горной зоны (<https://irkobl.ru/sites/alh/documents/lesplan/112-ug.pdf>).

Среднегодовая температура воздуха варьируется от $-0,3^{\circ}\text{C}$ на побережье до -2°C в горах, средняя температура воздуха в январе составляет от -18°C до -22°C , а в самый теплый месяц, июль, составляет $+14...20^{\circ}\text{C}$. Годовая сумма осадков колеблется от 500 до 1000 мм в год, высота снежного покрова достигает 0,9–1,2 м. Если на территории Иркутской области климат в основном резко континентальный, то в южном Прибайкалье под влиянием озера Байкал отмечается падение континентальности и приближение его к приморскому климату (Абалаков и др., 2015). Сглаживание суточных и годовых температур Байкалом вызывает задержку начала вегетации и препятствует ранним осенним заморозкам. Совокупность климатических особенностей и значительное количество туманов, сформированных испарениями с поверхности озера, благоприятствуют развитию в исследуемом районе тайги из пихты и кедра (Софронов, Софронова, 2022).

Для того чтобы исследовать основные популяционные показатели уссурийского полиграфа и оценить его влияние на пихтовые древостои, в подгорном темнохвойном лесу экопарка заложены 2 прямоугольные пробные площади (ПП № 1 вблизи озера Сказка и ПП № 2 между озерами Теплое и Изумрудное), различающиеся по породному составу и растительному покрову нижнего яруса (высота над уровнем моря – 500–520 м) (рис. 1).

Установление таксационных характеристик древостоев на ПП (табл. 1) проводили по общепринятым методам оценки (Анучин, 1982; Чмыр и др., 2001).

Для анализа состояния древостоев и оценки влияния на них уссурийского полиграфа произведен подсчет общего количества деревьев пихты в пределах ПП, с установлением категории их состояния по 6-балльной шкале (Кривец, Бисирова, 2012).

Интегральные показатели состояния пихтовых древостоев, а именно индекс жизненного состояния, поврежденность древостоя, средневзвешенная категория состояния, определялись по сумме квадратов площадей поперечного сечения стволов

The ecopark is located in the valley of the Snezhnaya River in the foothills of the northern macroslope of the Khamar-Daban ridge, on the territory of the Slyudyansky district of Irkutsk Oblast, near the borders with the Republic of Buryatia. This area is part of the central ecological zone of the Baikal natural territory, this ecological zone belongs to the Baikal Mountain Forest region of the South Siberian Mountain zone (<https://irkobl.ru/sites/alh/documents/lesplan/112-ug.pdf>).

The average annual air temperature varies from -0.3°C on the coast to -2°C in the mountains, the average air temperature in January is from -18°C to -22°C , and in the warmest month, July, is $+14...20^{\circ}\text{C}$. The annual amount of precipitation varies from 500 to 1000 mm per year, the snow cover height reaches 0.9–1.2 m. If the climate in the territory of Irkutsk Oblast is mainly sharply continental, then in the southern Baikal region, under the influence of Lake Baikal, there is a drop in continentality and its approach to the coastal climate (Abalakov et al., 2015). The smoothing of daily and annual temperatures by Baikal causes a delay in the beginning of the growing season and prevents frosts in early autumn. The combination of climatic features and a significant amount of fog formed by evaporation from the surface of the lake favor the development of taiga from fir and cedar in the study area (Sofronov, Sofronova, 2022).

In order to study the main population indicators of *P. proximus* and evaluate its impact on fir forest stands, 2 rectangular sample plots were laid in the piedmont dark coniferous forest of the ecopark (TP No. 1 near Lake Skazka and TP No. 2 between Lakes Teploe and Izumrudnoe), differing in species composition and vegetation cover of the lower tier (height above sea level – 500–520 m) (Fig. 1).

Establishment of taxation characteristics of forest stands on TP (Table 1) was carried out according



Рис. 1. Расположение пробных площадей в районе исследования («Яндекс.Карты», Теплые озера)

Fig. 1. Location of trial plots in the study area ("Yandex.Maps", Warm lakes)

Таблица 1

Таксационная характеристика древостоев на пробных площадях

№ ПП	Площадь, га	Породный состав	Средний диаметр пихты, см	Средняя высота пихты, м	Средний возраст пихты, лет	Класс бонитета	Тип леса
1	0,5	7П2К1Е + Б	24,8 ± 1,9	21,4 ± 1,5	80	II	Крупнотравный
2	0,5	8П2К	20,3 ± 1,6	19 ± 3,2	65	II	Чернично-зеленомошный

П – пихта сибирская (*Abies sibirica*); К – кедр (*Pinus sibirica*); Е – ель сибирская (*Picea obovata*); Б – береза (*Betula* spp.).

деревьев на высоте 1,3 м по категориям (Алексеев, 1989; Баранчиков и др., 2004; Гниненко и др., 2016).

Основные популяционные показатели полиграфа устанавливали на трех модельных деревьях пихты в каждой ПП из IV, V, VI категории состояния. Учет проводился по трем круговым палеткам на район поселения (Катаев, Поповичев, 2001). Оценка значений показателей численности проводилась с использованием стандартных методик (Гниненко и др., 2016).

Идентификацию собранных жуков проводили по характерным морфологическим признакам: разделенному на 2 части фасеточному глазу, наличию 6-членикового жгутика усика, форме булавы (Старк, 1952; Кривец и др., 2015b).

Для отлова усачей рода *Monochamus* Dejean, 1821 использовались феромонные ловушки барьерно-ворончатого типа с феромонами производства ФГБУ «ВНИИКР». Ловушки устанавливали на высоте 1,5–2 м от уровня почвы в период лета усачей, согласно инструкции.

Для обработки полученных расчетных данных использовалась программа Microsoft Excel 2016.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследования темнохвойных лесов, проведенного в экопарке «Озера на Снежной» и его окрестностях, во всех биocenозах, где в состав древостоя входит пихта сибирская, на ней выявлены характерные признаки присутствия уссурийского полиграфа: смоляные потеки на стволах, многочисленные летные отверстия жуков (рис. 2), покраснение кроны дерева (Гниненко и др., 2016.). На других хвойных породах в исследуемом районе полиграф не выявлен, несмотря на отмеченную способность развиваться на кедре, сосне обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и ели сибирской (Керчев, 2014) во вторичном ареале на территории Сибири.

to generally accepted methods of assessment (Anuchin, 1982; Chmyr et al., 2001).

To analyze the state of forest stands and assess the impact of *P. proximus* on them, the total number of fir trees within the TP was calculated, indicating the category of their condition on a 6-point scale (Krivets, Bisirova, 2012).

Integral indicators of the state of fir forest stands, namely the index of vital condition, damage to the stand, weighted average condition category, were determined by the sum of the squares of the cross-sectional areas of tree trunks at a height of 1.3 m by category (Alekseev, 1989; Baranchikov et al., 2004; Gninenko and others, 2016).

The main *P. proximus* population indicators were established on three model fir trees in each TP from IV, V, VI condition categories. Accounting was carried out on three circular palettes for the area of the settlement (Kataev, Popovichev, 2001). The assessment of the values of population indicators was carried out using standard methods (Gninenko et al., 2016).

Collected beetles were identified by typical morphological characteristics: a compound eye divided into 2 parts, the presence of a 6-segmented antennal flagellum, and the shape of a club (Stark, 1952; Krivets et al., 2015b).

Monochamus Dejean, 1821 beetles were caught using pheromone barrier-funnel traps with pheromones produced by FGBU «VNIICR». The traps were set at a height of 1.5–2 m from the soil level during the flight, according to the instructions.

Microsoft Excel 2016 was used to process the obtained calculated data.

RESULTS AND DISCUSSION

As a result of a study of dark coniferous forests conducted in the “Lakes on Snezhnaya” Ecopark and its environs, in all biocenoses where Siberian fir is included

Table 1

Taxation characteristics of forest stands on trial plots

№ TP	Area, ha	Species composition	Average fir diameter, cm	Average fir height, m	Average age of fir, years	Quality class	Forest type
1	0.5	7P2K1E + B	24.8 ± 1.9	21.4 ± 1.5	80	II	Tall herbaceous vegetation
2	0.5	8P2K	20.3 ± 1.6	19 ± 3.2	65	II	Blueberry green moss

P – Siberian fir (*Abies sibirica*); K – cedar (*Pinus sibirica*); E – Siberian spruce (*Picea obovata*); B – birch (*Betula* spp.).



Рис. 2. Вылетные отверстия жуков *Polygraphus proximus* на коре пихты (фото В.Ф. Кобзаря)

Fig. 2. Flight holes of *Polygraphus proximus* beetles on fir bark (photo by V.F. Kobzar)

Среднесуточная температура воздуха в районе исследования зимой 2021 г. опускалась до $-26,4^{\circ}\text{C}$. При обследовании 15.04.2022 под корой и в толще коры деревьев пихты сибирской были выявлены имаго, куколки и личинки уссурийского полиграфа в живом состоянии (рис. 3).

На пробных площадях лёт жуков полиграфа начался во второй декаде мая, когда среднесуточная температура воздуха составила $+14,8^{\circ}\text{C}$ (варьирование от $+12,8$ до $+18,8^{\circ}\text{C}$ в разные дни). Основной лёт зафиксирован с 26 мая по 20 июня. В этот период отмечено обилие буровой муки на прикорневой части ствола и на растительном покрове вокруг пристволенной области (рис. 4) и заселение пихты жуками *P. proximus* (рис. 5).

Сроки начала лёта жуков уссурийского полиграфа в природе зависят от микроклиматических условий биотопа, а его длительность и интенсивность обусловлены погодными условиями в этот период для каждого конкретного года. Наиболее благоприятными для вылета жуков являются дни с солнечной безветренной погодой и температурой воздуха выше $+15^{\circ}\text{C}$, а такие негативные факторы, как ветер, пасмурная погода, атмосферные осадки, могут на время прервать вылет молодых жуков и в целом растянуть или сдвинуть сроки лёта (Криволицкая, 1958).

Имаго, куколки и личинки полиграфа встречались в коре и под ней с апреля до конца сентября, а яйца – с последних чисел мая по первую декаду августа 2022 г. Такая картина указывает на спутанность генераций развития, что характерно для данного вредителя и в первичном ареале (Криволицкая, 1958), и для района инвазии в Сибири (Керчев, 2014).

Кроме уссурийского полиграфа, на пихте выявлено 7 видов ксилофагов. После полиграфа



Рис. 3. Куколки и личинка *P. proximus* под корой пихты (фото В.Ф. Кобзаря)

Fig. 3. *P. proximus* pupae and larva under the fir bark (photo by V.F. Kobzar)

in the forest stand, characteristic signs of the presence of *P. proximus* were detected on it: resin streaks on trunks, numerous flight holes (Fig. 2), reddening of the tree crown (Gninenko et al., 2016). *P. proximus* was not detected on other coniferous species in the study area, despite the noted ability to develop on Siberian pine, Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) and Siberian spruce (Kerchev, 2014) in the secondary range in Siberia.

The average daily air temperature in the study area in the winter of 2021 dropped to -26.4°C . During the examination on April 15, 2022, under the bark and in the thickness of the bark of Siberian fir trees, adults, pupae and larvae of *P. proximus* were detected in a living state (Fig. 3).

On the test plots, the flight of *P. proximus* began in the second decade of May, when the average daily air temperature was $+14.8^{\circ}\text{C}$ (variation from $+12.8$ to $+18.8^{\circ}\text{C}$ on different days). The main flight was recorded from May 26 to June 20. During this period, an abundance of bore dust was noted on the root part of the trunk and on the vegetation cover around the near-trunk area (Fig. 4) and colonization of fir by *P. proximus* beetles (Fig. 5).

The beginning of the flight of *P. proximus* beetles in nature depends on the microclimatic conditions of the biotope, and its duration and intensity are determined by the weather conditions during this period for each particular year. The most favorable days for the flight of beetles are days with sunny, calm weather and air temperatures above $+15^{\circ}\text{C}$, and such negative factors as wind, cloudy weather, and precipitation can temporarily



Рис. 4. Буровая мука *P. proximus* на прикорневой части пихты и на ветренице байкальской (фото В.Ф. Кобзаря)

Fig. 4. Bore dust of *P. proximus* on the root part of the fir and on the Baikalian anemone (photo by V.F. Kobzar)

по встречаемости преобладал рагий ребристый *Rhagium inquisitor* (Linnaeus, 1758) и блестящегрудый еловый усач *Tetropium castaneum* (Linnaeus, 1758), единично встречались большой черный еловый усач *Monochamus urussovii* (Fischer von Waldheim, 1806), черный рогохвост *Xeris spectrum* (Linnaeus, 1758), еловый короед-крошка *Crypturgus pusillus* (Gyllenhal, 1813), лесовик байкальский *Dryocoetes baicalicus* Reitter, 1899, полосатый древесинник *Trypodendron lineatum* (Olivier, 1800). Особое внимание привлекает большой черный еловый усач, так как он является важнейшим стволовым вредителем сибирских лесов и спутником *P. proximus* (Баранчиков и др., 2011). В исследуемых пихтарниках встречаемость данного усача отмечена как низкая: при обследовании 303 деревьев пихты признаки его развития зафиксированы на 11 деревьях, выявлено всего 6 личинок; феромонными ловушками, размещенными на пробных площадях (по две на каждую), на ПП № 1 отловлено 2 имаго, а на ПП № 2 – 3 имаго *M. urussovii*. Других видов усачей рода *Monochamus* не обнаружено.

Из 31 вида энтомофагов, связанных с уссурийским полиграфом в Сибири (Кривец, Керчев, 2016), в его ходах и на заселенных им деревьях пихты на ПП обнаружено 7 видов: *Thanasimus femoralis* (Zetterstedt, 1828), *Thanasimus formicarius* (Linnaeus, 1758), *Pytho depressus* (Linnaeus, 1767), *Nudobius lentus* (Gravenhorst, 1806), *Dinotiscus eupterus* (Walker, 1836), 2 вида из рода *Medetera*. Последние 3 вида встречались наиболее часто.

Встречаемость уссурийского полиграфа, рассчитанная по отношению числа деревьев с признаками поселения и развития вредителя к сумме



Рис. 5. Вбуравливание самца *P. proximus* под кору пихты сибирской (фото В.Ф. Кобзаря)

Fig. 5. *P. proximus* male boring under the bark of a Siberian fir (photo by V.F. Kobzar)

interrupt the flight of young beetles and, in general, extend or shift the flight time (Krivolutskaya, 1958).

P. proximus imagoes, pupae and larvae were detected in the bark and under it from April to the end of September, and eggs – from the last days of May to the first ten days of August 2022. This pattern indicates the confusion of generations of development, which is typical for this pest in the primary range (Krivolutskaya, 1958), and for the area of invasion in Siberia (Kerchey, 2014).

Apart from *P. proximus*, 7 xylophage species were detected. After *P. proximus*, the frequency of occurrence was dominated by *Rhagium inquisitor* (Linnaeus, 1758) and *Tetropium castaneum* (Linnaeus, 1758), sporadically were detected *Monochamus urussovii* (Fischer von Waldheim, 1806), *Xeris spectrum* (Linnaeus, 1758), *Crypturgus pusillus* (Gyllenhal, 1813), *Dryocoetes baicalicus* Reitter, 1899, and *Trypodendron lineatum* (Olivier, 1800). *Monochamus urussovii* attracts special attention, since it is the most important stem pest of Siberian forests and a companion of *P. proximus* (Baranchikov et al., 2011). In the studied fir forests, the occurrence of this longhorn beetle was noted as low: during the examination of 303 fir trees, signs of its development were recorded on 11 trees, only 6 larvae were identified; pheromone traps placed on the trial plots (two for each), 2 imagoes were caught at TP No. 1, and 3 *M. urussovii* imagoes at TP No. 2. No other species of longhorn beetles of the genus *Monochamus* have been detected.

Таблица 2

Средние популяционные показатели *Polygraphus proximus* и оценка их значений на пробных площадях в экопарке «Озера на Снежной», 2022 г.

Показатель	ПП № 1			ПП № 2		
	Среднее значение ± стандартное отклонение	Min значение	Max значение	Среднее значение ± стандартное отклонение	Min значение	Max значение
Плотность поселения, семей/дм ²	6,6 ± 2,5 (высокая)	4,2 (средняя)	9,2 (высокая)	5 ± 1,1 (средняя)	4,2 (средняя)	6,3 (высокая)
Продукция, шт/дм ²	31,1 ± 17,9 (высокая)	11,8 (низкая)	47,3 (высокая)	28,6 ± 11,4 (средняя)	19,6 (низкая)	41,4 (высокая)
Энергия размножения	4,6 ± 2,4 (высокая)	2,8 (средняя)	7,4 (высокая)	5,8 ± 2,7 (высокая)	3,1 (высокая)	8,6 (высокая)
Суммарная длина маточных ходов семьи, см	4,4 ± 1,9	2	10,2	5,4 ± 2,2	2,2	10,8
Плодовитость, яиц (яйцевых камер) на самку, шт.	46 ± 15,8	21	88	34,8 ± 11,2	19	69

количества деревьев IV–VI категорий (Кривец и др., 2018) на пробных площадях, определена как высокая и составила на ПП № 1 – 90%, на ПП № 2 – 85,6%.

По результатам анализа, проведенного в отношении трех модельных деревьев пихты сибирской на каждой ПП в экопарке «Озера на Снежной», были определены основные популяционные показатели уссурийского полиграфа и их средние значения, которые различались в разных древостоях и на изученных деревьях (табл. 2).

Плотность поселения родительского поколения вредителя на модельных деревьях варьировала от средней до высокой (4,2–9,2 семьи/дм²), продукция (численность молодого поколения) – от низкой (11,8–19,6 шт/дм²) до средней (24,8 шт/дм²) и высокой (34,2–47,3 шт/дм²), энергия размножения

Out of 31 species of entomophages associated with *P. proximus* in Siberia (Krivets and Kerchev, 2016), 7 species were detected in its galleries and on fir trees inhabited by it: *Thanasimus femoralis* (Zetterstedt, 1828), *Thanasimus formicarius* (Linnaeus, 1758), *Pytho depressus* (Linnaeus, 1767), *Nudobius lentus* (Gravenhorst, 1806), *Dinotiscus eupterus* (Walker, 1836), 2 species of the genus *Medetera*. The last 3 species were the most common.

The occurrence of *P. proximus*, calculated as the ratio of the number of trees with signs of settlement and development of the pest to the sum of the number of trees of categories IV–VI (Krivets et al., 2018) in the test plots, was determined as high and amounted to 90% at TP No. 1, and 85.6% at TP No. 2.

Based on the results of the analysis carried out in relation to three model Siberian fir trees at each TP in the “Lakes on Snezhnaya” Ecopark, the main

Table 2

Average *Polygraphus proximus* population indicators and assessment of their values on trial plots in the “Lakes on Snezhnaya” Ecopark, 2022

Indicator	TP № 1			TP № 2		
	Average value ± standard deviation	Min value	Max value	Average value ± standard deviation	Min value	Max value
Settlement density, families/dm ²	6.6 ± 2.5 (high)	4.2 (medium)	9.2 (high)	5 ± 1.1 (medium)	4.2 (medium)	6.3 (high)
Products, pcs/dm ²	31.1 ± 17.9 (high)	11.8 (low)	47.3 (high)	28.6 ± 11.4 (medium)	19.6 (low)	41.4 (high)
Reproduction energy	4.6 ± 2.4 (high)	2.8 (medium)	7.4 (high)	5.8 ± 2.7 (high)	3.1 (high)	8.6 (high)
The total length of the mother passages of the family, cm	4.4 ± 1.9	2	10.2	5.4 ± 2.2	2.2	10.8
Fertility, eggs (egg chambers) per female, pcs.	46 ± 15.8	21	88	34.8 ± 11.2	19	69



Рис. 6. Маточные ходы уссурийского полиграфа на стволе пихты сибирской (фото В.Ф. Кобзаря)

Fig. 6. *Polygraphus proximus* mother passages on the trunk of a Siberian fir (photo by V.F. Kobzar)

в основном на высоком уровне, лишь на одном дереве ПП № 1 средняя. Плодовитость самок отличалась широким диапазоном, от 19 до 88 яиц (яйцевых камер), на ПП № 1 среднее значение данного показателя составило 46 яиц, на ПП № 2 – 34,8 яйца, такое отличие, вероятнее всего, связано с разными показателями плотности поселения на площадях. В районах Сибири, изученных в отношении инвазии полиграфа, общая плодовитость самки составляет около 50 яиц (Кривец и др., 2015b). Под корой в основном наблюдались 2 маточных хода на семью, суммарная длина галерей на модельных деревьях достигала от 2 до 10,8 см, но иногда встречались 3 и 4 маточных хода различной конфигурации (рис. 6).

Сравнение средних значений популяционных показателей между пробными площадями показало, что в пихтово-кедрово-еловом крупнотравном лесу (ПП № 1) плотность поселения семей, продукция и плодовитость выше, чем в пихтово-кедровом чернично-зеленомошном (ПП № 2).

Polygraphus proximus заселял как ослабленные, ветровальные, буреломные, так и визуально здоровые деревья разной толщины. Средний диаметр заселенных деревьев на ПП № 1 – 22 см, а на ПП № 2 – 18 см.

Сопоставляя процентное соотношение по каждой категории состояния деревьев пихты, мы установили, что различие между пробными площадями незначительное. Доля деревьев пихты, на которых выявлен полиграф, составила 20,4% на ПП № 1 и 18,6% на ПП № 2 (рис. 7). Отработанных вредителем деревьев (сухостой прошлых лет) на ПП № 1 было 27,2%, на ПП № 2 – 21,1%. Здоровых деревьев, без признаков заселения полиграфом, было всего лишь 15,7% и 21,8% соответственно. Потенциальная кормовая база для инвайдера на будущие годы в исследуемых древостоях, представленная пихтой второй и третьей категории, составила 36,7% и 38,5% на двух ПП соответственно (табл. 3).

P. proximus population indicators and their average values were determined, which differed in various stands and on the studied trees (Table 2).

The population density of the parent generation of the pest on model trees varied from medium to high (4.2–9.2 colonies/dm²), production (number of the young generation) varied from low (11.8–19.6 pcs/dm²) to medium (24.8 pcs/dm²) and high (34.2–47.3 pcs/dm²), the reproduction energy is mainly at a high level, only on one tree of TP No. 1 is medium. The fecundity of females differed in a wide range, from 19 to 88 eggs (egg chambers), at TP No. 1, the average value of this indicator was 46 eggs, at TP No. 2 – 34.8 eggs, this difference is most likely due to different indicators of the population density in the areas. In areas of

Siberia studied for polygraph invasion, the total fecundity of the female is about 50 eggs (Krivets et al., 2015b). Under the bark, 2 mother passages per family were mainly observed, the total length of galleries on model trees reached from 2 to 10.8 cm, but sometimes 3 and 4 mother passages of various configurations were detected (Fig. 6).

Comparison of the average values of population indicators between the sample plots showed that in the fir-cedar-spruce tall-grass forest (TP No. 1) the population density of families, production and fertility are higher than in the fir-cedar blueberry-green-moss forest (TP No. 2).

Polygraphus proximus populated both weakened, windfall, windbreak, and visually healthy trees of different thicknesses. The average diameter of infested trees at TSP No. 1 is 22 cm, and at TP No. 2 is 18 cm.

Comparing the percentages for each category of the state of fir trees, we found that the difference between the trial plots is insignificant. The proportion of fir trees on which *P. proximus* was detected was 20.4% at TP No. 1 and 18.6% at TP No. 2 (Fig. 7). There were 27.2% of trees worked off by the pest (dead wood of previous years) at TP No. 1, and 21.1% at TP No. 2. Healthy trees, without signs of polygraph colonization, were only 15.7% and 21.8%, respectively. The potential forage base for the invader in the future years in the studied forest stands, represented by fir of the second and third categories, amounted to 36.7% and 38.5% in two TPs, respectively (Table 3).

The vital state of the fir forest stand at TP No. 1 was found to be severely weakened, with an average degree of degradation, severe damage. At TP No. 2, the forest stand was assessed as weakened, damaged, and also with an average degree of degradation (Table 4). The slight difference in the integral indicators between the

Жизненное состояние пихтового древостоя на ПП № 1 установлено как сильно ослабленное, со средней степенью деградации, поврежденность сильная. На ПП № 2 древостой оценен как ослабленный, поврежденный и также со средней степенью деградации (табл. 4). Незначительная разница интегральных показателей между пробными площадями, вероятнее всего, связана с различными сроками их заселения полиграфом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Уссурийский полиграф выявлен во всех обследованных биоценозах экопарка «Озера на Снежной» и его окрестностях, где в состав древостоя входит пихта сибирская. Жизненное состояние

trial plots is most likely due to the different terms of their settlement by *P. proximus*.

CONCLUSION

Polygraphus proximus was detected in all examined biocenoses of the “Lakes on Snezhnaya” Ecopark and its environs, where Siberian fir is included in the forest stand. The vital state of fir forest stands on test plots during the study was noted as weakened and severely weakened, with an average degree of degradation, a high level of occurrence of *Polygraphus proximus* was established. For the first time, the main population indicators of the pest in the study area were determined, the values of which in 2022 characterize its high abundance in the fir forests of the ecopark. The key factors

Таблица 3

Распределение деревьев пихты сибирской по категориям состояния на пробных площадях

Table 3

Distribution of Siberian fir trees by state categories on trial plots

Категория состояния деревьев Tree condition category	ПП № 1 ТР № 1		ПП № 2 ТР № 2	
	Число деревьев, шт. Number of trees, pcs.	%	Число деревьев, шт. Number of trees, pcs.	%
I. Здоровые, без признаков ослабления. Не атакованы полиграфом I. Healthy, without signs of weakening. Not attacked by <i>P. proximus</i>	23	15,7	34	21,8
II. Ослабленные. Атакованы полиграфом, но не заселены II. Weakened. Attacked by <i>P. proximus</i> but not populated	39	26,5	39	25
III. Сильно ослабленные. Атакованы полиграфом, но не заселены III. Severely weakened. Attacked by <i>P. proximus</i> but not populated	15	10,2	21	13,5
IV. Усыхающие. Заселенные полиграфом IV. Drying out. Inhabited by <i>P. proximus</i>	13	8,8	12	7,7
V. Свежий сухостой V. Fresh deadwood	17	11,6	17	10,9
VI. Старый сухостой VI. Old deadwood	40	27,2	33	21,1
Итого Total	147	100	156	100

Таблица 4

Интегральные показатели состояния пихтовых древостоев на пробных площадях

Table 4

Integral indicators of the state of fir forest stands on trial plots

№ ПП № ТР	Средневзвешенная категория состояния деревьев в древостое, балл The weighted average category of the state of trees in the forest stand, score	Индекс жизненного состояния, % Life condition index, %	Показатель поврежденности древостоя, % Stand damage rate, %
1	3,1	45,7	54,3
2	2,95	50,9	49



Рис. 7. Деревья пихты IV и V категории состояния (фото В.Ф. Кобзаря)

Fig. 7. Fir trees of IV and V categories of condition (photo by V.F. Kobzar)

пихтовых древостоев на пробных площадях во время исследования отмечено как ослабленное и сильно ослабленное, со средней степенью деградации, установлен высокий уровень встречаемости *Polygraphus proximus*. Впервые определены основные популяционные показатели вредителя в исследуемом районе, значения которых в 2022 г. характеризуют его высокую численность в пихтарниках экопарка. Ключевыми факторами в этом являются благоприятные условия для его развития, а именно затяжной маловодный период на озере Байкал, часто повторяющиеся затяжные зимне-весенние оттепели, предварительное ослабление деревьев бактериальной водяной (Быстров и др., 2019), а также отмеченное нами практически отсутствие конкурентов за кормовую базу из местных видов ксилофагов в исследуемый период.

Благодарность. Авторы благодарят администрацию и сотрудников экопарка «Озера на Снежной» за содействие в проведении экспедиционных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абалаков А., Аргучинцев В., Аргучинцева В. [и др.]. Экологический атлас бассейна озера Байкал. – Иркутск: Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2015, 145 с.
2. Алексеев В., 1989. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев. – Лесоведение, № 4: 51–57.
3. Анучин Н. Лесная таксация: учебник для вузов. – 5-е изд., доп. – М.: Лесн. пром-сть, 1982, 552 с.
4. Баранчиков Ю., Бобринский А., Голубев А., Гордиенко П., Денисов Б., Жирин В., Кондаков Ю.,

in this are favorable conditions for its development, namely, a prolonged low-water period on Lake Baikal, often repeated prolonged winter-spring thaws, preliminary weakening of trees by bacterial dropsy (Bystrov et al., 2019), as well as the practically absence of competitors for food base from local species of xylophages in the study period.

Acknowledgement. The authors thank the administration and staff of the “Lakes on Snezhnaya” Eco-park for their assistance in conducting expeditionary research.

REFERENCES

1. Abalakov A., Arguchintsev V., Arguchintseva V. [et al.]. Ecological atlas of the Baikal basin [Ekologicheskii atlas basseyna ozera Baykal]. Irkutsk: Institute of Geography. V.B. Sochavy SB RAS, 2015; 145 p. (in Russian).
2. Alekseev V. Diagnosis of the vital state of trees and forest stands [Diagnostics zhiznennogo sostoyaniya derevyev i drevostoyev]. *Forest Science*, 1989; No. 4: 51–57 (in Russian).
3. Anuchin N. Forest inventory: a textbook for universities [Lesnaya taksatsiya: uchebnik dlya vuzov]. 5th ed., add. M.: Lesn. prom-st, 1982, 552 p. (in Russian).
4. Baranchikov Yu., Bobrinsky A., Golubev A., Gordienko P., Denisov B., Zhirin V., Kondakov Yu., Lyamtsev N., Malysheva N., Maslov A., Matusevich L., Mozolevskaya E., Petko V., Sokolova E., Tuzov V. Methods for monitoring forest pests and diseases [Metody monitoringa vrediteley]. M.: VNIILM, 2004, 200 p. (in Russian).
5. Baranchikov Yu., Petko V., Astapenko S., Akulov E., Krivets S. *Polygraphus proximus* – a new aggressive invasive pest of firs in Siberia [Ussuriyskiy poligraf – novyy agressivnyy vreditel pikhty v Sibiri]. *Bulletin of the Moscow State Forest University. Forest Bulletin*, 2011; 4 (80): 78–81 (in Russian).
6. Baranchikov Yu., Serey L., Efremenko A., Demidko D. Back and forth: Far Eastern invaders on fir and ash trees in Moscow (p. 76–77). *Dendrobiont invertebrates and fungi and their role in forest ecosystems (XI Readings in memory of O.A. Kataev)*. Materials of the All-Russian conference with international participation. November 24–27, 2020, St. Petersburg: St. Petersburg State Forest Engineering University named after S.M. Kirov, 2020; 452 p. (in Russian).
7. Bystrov S., Morozova T., Voronin V., Oskolkov V. Invasion of *Polygraphus proximus* Blandford into the dark coniferous taiga of the Southern Baikal region (Khamar-Daban ridge) (p. 70–72). *Forest ecosystems of the boreal zone: biodiversity, bioeconomy, environmental risks*. Materials of the All-Russian conference with international participation. August 26–31, 2019, Krasnoyarsk: IL SB RAS, 2019; 558 p. (in Russian).
8. Voronin V., Morozova T., Stavnikov D., Nechesov I., Oskolkov V., Buyantuev V., Mikhailov Yu., Govorin Ya., Seregin A., Shuvarkov M. Bacterial damage to Siberian stone pine forests [Bakterialnoye povrezhdeniye kedrovoykh lesov Pribaykalya]. *Forest household*, 2013; 3: 39–41 (in Russian).

Лямцев Н., Малышева Н., Маслов А., Матусевич Л., Мозолева Е., Петко В., Соколова Э., Тузов В. Методы мониторинга вредителей и болезней леса. – М.: ВНИИЛМ, 2004, 200 с.

5. Баранчиков Ю., Петко В., Астапенко С., Акулов Е., Кривец С., 2011. Уссурийский полиграф – новый агрессивный вредитель пихты в Сибири. – Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник, № 4 (80): 78–81.

6. Баранчиков Ю., Серая Л., Ефременко А., Демидко Д., 2020. Туда и снова обратно: дальневосточные инвайдеры на пихтах и ясенях в Москве (с. 76–77). – Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах (XI Чтения памяти О.А. Катаева). Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Ноябрь 24–27, 2020, Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 452 с.

7. Быстров С., Морозова Т., Воронин В., Осолков В., 2019. Инвазия уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandford в темнохвойную тайгу Южного Прибайкалья (хребет Хамар-Дабан) (с. 70–72). – Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Август 26–31, 2019, Красноярск: ИЛ СО РАН, 558 с.

8. Воронин В., Морозова Т., Ставников Д., Нечесов И., Осолков В., Буянтуев В., Михайлов Ю., Говорин Я., Середкин А., Шуварков М., 2013. Бактериальное повреждение кедровых лесов Прибайкалья. – Лесн. хоз-во, № 3: 39–41.

9. Гниненко Ю., Ключин М., Чилахсаева Е., Кривец С., Керчев И., Бисирова Э., Демидко Д., Пашенова Н., Петко В., Баранчиков Ю. Рекомендации по выявлению, обследованию и локализации очагов массового размножения уссурийского полиграфа в районах инвазии на территории Российской Федерации. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2016, 32 с.

10. Ефременко А., Демидко Д., Баранчиков Ю., 2019. Очаги уссурийского полиграфа на побережье Байкала (с. 41–42). – Экология южной Сибири и сопредельных территорий. Материалы XXIII Международной научной школы-конференции студентов и молодых ученых. Ноябрь 20–22, 2019, Абакан: Хакасский государственный университет, Т. 1, № 23, 140 с.

11. Катаев О., Поповичев Б. Лесопатологические обследования для изучения стволовых вредителей в хвойных древостоях: учеб. пособие. – Санкт-Петербург: СПбЛТА, 2001, 72 с.

12. Керчев И., 2014. Экология полиграфа уссурийского *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) в Западно-Сибирском регионе инвазии. – Российский журнал биологических инвазий, 7 (2): 80–95.

13. Кривец С., Бисирова Э., 2012. Оценка жизненного состояния пихты сибирской в очагах массового размножения уссурийского полиграфа (с. 60–64). – Экологические и экономические последствия инвазий дендрофильных насекомых. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Сентябрь 25–27, 2012, Красноярск: Институт леса СО РАН, 178 с.

14. Кривец С., Бисирова Э., Керчев И., Пац Е., Чернова Н., 2015а. Трансформация таежных экосистем

9. Gninenko Yu., Klyukin M., Chilakhsaeva E., Krivets S., Kerchev I., Bisirova E., Demidko D., Pashenova N., Petko V., Baranchikov Yu. reproduction of *Polygraphus proximus* in the areas of invasion on the territory of the Russian Federation [Rekomendatsii po vyyavleniyu, obsledovaniyu i lokalizatsii ochagov massovogo razmnzheniya]. Pushkino: VNIILM, 2016, 32 p. (in Russian).

10. Efremenko A., Demidko D., Baranchikov Yu. Outbreaks of *Polygraphus proximus* on the coast of Lake Baikal (p. 41–42) [Ochagi ussuriyskogo poligrafa na poberezh'ye Baykala]. Ecology of southern Siberia and adjacent territories. Materials of XXIII International scientific school-conference of students and young scientists. November 20–22, 2019, Abakan: Khakass State University, 2019; 1:1:23, 140 p. (in Russian).

11. Kataev O., Popovichev B. Forest pathological surveys for the study of stem pests in coniferous stands: textbook [Lesopatologicheskiye obsledovaniya dlya izucheniya stvolovykh vreditel'ey v khvoynykh drevostoyakh]. St. Petersburg: SPbLTA, 2001, 72 p. (in Russian).

12. Kerchev I. Ecology of *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in the West Siberian region of invasion [Ekologiya poligrafa ussuriyskogo *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) v Zapadno-Sibirskom regione invazii]. *Russian Journal of Biological Invasions*, 2014; 7 (2): 80–95 (in Russian).

13. Krivets S., Bisirova E. Assessment of the vital state of Siberian fir in the centers of mass reproduction of the Ussuri polygraph (p. 60–64) [Otsenka zhiznennogo sostoyaniya pikhty sibirskoy v ochagakh massovogo razmnzheniya ussuriyskogo poligrafa]. Ecological and economic consequences of invasions of dendrophilic insects. Materials of the All-Russian conference with international participation. September 25–27, 2012, Krasnoyarsk: Forest Institute SB RAS, 2012; 178 p. (in Russian).

14. Krivets S., Bisirova E., Kerchev I., Pats E., Chernova N. Transformation of taiga ecosystems in the invasion outbreak of *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in Western Siberia [Transformatsiya tayezhnykh ekosistem v ochage invazii poligrafa ussuriyskogo *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) v Zapadnoy Sibiri]. *Russian Journal of Biological Invasions*, 2015a; 8 (1): 41–63 (in Russian).

15. Krivets S., Kerchev I., Bisirova E., Pashenova N., Demidko D., Petko V., Baranchikov Yu. *Polygraphus proximus* in the forests of Siberia (distribution, biology, ecology, identification and examination of damaged plantations): Methodological guide [Ussuriyskiy poligraf v lesakh Sibiri (rasprostraneniye, biologiya, ekologiya, vyyavleniye i obsledovaniye povrezhdennykh nasazhdeniy): Metodicheskoye posobiye]. Tomsk – Krasnoyarsk: UMIUM, 2015b, 48 p. (in Russian).

16. Krivets S., Kerchev I., Bisirova E., Demidko D., Petko V., Baranchikov Yu., Distribution of *Polygraphus proximus* Blandf. (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) in Siberia [Rasprostraneniye ussuriyskogo poligrafa *Polygraphus proximus* Blandf. (Coleoptera, Curculionidae:

в очаге инвазии полиграфа уссурийского *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) в Западной Сибири. – Российский журнал биологических инвазий, 8 (1): 41–63.

15. Кривец С., Керчев И., Бисирова Э., Пашенова Н., Демидко Д., Петько В., Баранчиков Ю. Уссурийский полиграф в лесах Сибири (распространение, биология, экология, выявление и обследование поврежденных насаждений): Методическое пособие. – Томск – Красноярск: УМИУМ, 2015b, 48 с.

16. Кривец С., Керчев И., Бисирова Э., Демидко Д., Петько В., Баранчиков Ю., 2015с. Распространение уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandf. (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) в Сибири. – Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, № 211: 33–45.

17. Кривец С., Керчев И., 2016. Энтомофаги уссурийского полиграфа в Сибири и возможность их использования в контроле инвазийных популяций (с. 107–108). – Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике. Москва, 18–22 апреля, 2016: матер. Всеросс. конф. с междунар. участием. – Красноярск: ИЛ СО РАН, 224 с.

18. Кривец С., Бисирова Э., Волкова Е., Дебков Н., Керчев И., Мельник М., Никифоров А., Чернова Н. Технология мониторинга пихтовых лесов в зоне инвазии уссурийского полиграфа в Сибири: Методическое пособие. – Томск: УМИУМ, 2018. – 74 с.

19. Кривоуцкая Г. Короеды острова Сахалина. – М.–Л.: изд-во АН СССР, 1958. 196 с.

20. Кривоуцкая Г. Сем. Scolytidae – короеды (с. 312–373). В кн.: Определитель насекомых Дальнего Востока России. Т. III. Жесткокрылые, или жуки. Ч. 3. – Владивосток: Дальнаука, 1996, 556 с.

21. Куренцов А. Вредные насекомые хвойных пород Приморского края. – Владивосток: Дальневосточный филиал АН СССР, 1950, 256 с.

22. Мандельштам М., Поповичев Б., 2000. Аннотированный список видов короедов (Coleoptera, Scolytidae) Ленинградской области. – Энтомологическое обозрение, 79 (3): 599–618.

23. Софронов А., Софронова Е., 2022. Современное состояние природных комплексов экопарка «Озера на Снежной» (Хребет Хамар-Дабан, южное Прибайкалье). – Успехи современного естествознания, № 5: 70–77.

24. Старк В. Жесткокрылые. Короеды. Фауна СССР. – М.–Л., АН СССР, 1952, Т. 31, 461 с.

25. Чилахсаева Е., 2008. Первая находка *Polygraphus proximus* Blandford, 1894 (Coleoptera, Scolytidae) в Московской области. – Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический, 113 (6): 39–42.

26. Чмыр А., Маркова И., Сенов С. Методология лесоводственных исследований: учеб. пособие. – СПб.: ЛТА, 2001, 96 с.

27. Nobuchi A., 1966. Bark-beetles injurious to pine in Japan. – Bulletin of the Government Forest Experiment Station, No. 185: 1–49.

28. Министерство лесного комплекса Иркутской области. Лесной план Иркутской области на 2019–2028 годы [Электронный ресурс]. – URL: <https://irkobl.ru/sites/alh/documents/lesplan/112-ug.pdf> (дата обращения: 25.04.2022).

29. Федеральное агентство лесного хозяйства. Реестр лесных участков, на которых действуют

Scolytinae) в Сибири]. *Bulletin of the St. Petersburg Forestry Academy*, 2015c; 211: 33–45 (in Russian).

17. Krivets S., Kerchev I. Entomophages of *Polygraphus proximus* in Siberia and the possibility of their use in the control of invasive populations (pp. 107–108) [Entomofagi ussuriyskogo poligrafa v Sibiri i vozmozhnost' ikh ispolzovaniya v kontrole invazyinykh populyatsiy]. Monitoring and biological control of pests and pathogens of woody plants: from theory to practice. Moscow, April 18–22, 2016: mater. Vseross. conf. with international participation. Krasnoyarsk: IL SB RAS, 2016; 224 p. (in Russian).

18. Krivets S., Bisirova E., Volkova E., Debkov N., Kerchev I., Melnik M., Nikiforov A., Chernova N. Monitoring technology of fir forests in the zone of invasion of *Polygraphus proximus* in Siberia: Methodological guide [Tekhnologiya monitoringa pikhovyykh lesov v zone invazii ussuriyskogo poligrafa v Sibiri: Metodicheskoye posobiye]. Tomsk: UMIUM, 2018; 74 p. (in Russian).

19. Krivolutsкая G. Bark beetles of the island of Sakhalin [Koroyedy ostrova Sakhalina]. M.–L.: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1958; 196 p. (in Russian).

20. Krivolutsкая G. Family Scolytidae – bark beetles (pp. 312–373) [Scolytidae – koroyedy]. In: Key to Insects of the Russian Far East. T. III. Coleoptera, or beetles. Part 3. Vladivostok: Dalnauka, 1996; 556 p. (in Russian).

21. Kurentsov A. Pests of conifers of Primorsky Krai [Vrednyye nasekomye khvoynyykh porod Primorskogo kraya]. Vladivostok: Far Eastern Branch of the Academy of Sciences of the USSR, 1950; 256 p. (in Russian).

22. Mandelshtam M., Popovichev B. Annotated list of species of bark beetles (Coleoptera, Scolytidae) of Leningrad Oblast [Annotirovanny spisok vidov koroyedov (Coleoptera, Scolytidae) Leningradskoy oblasti]. *Entomological Review*, 2000; 79 (3): 599–618 (in Russian).

23. Sofronov A., Sofronova E. Current state of natural complexes of Ecopark “Lakes on the Snezhnaya River” (Khamar-Daban Ridge, southern Cisbaikalia) [Sovremennoye sostoyaniye prirodnkh kompleksov ekoparka «Ozera na Snezhnoy» (Khrebet Khamar-Daban, yuzhnoye Priбайkalye)]. *Advances in current natural sciences*, 2022; 5: 70–77 (in Russian).

24. Stark V. Coleoptera. Bark beetles. Fauna of the USSR [Zhestkokrylyye. Koroyedy. Fauna SSSR]. M.–L., USSR Academy of Sciences, 1952; 31, 461 p. (in Russian).

25. Chilahsaeva E. First detection of *Polygraphus proximus* Blandford, 1894 (Coleoptera, Scolytidae) in Moscow Oblast. *Bulletin of the Moscow Society of Naturalists. Department of Biological*, 2008; 113 (6): 39–42 (in Russian).

26. Chmyr A., Markova I., Senov S. Methodology of forestry research: textbook. [Metodologiya lesovodstvennykh issledovaniy]. St. Petersburg: LTA, 2001, 96 p. (in Russian).

27. Nobuchi A. Bark-beetles injurious to pine in Japan. *Bulletin of the Government Forest Experiment Station*, 1966; No. 185: 1–49.

28. Ministry of the forest complex of Irkutsk Oblast. Forest plan of Irkutsk Oblast for 2019–2028 [Electronic resource]. URL: <https://irkobl.ru/sites/>

очаги вредных организмов, отнесенных к карантинным объектам, в насаждениях Российской Федерации по состоянию на 1 сентября 2022 г. [Электронный ресурс]. – URL: https://rosleshoz.gov.ru/activity/forest_security_and_protection/stat (дата обращения: 15.09.2022).

30. Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор). Карантинные фитосанитарные зоны [Электронный ресурс]. – URL: <https://fsvps.gov.ru/ru/poleznaya-informaciya> (дата обращения: 15.09.2022).

31. Яндекс.Карты, Теплые озера [Электронный ресурс]. – URL: https://yandex.ru/maps/geo/territoriya_tyoplyye_ozyora/4671912773/?l=sat%2Cskl&ll=104.647278%2C51.394140&z=16 (дата обращения: 15.04.2022).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кобзарь Вячеслав Федорович, научный сотрудник – начальник научно-методического отдела Иркутского филиала ФГБУ «ВНИИКР», г. Иркутск, Иркутская обл., Россия; *ORCID 0000-0003-0044-4739*, e-mail: *v.kobzar84@yandex.ru*.

Колесова Нина Ивановна, научный сотрудник научно-методического отдела Иркутского филиала ФГБУ «ВНИИКР», г. Иркутск, Иркутская обл., Россия; *ORCID 0000-0002-6597-7096*, e-mail: *nihaik@yandex.ru*.

Петрик Анжелика Анатольевна, младший научный сотрудник научно-методического отдела Иркутского филиала ФГБУ «ВНИИКР», г. Иркутск, Иркутская обл., Россия; *ORCID 0000-0001-5737-7480*, e-mail: *cool.anj76@yandex.ru*.

[alh/documents/lesplan/112-ug.pdf](https://rosleshoz.gov.ru/documents/lesplan/112-ug.pdf) (last accessed: 25.04.2022).

29. Federal Forestry Agency. Register of forest plots with outbreaks of pests classified as quarantine objects in plantations of the Russian Federation as of September 1, 2022 [Electronic resource]. URL: https://rosleshoz.gov.ru/activity/forest_security_and_protection/stat (last accessed: 15.09.2022).

30. Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Surveillance (Rosselkhoz nadzor). Quarantine phytosanitary zones [Electronic resource]. URL: <https://fsvps.gov.ru/ru/poleznaya-informaciya> (last accessed: 15.09.2022).

31. Yandex.Maps, Tyoplyye Ozyora [Electronic resource]. URL: https://yandex.ru/maps/geo/territoriya_tyoplyye_ozyora/4671912773/?l=sat%2Cskl&ll=104.647278%2C51.394140&z=16 (last accessed: 15.04.2022).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Vyacheslav Kobzar, Researcher, Head of Research and Methodology Department, Irkutsk Branch, FGBU “VNI IKR”, Irkutsk Oblast, Russia; *ORCID 0000-0003-0044-4739*, e-mail: *v.kobzar84@yandex.ru*.

Nina Kolesova, Researcher, Research and Methodology Department, Irkutsk Branch, FGBU “VNI IKR”, Irkutsk Oblast, Russia; *ORCID 0000-0002-6597-7096*, e-mail: *nihaik@yandex.ru*.

Anzhelika Petrik, Junior Researcher, Research and Methodology Department, Irkutsk Branch, FGBU “VNI IKR”, Irkutsk Oblast, Russia; *ORCID 0000-0001-5737-7480*, e-mail: *cool.anj76@yandex.ru*.

Со дня рождения Надежды Никифоровны Шутовой – 120 лет

120 лет тому назад в селе Емельяновка Воронежской губернии в крестьянской семье родилась Надежда Никифоровна Шутова, спустя многие годы ставшая ведущим энтомологом службы карантина растений нашей страны.

После того как Н.Н. Шутова окончила школу, Воронежский университет и аспирантуру, она была направлена в 1934 г. на работу специалистом-энтомологом в Москву в Центральную карантинную лабораторию (ЦКЛ), с которой была связана ее дальнейшая жизнь.

Через 2 года Надежда Никифоровна была назначена руководителем энтомологической группы, а в 1938 г. – заведующей ЦКЛ.

Работа Надежды Никифоровны в эти годы была связана с досмотром и лабораторной экспертизой растительных и других подкарантинных материалов, поступивших из зарубежных стран. Результаты этой работы были обобщены Н.Н. Шутовой в монументальной всесоюзной сводке «Вредители, болезни и сорняки, обнаруженные в импортных растительных грузах».

В июле 1941 г. Надежда Никифоровна организовала эвакуацию ЦКЛ в Омск. В июне 1943 г. лаборатория возвратилась в Москву и разместилась в здании Наркомзема СССР.

С 1945 г. Шутова заведовала отделом энтомологии ЦКЛ и начала организовывать исследования по биометоду в борьбе с карантинными вредными членистоногими в основном в южных регионах Советского Союза.

Главной целью биологического метода борьбы с вредителями растений является разработка таких приемов, которые, наряду с воздействием на вредный объект, не обладают побочными нежелательными эффектами для людей и растений.

Н.Н. Шутова доказала, что важный способ подавления карантинных вредителей – использование насекомых-энтомофагов, введенных из естественных ареалов и акклиматизировавшихся. В 50-х, 60-х годах в СССР было завезено 29 видов энтомофагов из восьми стран.

Еще в 1947 г. по инициативе Надежды Никифоровны в Ташкенте была организована биолaborатория, которая занималась разведением псевдафикуса, завезенного из США, – паразита червеца Комстока.

К 1951 г. Узбекская лаборатория провела массовое размножение и колонизацию более 30 млн особей псевдафикуса в зараженной червецом Комстока зоне Средней Азии. Паразита расселяли в каждом хозяйстве. Псевдафикус стал постоянным компонентом биоценоза, прочно утвердился во всей зоне распространения червеца Комстока и истреблял его. В результате деятельности псевдафикуса сохраняется до 13–25 кг коконов тутового шелкопряда со 100 деревьев шелковицы при минимальных финансовых затратах.

В биолaborаториях Абхазии, Грузии, Пятигорска изучали биологию энтомофагов калифорнийской



Н.Н. Шутова за работой (фото из архива ФГБУ «ВНИИКР»)

щитовки, тутовой щитовки, цитрусовой белокрылки, японского опалового хруща, проводили их массовое размножение и колонизацию в очагах вредителей.

Наиболее успешно биологический метод борьбы был внедрен Н.Н. Шутовой в отношении червеца Комстока на всей территории заражения этим вредителем: в Средней Азии, Казахстане, Азербайджане, Армении и Грузии.

Пять новых видов насекомых, выявленных Н.Н. Шутовой, названы ее именем.

За 40 лет работы в Центральной карантинной лаборатории Надежда Никифоровна собрала огромный фаунистический и биологический материал, который стал основой для создания музея сравнительных коллекций и образцов поврежденных растений во Всероссийском центре карантина растений.

Жажда познания и развития была неотъемлемой частью всей жизни Надежды Никифоровны. Она всегда была окружена молодежью, которая любила ее как мудрого учителя, бескорыстного наставника и патриота карантинного энтомологического биометода. Она ценила и воспитывала в своих сотрудниках прежде всего трудолюбие, самостоятельность мышления, критическое отношение к полученным результатам, стремление не успокаиваться на достигнутом. Сама она в высшей степени обладала этими качествами.

Личные и профессиональные качества Н.Н. Шутовой дали толчок динамическому развитию карантинной науки. Ее имя прочно и навсегда вписано в историю карантина растений нашей страны.

*Ветеран карантинной службы
ведущий научный сотрудник
ФГБУ «ВНИИКР» Я.Б. Мордкович*

Здесь может быть ваша статья!

Журнал «Фитосанитария. Карантин растений» приглашает авторов для публикации своих научных работ

Редакция журнала «Фитосанитария. Карантин растений» рада предложить вам возможность публикации ваших статей на страницах журнала. Наша цель – привлечение внимания к наиболее актуальным проблемам карантина растений специалистов сельского хозяйства и всех заинтересованных в этом людей.

В журнале рассматриваются основные направления развития науки и передового опыта в области карантина и защиты растений, публикуется важная информация о новых методах и средствах, применяемых как в России, так и за рубежом, а также о фитосанитарном состоянии территории Российской Федерации.

Мы доносим до широкого круга читателей объективную научно-просветительскую и аналитическую информацию: мнения ведущих специалистов по наиболее принципиальным вопросам карантина растений, данные о значимых новейших зарубежных и отечественных исследованиях, материалы тематических конференций.

Редакция журнала «Фитосанитария. Карантин растений» приглашает к сотрудничеству как выдающихся деятелей науки, так и молодых ученых, специалистов-практиков, работающих в области фитосанитарии, для обмена опытом, обеспечения устойчивого фитосанитарного благополучия и для новых научных дискуссий.

ЗАДАЧИ ЖУРНАЛА

- Изучение основных тенденций развития науки в области карантина растений
- Анализ широкого круга передовых технологий в области мониторинга и лабораторных исследований по карантину растений
- Обсуждение актуальных вопросов карантина растений

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫМ СТАТЬЯМ

К публикации принимаются статьи на двух языках: русском и английском, содержащие результаты собственных научных исследований, объемом до 15 страниц, но не менее 3 (при одинарном интервале и размере шрифта 12). Оптимальный объем статьи – от 1500 слов. Статьи большего объема могут быть приняты по согласованию с редакцией журнала.

СТРУКТУРА ПРЕДОСТАВЛЯЕМОЙ СТАТЬИ*

1. УДК, название статьи.
2. Инициалы, фамилия автора.
3. Место работы автора, город, страна, ORCID ID, адрес электронной почты.
4. Аннотация (краткое точное изложение содержания статьи, включающее фактические сведения и выводы описываемой работы): 200–250 слов, но не более 2000 знаков с пробелами.
5. Ключевые слова (5–10 слов, словосочетаний), наиболее точно отображающие специфику статьи.
6. Введение.
7. Материалы и методы.
8. Результаты и обсуждения.
9. Выводы/заключение.
10. Список литературы (т. е. список всей использованной литературы, ссылки на которую даются в самом тексте статьи): правила составления направляются автору по запросу.
11. Информация об авторах: приводится полная информация о каждом из авторов (место работы, город, страна, ORCID ID, адрес электронной почты).
12. Иллюстративные материалы (фотографии, рисунки) допускаются хорошей контрастности, с разрешением не ниже 300 точек на дюйм (300 dpi), оригиналы прикладываются к статье отдельными файлами в формате .tiff или .jpeg (иллюстрации, не соответствующие требованиям, будут исключены из статей, поскольку достоверное их воспроизведение типографским способом невозможно). Необходимо указать авторство каждой фотографии (Ф. И. О. фотографа или ссылку).
13. В редакцию необходимо предоставить две рецензии на статью («внешнюю» и «внутреннюю»).

** В таком же порядке и структуре предоставляется англоязычный перевод статьи.*

Работа должна быть предоставлена в редакторе WORD, формат DOC, шрифт Times New Roman, размер шрифта – 12, межстрочный интервал – одинарный, размер полей по 2 см, отступ в начале абзаца 1 см, форматирование по ширине. Рисунки, таблицы, схемы, графики и пр. должны быть обязательно пронумерованы, иметь источники и помещаться на печатном поле страницы. Название таблицы – над таблицей; название рисунка/графика – под рисунком/графиком.

БОЛЕЕ ПОДРОБНЫЕ УСЛОВИЯ ПУБЛИКАЦИИ СТАТЕЙ ВЫ МОЖЕТЕ УЗНАТЬ В НАШЕЙ РЕДАКЦИИ:

Адрес: 140150, Россия, Московская область, г. Раменское, р. п. Быково, ул. Пограничная, д. 32

Контактное лицо: Зиновьева Светлана Георгиевна

Телефон: 8 (499) 707-22-27, e-mail: zinoveva-s@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»)



– Научное и методическое обеспечение деятельности Россельхознадзора, его территориальных управлений и подведомственных ему учреждений в сфере карантина и защиты растений

– Установление карантинного фитосанитарного состояния подкарантинных материалов и территории Российской Федерации путем проведения лабораторных экспертиз и мониторингов

– Научное сотрудничество с национальными и международными организациями в области карантина растений

- Ведущее учреждение в Российской Федерации по синтезу и применению феромонов для выявления карантинных и некарантинных вредителей и борьбы с ними
- ФГБУ «ВНИИКР» – партнер международной программы по координации научных исследований в области карантина растений EUPHRESKO II (European PHYtosanitary RESearch COordination)
- В ФГБУ «ВНИИКР» создан и действует Технический комитет по стандартизации ТК 42 «Карантин и защита растений»
- Ведущее научно-методическое учреждение в составе Координационного совета по карантину растений государств – участников СНГ
- 19 филиалов на территории Российской Федерации
- Головное научно-методическое учреждение по реализации Плана первоочередных мероприятий, направленных на гармонизацию карантинных фитосанитарных мер государств – членов Таможенного союза

140150, Россия,
Московская область,
г. Раменское, р. п. Быково,
ул. Пограничная, д. 32

Тел./факс:
8 (499) 707-22-27

e-mail: office@vniikr.ru
<http://www.vniikr.ru>