Паутинные клещи (Tetranychidae) 12

Основные засорители подкарантинной продукции Ставрополья 56

К юбилею А.А. Варшаловича 64

ФИТОСАНИТАРИЯ. КАРАНТИН РАСТЕНИЙ

PLANT HEALTH AND QUARANTINE

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

Русско-английский научный журнал

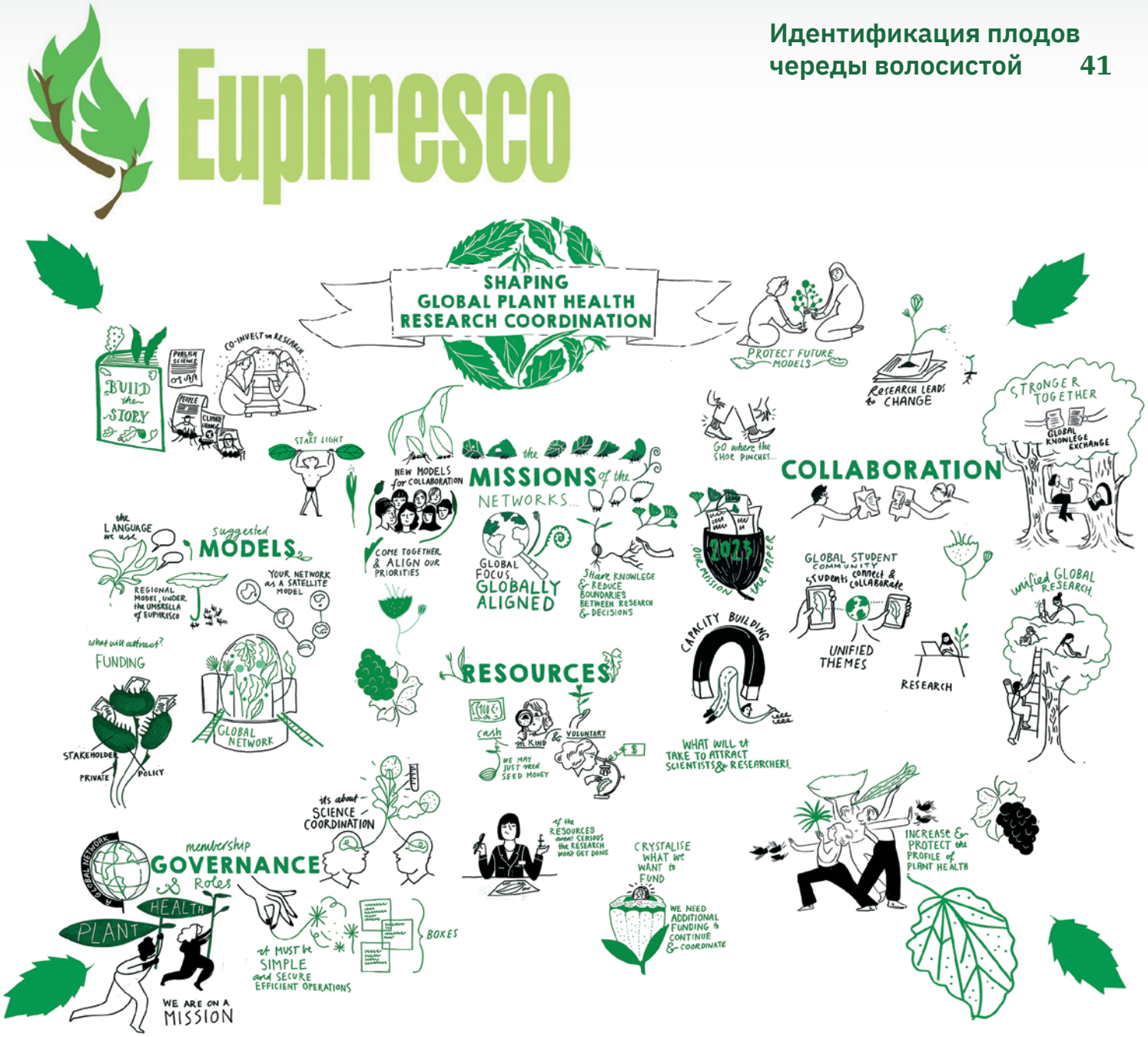
Февраль № 1 (17) 2024

СТАТЬЯ НОМЕРА:

Euphresco: результаты и перспективы 2

Оценка вредоносности карантинных видов насекомых и клещей 29

Идентификация плодов череды волосистой 41



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ВЕТЕРИНАРНОМУ И ФИТОСАНИТАРНОМУ НАДЗОРУ (РОССЕЛЬХОЗНАДЗОР)

Редакционная коллегия | Editorial board

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

СОЛОВЬЕВ А.А. – доктор биологических наук, профессор, профессор РАН, заместитель директора ФГБУ «ВНИИКР», *e-mail: solovievaa@vniikr.ru*

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА:

КАРМАЗИН А.П. – кандидат биологических наук, заместитель Руководителя Россельхознадзора, Москва, Россия

ДОЛЖЕНКО В.И. – академик РАН, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, руководитель центра биологической регламентации пестицидов, старший научный сотрудник ФГБНУ ВИЗР, Санкт-Петербург, Россия

ЛАЧУГА Ю.Ф. – академик РАН, профессор, доктор технических наук, член Президиума РАН, Москва, Россия

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

МУСОЛИН Д.Л. – доктор биологических наук, научный сотрудник, Европейская и Средиземноморская организация по защите растений, Париж, Франция

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

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

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

БАЛАШОВА И.Т. – доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории новых технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», поселок ВНИИССОК, Одинцовский городской округ, Московская обл., Россия

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

УСКОВ А.И. – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий отделом биотехнологии и иммунодиагностики ФГБНУ ВНИИКХ им. А.Г. Лорха, д. п. Красково, г. Люберцы, Московская обл., Россия

КОРНЕВ К.П. – кандидат биологических наук, заместитель директора ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. о. Раменский, Московская обл., Россия

ШНЕЙДЕР Ю.А. – кандидат биологических наук, начальник научно-методического отдела вирусологии ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. о. Раменский, Московская обл., Россия

РЕДАКЦИЯ:

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

ОЛЕШКЕВИЧ В.В. – шеф-редактор, кандидат филологических наук

ЧЕРЕПАНОВА В.В. – редактор-корректор

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

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

ДРЕНОВА Н.В. – старший научный сотрудник научно-методического отдела вирусологии и бактериологии ФГБУ «ВНИИКР»

КАСАТКИН Д.Г. – ведущий научный сотрудник Ростовского филиала ФГБУ «ВНИИКР», кандидат биологических наук

КУЛАКОВА Ю.Ю. – ведущий научный сотрудник – начальник научно-методического отдела инвазивных видов растений ФГБУ «ВНИИКР», кандидат биологических наук

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

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

КУЧЕРЯВЫХ В.С. – переводчик, кандидат филологических наук

СПЕЦИАЛЬНОСТИ:

4.1.3 – Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

4.1.1 – Общее земледелие и растениеводство

4.1.2 – Селекция, семеноводство и биотехнология растений

CHIEF EDITOR:

A.A. SOLOVIEV – Doctor of Advanced Studies in Biology, Professor, Professor of the RAS, Deputy Director of FGBU “VNIIKR”, *e-mail: solovievaa@vniikr.ru*

EDITORIAL BOARD:

A.P. KARMAZIN – PhD in Biology, Deputy Head of Rosselkhoznadzor, Moscow, Russia

V.I. DOLZHENKO – Member of the RAS, Professor, Doctor of Advanced Studies in Agriculture, Head of the Center for Pesticides Biological Regulation, Senir Researcher of FSBSI VIZR, Saint Petersburg, Russia

YU.F. LACHUGA – RAS Member of the, Professor, Doctor of Advanced Studies in Engineering, RAS Presidium member, Moscow, Russia

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

D.L. MUSOLIN – Doctor of Advanced Studies in Biology, Researcher, EPPO, Paris, France

A.S. SHAMILOV – PhD in Biology, FAO Expert in Agriculture, Deputy Head of IPPC Secretariat Standards Development Group, Rome, Italy

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

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

I.T. BALASHOVA – Doctor of Advanced Studies in Biology, Chief Researcher of the Laboratory of New Technologies of FGBNU “Federal Scientific Center of Vegetable Growing”, VNIISSOK, Odintsovo city district, Moscow Oblast, Russia

F.S. DZHALILOV – Doctor of Advanced Studies in Biology, Professor, Head of the Plant Protection Laboratory at Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

A.I. USKOV – Doctor of Advanced Studies in Agriculture, Head of the Biotechnology and Immunodiagnostics Department of FGBNU “Lorch Potato Research Institute”, Kraskovo, Lyubertsy, Moscow Oblast, Russia

K.P. KORNEV – PhD in Biology, Deputy Director of FGBU “VNIIKR”, Bykovo, Urban district Ramensky, Moscow Oblast, Russia

YU.A. SHNEYDER – PhD in Biology, Head of Scientific Department of Virology, FGBU “VNIIKR”, Bykovo, Urban district Ramensky, Moscow Oblast, Russia

EDITORSHIP:

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

V.V. OLESHKEVICH – Editor-in-Chief, PhD in Philology

V.V. CHEREPANOVA – Copy Editor

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

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

N.V. DRENOVA – Senior Researcher, Research and Methodology Department of Virology and Bacteriology, FGBU “VNIIKR”

D.G. KASATKIN – Leading Researcher of the Rostov Branch of FGBU “VNIIKR”, PhD in Biology

YU.YU. KULAKOVA – Leading Researcher, Head of Research and Methodology Department of Invasive Plant Species, FGBU “VNIIKR”, PhD in Biology

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

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

V.S. KUCHERYAVYKH – Translator, PhD in Philology

SPECIALTIES:

4.1.3 – Agrochemistry, agricultural soil science, plant protection and quarantine

4.1.1 – General farming and crop production

4.1.2 – Breeding, seed production and plant biotechnology

Содержание | Content

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Десять лет существования сети Euphresco network. Научная работа и стратегическое развитие для Российской Федерации в международном контексте 2

Б. ДЖОВАНИ, Ю.А. ШНЕЙДЕР, Я. ЗОРРИЛЛА-ФОНТАНЕЗИ

INTERNATIONAL COOPERATION

Ten years of the Euphresco self-sustained network. Scientific work and strategic development for the Russian Federation in an international context

BALDISSERA GIOVANI, YURI A. SHNEYDER, YASMÍN ZORRILLA-FONTANESI

ДИАГНОСТИКА

Иллюстрированный справочник по паутинным клещам (Tetranychidae) декоративных растений средней полосы России 12

И.О. КАМАЕВ

DIAGNOSIS

Illustrated guide to spider mites (Tetranychidae) of ornamental plants in Central Russia

ILYA O. KAMAYEV

АНАЛИТИКА

Вопросы оценки потенциального экономического значения карантинных видов насекомых и клещей при осуществлении анализа фитосанитарного риска 29

К.А. ГРЕБЕННИКОВ

ANALYTICS

Issues of assessing the potential economic significance of quarantine species of insects and mites in the process of pest risk analysis

KONSTANTIN A. GREBENNIKOV

ИДЕНТИФИКАЦИЯ

Методы морфологической идентификации плодов череды волосистой (*Bidens pilosa* L., Asteraceae): разработка и проверка применимости 41

В.Г. КУЛАКОВ, С.О. ПОТАНИНА, Ю.Ю. КУЛАКОВА

IDENTIFICATION

Morphological identification methods of *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) fruits: development and applicability testing

VITALY G. KULAKOV, SOFYA O. POTANINA, YULIANA YU. KULAKOVA

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Видовой состав семян и плодов сорных растений в подкарантинной продукции из центральных районов Ставропольского края 56

М.П. ЧАПЛЫГИН, А.Ю. ГУСЕЙНБЕКОВ, В.В. ПЕТИНА

LABORATORY TESTS

The species composition of weed seeds and fruits in regulated articles from the central districts of Stavropol Krai

MAKSIM P. CHAPLYGIN, AZAMAT YU. GUSEINBEKOV, VERA V. PETINA

ЮБИЛЕЙ

К 120-летию со дня рождения А.А. Варшаловича 64

Я.Б. МОРДКОВИЧ

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: Манифест Euphresco
Дизайн и верстка: Мария Бондарь
Учредитель: ФГБУ «ВНИИКР», 140150, Московская область, г. о. Раменский, р. п. Быково, ул. Пограничная, д. 32

Издатель: ООО «Вейнард»
Телефон редакции: 8 (495) 925-06-34
Электронная почта: veinardltd@gmail.com
Подписной индекс АО «Почта России» – ПМ 126
Отпечатано в типографии ООО «ГРАН ПРИ», 152900, Ярославская область, г. Рыбинск, ул. Луговая, 7
Тираж 3000 экз.
Подписано в печать: 26.02.2024
Дата выхода в свет: 14.03.2024

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: Euphresco manifesto
Design & Composition: Mariya Bondar
Establisher: FGBU VNIIKR, 140150, Moskovskaya oblast, Urban district Ramensky, r. p. Bykovo, Pogranichnaya ulitsa, 32

Publisher: OOO "Veynard"
Editorial Board Office:
Tel: +7 (495) 925-06-34
E-mail: veinardltd@gmail.com
Subscription index JSC Russian Post – PM 126
Printing house: GRAND PRI, 7 Lugovaya St., Rybinsk, Yaroslavl Oblast, 152900
Circulation: 3000 copies
Approved for print: 26/02/2024
Issue date: 14/03/2024

УДК 632.91

Десять лет существования сети Euphresco network. Научная работа и стратегическое развитие для Российской Федерации в международном контексте

* ДЖОВАНИ Б.[1], ШНЕЙДЕР Ю.А.[2], ЗОРРИЛЛА-ФОНТАНЕЗИ Я.[3]

[1, 3] Европейская и Средиземноморская организация по карантину и защите растений (ЕОКЗР), г. Париж, Франция

[2] ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), р. п. Быково, г. о. Раменский, Московская обл., Россия, 140150

[1] *ORCID 0000-0001-9217-3555, e-mail: bgiovani@euphresco.net*

[2] *ORCID 0000-0002-7565-1241, e-mail: yury.shneyder@mail.ru*

[3] *ORCID 0000-0002-2514-3927, e-mail: jassmine.zorrilla@euphresco.net*

Здоровье растений является ключевым фактором в любой стратегии достижения продовольственной безопасности, защиты окружающей среды и биоразнообразия, содействия безопасной торговле, а также важнейшей основой биоэкономики.

Биологические инвазии выступают причиной значительного сокращения биоразнообразия и больших экономических потерь. Подсчитано, что во всем мире от 10 до 28% продукции растениеводства теряется из-за вредных организмов (Savary et al., 2019; Turbelin et al., 2023). Общие потери от инвазий с 1970 по 2017 г. составили 1,288 трлн долларов США, причем ежегодные затраты увеличивались в 3 раза за десятилетие (Diagne et al., 2021). Усиление глобализации рынка в последние десятилетия в сочетании с изменением климата создало чрезвычайно благоприятные условия для перемещения и распространения вредных организмов с одновременным возрастанием их воздействия (Deutsch et al., 2018). Невозможно избежать всех вызовов, относящихся к здоровью растений и связанных с глобальной торговлей, увеличением числа путешествий и изменением климата. Однако можно оптимизировать стратегии решения этих проблем при условии эффективной координации и сотрудничества.

UDC 632.91

Ten years of the Euphresco self-sustained network. Scientific work and strategic development for the Russian Federation in an international context

* BALDISSERA GIOVANI[1], YURI A. SHNEYDER[2], YASMÍN ZORRILLA-FONTANESI[3]

[1, 3] European and Mediterranean Plant Protection Organisation (EPPO), Paris, France

[2] All-Russian Plant Quarantine Center (FGBU “VNIIKR”), Bykovo, Urban district Ramensky, Moscow Oblast, Russia, 140150

[1] *ORCID 0000-0001-9217-3555, e-mail: bgiovani@euphresco.net*

[2] *ORCID 0000-0002-7565-1241, e-mail: yury.shneyder@mail.ru*

[3] *ORCID 0000-0002-2514-3927, e-mail: jassmine.zorrilla@euphresco.net*

Plant health is a key factor in any strategy to achieve food security, protect the environment and biodiversity and facilitate safe trade and is an essential pillar of the bioeconomy.

Biological invasions are responsible for substantial biodiversity decline and for high economic losses. It has been calculated that globally, between 10 and 28 percent of crop production is lost to pests (Savary et al., 2019, Turbelin et al., 2023). The total cost of invasions from 1970 until 2017 has been reported to be US$ 1.288 trillion, with a threefold increase of the annual cost per decade (Diagne et al., 2021). The increased market globalisation of recent decades, coupled with climate change, have created extremely favourable conditions for the movement and establishment of pests, with a concomitant increase of their impact (Deutsch et al., 2018). It is not possible to avoid all the challenges connected to plant health and related with global trade, increasing travel activities and climate change. However, it is possible to optimise strategies to address these challenges with effective coordination and cooperation.

Исследования играют ключевую роль в обосновании фитосанитарной деятельности, начиная с анализа фитосанитарного риска, а также с регулирования, надзора, таксономии, диагностики и заканчивая мерами по смягчению последствий. Исследования помогают развивать научные знания и инфраструктуру, которые поддерживают здоровье растений.

Euphresco – это сеть организаций, которые сотрудничают для координации своей работы и повышения актуальности и результативности исследовательской деятельности в области фитосанитарии. Эти организации включают в себя учреждения, финансирующие исследования; политические органы и национальные организации по карантину и защите растений; государственные и частные исследовательские организации (Euphresco, 2024).

Первые циклы проектов Euphresco (Euphresco I и II) проходили с 2006 по 2014 г. и финансировались Евросоюзом (ЕС) (Traon et al., 2021). Проекты были направлены на создание основы для международной сети: определение и объединение организаций и специалистов, ответственных в различных странах за исследования в области здоровья растений; создание структур и согласование процессов для улучшения координации их деятельности и поддержки транснационального сотрудничества. С 2014 г. Euphresco стала самостоятельной сетью (Euphresco Net), организованной Европейской и Средиземноморской организацией по карантину и защите растений (EPPO).

Успех Euphresco, как преимущественно европейской сети по координации фитосанитарных исследований, заложил основу для дискуссий о развитии инициатив для удовлетворения потребностей других регионов мира и глобальной координации фитосанитарных исследований (Giovani et al., 2020; IPPC, 2020). По состоянию на январь 2024 г. членами Euphresco являются свыше 75 организаций более чем из 50 стран мира (см. рис. 1).

С 2014 г. под эгидой Euphresco Net было запущено и реализовано более 140 научных проектов в различных областях (вирусология, бактериология, энтомология, лесной карантин, современные методы диагностики, дезинфекция и так далее). У проектов Euphresco есть несколько преимуществ по сравнению с традиционными грантами и проектами:

• гибкость финансирования, которая позволяет организациям работать с теми ресурсами, которые они хотят выделить, и с теми механизмами,

Research plays a key role in underpinning phytosanitary activities, ranging from pest risk analysis, as well as regulation, surveillance, taxonomy, diagnostics and mitigation measures. Research also helps to maintain and develop scientific expertise and infrastructure that support plant health.

Euphresco is a network of organisations that collaborate to coordinate their work and make research activities in the phytosanitary area more relevant and impactful. These organisations are research funders, policy makers and national plant protection organisations, public and private research organisations.

The first cycles of Euphresco projects (Euphresco I and II) were from 2006 to 2014 and were funded by the European Union (EU) (Traon et al., 2021). The projects were aimed at creating the basis for an international network: identifying and linking the organisations and people responsible in the various countries of plant health research, creating the structures and agreeing on the processes to enhance coordination of their activities and support transnational collaboration. Since 2014, Euphresco has become a self-sustained network (hereinafter referred to as Euphresco Net) hosted by the European and Mediterranean Plant Protection Organisation (EPPO).

The success of Euphresco as a primarily European network for phytosanitary research coordination has set the ground for discussions on the development of initiative(s) to address the needs of other regions of the world and global phytosanitary research coordination (Giovani et al., 2020, IPPC, 2020). As of January 2024, more than 75 organisations from more than 50 countries worldwide are members of Euphresco (see Fig. 1).

Since 2014, more than 140 scientific projects in various areas (virology, bacteriology, entomology, forest quarantine, modern diagnostic methods, disinfection, etc.) have been commissioned and conducted or are currently being conducted under the umbrella of Euphresco Net. There are several advantages of the Euphresco projects compared to traditional grants and projects:

• flexibility of funding, which allows organisations to work with the resources they want to commit to and with the mechanisms which are desirable for them (e. g. real funds, in-kind contributions);

• possibility to produce, with the same amount of national investment, more results, because each country benefits from the funds (and work) committed by the other countries;

• flexible and administration light processes for collaboration;

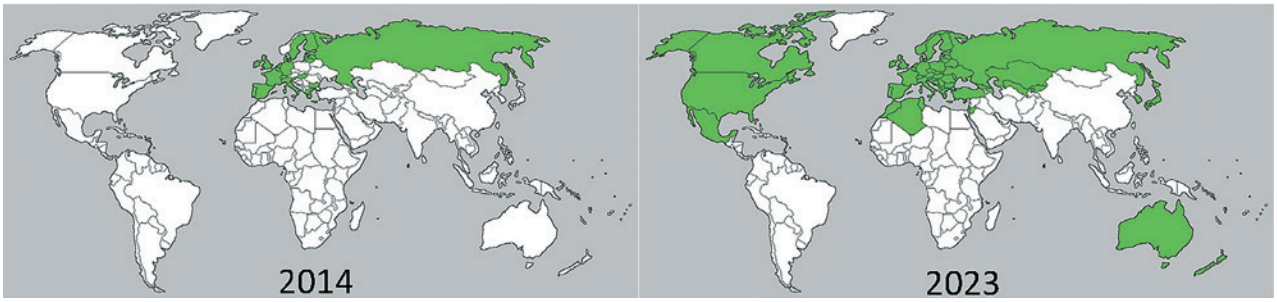


Рис. 1. Страны – участники Euphresco Net (отмечены зеленым)

Fig. 1. Member countries of Euphresco Net (shown in green)

которые для них желательны (например, реальные средства, взносы в натуральной форме);

• возможность получить при одинаковом объеме национальных инвестиций больше результатов, поскольку каждая страна пользуется средствами (и работой), выделенными другими странами;

• гибкие и легкие в управлении процессы сотрудничества;

• проекты полезны не только для развития знаний, но и для наращивания потенциала и гармонизации практики;

• проекты позволяют национальным исследованиям быть заметными за пределами страны;

• проекты позволяют повысить качество национальных исследований за счет синергии с другими странами;

• Euphresco облегчает использование результатов непосредственно конечными пользователями исследований, такими как разработчики политики, и прочее.

Ежегодно Совет управляющих Euphresco объявляет конкурс на транснациональное сотрудничество, который позволяет организациям выразить свои пожелания в отношении тем исследований, для которых они ищут международное партнерство. Все проекты, предложенные членами Euphresco, проходят несколько этапов отбора, позволяющих перейти от национального приоритета к международному исследовательскому проекту. На первом этапе (обычно к середине января) каждый член Euphresco может предложить одну или несколько интересующих его тем. На втором этапе (обычно к началу февраля) участники рассматривают сформированный список тем, предложенных всеми членами, и могут поддержать одну или несколько из них. На следующем этапе для тем, которые поддерживают 2 или более организаций, определяется координационный лидер, который разрабатывает общий план предстоящей работы. Если все критерии соблюдены, эти темы становятся исследовательскими проектами, которые начинаются в начале года, следующего за началом конкурса.

Взносы в эквивалентной форме и согласование существующей исследовательской деятельности позволяют организациям присоединяться к консорциумам Euphresco без прямого вложения денежных средств (Джовани и др., 2021).

К настоящему времени завершены обсуждения по предложенным в 2023 г. темам исследований, сформированы цели и задачи, а также предполагаемые результаты исследований (см. таблицу). Данные проекты будут начаты в 2024 г.

Всероссийский центр карантина растений (ФГБУ «ВНИИКР») является постоянным участником проектов Euphresco. В настоящее время ФГБУ «ВНИИКР» работает над несколькими проектами, которые позволяют получать самую свежую информацию о современных методах диагностики карантинных организмов, а также участвовать в разработках методов, которые в дальнейшем будут использованы при подготовке стандартов и диагностических протоколов. Некоторые завершенные, продолжающиеся и новые проекты, в которых принимают участие российские специалисты, представлены ниже.

• projects useful for developing knowledge, but also for capacity building and harmonization of practices;

• projects allow national research to be visible outside the national borders;

• projects allow to enhance the quality of national research, through synergies with other countries;

• Euphresco facilitate the uptake of results directly from the end-users of research, such as the policy makers etc.

Every year, the Euphresco Governing Board initiates a call for transnational collaboration, which allows organisations to express their wishes in terms of research topics for which they are seeking international collaboration. All projects proposed by Euphresco members go through several stages of selection, allowing to move from a national priority into an international research project. In the first stage (usually by mid-January), each Euphresco member can propose one or more topics of interest. In the second stage (usually by early February), members review the generated list of topics proposed by all members and may support one or more of them. In the next stage, for topics that are supported by 2 or more organisations, a coordinating leader is identified to formulate an overall plan for the work to be done. If all criteria are met, these topics become research projects, that start early in the year following the launch of the call.

In-kind contributions and alignment of existing research activities allows organisations to join the Euphresco consortia without committing monetary funds (Giovani, 2021).

At present, discussions on the research topics proposed in 2023 have been completed, goals and objectives have been formed, as well as the expected research results (see Table). These projects will be initiated in 2024.

All-Russian Plant Quarantine Center (VNIIKR) is a regular participant of Euphresco projects. At present, VNIIKR is working on several projects that provide up-to-date information on modern methods of diagnostics of quarantine organisms, as well as participation in the development of methods that will be used in the preparation of standards and diagnostic protocols. Some completed, ongoing and new projects in which Russian specialists are involved are presented below.

Detection and classification of the etiological agent of Almond Witches Broom disease ('*Candidatus* Phytoplasma phoenicium') and its epidemiology

'*Candidatus* Phytoplasma phoenicium' is a pest that poses a threat to horticulture in the Russian Federation. Within the framework of the project, specialists of the Scientific Department of Virology of the VNIIKR participated in the international test performance study (TPS) and successfully passed it with a result of 100% matches. The obtained data will be used in the preparation of the EPPO Standard as well as Methodological Recommendations for detection and identification of '*Candidatus* Phytoplasma phoenicium'. Identical tests used in

Разработка надежных протоколов для выявления и идентификации возбудителя болезни «ведьминых метел» миндаля *Candidatus* Phytoplasma phoenicium

Возбудитель болезни «ведьминых метел» миндаля *Candidatus* Phytoplasma phoenicium – вредный организм, представляющий опасность для садоводства Российской Федерации. В рамках проекта специалисты научно-методического отдела вирусологии ФГБУ «ВНИИКР» приняли участие в международном межлабораторном сличительном испытании (МСИ) и успешно прошли испытания с результатом 100% совпадений. Полученные данные будут использованы при подготовке Стандарта ЕОКЗР, а также Методических рекомендаций по выявлению и идентификации фитоплазмы *Candidatus* Phytoplasma phoenicium. Идентичные тесты, используемые в методиках по диагностике карантинных вредных организмов, необходимы для дальнейшего взаимного признания результатов исследований образцов (Bianco et al., 2021).

Раннее обнаружение грибных патогенов на плодах семечковых культур

Проведены обследования плодовых насаждений Московской области для выявления плодов с латентной инфекцией грибов рода *Monilinia*. Апробирована техника ONFIT (Overnight freezing-incubation technique) – метод, применяемый для выявления латентной инфекции грибов; данный метод не надежен и не может быть использован при лабораторных исследованиях.

Апробирован метод выявления латентной инфекции грибов рода *Monilinia* методом смыва и центрифугирования. В результате патогены выявлены не были.

Разработан и апробирован метод выявления ДНК грибов рода *Monilinia* в покровах плодов. Данный метод позволил выявить инфекцию в сильно зараженных плодах (Green et al., 2023).

quarantine pest diagnostic techniques are needed for further interrecognition of sample results (Bianco et al., 2021).

Early detection of fungal storage pathogens on pome fruits

Surveys of fruit trees of the Moscow region were conducted to detect fruits with latent infection of fungi of the genus *Monilinia*. The ONFIT (Overnight freezing-incubation technique) – method used for detection of latent infection of fungi was tested; this method is not reliable and cannot be used in laboratory tests.

The method of detection of latent infection of fungi of the genus *Monilinia* by flushing and centrifugation was tested. As a result, no pathogens were detected.

A method for detection of DNA of fungi of the genus *Monilinia* in fruit covers was developed and tested. This method made it possible to detect infection in heavily infected fruits (Green et al., 2023).

Validate molecular diagnostic method for detection of Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) in seeds of tomatoes, chilies and eggplants

Within the framework of the project, specialists of the Scientific Department of Virology of VNIIKR participated in an international TPS using different PCR options (conventional RT-PCR and real-time RT-PCR) developed for the diagnosis of Tomato brown rugose fruit virus (see Fig. 2), successfully tested with a result of 100% matches. The data obtained were used in the preparation of the EPPO Standard PM7/146 (2) and the Methodological Recommendations for the detection and identification of Tomato brown rugose fruit virus (VNIIKR). Identical tests used in quarantine pest diagnostic techniques are needed for further interrecognition of sample results (Giesbers et al., 2021).

Pathogen survival in soil

The project studies the survival of selected bacterial and fungal pathogens in soil and (decomposing)

Таблица
Проекты Euphresco, начинающиеся в 2024 г.

Шифр и название темы	Предполагаемые результаты
2023-C-423 «Дальнейшая разработка методов борьбы со вспышками *Popillia japonica* в соответствии с разрешением на применение средств защиты растений в ЕС»	Подготовка рекомендации по борьбе со вспышками *Popillia japonica* в соответствии с разрешением на применение средств защиты растений в ЕС
2023-A-424 «Новый метод воздушного отлова спор для эффективного мониторинга инвазивных грибных патогенов *Lecanosticta acicola* и *Dothistroma septosporum* в защитных сосновых лесах»	Разработка нового метода воздушного отлова спор и подготовка руководства по передовым методам ведения лесного хозяйства на зараженных участках защитных лесных насаждений
2023-A-425 «Улучшенный анализ риска для более эффективного надзора за *Bursaphelenchus xylophilus*»	Разработка рекомендации по надзору за *Bursaphelenchus xylophilus* и карты зон, подверженных опасности
2023-A-428 «Исследование эффективности тестов для выявления *Xanthomonas citri* и *Xanthomonas aurantifolii*»	Получение новых данных о валидации методов и усовершенствование международных диагностических протоколов по исследуемым объектам
2023-A-429 «Диагностика, выявление и идентификация ржавчинных грибов»	Разработка новых или усовершенствование имеющихся методов диагностики ржавчинных грибов
2023-I-430 «Продолжение развития сообществ для практической деятельности в области вирусологии растений»	Проведение ежегодного совещания сети для гармонизации общих практик по вирусологии

Таблица. Продолжение

Шифр и название темы	Предполагаемые результаты
2023-F-431 «*Ralstonia pseudosolanacearum* и *Ralstonia syzygii*: возникающие угрозы в Европе и за ее пределами. Изучение эпидемиологии, разработка и валидация протоколов выявления и идентификации»	Создание сети для обмена знаниями в области исследований представителей рода *Ralstonia*
2023-F-436 «Роль паутинных клещей и связанных с ними патогенов в увядании побегов и снижении производства шишек на плантациях каменной сосны»	Проведение диагностики и оценки влияния клещей семейства Tenuipalpidae и сопутствующих организмов (вирусов) на увядание побегов каменной сосны и снижение урожайности ее шишек, а также предложение стратегии управления и борьбы
2023-H-438 «Вирулентность популяций картофельных цистообразующих нематод, используемых для тестирования сортов картофеля на устойчивость»	Получение знаний о том, насколько эталонные популяции *Globodera pallida* и *G. rostochiensis* по-прежнему репрезентативны для полевых популяций картофельных цистообразующих нематод
2023-A-442 «Коллекции – референтные образцы приоритетных вредных организмов растений (экзотических и эндемичных)»	Установление коммуникации, создание сети справочных коллекций для обмена ваучеризированными образцами для исследовательских и диагностических целей
2023-A-445 «FraxNet: сеть исследователей и заинтересованных сторон, интересующихся проблемой усыхания ясеня и другими угрозами для европейского ясеня, включая изумрудную ясеневую златку»	Создание сети для обмена информацией: о методах идентификации болезней и размножения ясеня вегетативно и семенами; об опыте по выбору деревьев, сочетающих устойчивость с качеством древесины; о знаниях по содействию интеграции устойчивых ясеней в природную среду для поддержания биоразнообразия. Быстрый обмен информацией повысит эффективность проведения мониторинга и позволит актуализировать данные по распространению изумрудной ясеневой златки
2023-A-446 «Мониторинг, молекулярная диагностика/высокопроизводительное секвенирование»	- Публикация экспертного обзора по древесным вирусам. - Создание базы данных последовательностей древесных вирусов и других некультивируемых патогенов, связанных с лесными видами деревьев и обнаруженных в Европе (и, возможно, за ее пределами). - Разработка новых диагностических методов для выявления патогенов, представляющих опасность и выявленных в ходе данного исследования. - Сбор данных и повышение осведомленности о вирусах и некультивируемых патогенах, которые могут иметь отношение к цепочке поставок древесных культур, и использование данной информации для сертификации растений.
2023-E-447 «Оценка выходных данных высокопроизводительного секвенирования для своевременной оценки риска регулируемых или новых вирусов растений»	- Обновление данных высокопроизводительного секвенирования по вирусам и вироидам. - Подбор критериев для определения приоритетности идентифицированных организмов в наборах данных. - Характеристика ряда приоритетных вирусов и вироидов.
2023-A-452 «Валидация рабочих процессов на основе высокопроизводительного секвенирования для международного перемещения безвирусного размножаемого растительного материала»	Подготовка набора технических критериев, описывающих лабораторный процесс, который должен быть проведен для удовлетворения требований по применению методов высокопроизводительного секвенирования для международной торговли размножаемым растительным материалом
2023-A-453 «Исследование эффективности тестов для выявления *Phyllosticta citricarpa*, возбудителя черной пятнистости цитрусовых»	Получение валидационных данных и совершенствование международных диагностических протоколов
2023-A-454 «Полногеномное секвенирование в идентификации патогенных бактерий растений»	Валидация протоколов
2023-A-455 «Обследование на наличие *Dickeya fangzhongdai* и оценка риска, который она представляет в Европе»	Получение знаний для поддержки анализов риска
2023-A-456 «Валидация результатов исследования по выявлению *Xylella fastidiosa* с помощью цифровой ПЦР в важных симптоматических растениях-хозяевах»	Валидация протоколов
2023-A-457 «Оценка методов отбора проб почвы для выявления возбудителя рака картофеля»	- Результаты сравнения тарной почвы и почвы для отбора проб с другими установленными методами отбора проб. - Подготовка протоколов исследования почвы на рак картофеля.
2023-A-459 «Проведение межлабораторного сличительного испытания некоммерческих доступных баз данных MALDI-TOF MS в качестве замены коммерческим»	- Валидация протоколов. - Отчет о межлабораторном сличительном испытании, выполненном в рамках проекта.

Table. Euphresco's projects starting in 2024

Code and title of the topic	Expected results
2023-C-423 "Further development of methods for the outbreak management of *Popillia japonica* that are in line with the plant protection product authorisation in the EU"	Recommendations for outbreak management of *Popillia japonica* in line with the plant protection product authorization in the EU
2023-A-424 "Novel aerial spore trapping method for effective monitoring of the invasive fungal pathogens *Lecanosticta acicola* and *Dothistroma septosporum* in protective pine forests"	Novel aerial spore trapping method; Guideline for forestry best management practices in infected areas of protective forest sites
2023-A-425 "Improved risk analysis for more efficient surveillance of *Bursaphelenchus xylophilus*"	Surveillance recommendations, risk area maps
2023-A-428 "Tests performance study for the detection of *Xanthomonas citri* and *Xanthomonas aurantifolii*"	Validation data available and improvement of international diagnostic protocols
2023-A-429 "Diagnosis, detection and identification of rust fungi"	New or improved methods for diagnostics of rust fungi
2023-I-430 "Continued Community Network for practices in Plant Virology"	Annual network meeting for harmonisation of common practices
2023-F-431 "*Ralstonia pseudosolanacearum* and *Ralstonia syzygii:* emerging threats in and outside Europe. Study on the epidemiology and the development and validation of detection and identification protocols"	Establishment of a network for sharing of knowledge in *Ralstonia* research
2023-F-436 "Role of Tenuipalpid mites and associated pathogens on shoot-wilt and decreased cone production in Stone pine plantations"	Diagnosis and assessment of the impact of Tenuipalpidae mites, and associated organisms (virus), on the stone pine shoot wilt and its cone production decrease, and proposing management and control strategies
2023-H-438 "Virulence of PCN-populations used for testing of potato varieties to assess resistance"	Knowledge on the extent to which reference population of *Globodera pallida* and *G. rostochiensis* are still representative for field populations of PCN
2023-A-442 "Collections – referenced vouchered specimens of priority plant pests (exotic and endemic)"	Developing communication, creating networks of reference collections to share vouchered specimens for research and diagnostic purposes
2023-A-445 "FraxNet: a network of researchers and stakeholders with an interest in ash dieback and other threats to European ash, including emerald ash borer"	Creation of a network for the exchange of information: on methods for identifying diseases and propagating ash vegetatively and by seeds; on experience in selecting trees that combine sustainability with wood quality; on knowledge to promote the integration of resilient ash trees into the natural environment to support biodiversity. Rapid data exchange will increase the efficiency of monitoring and will allow updating on the distribution of emerald ash borer
2023-A-446 "Surveillance, Molecular diagnostics, High throughput sequencing"	• Publishing peer review on tree viruses. • Creating a sequence database on tree viruses and other non-culturable pathogens associated with forestry tree species and detected in Europe (and potentially outside Europe). • Development of new diagnostic methods for detecting pathogens of concern and identified during this study. • Collecting data and raising awareness of viruses and non-cultivated pathogens that may be involved in the tree crop supply chain, and using this information for plant certification.
2023-E-447 "Valorization of high throughput sequencing output data in view of a timely risk assessment of regulated or emerging plant viruses"	• Updated map on high throughput sequencing data on viruses and viroids. • Selecting criteria for the prioritisation of identified organisms in high throughput sequencing datasets that need further. • Characterisation and application on current relevant datasets. • Characterisation of a number of prioritised viruses and viroid.
2023-A-452 "Validation of high throughput sequencing based workflows for international movement of virus free propagative plant material"	A set of technical criteria that outlines the laboratory process to be undertaken to meet the requirements for the application of high throughput sequencing methods for international trade of propagative plant material.
2023-A-453 "Tests performance study for the detection of *Phyllosticta citricarpa*, causal agent of Citrus Black Spot"	Validation data available and improvement of international diagnostic protocols
2023-A-454 "Whole genome sequencing in identification of plant pathogenic bacteria"	Validating protocols
2023-A-455 "Surveying for *Dickeya fangzhongdai* and assessing the risk it represents in Europe"	Knowledge to support risk analysis

Table. Continuation

Code and title of the topic	Expected results
2023-A-456 "Test performance study validation of dPCR detection of *Xylella fastidiosa* in newly relevant symptomatic host plants of relevance"	Validating protocols
2023-A-457 "Evaluation of piler dirt sampling methods for the detection of the potato wart pathogen, *Synchytrium endobioticum*"	• Results of comparison of tare soil and piler dirt against other established sampling methods. • Preparing potato wart survey protocols.
2023-A-459 "Interlaboratory study on the usability of exchanged non-commercially available MALDI-TOF MS databases"	• Validating protocols. • Report on the interlaboratory study performed in the framework of the project.

Валидация молекулярных методов диагностики для выявления вируса коричневой морщинистости плодов томата (ToBRFV) в семенах томата и перца

В рамках проекта специалисты научно-методического отдела вирусологии ФГБУ «ВНИИКР» приняли участие в международном МСИ с использованием различных вариантов ПЦР (классическая ПЦР с обратной транскрипцией и ПЦР с обратной транскрипцией в режиме реального времени), разработанных для диагностики вируса коричневой морщинистости плодов томата и известных в мире (см. рис. 2). Специалисты ВНИИКР успешно прошли испытания с результатом 100% совпадений. Полученные данные использованы при подготовке Стандарта ЕОКЗР, а также Методических рекомендаций по выявлению и идентификации вируса коричневой морщинистости плодов томата (ToBRFV). Идентичные тесты, используемые в методиках диагностики, необходимы для дальнейшего взаимного признания результатов исследований образцов (Giesbers et al., 2021).

Выживаемость патогенов в почве

В рамках проекта изучается выживаемость выбранных бактериальных и грибных патогенов в почве и (разлагающихся) органических веществах после сбора урожая растения-хозяина. Были проанализированы образцы из ряда регионов России: Москвы и Московской области, республик Дагестан и Крым, Тамбовской, Воронежской, Калининградской областей, Пермского края. Для исследования использовали классические методы посева почвы на питательную среду, закладку вегетативных частей растений, метод биоприманок. Для идентификации использовали такие методы, как культурально-морфологический и микроскопирование, а также морфометрию. Видовую принадлежность образцов подтверждали анализом нуклеотидных последовательностей полученных изолятов.

Валидация молекулярных методов диагностики для обнаружения и идентификации вируса крапчатой мозаики томатов (ToMMV)

Болезни, вызываемые новыми вирусами, в последние десятилетия приобретают все большее значение с точки зрения их экономического воздействия. В настоящее время наиболее экономически значимым новым вирусом является тобамовирус коричневой морщинистости плодов томата (ToBRFV), который угрожает производству томатов и перца. Эти же культуры могут быть серьезно

organic matter after harvesting of the host plant. Samples from a number of Russian regions were analyzed: Moscow and Moscow Oblast, Republic of Dagestan, Republic of Crimea, Tambov Oblast, Voronezh Oblast, Perm Krai, Kaliningrad Oblast. Classical methods of sowing soil on nutrient medium, planting of vegetative parts of plants, and the method of bio-baits were used for the study. Such methods as culture-morphological and microscopy, as well as morphometry were used for identification. Species affiliation of the samples was confirmed by analyzing nucleotide sequences of the isolates obtained.

Validation of molecular diagnostic methods for the detection and identification of Tomato mottle mosaic virus (ToMMV)

Diseases caused by emerging viruses have become increasingly important in recent decades in terms of their economic impact. Currently, the most economically important emerging virus is the tobamovirus Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV), which threatens tomato and pepper production. These same crops can also be severely infected by another emerging tobamovirus, Tomato mottle mosaic virus (ToMMV), which was first described in Mexico in 2013 and subsequently emerged in the Americas, Asia, and Europe. The physical and biological characteristics of tobamoviruses allow them to spread rapidly and give them a high epidemic potential, which can consequently have a significant impact on agriculture.

The critical step in successfully controlling emerging tobamoviruses and preventing their further spread is accurate and timely detection of the virus. Molecular tests for the detection and identification of ToBRFV have recently been validated under the EU VALITEST project and the Euphresco 2019-A-327 project (Giesbers et al., 2021). However, there is a great need for harmonized and validated protocols for ToMMV. There are some published or commercially available PCR-based tests for the detection and identification of ToMMV, and to our knowledge at least two new ToMMV-specific real-time RT-PCRs will be published or submitted by the end of 2021. In a new Euphresco project, we propose a TPS to compare the performance of different ToMMV-specific molecular tests. The results of the proposed TPS will provide information on how the tests perform in different laboratories, i. e. on different equipment, with different

заражены другим новым тобамовирусом – вирусом крапчатой мозаики томатов (ToMMV), который был впервые описан в Мексике в 2013 г. и впоследствии появился в Северной и Южной Америке, Азии и Европе. Физические и биологические характеристики тобамовирусов позволяют им быстро распространяться и обеспечивают высокий эпидемический потенциал, что может оказать значительное влияние на сельское хозяйство.

Решающим шагом в успешной борьбе с появляющимися тобамовирусами и предотвращении их дальнейшего распространения является точное и своевременное обнаружение патогена. Молекулярные тесты для обнаружения и идентификации ToBRFV были недавно утверждены в рамках проекта EC VALITEST и проекта Euphresco 2019-A-327 (Giesbers et al., 2021). Однако существует большая потребность в гармонизированных и валидированных протоколах для ToMMV. Есть несколько опубликованных или коммерчески доступных тестов на основе ПЦР для обнаружения и идентификации ToMMV. В рамках нового проекта Euphresco предполагается провести исследование эффективности тестов для диагностики ToMMV. Результаты предлагаемого исследования предоставят информацию о том, как тесты работают в разных лабораториях, то есть на разном оборудовании, с разными реагентами и с разным персоналом. Они также позволят лучше оценить точность и воспроизводимость тестов.

Хотя Euphresco эффективно работает в Европе и привлекает неевропейских членов, ее нынешняя структура и деятельность ограничивают их полноценное участие; кроме того, есть области исследований, которые недостаточно представлены. Началась работа по анализу глобального контекста исследований в сфере здоровья растений с целью уточнения роли Euphresco и адаптации ее структуры и деятельности, чтобы лучше отвечать требованиям более широкого и разнообразного состава членов. Euphresco получила финансирование от Европейского союза, чтобы усилить координацию национальных и региональных фитосанитарных исследований и заложить основы для глобальной координации фитосанитарных исследований путем проведения соответствующих мероприятий.

1 января 2024 года официально стартовал новый проект EUPHRESCO III. Опираясь на основы, заложенные EUPHRESCO I и II, а также Euphresco Net, проект EUPHRESCO III направлен на укрепление координации национальных и региональных фитосанитарных исследований и создание основ для глобальной координации фитосанитарных исследований посредством проведения мероприятий, отвечающих конкретным целям.

Сеть Euphresco Net разработала эффективную модель управления, обеспечивающую продуктивную деятельность по различным направлениям, которая доказала свою успешность за последние 10 лет. Проект EUPHRESCO III станет подтверждением концепции расширения масштабов и правильности управления сетью с целью углубления координации на национальном и региональном уровнях, а также повышения актуальности и влияния мероприятий на региональном и глобальном уровнях.

В этом контексте необходимо обеспечить более широкое представительство стран и научных

Рис. 2. Сотрудники ФГБУ «ВНИИКР» участвуют в международном МСИ по методам диагностики вируса коричневой морщинистости плодов томата (ToBRFV)

Fig. 2. Specialists of FGBU "VNIIKR" participate in the international interlaboratory comparison on methods for diagnosing Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV)

reagents and with different personnel. They will also allow a better assessment of the accuracy and reproducibility of the tests.

While Euphresco has been effective in Europe and has attracted non-European members, its current structure and operations limit their full engagement; moreover, there are research areas that are under-represented. A reflection that will consider the global plant health research context in order to clarify the role of Euphresco and to adapt its structure and operations to better serve a wider and more diverse membership has started. Euphresco has received funding from the European Union to enhance national and regional phytosanitary research coordination and to set the foundations for global phytosanitary research coordination through fit-for-purpose activities.

January 1, 2024 the new EUPHRESCO III project formally started. By building on the foundations developed by EUPHRESCO I and II and by Euphresco Net, the EUPHRESCO III project aims to enhance national and regional phytosanitary research coordination and to set the foundations for global phytosanitary research coordination through fit-for-purpose activities.

Euphresco Net has developed a strong Governance model resulting in productive operations across diverse activities that have proven successful over the past 10 years. The EUPHRESCO III project will confirm the concept for increased scope and the correctness of governance of the network in order to deepen coordination at national and regional level, and to widen the relevance and impact of activities at regional and global level.

In this context, a stronger representation of countries and scientific organisations in the region Russia-Central Asia-East Asia is sought after. A stronger

организаций в регионе Россия – Центральная Азия – Восточная Азия. Более широкое представительство этих стран будет полезно для всех. Агентство по карантину и защите растений при Министерстве сельского хозяйства Республики Узбекистан в рамках деятельности, финансируемой ЕС, будет отвечать за укрепление сотрудничества в регионе в области исследований здоровья растений и за взаимодействие со странами в других частях мира. Важная роль в проектах Euphresco отводится Российской Федерации.

Более подробная информация о темах исследования доступна на веб-сайте Euphresco*. Любой запрос на участие в проектах следует направлять координатору Euphresco.

Принять участие в проектах Euphresco или получить дополнительную информацию заинтересованным исследователям или организациям можно через национальных координаторов Euphresco. Национальные координаторы отвечают за коммуникации, касающиеся всех аспектов Euphresco в своей организации/стране. Контактная информация по всем национальным координаторам в странах доступна по адресу https://www.euphresco.net/about/members.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джовани Б., Шнейдер Ю.А., Шероколава Н.А. Euphresco: новые возможности для совместных международных исследований // Фитосанитария. Карантин растений. 2021, (3): 2–9.

2. Deutsch C.A., Tewksbury J.J., Tigchelaar M., Battisti D.S., Merrill S.C., Huey R.B. & Naylor R.L. Increase in crop losses to insect pests in a warming climate // Science. 2018, 361: 915–919.

3. Diagne C., Leroy B., Vaissière A.C., Gozlan R.E., Roiz D., Jarić I., Salles J.-M., Bradshaw C.J.A. & Courchamp F. High and rising economic costs of biological invasions worldwide. // Nature. 2021, 592: 571–576. URL: https://doi.org/10.1038/s41586-021-03405-6 (дата обращения: 12.01.2024).

4. Giovani B., Blümel S., Lopian R., Teulon D., Bloem S., Galeano Martínez C., Beltrán Montoya C., Urias Morales C.R., Dharmapuri S., Timote V., Horn N., Chouibani M., Mezui M'Ella J.G., Herrera V., Castinel A., Goletsos C., Moeller C., Naumann I., Stancanelli G., Bronzwaer S., Tramontini S., MacDonald P., Matheson L., Anthoine G., De Jonghe K., Schenk M., Steinmöller S., Rodriguez E., Cruz M.L., Luck J., Fraser G., Brunel S., Montuori M., Fedchock C., Steel E., Pennington H.G., Day R., Rossi J.P., Xia J. Science diplomacy for plant health // Nat Plants. 2020 Aug., 6 (8): 902–905. URL: https://doi.org/10.1038/s41477-020-0744-x (дата обращения: 10.01.2024).

5. Savary S., Willocquet L., Pethybridge S.J., Esker P., McRoberts N. & Nelson A. The global burden of pathogens and pests on major food crops // Nature Ecology & Evolution, 2019. 3: 430–439.

6. Turbelin A.J., Cuthbert R.N., Essl F., Haubrock P.J., Ricciardi A., Courchamp F. Biological invasions are as costly as natural hazards // Perspectives in Ecology and Conservation. 2023. 21 (2): 143–150. URL: https://doi.org/10.1016/j.pecon.2023.03.002 (дата обращения: 10.01.2024).

* https://www.euphresco.net/funding/current_calls.

representation of these countries will be beneficial to everyone. The Agency of Plant Protection and Quarantine under the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan will have, in the framework of the EU-funded activities, the responsibility to strengthen the collaboration in the region on plant health research and engagement with countries in other parts of the world. The Russian Federation will have an important role to play.

More information on the research topics is available on the Euphresco website*. Any request to participate in projects should be addressed to the Euphresco coordinator.

To participate in Euphresco projects or to obtain further information for interested researchers or organisations, it is possible to contact the Euphresco National Coordinators (NC). National Coordinators are responsible for communications regarding all aspects of Euphresco in their organisation/country. Contact information for all National Coordinators in countries is available at https://www.euphresco.net/about/members.

REFERENCES

1. Deutsch C.A., Tewksbury J.J., Tigchelaar M., Battisti D.S., Merrill S.C., Huey R.B. & Naylor R.L. Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. Science. 2018. Vol. 361. P. 915–919.

2. Diagne C., Leroy B., Vaissiere A.C., Gozlan R.E., Roiz D., Jarić I., Salles J.-M., Bradshaw C.J.A. & Courchamp F. High and rising economic costs of biological invasions worldwide. Nature. 2021. Vol. 592. P. 571–576. URL: https://doi.org/10.1038/s41586-021-03405-6 (last accessed: 12.01.2024).

3. Giovani B., Blümel S., Lopian R., Teulon D., Bloem S., Galeano Martínez C., Beltrán Montoya C., Urias Morales C.R., Dharmapuri S., Timote V., Horn N., Chouibani M., Mezui M'Ella J.G., Herrera V., Castinel A., Goletsos C., Moeller C., Naumann I., Stancanelli G., Bronzwaer S., Tramontini S., MacDonald P., Matheson L., Anthoine G., De Jonghe K., Schenk M., Steinmöller S., Rodriguez E., Cruz M.L., Luck J., Fraser G., Brunel S., Montuori M., Fedchock C., Steel E., Pennington H.G., Day R., Rossi J.P., Xia J. Science diplomacy for plant health. Nat Plants. 2020. Vol. 6 (8). P. 902–905. URL: https://doi.org/10.1038/s41477-020-0744-x (last accessed: 10.01.2024).

4. Giovani B., Shneyder Yu.A., Sherokolava N.A. Euphresco – new opportunities for international research collaboration. Plant Health and Quarantine. 2021. No. 3. P. 2–9.

5. Savary S., Willocquet L., Pethybridge S.J., Esker P., McRoberts N. & Nelson A. The global burden of pathogens and pests on major food crops. Nature Ecology & Evolution. 2019. Vol. 3. P. 430–439.

6. Turbelin A.J., Cuthbert R.N., Essl F., Haubrock P.J., Ricciardi A., Courchamp F. Biological invasions are as costly as natural hazards, Perspectives in Ecology and Conservation. 2023. Vol. 21. P. 143–150. URL: https://doi.org/10.1016/j.pecon.2023.03.002 (last accessed: 10.01.2024).

* https://www.euphresco.net/funding/current_calls.

7. Bianco P.A., Mehle N., Loiseau M., Ferretti L., Abou Jawdah Y., Siampour M., & Shneyder Y. Set up of reliable protocols for the identification of '*Candidatus* Phytoplasma phoenicium' (DIPCAPP) // Zenodo. 2021. URL: https://doi.org/10.5281/zenodo.5075511 (дата обращения: 09.01.2024).

8. Euphresco, 2024. URL: www.euphresco.net (дата обращения: 09.01.2024).

9. Giesbers A., Roenhorst A., Schenk M., Barnhoorn R., Tomassoli L., Luigi M., De Jonghe K., Porcher L., Gentit P., Ziebell H., Zeidan M., Shargil D., Grausgruber Groeger S., Shneyder Y., Mehle N., Wattier C., Baldwin T., Danino H., Davino S., ... Shimon O. Validation of molecular tests for the detection of tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) in seeds of tomato and pepper // Zenodo. 2021. URL: https://doi.org/10.5281/zenodo.6463252 (дата обращения: 13.01.2024).

10. Green S., Frederickson-Matika D., Marzano M., Pollard C., Dunn M., Cooke D., Cock P., Frankel S.J., Del Castillo J., Blomquist C., Latham S., Cullen L., Destefanis M., Brechon A., O'Loinsigh B., O'Hanlon R., Markellou E., Kizis D., Vichou K.-E., ... Grant A. Early detection of *Phytophthora* in EU and third country nurseries and traded plants (ID-PHYT) // Zenodo. 2023. URL: https://doi.org/10.5281/zenodo.8344951 (дата обращения: 10.01.2024).

11. IPPC Strategic Framework, 2020. URL: https://www.ippc.int/fr/strategic-objectives/ippc-strategic-framework/#:~:text=Currently%2C%20the%20IPPC%20Strategic%20Framework,to%20existing%20and%20emerging%20phytosanitary (дата обращения: 11.01.2024).

12. Traon D., Montanari F., Amat L., Ferreira I. Impact evaluation of the Euphresco network. Executive summary. Arcadia Int. 2021. URL: https://drop.euphresco.net/data/bb159a38-72f5-44b2-8b40-43aae-8d15e5c (дата обращения: 13.01.2024).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Балдиссера Джовани, кандидат наук в области биохимии и молекулярной биофизики, координатор Euphresco в Европейской и Средиземноморской организации по карантину и защите растений (ЕОКЗР), г. Париж, Франция;
ORCID 0000-0001-9217-3555,
e-mail: bgiovani@euphresco.net.

Юрий Андреевич Шнейдер, кандидат биологических наук, начальник научно-методического отдела вирусологии, ведущий научный сотрудник ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. о. Раменский, Московская область, Россия;
ORCID 0000-0002-7565-1241,
e-mail: yury.shneyder@mail.ru.

Ясмин Зоррилла-Фонтанези, кандидат наук в области биотехнологии, научный сотрудник по проектам Европейской и Средиземноморской организации по карантину и защите растений (ЕОКЗР), г. Париж, Франция;
ORCID 0000-0002-2514-3927,
e-mail: jassmine.zorrilla@euphresco.net.

Доступ на страницу веб-сайта Euphresco

Access to the Euphresco website

7. Bianco P.A., Mehle N., Loiseau M., Ferretti L., Abou Jawdah Y., Siampour M., & Shneyder Y. Set up of reliable protocols for the identification of 'Candidatus Phytoplasma phoenicium' (DIPCAPP). Zenodo. 2021. URL: https://doi.org/10.5281/zenodo.5075511 (last accessed: 09.01.2024).

8. Euphresco, 2024. URL: www.euphresco.net (last accessed: 09.01.2024).

9. Giesbers A., Roenhorst A., Schenk M., Barnhoorn R., Tomassoli L., Luigi M., De Jonghe K., Porcher L., Gentit P., Ziebell H., Zeidan M., Shargil D., Grausgruber Groeger S., Shneyder Y., Mehle N., Wattier C., Baldwin T., Danino H., Davino S., ... Shimon O. Validation of molecular tests for the detection of tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) in seeds of tomato and pepper. Zenodo. URL: https://doi.org/10.5281/zenodo.6463252 (last accessed: 13.01.2024).

10. Green S., Frederickson-Matika D., Marzano M., Pollard C., Dunn M., Cooke D., Cock P., Frankel S.J., Del Castillo J., Blomquist C., Latham S., Cullen L., Destefanis M., Brechon A., O'Loinsigh B., O'Hanlon R., Markellou E., Kizis D., Vichou K.-E., ... Grant A. (2023). Early detection of Phytophthora in EU and third country nurseries and traded plants (ID-PHYT). Zenodo. 2021. URL: https://doi.org/10.5281/zenodo.8344951 (last accessed: 10.01.2024).

11. IPPC Strategic Framework, 2020. URL: https://www.ippc.int/fr/strategic-objectives/ippc-strategic-framework/#:~:text=Currently%2C%20the%20IPPC%20Strategic%20Framework,to%20existing%20and%20emerging%20phytosanitary (last accessed: 11.01.2024).

12. Traon D., Montanari F., Amat L., Ferreira I. Impact evaluation of the Euphresco network. Executive summary. Arcadia Int. 2021. URL: https://drop.euphresco.net/data/bb159a38-72f5-44b2-8b40-43aae-8d15e5c (last accessed: 13.01.2024).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Baldissera Giovani, PhD in Biochemistry and molecular biophysics, Euphresco Co-ordinator at European and Mediterranean Plant Protection Organisation (EPPO), Paris, France; *ORCID 0000-0001-9217-3555, e-mail: bgiovani@euphresco.net*.

Yuri Shneyder, PhD in Biology, Head of Scientific Department of Virology, Leading Researcher, FGBU "VNIIKR", Bykovo, Urban district Ramensky, Moscow Oblast, Russia; *ORCID 0000-0002-7565-1241, e-mail: yury.shneyder@mail.ru*.

Yasmín Zorrilla-Fontanesi, PhD in Biotechnology, Scientific project officer at European and Mediterranean Plant Protection Organisation (EPPO), Paris, France; *ORCID 0000-0002-2514-3927, email: jassmine.zorrilla@euphresco.net.*

УДК 632.654

Иллюстрированный справочник по паутинным клещам (Tetranychidae) декоративных растений средней полосы России

* КАМАЕВ И.О.

ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»),
р. п. Быково, г. о. Раменский,
Московская обл., Россия, 140150
ORCID 0000-0003-4251-4862,
e-mail: ilyakamayev@yandex.ru

АННОТАЦИЯ

В статье представлен краткий обзор информации о 21 виде паутинных клещей (Tetranychidae), населяющих декоративные растения урбанизированных территорий средней полосы России. Приведены иллюстрации симптомов повреждения растений-хозяев: хвойных и лиственных деревьев и кустарников, а также злаков. Представлены изображения некоторых диагностических признаков чужеродных видов паутинных клещей, широко распространенных в средней полосе России: *Eotetranychus thujae* (McGregor, 1950) – вид североамериканского происхождения, обитающий на кипарисовых; *Eurytetranychus furcisetus* Wainstein, 1956 – вид центральноазиатского происхождения, населяющий декоративные ели. Внимание уделено видам рода *Oligonychus*, связанным с хвойными растениями: *O. ununguis* (Jacobi, 1905) – основной вредитель декоративных хвойных (сосновые и кипарисовые); *O. piceae* (Reck, 1953) – широко распространенный в средней полосе вид, обитающий на соснах; *O. pinaceus* Mitrofanov & Bossenko, 1975 – редкий вид, населяющий сосны; *O. karamatus* (Ehara, 1956) – вид, развивающийся на лиственницах. В работе проиллюстрированы диагностические признаки видов рода *Eotetranychus*, встречающихся на лиственных породах (форма дистальной части перитрем самок и самцов, форма эдеагусов). Даны фотографии диагностических признаков (штриховка кутикулы и форма эдеагуса) *Tetranychus sawzdargi* Mitrofanov, 1980, описанного из Москвы (Бирюлево) и названного в честь профессора Тимирязевской сельскохозяйственной академии Э.Э. Савздарга. Отмечено, что на декоративных злаках, включая газонные травы, часто развивается *Tetranychus przhevalskii* Reck, 1956 – вредитель зерновых культур, штриховка дорсальной кутикулы которого может сильно варьировать. Настоящая публикация представляет интерес для акарологов, специалистов в области фитосанитарии, защиты растений и озеленения.

UDC 632.654

Illustrated guide to spider mites (Tetranychidae) of ornamental plants in Central Russia

* ILYA O. KAMAYEV

FGBU “All-Russian Plant Quarantine Center” (FGBU “VNIIKR”), Bykovo, Urban district Ramensky,
Moscow Oblast, Russia, 140150
ORCID 0000-0003-4251-4862,
e-mail: ilyakamayev@yandex.ru

ABSTRACT

The article presents a brief overview of 21 spider mite species (Tetranychidae) inhabiting ornamental plants in urbanized areas of Central Russia. It provides illustrations of damage symptoms to host plants: coniferous and deciduous trees and shrubs, as well as cereals. Illustrations of some diagnostic characters of alien spider mite species widespread in Central Russia are presented: *Eotetranychus thujae* (McGregor, 1950) – a species of North American origin, inhabiting cypress trees; *Eurytetranychus furcisetus* Wainstein, 1956 – a species of Central Asian origin inhabiting ornamental spruce trees. Attention is paid to species of the genus *Oligonychus*, associated with conifers: *O. ununguis* (Jacobi, 1905) – main pest of ornamental conifers (Pinaceae and Cupressaceae); *O. piceae* (Reck, 1953) – a widespread species on pine trees; *O. pinaceus* Mitrofanov & Bossenko, 1975 – a rare species inhabiting pine trees; *O. karamatus* (Ehara, 1956) – on larches. The paper illustrates the diagnostic characters of *Eotetranychus* species occurring on deciduous trees (the form of the distal part of female and male peritremes and the aedeagus). It contains photographs of diagnostic characters (the cuticle striae and the aedeagus) of *Tetranychus sawzdargi* Mitrofanov, 1980, described from Moscow (Biryulyovo) and named after the professor of the Timiryazev Agricultural Academy E.E. Savzdarg. It is noted that on ornamental grasses, including lawn grasses, there often develops *Tetranychus przhevalskii* Reck, 1956 – a pest of grain crops, the dorsal cuticle striae of which can vary greatly. This publication is of interest to acarologists, specialists in the phytosanitary, plant protection and greenery planting.

Ключевые слова. Акарология, фитофаги, защита растений, урбанизированные территории, диагностика.

ВВЕДЕНИЕ

Сведения о видовом составе и распространении Tetranychoidea в центрально-европейской части России были представлены нами ранее (Kamayev, 2023). Около 50% фауны Tetranychidae, населяющей регион, непосредственно связаны с декоративными растениями; в частности, выявленные чужеродные виды паутинных клещей отмечены исключительно на интродуцентах в условиях урбанизированных территорий.

Данная работа представляет краткий обзор информации об основных видах паутинных клещей (Tetranychidae) средней полосы России с иллюстрацией симптомов повреждения растений-хозяев и некоторых диагностических признаков представителей данной группы фитофагов. Фотографии подобраны с учетом того, насколько те или иные признаки представлены в известной нам литературе (в настоящей работе для самцов большинства видов приведены изображения латеральной проекции эдеагуса), в ряде случаев приведен прижизненный облик клещей. Следует отметить, что в справочнике не приведены хорошо изученные виды-полифаги: *Tetranychus urticae Koch*, 1835 и *T. turkestani* (Ugarov & Nikolskii, 1937).

Относительно симптомов повреждения растений-хозяев необходимо сделать оговорку, что они не являются специфичными (как и у других сосущих вредителей: тли, цикадки и другие) и часто представляют собой хлоротичное (мозаичное) изменение окраски листа. У лиственных пород деревьев часто (но далеко не всегда) колонии Tetranychidae развиваются с нижней стороны листа, концентрируются в основании листовой пластинки, вдоль центральной и боковых жилок, а потом уже переходят на другие части пластинки (например, на участки, близкие к краю). На начальных стадиях развития популяции паутинных клещей могут быть заметны небольшие изменения цвета на внешней стороне листа (впоследствии переходящие в хлоротичность) и его формы (небольшая бугристость). На некоторых растениях (например, *Rosa*) мозаика в окраске листа хорошо проявляется. По мере развития популяции наблюдается хлоротичное изменение окраски всего листа, вплоть до развития участков с некрозами, скручивания и в конечном итоге засыхания листьев. Наличие паутинных нитей само по себе не является симптомом присутствия Tetranychidae, так как может быть результатом деятельности других групп животных (например, пауков или личинок насекомых, у которых имеются прядильные железы). Симптомы на хвойных, как правило, заметны только при

Key words. Acarology, phytophages, plant protection, urban areas, diagnosis.

INTRODUCTION

We previously presented information on the species composition and distribution of Tetranychoidea in the Central European, or Central Russia (Kamayev, 2023). About 50% of the Tetranychidae fauna inhabiting the region are directly associated with ornamental plants; in particular, the identified alien spider mite species were observed exclusively on introduced plants in urbanized areas.

This paper presents a brief overview of the main spider mite species (Tetranychidae) inhabiting ornamental plants in urbanized areas of Central Russia with an illustration of damage symptoms to host plants and some diagnostic characters of this phytophages. The photographs were selected taking into account the extent to which certain characters are presented in the literature known to us (in this guide, for males of most species, images of the lateral projection of the aedeagus are shown); in some cases, the live mite photographs are shown. It should be noted that the guide does not include well-studied polyphagous species: *Tetranychus urticae Koch*, 1835 and *T. turkestani* (Ugarov & Nikolskii, 1937).

Regarding the damage symptoms to host plants, it is necessary to make a reservation that they are not specific (as with other sucking pests: aphids, leafhoppers and others) and often represent a chlorotic (mosaic) change in leaf color. In deciduous trees, Tetranychidae colonies often (but by no means always) develop on the underside of the leaf, concentrate at the base of the leaf blade, along the central and lateral veins, and then move to other blade parts (for example, to areas close to the edge). In the initial stages of development of a spider mite population, slight changes in color on the outside of the leaf (later becoming chlorotic) and in its shape (small tuberosity) may be noticeable. On some plants (e. g. *Rosa*), the mosaic in the leaf color is clearly visible. As the population develops, a chlorotic change in the color of the entire leaf is observed, up to the development of areas with necrosis, curling and ultimately drying of the leaves. The presence of spider silk in itself is not a symptom of the presence of Tetranychidae, as it may be the result of the activity of other animal groups (for example, spiders or insect larvae that have silk glands). Symptoms on conifers are usually noticeable only under magnification (often using an incident light stereomicroscope). In some cases, the presence of spider mites on deciduous tree species (e. g. oak, willow) cannot be detected visually. In these cases, it is

увеличении (часто с помощью стереомикроскопа с падающим светом). В некоторых случаях присутствие паутинных клещей на видах лиственных деревьев (например, дуб, ивы) не может быть выявлено визуально. В этих случаях рекомендуется использовать метод стряхивания с ветвей/листьев на лист бумаги или исследование частей растений в камеральных условиях с использованием увеличительной техники. Подробнее о методах сбора и фиксации материала – в работах Вайнштейна (1960), Митрофанова и др. (1987), Krantz, Walter (2009).

Рекомендуемые источники по фауне и идентификации паутинных клещей. Более подробные сведения об общепринятой систематике группы, распространении тех или иных представителей Tetranychidae в мире, а также их растениях-хозяевах приведены в Базе данных паутинных клещей мира (Migeon, Dorkeld, 2023). Ключ для определения подсемейств, триб и родов фауны паутинных клещей мира можно найти в монографии Bolland et al. (1998). Для видовой идентификации Tetranychidae рассматриваемого региона рекомендуется использовать следующие работы: Marić et al. (Biodiversity..., 2018); Митрофанов и др. (1987) с привлечением монографии Вайнштейна (1960); для видов фауны мира, населяющих хвойные растения, – Митрофанов и др. (1975). Также стоит отметить следующие онлайн-ресурсы, которые могут быть полезными при работе с данной группой клещей: Beard (2018), Walter (2006). Актуальную информацию о паутинных клещах защищенного грунта России можно почерпнуть из соответствующего пособия (Ахатов и др., 2023).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материал обобщен за период исследований с 2017 по 2022 г., сборы проводились на территории городов Москвы, Смоленска, Калуги, Нижнего Новгорода, Йошкар-Олы, Московской области, также привлечены данные по Республике Татарстан и Самарской области.

Симптомы повреждения растений фотографировали с помощью фотокамеры смартфона iPhone 8. Прижизненное фото клещей выполнено с помощью стереомикроскопа с падающим светом Stereo Discovery.V20. Изготовление микропрепаратов клещей проводили с использованием среды Хойера (Krantz, Walter, 2009). В подавляющем большинстве случаев фотографирование микропрепаратов проводили в проходящем свете с помощью микроскопа ZEISS Axio Imager 2, оснащенного фазовым (PH – фотографии маркированы этим индексом) и дифференциально-интерференционным (DIC) контрастом, при увеличении в 100–1000 раз. В одном случае был использован микроскоп с фотонасадкой Olympus BX53.

Фотографирование и дальнейшая обработка иллюстраций были осуществлены с помощью программного обеспечения Zen 2.3 и с последующим фокус-стекингом (Zerene Stacker). Финальная обработка полученного файла производилась в программе Adobe Photoshop CC.

Информация представлена по следующему плану: виды паутинных клещей разделены (в определенной степени условно) на 3 группы

recommended to use the method of shaking branches/leaves onto a sheet of paper or examining plant parts in office conditions using magnifying equipment. More details about the methods of collecting and fixing material can be found in the works of Wainstein (1960), Mitrofanov et al. (1987), Krantz, Walter (2009).

Recommended resources on the fauna and identification of spider mites. More detailed information about the generally accepted taxonomy of the group, the distribution of certain Tetranychidae species in the world, as well as their host plants is given in Spider Mites Web: a comprehensive database for the Tetranychidae (Migeon, Dorkeld, 2023). The key to identifying the subfamilies, tribes and genera of the world's spider mite fauna can be found in the monograph by Bolland et al. (1998). For Tetranychidae species identification, it is recommended to use the following publications: Marić et al. (Biodiversity..., 2018); Mitrofanov et al. (1987) with the use of Wainstein's monograph (1960); for species of fauna of the world inhabiting coniferous plants – Mitrofanov et al. (1975). It is also worth noting the following online resources that may be useful: Beard (2018), Walter (2006). Current information about spider mites in greenhouses of Russia can be obtained from the corresponding guide by Akhatov et al. (2023).

MATERIALS AND METHODS

The material is summarized for the research period from 2017 to 2022, collections were carried out in the cities of Moscow, Smolensk, Kaluga, Nizhny Novgorod, Yoshkar-Ola, Moscow Oblast, data from the Republic of Tatarstan and Samara Oblast were also included.

Symptoms of plant damage were photographed using an iPhone 8 smartphone camera. Intravital photographs of mites were taken using a stereo microscope with incident light Stereo Discovery.V20. Slides were prepared using Hoyer's medium (Krantz and Walter, 2009). Photographing of slides was carried out in transmitted light using a ZEISS Axio Imager 2 microscope, equipped with phase (PH – photographs are marked with this index) and differential interference (DIC) contrast, at a magnification of 100–1000 times. In one case, a microscope with an Olympus BX53 photo attachment was used.

Photographing and further processing of the illustrations were carried out using Zen 2.3 software and subsequent focus stacking (Zerene Stacker). The final processing of the resulting file was carried out in Adobe Photoshop CC.

The information is presented according to the following plan: the spider mite species are divided (to a certain extent provisory) into 3 groups, taking into account their trophic relationship with species or groups of ornamental host plants. For each species, the main host plants from among the ornamental crops in the study region are given, general information about the distribution in the urbanized territories of Central Russia (with comments on the biotopic preference of species), brief information about the morphological peculiarities and the key diagnostic characters is given. In the last case, diagnostic characters poorly illustrated in

с учетом их трофической связи с видами или группами декоративных растений-хозяев. Для каждого вида приведены основные растения-хозяева из числа декоративных культур в регионе исследования, общие сведения о распространении на урбанизированных территориях средней полосы России (с комментариями о приуроченности того или иного вида), даны краткие сведения о морфологии и диагностических признаках (из них выбраны ключевые или слабо проиллюстрированные в отечественных источниках признаки, включая дорсальный хетом в ряде случаев). В подписях к фотографиям в ряде случаев дано сокращение: ГБС – территория Главного ботанического сада имени Н.В. Цицина РАН (город Москва).

Рис. 1. Самка *Eotetranychus thujae* на *Juniperus*. Московская обл. (фото И.О. Камаева)

Fig. 1. Female of *Eotetranychus thujae* on *Juniperus*. Moscow Oblast (photo by I.O. Kamayev)

Рис. 2. Дорсальный вид самки *Eotetranychus thujae*, микропрепарат. PH (фото И.О. Камаева)

Fig. 2. Dorsal view in habitus of a female *Eotetranychus thujae*, slide. PH (photo by I.O. Kamayev)

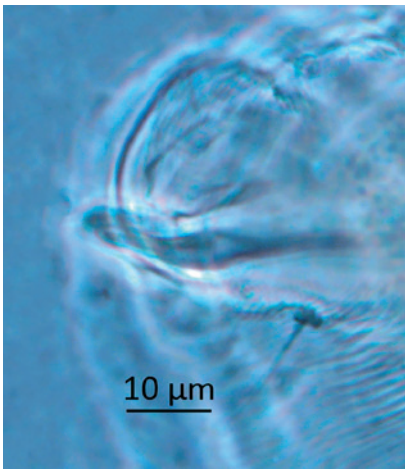


Рис. 3. Эдеагус *Eotetranychus thujae*, микропрепарат. PH (фото И.О. Камаева)

Fig. 3. Aedeagus of *Eotetranychus thujae*, slide. PH (photo by I.O. Kamayev)

Виды паутинных клещей, населяющие хвойные деревья и кустарники

Eotetranychus thujae (McGregor, 1950)

Основные растения-хозяева: кипарисовые: в основном на *Thuja occidentalis*, также отмечен на *Chamaecyparis pisifera* и *Juniperus* spp.

Распространение в средней полосе России: широкое, но известен только в городских насаждениях.

Особенности морфологии и идентификации: небольшие бледно-рыжие клещи (см. рис. 1); дорсоцентральные щетинки самок очень короткие, закругленные на вершине (см. рис. 2); эдеагус короткий, прямой, утолщенный, терминально закруглен (см. рис. 3).

Примечание: чужеродный вид североамериканского происхождения.

Eurytetranychus furcisetus Wainstein, 1956

Основные растения-хозяева: виды рода *Picea*, главным образом *P. pungens*.

Распространение в средней полосе России: широкое, но известен только на урбанизированных территориях.

Особенности морфологии и идентификации: относительно других видов Tetranychidae средней полосы России сравнительно крупные клещи темно-красного цвета. *E. furcisetus* характеризуется короткими дорсальными щетинками, длина которых намного меньше расстояния между рядами этих щетинок. Расположение дорсальных щетинок также имеет диагностическое значение (см. рис. 4): *d1* удалены друг от друга на расстояние, превышающее длину между *c1* (Вайнштейн, 1960).

Примечание: чужеродный вид центрально-азиатского происхождения.

Russian-language sources are also presented, including the dorsal view in some cases. In the captions to the photographs, the abbreviation MBG is the territory of the Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (Moscow).

Spider mites inhabiting coniferous trees and shrubs

Eotetranychus thujae (McGregor, 1950)

Main host plants: Cypressaceae: mainly *Thuja occidentalis*, also detected on *Chamaecyparis pisifera* and *Juniperus* spp.

Distribution in Central Russia: wide, but known only in urban areas.

Рис. 4. Дорсальный вид самки *Eurytetranychus furcisetus*, микропрепарат. Индексами обозначены щетинки, красной стрелкой показана выемка на вершине стилофора (фото И.О. Камаева)

Fig. 4. Dorsal view in habitus of a female *Eurytetranychus furcisetus*, slide. The indices indicate the setae; the red arrow shows the notch at the top of the stylophore (photo by I.O. Kamayev)

Oligonychus karamatus (Ehara, 1956) – лиственничный паутинный клещ

Основные растения-хозяева: виды рода *Larix*.

Распространение в средней полосе России: широкое.

Особенности морфологии и идентификации: темно-красного или бурого цвета; дорсоцентральные щетинки короткие (см. рис. 5); крючок эдеагуса загнут вентрально, очень длинный (см. рис. 6).

Oligonychus piceae (Reck, 1953)

Основные растения-хозяева: виды рода *Pinus*. При высокой численности может вызывать

Peculiarities of morphology and identification: small pale red mites (see Fig. 1); dorsocentral setae of females are very short, rounded at the apex (see Fig. 2); aedeagus short, straight, thickened, terminally rounded (see Fig. 3).

Note: alien species of North American origin.

Eurytetranychus furcisetus Wainstein, 1956

Main host plants: *Picea* species, mainly *P. pungens*.

Distribution in Central Russia: widespread, but known only in urban areas.

Peculiarities of morphology and identification: Compared to other Tetranychidae species in Central Russia, relatively large mites of a dark red color. *E. furcisetus* characterized by short dorsal setae, the length of which is much less than the distance between the rows of these setae. The location of the dorsal setae is also of diagnostic value (see Fig. 4): *d1* are separated from each other by a distance greater than the length between *c1* (Wainstein, 1960).

Note: alien species of Central Asian origin.

Oligonychus karamatus (Ehara, 1956)

Main host plants: *Larix* species.

Distribution in Central Russia: wide.

Peculiarities of morphology and identification: dark red or brown; dorsocentral setae short (see Fig. 5); the aedeagus shaft is directed ventrally, very long (see Fig. 6).

Oligonychus piceae (Reck, 1953)

Main host plants: *Pinus* species. When present in high numbers, it can cause a visually noticeable change in the color of needles and harm pine trees (see Fig. 7).

Distribution in Central Russia: wide.

Peculiarities of morphology and identification: dark red, almost black, color; in its characters close to *O. ununguis*, from which it differs in the setae of the palps and the tarsi form (Mitrofanov et al., 1987; see Fig. 8–9); the aedeagus shaft is directed ventrally, short (the same characters of the aedeagus are noted in *O. ununguis*) (see Fig. 10).

Oligonychus pinaceus Mitrofanov & Bossenko, 1975

Main host plants: *Pinus* species.

Distribution in Central Russia: rare, known from Moscow and Moscow Oblast – 3 individuals were detected (Wainstein, 1960; Kamayev, 2023).

Peculiarities of morphology and identification: all dorsal setae very short, approximately equal in length (see Fig. 11); also different from other *Oligonychus* species by chaetom of the legs (Mitrofanov et al., 1975, 1987).

Oligonychus ununguis (Jacobi, 1905)

Main host plants: conifers, especially Cypressaceae and *Picea* species. Damage (see Fig. 12–13).

Distribution in Central Russia: widespread, including in forest ecosystems and forest parks.

Peculiarities of morphology and identification: spotted, or

Рис. 5. Дорсальный вид самки *Oligonychus karamatus*, микропрепарат. DIC (фото И.О. Камаева)

Fig. 5. Dorsal view in habitus of a female *Oligonychus karamatus*, slide. DIC (photo by I.O. Kamayev)

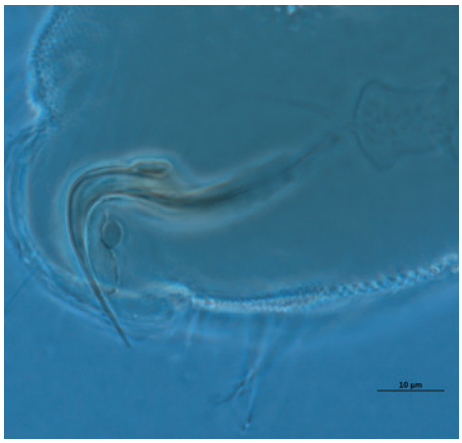


Рис. 6. Эдеагус *Oligonychus karamatus*, микропрепарат. PH (фото И.О. Камаева)

Fig. 6. Aedeagus of *Oligonychus karamatus*, slide. PH (photo by I.O. Kamayev)

Рис. 7. Саженец *Pinus*, зараженный *Oligonychus piceae* в лабораторных условиях, ФГБУ «ВНИИКР». Заметна явная хлоротичность окраски хвои вследствие питания клещей (фото И.О. Камаева)

Fig. 7. Seedling of *Pinus* infested by *Oligonychus piceae* under laboratory conditions, FGBU "VNIIKR". There is a clear chlorotic color of the needles due to the feeding of mites (photo by I.O. Kamayev)

визуально заметное изменение окраски хвои, вредит соснам (см. рис. 7).

Распространение в средней полосе России: широкое.

Особенности морфологии и идентификации: темно-красного, почти черного, цвета; по своим признакам близок к *O. ununguis*, от которого отличается хетомом пальп и формой лапок (Митрофанов и др., 1987; см. рис. 8–9); крючок эдеагуса загнут вентрально, короткий (такие же признаки эдеагуса отмечаются у *O. ununguis*) (см. рис. 10).

Oligonychus pinaceus Mitrofanov & Bossenko, 1975

Основные растения-хозяева: виды рода *Pinus*.

Распространение в средней полосе России: редкий, известен из Москвы и Московской

completely dark red, sometimes almost black (see Fig. 12); aedeagus with a short, ventrally curved shaft (see Fig. 14).

Note: it was indicated as a pest of conifers in Russia for the first time in the publications by I.I. Antonova (1957, 1960) in the genus *Paratetranychus* (junior synonym *Oligonychus*), the outdated scientific name of the species of this mite is used in a number of modern Russian-language sources (for example, Treivas, 2017).

Spider mites inhabiting deciduous trees and shrubs

Amphitetranychus viennensis (Zacher, 1920)

Main host plants: Rosaceae, especially *Malus* and *Crataegus*. One of the main pests of tree plantations in urban areas.

Distribution in Central Russia: wide.

Peculiarities of morphology and identification: dark carmine-red mites (see Fig. 15); the peritremes are distally multi-chambered, connected by anastomoses (see Fig. 16); the aedeagus shaft is long, directed dorsally, with a characteristic arrow-shaped knob (see Fig. 17).

Bryobia rubrioculus (Scheuten, 1857)

Main host plants: Most often species of the family Rosaceae. One of the main pests of fruit crops.

Distribution in Central Russia: wide.

Peculiarities of morphology and identification: adults have a relatively long first pair of legs (see Fig. 18); identification is carried out by the leg morphometry, the form of the propodosomal lobes (see Fig. 19), as well as by the morphological characters of the larvae (see Fig. 18).

Note: previously in Russian-language literature it was indicated under the name of *Bryobia redikorzevi* Reck, 1947.

Eotetranychus aceri Reck, 1948

Main host plants: *Acer* species (see Fig. 20).

Distribution in Central Russia: apparently wide.

Peculiarities of morphology and identification: the distal part of the peritreme is short, slightly curved posteriorly, with 2–3 expanded chambers; aedeagus twice smoothly curved, without a knob (see Fig. 21). Morphologically similar to *Eo. pruni*.

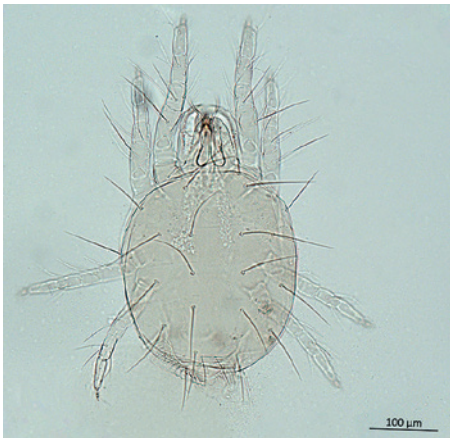


Рис. 8. Дорсальный вид самки *Oligonychus piceae*, микропрепарат. PH (фото И.О. Камаева)

Fig. 8. Dorsal view in habitus of a female *Oligonychus piceae*, slide. PH (photo by I.O. Kamayev)

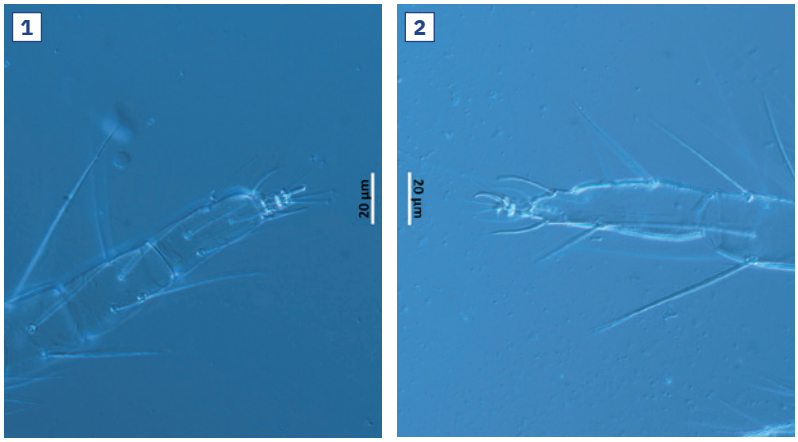


Рис. 9. Форма лапок I *Oligonychus piceae* (1) и *O. ununguis* (2), микропрепарат. DIC (фото И.О. Камаева)

Fig. 9. Tarsi I of *Oligonychus piceae* (1) and *O. ununguis* (2), slides. DIC (photo by I.O. Kamayev)

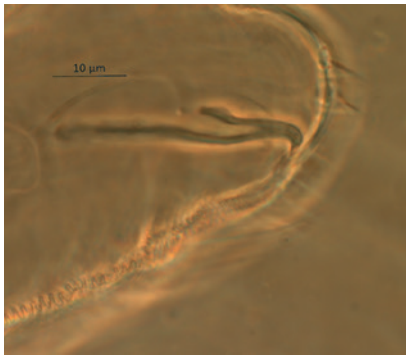


Рис. 10. Эдеагус *Oligonychus piceae*, микропрепарат. РН (фото И.О. Камаева)

Fig. 10. Aedeagus of *Oligonychus piceae*, slide. PH (photo by I.O. Kamayev)

Рис. 11. Дорсальный вид самки *Oligonychus pinaceus*, микропрепарат. РН (фото И.О. Камаева)

Fig. 11. Dorsal view in habitus of a female *Oligonychus pinaceus*, slide. PH (photo by I.O. Kamayev)

области – обнаружено 3 экземпляра (Вайнштейн, 1960; Kamayev, 2023).

Особенности морфологии и идентификации: все дорсальные щетинки очень короткие, примерно одинаковой длины (см. рис. 11); также отличается от прочих видов *Oligonychus* по хетому конечностей (Митрофанов и др., 1975, 1987).

Oligonychus ununguis (Jacobi, 1905) – еловый паутинный клещ

Основные растения-хозяева: хвойные, особенно кипарисовые и виды рода *Picea*. Вредит (см. рис. 12–13).

Распространение в средней полосе России: широкое, в том числе в лесных экосистемах и лесопарках.

Особенности морфологии и идентификации: пятнистый, или полностью темно-красного, иногда почти черного, цвета (см. рис. 12); эдеагус с коротким, загнутым вентрально крючком (см. рис. 14).

Рис. 12. Самки *Oligonychus ununguis* на *Picea*. Московская обл. (фото И.О. Камаева)

Fig. 12. Females *Oligonychus ununguis* on *Picea*. Moscow Oblast (photo by I.O. Kamayev)

Eotetranychus carpini (Oudemans, 1905)

Main host plants: *Corylus* species (see Fig. 22).

Distribution in Central Russia: based on distribution in Europe, it is assumed to be widespread; known from Moscow and Moscow Oblast, including in forest ecosystems and forest parks.

Peculiarities of morphology and identification: peritremes distally with one expanded chamber (see Fig. 23.1–2); aedeagus is twice geniculate, without a knob (see Fig. 23.3).

Eotetranychus populi (Koch, 1838)

Main host plants: *Populus* species.

Distribution in Central Russia: based on information about reports of the species in Europe, it is assumed to be widespread; known from Moscow.

Peculiarities of morphology and identification: peritremes distally bent, vary in shape, form anastomoses or a hook (see Fig. 24.1–2); aedeagus thickened, slightly curved (see Fig. 24.3).

Eotetranychus pruni (Oudemans, 1931)

Main host plants: polyphagous, in urbanized areas often occurs on Rosaceae and *Corylus*.

Distribution in Central Russia: wide.

Peculiarities of morphology and identification: light-colored with dark lateral spots (see Fig. 25); the distal part of the peritreme is short, slightly curved posteriorly, with 2–3 expanded chambers (see Fig. 26.1–2); aedeagus twice curved, with a long straight terminal part, without a knob (see Fig. 26.3).

Eotetranychus tiliarium (Hermann, 1804)

Main host plants: *Tilia* species; damages urban greeneries (Fig. 27).

Рис. 13. Погибший саженец *Picea* после заражения *Oligonychus ununguis* в лабораторных условиях, ФГБУ «ВНИИКР» (фото И.О. Камаева)

Fig. 13. Dead seedling of Picea after infestation by *Oligonychus ununguis* under laboratory conditions, FGBU "VNIIKR" (photo by I.O. Kamayev)

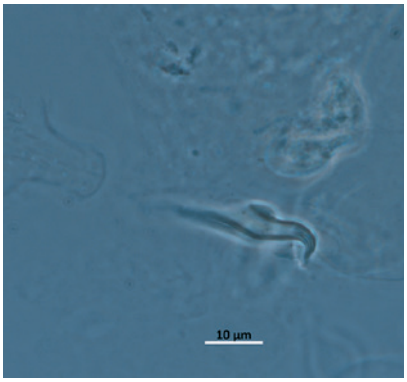


Рис. 14. Эдеагус *Oligonychus ununguis*, микропрепарат. РН (фото И.О. Камаева)

Fig. 14. Aedeagus of *Oligonychus ununguis*, slide. PH (photo by I.O. Kamayev)

Примечание: впервые в работах И.И. Антоновой (1957, 1960) указан в качестве вредителя хвойных в составе рода *Paratetranychus* (младший синоним *Oligonychus*), устаревшее научное название вида этого клеща фигурирует в ряде современных источников (например, Трейвас, 2017).

Виды паутинных клещей, населяющие лиственные деревья и кустарники

Amphitetranychus viennensis (Zacher, 1920) – боярышниковый, или венский, клещ

Основные растения-хозяева: виды семейства Rosaceae, особенно представители родов *Malus* и *Crataegus*. Один из основных вредителей древесных насаждений урбанизированных территорий.

Распространение в средней полосе России: широкое.

Особенности морфологии и идентификации: клещи темно-красного цвета (см. рис. 15); перитремы дистально многокамерные, соединены анастомозами (см. рис. 16); крючок эдеагуса длинный, направлен вверх, с характерной стреловидной бородкой (см. рис. 17).

Bryobia rubrioculus (Scheuten, 1857) – бурый плодовый клещ

Основные растения-хозяева: чаще всего виды семейства Rosaceae. Один из основных вредителей плодовых культур.

Распространение в средней полосе России: широкое.

Особенности морфологии и идентификации: у взрослых особей сравнительно длинная первая пара ног (см. рис. 18); идентификацию проводят по морфометрии конечностей, форме козырька проподосомы (см. рис. 19), а также по признакам строения личинок (см. рис. 18).

Примечание: ранее в русскоязычной литературе указывался под названием *Bryobia redikorzevi* Reck, 1947.

Eotetranychus aceri Reck, 1948

Основные растения-хозяева: виды рода *Acer* (см. рис. 20).

Распространение в средней полосе России: по-видимому, широкое.

Distribution in Central Russia: wide.

Peculiarities of morphology and identification: the distal part of the peritreme in the form of a bended back or a long hook (see Fig. 28.1–2); aedeagus straight or slightly curved (see Fig. 28.3).

Eotetranychus uncatus Garman, 1952

Main host plants: *Betula* species, symptoms are shown in Fig. 29.

Distribution in Central Russia: reliably known from Moscow.

Peculiarities of morphology and identification: the distal part of the peritreme in the form of a hook (see Fig. 30.1); aedeagus twice strongly curved, with a long straight terminal part, without a knob (see Fig. 30.2).

Neotetranychus rubi Trägårdh, 1915

Main host plants: *Rubus idaeus*.

Distribution in Central Russia: apparently widespread, mainly in forested parks.

Peculiarities of morphology and identification: intravital color of the body is green, legs and setae are

Рис. 15. Фрагмент листа *Prunus* с колонией *Amphitetranychus viennensis*, хорошо заметны особи карминно-красного цвета. Москва (фото И.О. Камаева)

Fig. 15. *Prunus* leaf fragment with a colony of *Amphitetranychus viennensis*, individuals of a carmine-red color are clearly visible. Moscow (photo by I.O. Kamayev)

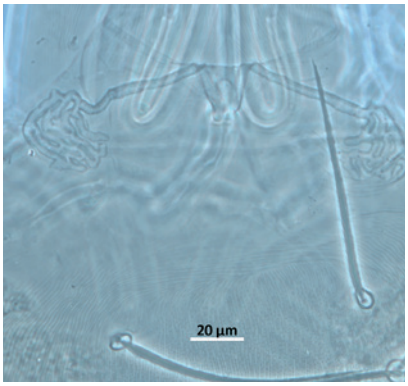


Рис. 16. Перитремы самки *Amphitetranychus viennensis*, микропрепарат. РН (фото И.О. Камаева)

Fig. 16. Peritremes of *Amphitetranychus viennensis* female, slide. PH (photo by I.O. Kamayev)

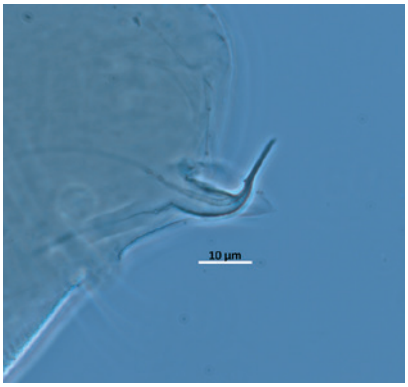
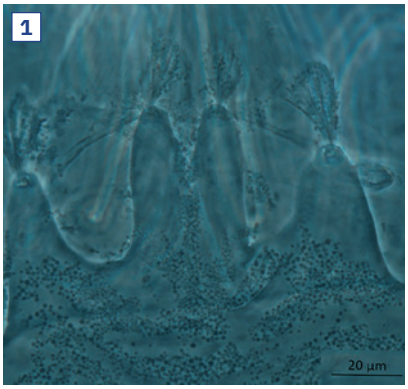


Рис. 17. Эдеагус *Amphitetranychus viennensis*, микропрепарат. РН (фото И.О. Камаева)

Fig. 17. Aedeagus *Amphitetranychus viennensis*, slide. PH (photo by I.O. Kamayev)

Рис. 18. Личинка (слева) и самка (справа) *Bryobia rubrioculus*, микропрепарат (фото И.О. Камаева). Фото получено с помощью Olympus BX53

Fig. 18. Larva (left) and female (right) of *Bryobia rubrioculus*, slide (photo by I.O. Kamayev). Photo obtained using Olympus BX53



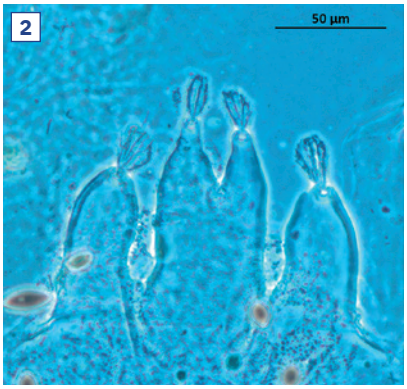


Рис. 19. Лопасти (козырек) проподосомы самки *Bryobia rubrioculus* (1) и *B. vasiljevi* (2), микропрепарат. РН (фото И.О. Камаева)

Fig. 19. Propodosomal lobes of *Bryobia rubrioculus* (1) and *B. vasiljevi* (2) females, slide. PH (photo by I.O. Kamayev)

Особенности морфологии и идентификации: дистальная часть перитремы короткая, слабо изогнута назад, с 2–3 расширенными камерами; эдеагус дважды плавно изогнутый, без бородки (см. рис. 21). Морфологически сходен с *Eo. pruni*.

Eotetranychus carpini (Oudemans, 1905)

Основные растения-хозяева: виды рода *Corylus* (см. рис. 22).

Распространение в средней полосе России: исходя из сведений о распространении в Европе, предполагается, что широкое; известен из Москвы и Московской области, в том числе в лесных экосистемах и лесопарках.

Особенности морфологии и идентификации: перитремы дистально с одной расширенной камерой (см. рис. 23.1–2); эдеагус дважды коленчато изогнут, без бородки (см. рис. 23.3).

Eotetranychus populi (Koch, 1838)

Основные растения-хозяева: виды рода *Populus*.

light (see Fig. 31); dorsal setae large, located on tubercles; the aedeagus shaft is large, directed dorsally (see Fig. 32).

Note: specialists from the Federal Scientific Center for Horticulture have not considered it as a pest of industrial raspberry plantings in Central Russia (Zeynalov, 2016; personal communication by Dr. A.S. Zeynalov).

Oligonychus longiclavatus (Reck, 1953)

Main host plants: *Quercus* species.

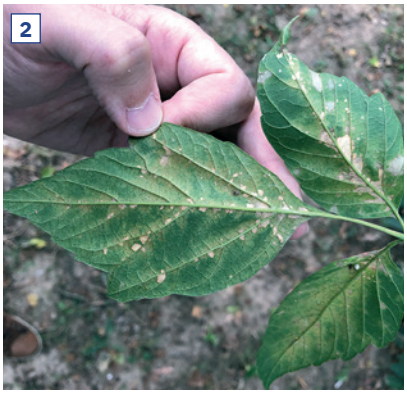
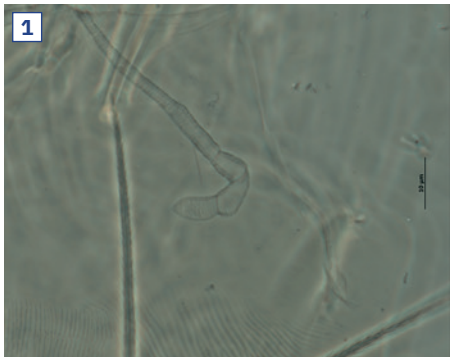
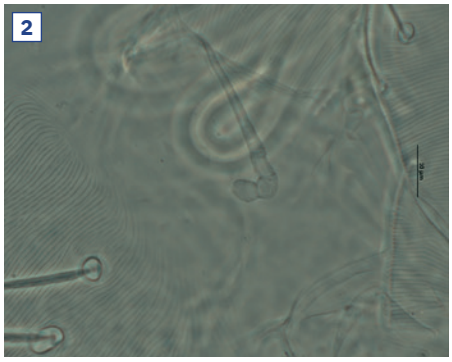


Рис. 20. Фрагмент листа двух видов *Acer* с колонией и симптомами повреждения *Eotetranychus aceri*: 1 – *A. platanoides*, Москва; 2 – *A. negundo*, Калуга (фото И.О. Камаева)

Fig. 20. Leaf fragment of two *Acer* species with colonies of *Eotetranychus aceri* and damage symptoms: 1 – *A. platanoides*, Moscow; 2 – *A. negundo*, Kaluga (photo by I.O. Kamayev)





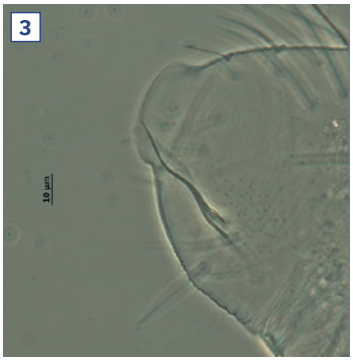


Рис. 21. *Eotetranychus aceri*, микропрепарат: 1 – дистальная часть перитремы самки; 2 – дистальная часть перитремы самца; 3 – эдеагус. РН (фото И.О. Камаева)

Fig. 21. *Eotetranychus aceri*, slide: 1 – distal part of the female peritreme; 2 – distal part of the male peritreme; 3 – aedeagus. PH (photo by I.O. Kamayev)

Распространение в средней полосе России: исходя из сведений о находках вида в Европе, предполагается, что широкое; известен из Москвы.

Особенности морфологии и идентификации: перитремы дистально с коленом, варьируют по форме, отростки колена образуют анастомозы или крючок (см. рис. 24.1–2); эдеагус утолщенный, слабоизогнутый (см. рис. 24.3).

Eotetranychus pruni (Oudemans, 1931) – садовый паутинный клещ

Основные растения-хозяева: полифаг, на урбанизированных территориях часто встречается на Rosaceae и *Corylus*.

Распространение в средней полосе России: широкое.

Особенности морфологии и идентификации: светлоокрашенные с темными латеральными пятнами (см. рис. 25); дистальная часть перитремы короткая, слабо изогнута назад, с 2–3 расширенными камерами (см. рис. 26.1–2); эдеагус дважды изогнутый, с длинной прямой терминальной частью, без бородки (см. рис. 26.3).

Eotetranychus tiliarium (Hermann, 1804)

Основные растения-хозяева: виды рода *Tilia*, вредит городским насаждениям (рис. 27).

Распространение в средней полосе России: широкое.

Особенности морфологии и идентификации: дистальная часть перитремы в виде загнутого назад колена или длинного крючка (см. рис. 28.1–2); эдеагус прямой или слабо изогнут (см. рис. 28.3).

Distribution in Central Russia: in Moscow, mass reproduction on oaks causing damage (see Fig. 33).

Peculiarities of morphology and identification: dark red mites (see Fig. 34); the dorsal setae are large, located on the tubercles (see Fig. 35); the aedeagus shaft is small, directed ventrally (see Fig. 36).

Panonychus ulmi (Koch, 1836)

Main host plants: Rosaceae (see Fig. 37), especially *Malus*. One of the main pests of fruit crops. According to E.E. Savzdarg (1955), this species greatly damaged fruit crops in the 1950s in Central Russia.

Рис. 22. Листья *Corylus* с хлоротичностью, вызванной видами рода *Eotetranychus*. Москва, ГБС (фото И.О. Камаева)

Fig. 22. *Corylus* leaves with chloroticity caused by spider mites of *Eotetranychus*. Moscow, MBG (photo by I.O. Kamayev)

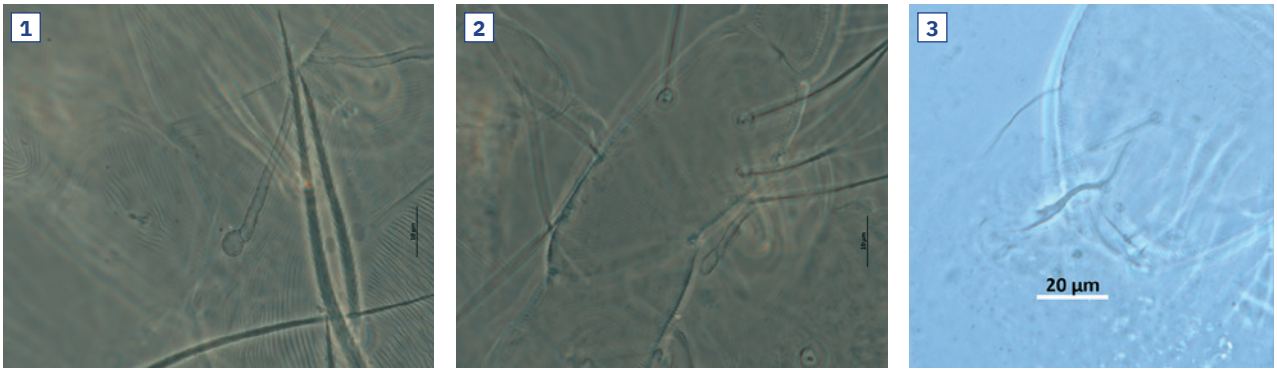


Рис. 23. *Eotetranychus carpini*, микропрепарат: 1 – дистальная часть перитремы самки; 2 – дистальная часть перитремы самца; 3 – эдеагус. РН (фото И.О. Камаева)

Fig. 23. *Eotetranychus carpini*, slide: 1 – distal part of the female peritreme; 2 – distal part of the male peritreme; 3 – aedeagus. PH (photo by I.O. Kamayev)

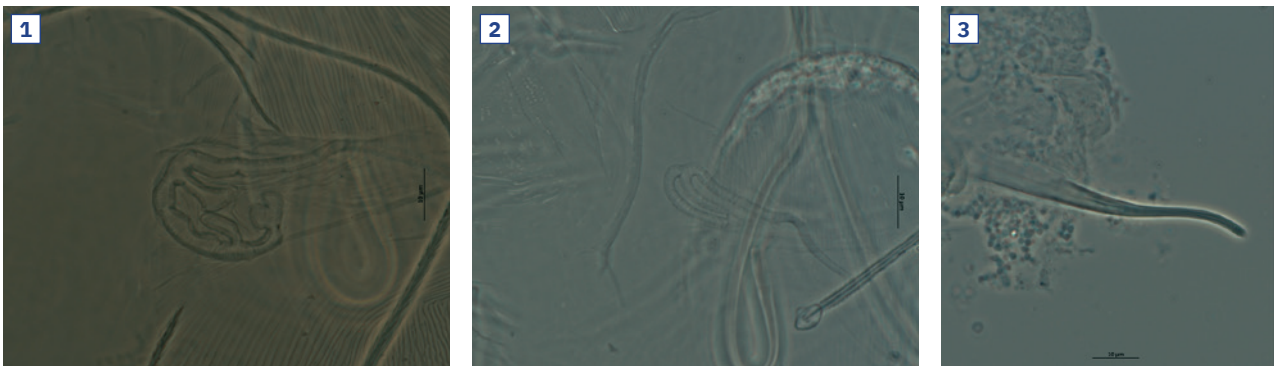


Рис. 24. *Eotetranychus populi*, микропрепарат: 1 – дистальная часть перитремы самки; 2 – дистальная часть перитремы самца; 3 – эдеагус. РН (фото И.О. Камаева)

Fig. 24. *Eotetranychus populi*, slide: 1 – distal part of the female peritreme; 2 – distal part of the male peritreme; 3 – aedeagus. PH (photo by I.O. Kamayev)

Рис. 25. Особи *Eotetranychus pruni* на листе *Corylus*, Москва (фото И.О. Камаева)

Fig. 25. *Eotetranychus pruni* individuals on a *Corylus* leaf, Moscow (photo by I.O. Kamayev)

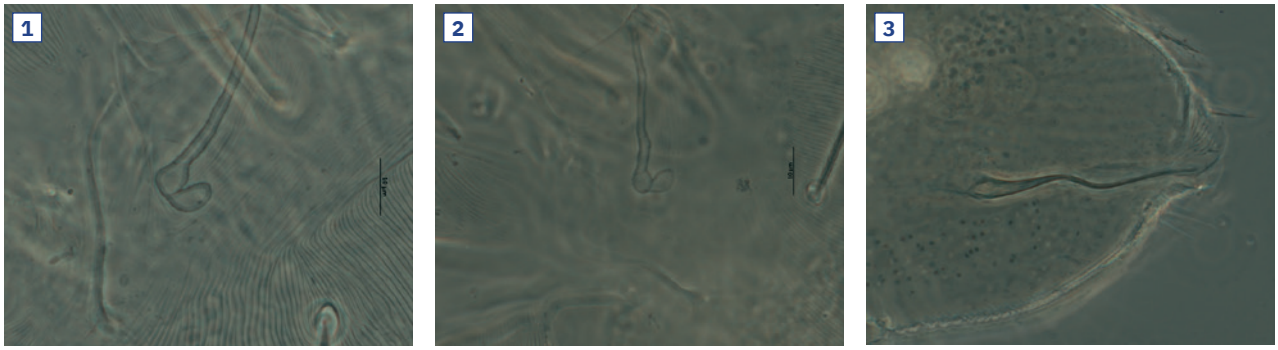


Рис. 26. *Eotetranychus pruni*, микропрепарат: 1 – дистальная часть перитремы самки; 2 – дистальная часть перитремы самца; 3 – эдеагус. PH (фото И.О. Камаева)

Fig. 26. *Eotetranychus pruni*, slide: 1 – distal part of the female peritreme; 2 – distal part of the male peritreme; 3 – aedeagus. PH (photo by I.O. Kamayev)

Eotetranychus uncatus Garman, 1952

Основные растения-хозяева: виды рода *Betula*, симптомы показаны на рис. 29.

Распространение в средней полосе России: достоверно известен из Москвы.

Особенности морфологии и идентификации: дистальная часть перитремы в виде сравнительно длинного загнутого назад колена (см. рис. 30.1);

Distribution in Central Russia: wide.

Peculiarities of morphology and identification: the aedeagus shaft is directed dorsally (see Fig. 38).

Schizotetranychus jachontovi Reck, 1953

Main host plants: *Quercus* species.

Distribution in Central Russia: known from Moscow and Moscow Oblast.

Peculiarities of morphology and identification: intravital color is light yellow (see Fig. 39); aedeagus curved twice (see Fig. 40).

Schizotetranychus schizopus (Zacher, 1913)

Main host plants: *Salix* species.

Distribution in Central Russia: widespread, including in forest ecosystems and forest parks.

Peculiarities of morphology and identification: the aedeagus shaft is directed dorsally, with an arrow-shaped knob (see Fig. 41).

Tetranychus sawzdargi Mitrofanov, 1980

Main host plants: species of the genus *Rosa*.

Distribution in Central Russia: present, in Moscow and Moscow Oblast it often occurs on *Rosa canina* (see Fig. 42).

Рис. 27. Фрагмент кроны *Tilia* (1) и ее листья (2) с измененной окраской вследствие массового развития *Eotetranychus tiliarium*. Москва (фото И.О. Камаева)

Fig. 27. *Tilia* crown fragment (1) and leaves (2) with changed color due to mass reproduction of *Eotetranychus tiliarium*. Moscow (photo by I.O. Kamayev)

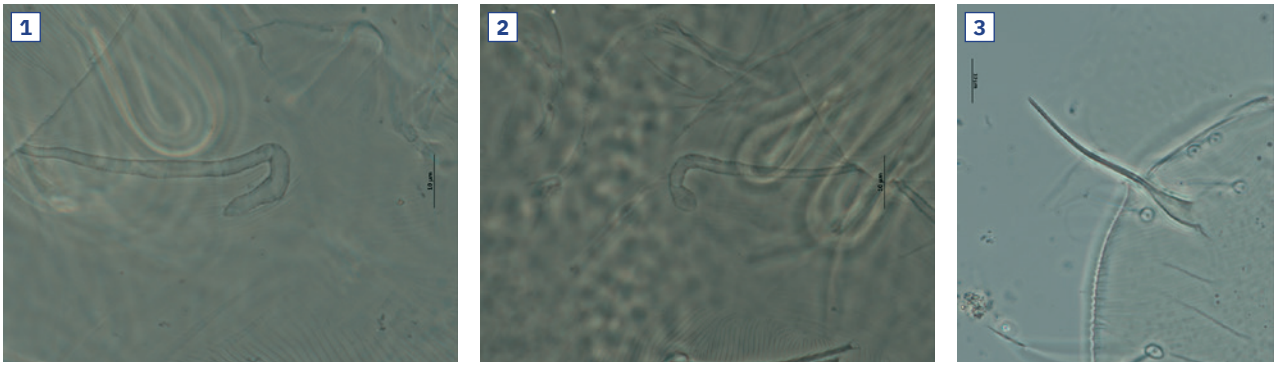


Рис. 28. *Eotetranychus tiliarium*, микропрепарат: 1 – дистальная часть перитремы самки; 2 – дистальная часть перитремы самца; 3 – эдеагус. РН (фото И.О. Камаева)

Fig. 28. *Eotetranychus tiliarium*, slide: 1 – distal part of the female peritreme; 2 – distal part of the male peritreme; 3 – aedeagus. PH (photo by I.O. Kamayev)

Рис. 29. Лист *Betula* с повреждениями мезофилла, вызванными *Eotetranychus uncatus*, Москва, ГБС (фото И.О. Камаева)

Fig. 29. *Betula* leaf with damage symptoms caused by *Eotetranychus uncatus*, Moscow, MBG (photo by I.O. Kamayev)

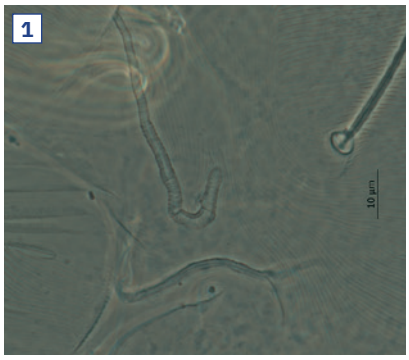


Рис. 30. *Eotetranychus uncatus*, микропрепарат: 1 – дистальная часть перитремы самца; 2 – эдеагус. РН (фото И.О. Камаева)

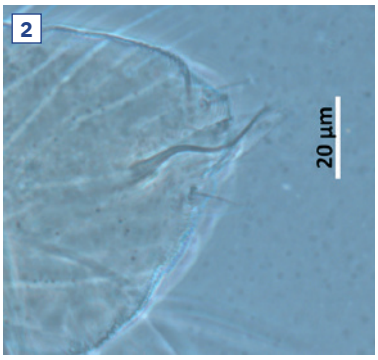


Fig. 30. *Eotetranychus uncatus*, slide: 1 – distal part of the male peritreme; 2 – aedeagus. PH (photo by I.O. Kamayev)

эдеагус дважды сильно изогнутый, с длинной прямой терминальной частью, без бородки (см. рис. 30.2).

Neotetranychus rubi Trägårdh, 1915

Основные растения-хозяева: малина обыкновенная *Rubus idaeus*.

Распространение в средней полосе России: по-видимому, широкое, главным образом в лесопарках.

Особенности морфологии и идентификации: прижизненная окраска тела зеленого цвета, конечности и щетинки светлые (см. рис. 31); дорсальные щетинки крупные, сидят на бугорках; крючок эдеагуса крупный, загнут дорсально (см. рис. 32).

Примечание: специалистами ФНЦ Садоводства не отмечен в качестве вредителя промышленных посадок малины в средней полосе России (Зейналов, 2016; перс. сообщ. А.С. Зейналова).

Oligonychus longiclavatus (Reck, 1953)

Основные растения-хозяева: виды рода *Quercus*.

Распространение в средней полосе России: в Москве в массе развивается на растениях дуба, вредит (см. рис. 33).

Peculiarities of morphology and identification: morphologically similar to *T. urticae* (for example, by striae of the cuticle, as in Fig. 43), differs from the latter in the aedeagus form: the shaft is short, the processes of the knob are weakly developed (see Fig. 44).

Рис. 31. Самка *Neotetranychus rubi* на листе *Rubus idaeus*, Московская обл. (фото И.О. Камаева)

Fig. 31. Female *Neotetranychus rubi* on *Rubus idaeus* leaf, Moscow Oblast (photo by I.O. Kamayev)

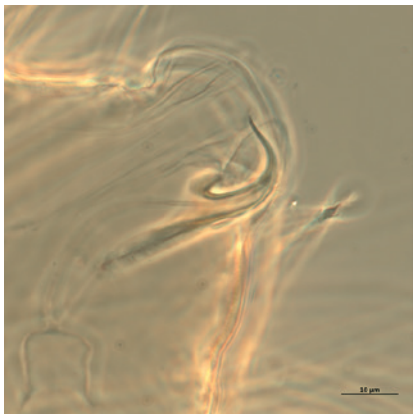


Рис. 32. Эдеагус *Neotetranychus rubi*, микропрепарат. РН (фото И.О. Камаева)

Fig. 32. Aedeagus *Neotetranychus rubi*, slide. PH (photo by I.O. Kamayev)

Рис. 33. Листья дуба с хлоротичностью, вызванной *Oligonychus longiclavatus*, Москва (фото И.О. Камаева)

Fig. 33. Oak leaves with chloroticity caused by *Oligonychus longiclavatus*, Moscow (photo by I.O. Kamayev)

Рис. 34. Самка *Oligonychus longiclavatus* на листе *Quercus*, Московская обл. (фото И.О. Камаева)

Fig. 34. Female *Oligonychus longiclavatus* on a *Quercus* leaf, Moscow Oblast (photo by I.O. Kamayev)

Особенности морфологии и идентификации: клещи темно-красного цвета (см. рис. 34); дорсальные щетинки крупные, расположены на бугорках (см. рис. 35); крючок эдеагуса небольшой, направлен вентрально (см. рис. 36).

Panonychus ulmi (Koch, 1836) – красный плодовый, или вязовый, клещ

Основные растения-хозяева: виды семейства Rosaceae (см. рис. 37), особенно виды рода *Malus*. Один из основных вредителей плодовых культур. По данным Э.Э. Савздарга (1955), этот вид клеща сильно вредил плодовым культурам в 1950-е гг. в средней полосе.

Распространение в средней полосе России: широкое.

Особенности морфологии и идентификации: крючок эдеагуса направлен вверх (см. рис. 38).

Schizotetranychus jachontovi Reck, 1953

Основные растения-хозяева: виды рода *Quercus*.

Распространение в средней полосе России: известен из Москвы и Московской области.

Особенности морфологии и идентификации: прижизненная окраска светло-желтого цвета (см. рис. 39); эдеагус дважды изогнут (см. рис. 40).

Schizotetranychus schizopus (Zacher, 1913)

Основные растения-хозяева: виды рода *Salix*.

Распространение в средней полосе России: широкое, в том числе в лесных экосистемах и лесопарках.

Особенности морфологии и идентификации: крючок эдеагуса направлен дорсально, со стреловидной бородкой (см. рис. 41).

Tetranychus sawzdargi Mitrofanov, 1980

Основные растения-хозяева: виды рода *Rosa*.

Распространение в средней полосе России: представлен, в Москве и Московской области

Spider mites inhabiting herbaceous plants

Tetranychus turkestani most often occurs on herbaceous plants (often on weeds), *T. urticae* can also be detected. These species are broadly polyphagous, damaging a wide range of ornamental plants, including tree and shrub species. Information about *Tetranychus*

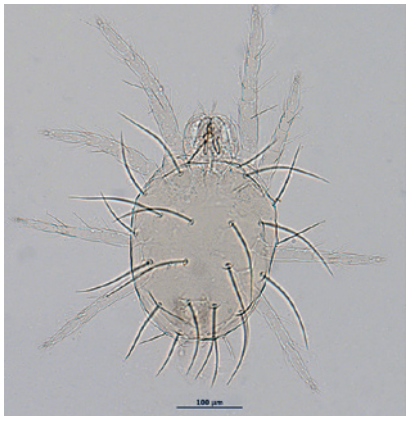


Рис. 35. Дорсальный вид самки *Oligonychus longiclavatus*, микропрепарат (фото И.О. Камаева)

Fig. 35. Dorsal view in habitus of a female *Oligonychus longiclavatus*, slide (photo by I.O. Kamayev)

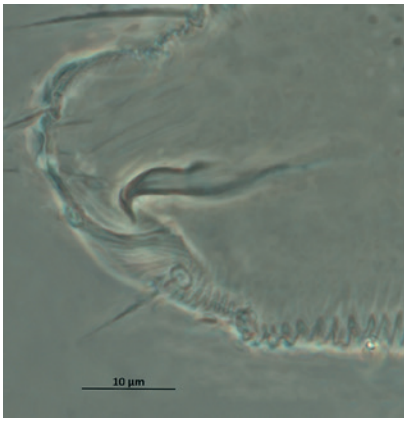


Рис. 36. Эдеагус *Oligonychus longiclavatus*, микропрепарат. PH (фото И.О. Камаева)

Fig. 36. Aedeagus *Oligonychus longiclavatus*, slide. PH (photo by I.O. Kamayev)

Рис. 37. Листья *Malus* с симптомами, вызванными *Panonychus ulmi*, Московская обл. (фото И.О. Камаева)

Fig. 37. *Malus* leaves with symptoms caused by *Panonychus ulmi*, Moscow Oblast (photo by I.O. Kamayev)

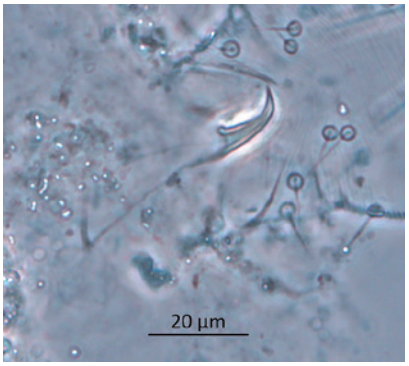


Рис. 38. Эдеагус *Panonychus ulmi*, микропрепарат. PH (фото автора)

Fig. 38. Aedeagus of *Panonychus ulmi*, slide. PH (photo by the author)

Рис. 39. Самка (слева) и самец (справа) *Schizotetranychus jachontovi* на листе *Quercus*, Московская обл. (фото И.О. Камаева)

Fig. 39. Female (left) and male (right) of *Schizotetranychus jachontovi* on a *Quercus* leaf, Moscow Oblast (photo by I.O. Kamayev)

часто встречается на *Rosa canina* (см. рис. 42).

Особенности морфологии и идентификации: морфологически сходен с *T. urticae* (например, штриховкой кутикулы, как на рис. 43), от последнего отличается строением эдеагуса: крючок короткий, отростки бородки выражены слабо (см. рис. 44).

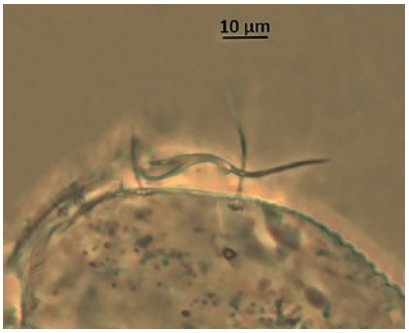


Рис. 40. Эдеагус *Schizotetranychus jachontovi*, микропрепарат. РН (фото И.О. Камаева)

Fig. 40. Aedeagus of *Schizotetranychus jachontovi*, slide. PH (photo by I.O. Kamayev)

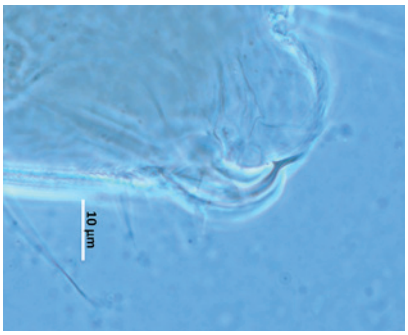


Рис. 41. Эдеагус *Schizotetranychus schizopus*, микропрепарат. РН (фото И.О. Камаева)

Fig. 41. Aedeagus of *Schizotetranychus schizopus*, slide. PH (photo by I.O. Kamayev)

Виды паутинных клещей, населяющие травянистые растения

Наиболее часто на травянистых растениях встречается *Tetranychus turkestani* (часто на сорных растениях), также может быть выявлен *T. urticae*. Данные виды являются широкими полифагами, поражающими большой спектр декоративных растений, включая древесные и кустарничковые породы. Информация о них хорошо представлена в литературе (Митрофанов и др., 1987; Попов, 2013; Seeman, Beard, 2011; Ахатов и др., 2023 и др.).

Tetranychus przhevalskii Reck, 1956

Основные растения-хозяева: виды семейства Poaceae, в том числе на декоративных злаках, включая газонные травы (см. рис. 45).

Распространение в средней полосе России: широкое, часто встречается на полях зерновых культур, где сильно вредит молодым всходам.

Особенности морфологии и идентификации: штриховка (складчатость) кутикулы в классическом варианте в форме «песочных часов» (см. рис. 46), между парой щетинок *e1* поперечная или извилистая (сильная извилистость напоминает продольную штриховку; см. рис. 46.3); точная

species is well presented in the literature (Mitrofanov et al., 1987; Popov, 2013; Seeman, Beard, 2011; Akhatov et al., 2023, etc.).

Tetranychus przhevalskii Reck, 1956

Main host plants: Poaceae, including on ornamental grasses and lawn grasses (see Fig. 45).

Distribution in Central Russia: wide, often occurs in grain fields, where it greatly damages young seedlings.

Peculiarities of morphology and identification: dorsal cuticle striae in the classic version in the shape of an “hourglass” (see Fig. 46), between a pair of setae *e1* is transverse or sinuous (strong sinuosity resembles longitudinal striae; see Fig. 46.3); accurate identification can be made by males: the aedeagus shaft is short, the processes of the knob are weakly developed (see Fig. 47).

Рис. 42. Растение *Rosa* с симптомами повреждения *Tetranychus sawzdargi*, Москва, ГБС (фото И.О. Камаева)

Fig. 42. *Rosa* with damage symptoms by *Tetranychus sawzdargi*, Moscow, MBG (photo by I.O. Kamayev)

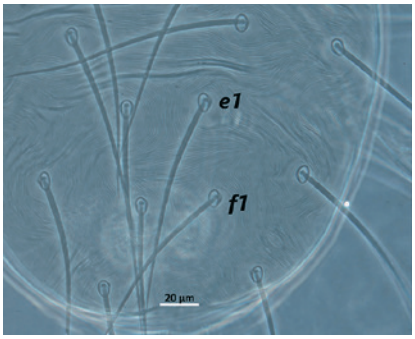


Рис. 43. Штриховка (складчатость) кутикулы части дорсальной поверхности самки *Tetranychus sawzdargi*, микропрепарат. Индексами обозначены щетинки. PH (фото И.О. Камаева)

Fig. 43. Dorsal cuticle striae of the female *Tetranychus sawzdargi*, slide. The indices indicate the setae. PH (photo by I.O. Kamayev)

Рис. 44. Эдеагус *Tetranychus sawzdargi*, микропрепарат. PH (фото И.О. Камаева)

Fig. 44. Aedeagus of *Tetranychus sawzdargi*, slide. PH (photo by I.O. Kamayev)

идентификация может быть проведена по самцам: крючок эдеагуса короткий, отростки бородки выражены слабо (см. рис. 47).

Благодарность. Часть материала была собрана в ходе выполнения соответствующих программ в рамках соглашений о научном сотрудничестве

Acknowledgements. Part of the material was collected during the implementation of relevant programs within the framework of agreements on scientific cooperation of FGBU "VNIIKR" with the Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (No. 98 dated April 27, 2021) and with the Federal Scientific Center for Horticulture (dated June 20, 2019).

Рис. 45. Колония *Tetranychus przhevalskii* на листе Poaceae (газонная трава) с симптомами повреждения, Московская обл. (фото И.О. Камаева)

Fig. 45. *Tetranychus przhevalskii* colony on a Poaceae leaf (lawn grass) with damage symptoms, Moscow Oblast (photo by I.O. Kamayev)

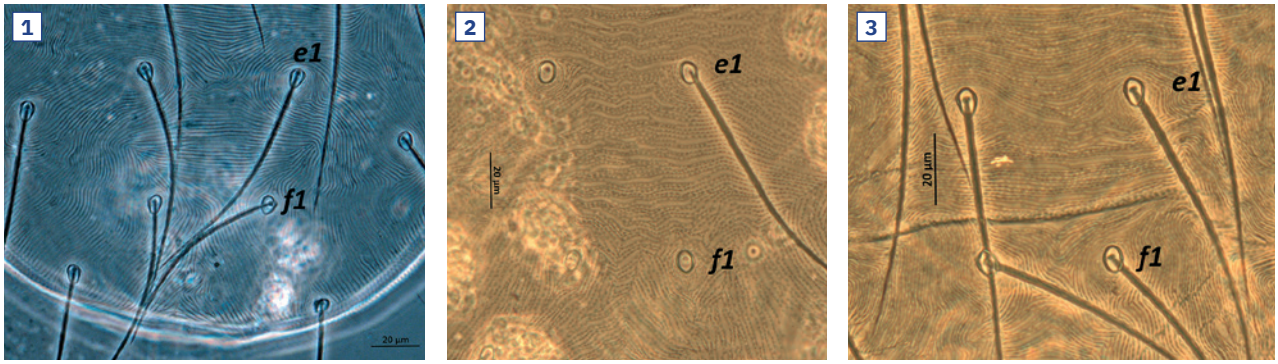


Рис. 46. Изменчивость штриховки (складчатости) кутикулы дорсальной поверхности самок *Tetranychus przhevalskii* разных географических популяций, микропрепарат. PH. Индексами обозначены щетинки. 1 – Самарская обл.; 2 – Республика Татарстан; 3 – Московская обл. (фото И.О. Камаева)

Fig. 46. Variability of dorsal cuticle striae of females *Tetranychus przhevalskii* in different geographical populations, slide. PH. The indices indicate the setae. 1 – Samara Oblast; 2 – Republic of Tatarstan; 3 – Moscow Oblast (photo by I.O. Kamayev)

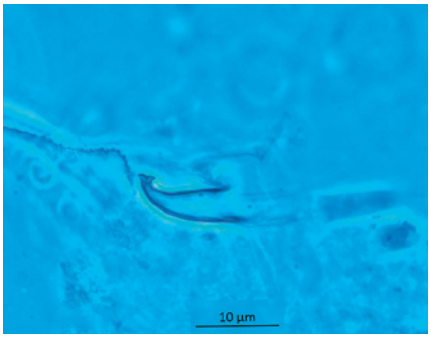


Рис. 47. Эдеагус *Tetranychus przhevalskii*, микропрепарат. РН (фото И.О. Камаева)

Fig. 47. Aedeagus of *Tetranychus przhevalskii*, slide. PH (photo by I.O. Kamayev)

ФГБУ «ВНИИКР» с Главным ботаническим садом имени Н.В. Цицина (ГБС) РАН (№ 98 от 27 апреля 2021 г.) и с ФНЦ Садоводства (от 20 июня 2019 г.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонова И.И. Материалы по экологии клещей в оранжереях Главного ботанического сада // Бюллетень Главного ботанического сада. 1957. № 28. С. 85–91.
2. Антонова И.И. К фауне и экологии паутинных клещей // Бюллетень Главного ботанического сада. 1960. № 36. С. 87–94.
3. Ахатов А.К., Камаев И.О., Мешков Ю.И. Практическое пособие по идентификации членистоногих в теплицах. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2023, 120 с.
4. Вайнштейн Б.А. Тетраниховые клещи Казахстана (с ревизией семейства) // Тр. НИИЗР, Каз. филиал ВАСХНИЛ. 1960. Т. 5. С. 1–276.
5. Зейналов А.С. Атлас-справочник основных вредителей и болезней ягодных культур и мер борьбы с ними. М.: ООО «Агролига», 2016, 240 с.
6. Митрофанов В.И., Босенко Л.И., Бичевскис М.Я. Определитель тетраниховых клещей хвойных пород // Latvijas Entomolog. Suppl. 1975. С. 1–42.
7. Митрофанов В.И., Струнковa З.И., Лившиц И.З. Определитель тетраниховых клещей фауны СССР и сопредельных стран. Душанбе: Дониш, 1987, 224 с.
8. Попов С.Я. Таксономический статус ряда видов паутинных клещей рода *Tetranychus* (Acari, Tetranychidae) и репродуктивные барьеры при скрещивании морфологически близких и отдаленных видов // Экологические аспекты ограничения вредоносности популяций насекомых и клещей: Сб. ст. М.: изд-во РГАУ-МСХА, 2013. С. 224–259.
9. Савздарг Э.Э. Клещи на ягодных культурах (их вредоносность, биология, экологические особенности и разработка комплекса мер борьбы в условиях нечерноземной полосы). Дисс. на соиск. ученой степени д-ра с.-х. наук. М., 1955, 363 с.
10. Трейвас Л.Ю. Болезни и вредители роз, хвойных и других декоративных растений. Атлас-определитель. М.: Фитон XXI, 2017, 360 с.
11. Bolland H.R., Gutierrez J., Flechtmann C.H.W. World Catalogue of the Spider Mite Family (Acari: Tetranychidae). Leiden-Boston-Köln: Brill, 1998, 394 p.
12. Kamayev I.O. Annotated list of Tetranychoidea mites (Acari: Trombidiformes) of Central European

REFERENCES

1. Antonova I.I. Data on mites' ecology in greenhouses of the Main Botanical Garden [Materialy po ekologii kleshchey v oranzhereyakh Glavnogo botanicheskogo sada] // Bull. Main Botanical Garden. 1957. No. 28. P. 85–91. (in Russ.)
2. Antonova I.I. To knowledge of fauna and ecology spider mites. [K faune i ekologii pautinnykh kleshchey] // Bull. of Main Botanical Garden. 1960. No. 36. P. 87–94. (in Russ.)
3. Akhatov A.K., Kamayev I.O., Meshkov Yu.I. Practical guide to the identification of arthropods in greenhouses [Prakticheskoe posobie po identifikacii chlenistonogikh v teplicakh]. M.: KMK, 2023. 120 p. (In Russ.)
4. Wainstein B.A. Tetranychoid mites of Kazakhstan (with revision of the family) [Tetranikhovye kleshchi Kazachstana (s reviziey semeystva)] // Trudy Nauchno-Issled. Inst. Zashchity Rastenii Kazakh. 1960. No. 5. P. 1–276. (in Russ.)
5. Zeynalov A.S. Atlas-directory of the main pests and diseases of berry crops and measures of their control [Atlas-spravochnik osnovnykh vrediteley i bolezney yagodnykh kul'tur i mer bor'by s nimi]. M.: Agroliga LLC, 2016, 240 p.
6. Mitrofanov V.I., Bosenko L.I., Bichevskis M.Ya. A key to the tetranychid mites of coniferous trees [Opredelitel' tetranikhovykh kleshchey khvoynykh porod] // Latvijas Entomolog. Suppl. 1975. P. 1–42. (In Russ.)
7. Mitrofanov V.I., Strunkova Z.I., Livshits I.Z. Key to the tetranychid mites (Tetranychidae, Bryobiidae) of the USSR and adjacent countries [Opredelitel' tetranikhovykh kleshchey fauny SSSR i sopredel'nykh stran (Tetranychidae, Bryobiidae)]. Publisher: Donish, Dushanbe, 1987, 224 p. (In Russ.)
8. Popov S.Ya. Taxonomic status of some spider mite species of genus *Tetranychus* (Acari, Tetranychidae) and reproductive barriers in crossings between morphologically adjacent and distant species // Ecologicheskie aspekty ogranicheniya vredonosnosti populyaciy nasekomykh I kleshchey [Ecological aspects of harmfulness limitation of insects and mites populations]. M.: Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 2013. P. 224–259. (in Russ. with English summary.)
9. Savzdarg E.E. Mites on berry crops (their harmfulness, biology, environmental features and development of a set of control measures in the non-chernozem zone) [Kleshchi na yagodnykh kul'turakh (ikh vredonosnost', biologiya, ekologicheskiye osobennosti i razrabotka kompleksa mer bor'by v usloviyakh nechernozemnoy polosy)]. Diss. for scientific degree of Doctor of Agricultural Sciences. M., 1955, 363 p. (In Russ.)
10. Treivas L.Yu. Diseases and pests of roses, conifers and other ornamental plants: illustrated guide [Bolezni i vrediteli roz, khvoinykh i drugikh dekorativnykh rastenii: Atlas-opredelitel]. M.: Fiton XXI, 2017, 360 p. (In Russ.)
11. Bolland H.R., Gutierrez J., Flechtmann C.H.W. World Catalogue of the Spider Mite Family (Acari: Tetranychidae). Leiden-Boston-Köln: Brill, 1998, 394 p.

Russia // Acarina. 2023. Vol. 31 (1). P. 101–118. URL: https:doi.org/10.21684/0132-8077-2023-31-1-101-118.

13. Krantz G., Walter D. (eds.). A Manual of Acarology. Third Edition. Lubbock, Texas, Texas Tech University Press, 2009, 807 p.

14. Biodiversity of spider mites (Acari: Tetranychidae) in Serbia: a review, new records and key to all known species / I. Marić, D. Marčić, R. Petanović, P. Auger // Acarologia. 2018. № 58 (1). P. 3–14. URL: https: doi.org/10.24349/acarologia/20184223.

15. Seeman O.D., Beard J.J. Identification of exotic pest and Australian native and naturalised species of *Tetranychus* (Acari: Tetranychidae) // Zootaxa. 2011. № 2961. P. 1–72. URL: https:doi.org/10.11646/zootaxa.2961.1.1.

16. Beard J.J. Spider mites of Australia (including key exotic southeast Asian pest species), 2018. URL: https://keys.lucidcentral.org/keys/v3/spider_mites_australia/index.html (дата обращения: 06.07.2023).

17. Migeon A., Dorkeld F. Spider Mites Web: a comprehensive database for the Tetranychidae, 2023. URL: https://www1.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb/index.php (дата обращения: 28.12.2023).

18. Walter D.E. Invasive Mite Identification: Tools for Quarantine and Plant Protection, Lucid v. 3.6, last updated July 24, 2006, Colorado State University, Ft. Collins, CO and USDA/APHIS/PPQ Center for Plant Health Science and Technology, Raleigh, NC, 2006. URL: https://idtools.org/id/invasive_mite/Invasive_Mite_Identification/key/Whole_site/Home_whole_key.html (дата обращения: 28.12.2023).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Камаев Илья Олегович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией экологии и генетики насекомых и клещей ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. о. Раменский, Московская обл., Россия;
ORCID 0000-0003-4251-4862,
e-mail: ilyakamayev@yandex.ru.

12. Kamayev I.O. Annotated list of Tetranychoidea mites (Acari: Trombidiformes) of Central European Russia // Acarina. 2023. Vol. 31 (1). P. 101–118. URL: https: doi.org/10.21684/0132-8077-2023-31-1-101-118.

13. Krantz G., Walter D. (eds.). A Manual of Acarology. Third Edition. Lubbock, Texas, Texas Tech University Press, 2009, 807 p.

14. Biodiversity of spider mites (Acari: Tetranychidae) in Serbia: a review, new records and key to all known species / I. Marić, D. Marčić, R. Petanović, P. Auger // Acarologia. 2018. № 58 (1). P. 3–14. URL: https: doi.org/10.24349/acarologia/20184223.

15. Seeman O.D., Beard J.J. Identification of exotic pest and Australian native and naturalised species of *Tetranychus* (Acari: Tetranychidae) // Zootaxa. 2011. № 2961. P. 1–72. URL: https:doi.org/10.11646/zootaxa.2961.1.1.

16. Beard J.J. Spider mites of Australia (including key exotic southeast Asian pest species), 2018. URL: https://keys.lucidcentral.org/keys/v3/spider_mites_australia/index.html (last accessed: 06.07.2023).

17. Migeon A., Dorkeld F. Spider Mites Web: a comprehensive database for the Tetranychidae, 2023. URL: https://www1.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb/index.php (last accessed: 28.12.2023).

18. Walter D.E. Invasive Mite Identification: Tools for Quarantine and Plant Protection, Lucid v. 3.6, last updated July 24, 2006, Colorado State University, Ft. Collins, CO and USDA/APHIS/PPQ Center for Plant Health Science and Technology, Raleigh, NC, 2006. URL: https://idtools.org/id/invasive_mite/Invasive_Mite_Identification/key/Whole_site/Home_whole_key.html (last accessed: 28.12.2023).

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Ilya Kamayev, PhD in Biology, Leading Researcher, Head of the Ecology and Genetics of Insects and Mites Laboratory of the Research and Methodological Department of Entomology of FGBU “VNIIKR”, Bykovo, Urban district Ramensky, Moscow Oblast, Russia;
ORCID 0000-0003-4251-4862,
e-mail: ilyakamayev@yandex.ru.

УДК 632.7 632.913.1

Вопросы оценки потенциального экономического значения карантинных видов насекомых и клещей при осуществлении анализа фитосанитарного риска

* ГРЕБЕННИКОВ К.А.

ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»),
р. п. Быково, г. о. Раменский, Московская обл., Россия, 140150
e-mail: kgrebennikov@gmail.com

АННОТАЦИЯ

В статье приведен анализ существующих подходов к оценке потенциального экономического значения вредных организмов (насекомых и клещей) при проведении анализа фитосанитарного риска. Показана недостаточность существующей международной и отечественной методической основы для проведения такой оценки. Проведен анализ применимости и точности имеющихся методов оценки. Показана наибольшая практическая применимость метода составления частичной финансовой сметы (partial budgeting). На основе существующих методов и практик предложена усовершенствованная методика, которая учитывает эмпирические данные о вредоносности насекомых и клещей для сельскохозяйственных культур и вероятность акклиматизации (принимаемую как пригодность условий), определенную в соответствии с математической моделью потенциального ареала вида. Данный подход обоснован объективной корреляцией между вредоносностью и численностью вредителей, в свою очередь, обусловленной пригодностью условий среды. Предложен подход к качественной оценке потенциальных экономических потерь на основе соотнесения расчетных показателей потенциального ущерба и валового внутреннего продукта в зоне анализа фитосанитарного риска. Изложенная методика позволяет значительно повысить достоверность и точность оценки потенциального экономического значения потенциально опасных видов насекомых и клещей при проведении анализа фитосанитарного риска, соответствует требованиям законодательства и методических документов в сфере карантина растений и математически эквивалентна методам оценки, применявшимся ранее в практике анализа фитосанитарного риска в Российской Федерации. Отмечены перспективы дальнейшего усовершенствования методов оценки негативного воздействия вредных организмов при проведении анализа фитосанитарного риска на основе более детализированных моделей

UDC 632.7 632.913.1

Issues of assessing the potential economic significance of quarantine species of insects and mites in the process of pest risk analysis

* KONSTANTIN A. GREBENNIKOV

Federal State Budgetary Institution “All-Russian Plant Quarantine Center” (FGBU “VNIIKR”), Bykovo, Urban district Ramensky, Moscow Oblast, Russia, 140150
e-mail: kgrebennikov@gmail.com

ABSTRACT

The article provides an analysis of existing approaches to assessing the potential economic significance of pests (insects and mites) when conducting pest risk analysis. The insufficiency of the existing international and Russian methodological framework for conducting such an assessment is shown. The applicability and accuracy of available assessment methods were analyzed. The greatest practical applicability of the method of drawing up partial budgeting is shown. Based on existing methods and practices, an improved methodology has been proposed that takes into account empirical data on the harmfulness of insects and mites to agricultural crops and the adaptation probability (taken as the suitability of conditions), determined in accordance with a mathematical model of the potential species distribution. This approach is justified by an objective correlation between harmfulness and the number of pests, in turn determined by the suitability of environmental conditions. An approach to the qualitative assessment of potential economic losses is proposed based on the correlation of calculated indicators of potential damage and gross domestic product in the pest risk analysis area. The presented methodology can significantly increase the reliability and accuracy of assessing the potential economic significance of potentially dangerous species of insects and mites when conducting pest risk analysis, meets the requirements of legislation and methodological documents in the field of plant quarantine and is mathematically equivalent to assessment methods previously used in the practice of pest risk analysis in the Russian Federation. Prospects for further improvement of methods for assessing the negative impact of pests when conducting pest risk analysis based on more detailed models

сельскохозяйственного производства и экономических взаимосвязей.

Ключевые слова. Карантин растений, анализ фитосанитарного риска, вредные организмы, насекомые и клещи, экономическое значение, прогнозирование.

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с Международной конвенцией по карантину и защите растений (МККЗР) ее стороны обязуются использовать лишь те фитосанитарные меры, которые имеют достаточное техническое обоснование. В свою очередь, под таким обоснованием в тексте конвенции понимается анализ фитосанитарного риска (АФР) (или «другое сравнимое изучение и оценка имеющейся научной информации»). Таким образом, согласно международному законодательству АФР является первичным и наиболее важным документом в обеспечении фитосанитарной безопасности.

Структура АФР описана в Международном стандарте по фитосанитарным мерам (МСФМ № 2). Одной из двух ключевых ее частей является этап оценки рисков, на основе результатов которого принимается решение о необходимости применения фитосанитарных мер и об их характере. В частности, именно на этом этапе делается вывод о соответствии анализируемого организма основному критерию карантинного вредного организма в определении МККЗР: «вредный организм, *имеющий потенциальное экономическое значение* для зоны, подверженной опасности, в которой он пока отсутствует или присутствует, но ограниченно распространен и служит объектом официальной борьбы».

Вместе с тем методические основы этой части работ остаются недостаточно проработанными. Международный стандарт (МСФМ № 11) содержит лишь перечисление методов количественного анализа экономического воздействия (раздел 2.3.2.3 «Аналитические методы») с весьма кратким их описанием. Следующий раздел (2.3.2.4 «Не торговые и экологические последствия») предусматривает возможность приблизительной оценки «с помощью соответствующего нерыночного метода оценки» экосистемных и социальных последствий акклиматизации вредного организма. В заключение стандарт отмечает необходимость «по возможности» выразить экономические последствия в денежном выражении.

Опубликованная в 2018 г. Европейским союзом методика количественного анализа фитосанитарного риска (EFSA, 2018) описывает оценку потенциального экономического воздействия еще более приблизительно (раздел 3.3.3.4 Impact): «Модели воздействия обычно представляют собой простые зависимости «доза – эффект», в которых «дозой» является численность вредного организма,

of agricultural production and economic relationships are noted.

Key words. Plant quarantine, pest risk analysis, pests, insects, mites, economic significance, forecasting.

INTRODUCTION

According to the International Plant Protection Convention (IPPC), its parties undertake to use only those phytosanitary measures that have sufficient technical justification. In turn, such justification in the text of the convention is understood as pest risk analysis (PRA) (or “other comparable examination and assessment of available scientific information”). Thus, according to international law, the PRA is the primary and most important document in ensuring phytosanitary safety.

The PRA structure is described in the International Standard for Phytosanitary Measures (ISPM No. 2). One of its two key parts is the risk assessment stage, based on the results of which a decision is made on the need to apply phytosanitary measures and their specific character. In particular, it is at this stage that a conclusion is made about the compliance of the analyzed organism with the main criterion of a quarantine pest in the IPPC definition: “a pest *of potential economic importance* to the area endangered thereby and not yet present there, or present but not widely distributed and being officially controlled”.

However, the methodological foundations of this part of the work remain insufficiently developed. The international standard (ISPM No. 11) contains only a list of methods for quantitative analysis of economic impact (section 2.3.2.3 “Analytical techniques”) with a very brief description of them. The next section (2.3.2.4 “Non-commercial and environmental consequences”) provides for the possibility of approximating, “with an appropriate non-market valuation method”, the ecosystem and social impacts of pest establishment. The standard concludes by noting the need to express economic consequences in monetary terms “where possible”.

The Guidance on quantitative pest risk assessment published in 2018 by the European Union (EFSA, 2018) describes the assessment of potential economic consequences even more roughly (Section 3.3.3.4 Impact): “Models for impact are usually simple dose–effect relationships, in which the ‘dose’ is the abundance of the pest and the ‘effect’ is the plant response in terms of yield or quality”. Methods for constructing such models are not described in the manual.

а «эффектом» – реакция растений в виде урожайности или их качества». Способы построения таких моделей в руководстве не описаны.

Существующая в Российской Федерации официальная методика осуществления анализа фитосанитарного риска (приказ Минсельхоза России от 5 февраля 2018 г. № 46) не предусматривает какой-либо количественной оценки экономического значения вредного организма, ограничиваясь качественной оценкой воздействия по ряду параметров по шкале «небольшое, среднее, большое».

Таким образом, на сегодняшний день нет ни отечественных, ни международных стандартов или руководящих документов, содержащих техническое описание способов количественной оценки потенциального негативного экономического воздействия вредного организма в рамках АФР. Это представляет большую сложность для подготовки АФР как необходимого технического обоснования фитосанитарных мер.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа основана на анализе имеющихся литературных источников и практики выполнения АФР во Всероссийском центре карантина растений. Апробация предложенных методов и приемов проведена в рамках продолжения начатых в 2022 г. (Гребенников, Кулакова, 2022) работ по оценке рисков для территории Российской Федерации, связанных с возможным проникновением и распространением многоядного вредителя – американского коричневого клопа *Euschistus servus* (Say, 1832) (Insecta: Heteroptera: Pentatomidae), широко распространенного в Северной Америке, с использованием ранее разработанной модели потенциального ареала вида. Для проведения необходимых расчетов применялись стандартные средства программного обеспечения Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В связи с тем, что характер воздействия вредных организмов на растения зависит как от биологических особенностей самих вредных организмов, так и от особенностей растений-хозяев и их культивирования, разработка универсального метода оценки потенциальной степени воздействия едва ли представляется возможной. Таким образом, приведенные ниже результаты и выводы относятся только к вредителям (насекомым и клещам) сельскохозяйственных культур и их продукции. Оценка потенциального экономического значения иных групп организмов (вредители леса, возбудители заболеваний растений и так далее) не входила в задачи исследования и может потребовать применения иных приемов и методов.

Основными задачами исследования были установление наиболее современных и перспективных практик оценки потенциального экономического значения вредителей сельскохозяйственных культур и их апробация на примере *E. servus*.

Краткий обзор возможных техник экономической оценки при проведении анализа фитосанитарного риска, перечень которых примерно соответствует аналитическим методам, перечисленным в МСФМ № 11, дан в статье Тарека Солимана с соавторами (Economic..., 2010). В работе

The official methodology for PRA existing in the Russian Federation (Order of the Ministry of Agriculture of Russia dated February 5, 2018 No. 46) does not provide for any quantitative assessment of the pest economic importance, limiting itself to the impact qualitative assessment by the parameters on the scale of “small, medium, large.”

Thus, to date, there are no Russian or international standards or guidance documents containing technical descriptions of techniques to quantify the potential negative economic impact of a pest within the PRA framework. This poses a great challenge to the PRA preparation as the necessary technical justification for phytosanitary measures.

MATERIALS AND METHODS

The paper is based on the analysis of available literature sources and the PRA practice at FGBU “VNIIKR”. The testing of the proposed methods and techniques was carried out as part of the continuation of work launched in 2022 (Grebennikov, Kulakova, 2022) to assess risks for the territory of the Russian Federation associated with the possible introduction and spread of a polyphagous pest – brown stink bug *Euschistus servus* (Say, 1832) (Insecta: Heteroptera: Pentatomidae), widespread in North America, using a previously developed model of the potential species distribution. To carry out the necessary calculations, standard Microsoft Excel software was used.

RESULTS AND DISCUSSION

Due to the fact that the pest impact on plants depends both on the pest biology and the host plants and their cultivation, developing a universal method for assessing the potential impact degree is hardly possible. Thus, the results and conclusions below apply only to insect and mite pests of agricultural crops and their products. Assessing the potential economic importance of other groups of organisms (forest pests, plant pathogens, etc.) was not among the objectives of the study and may require other techniques and methods.

The main objectives of the study were to establish the most modern and promising practices for assessing the potential economic importance of crop pests and their testing using the example of *E. servus*.

A brief overview of possible economic assessment techniques for conducting pest risk analysis, the list of which roughly corresponds to the analytical methods listed in ISPM No. 11, is given in the article by Tarek Soliman et al. (Economic..., 2010). Soliman’s work compares their capabilities, as well as the data, methods and skills of the performers required to use them. In our opinion, the method of drawing up partial budgeting can be considered the minimum necessary and basic, since to use all other techniques, the performers should have economic training as a prerequisite. The essence of the method is to simply calculate the difference in profits and costs in the current situation

Солимана приведено сравнение их возможностей, а также требуемых для использования данных, методов и навыков исполнителей работ. На наш взгляд, минимально необходимым и основным может считаться метод составления частичной финансовой сметы (partial budgeting), поскольку для использования всех прочих техник необходимым условием является наличие у исполнителей экономической подготовки. Сущность метода состоит в простом подсчете разницы прибылей и затрат в текущей ситуации (до акклиматизации вредного организма) и в предполагаемой (после акклиматизации). Под прибылью в случае АФР подразумевается в первую очередь стоимость произведенной продукции повреждаемых растений, под затратами – расходы на мероприятия по защите растений от воздействия анализируемого организма. Этот метод не предусматривает подсчета косвенных экономических эффектов (изменений экономического равновесия) под влиянием прямого ущерба.

В практике карантина растений в Российской Федерации также принято использование метода финансовой сметы в описании А.С. Васютина и соавторов (2001) и К.А. Перевертина (2006). Сущность данной реализации метода состоит в расчете экономических потерь (R) на основе нескольких показателей: C (цена единицы продукции), V (валовой сбор продукции), K (коэффициент потери урожая), S_1 (площадь заражения), S (посевная площадь), где R соответствует стоимости урожая, потерянного в результате воздействия вредного организма.

Основным недостатком указанного метода является произвольный константный характер коэффициента потери урожая (K) для всей площади заражения (S_1), хотя численность и вредоносность вредных организмов очевидно являются динамическими показателями, зависящими как от способа и приемов возделывания культуры, так и от абиотических и биотических параметров среды.

Существуют современные математические методы моделирования потерь урожая путем формирования «профиля повреждений» (Aubertot, Robin, 2013; Injury..., 2013; Savary, Willocquet, 2014). Однако, в случае анализа фитосанитарного риска для более или менее обширной территории, при использовании данных методов имеются две существенные трудности.

1. «Профиль повреждений» строится в зависимости от условий сельскохозяйственного производства, включающих не только агротехнические (сроки и виды проведения работ, в том числе применение средств защиты растений), но и агроклиматические (ход температур, количество осадков и так далее) особенности, а также взаимодействие вредных организмов и их антагонистов в агроценозе (Modelling..., 2017; Savary, Willocquet, 2014). При значительном территориальном охвате такая задача может быть решена только классификацией территории и хозяйств по указанным выше особенностям и моделированием профиля независимо для каждого класса.

2. «Профиль вредителя» (способность вида причинить определенный ущерб в конкретных условиях) в таких моделях определяется эмпирическим путем – по статистическим данным о фактически наносимом им ущербе в сходных условиях

(before the adaptation) and in the expected one (after the adaptation). In the case of PRA, profit means primarily the cost of the produced products of damaged plants, and costs mean the costs of measures to protect plants from the effects of the analyzed organism. This method does not provide for the calculation of indirect economic effects (changes in economic equilibrium) under the influence of direct damage.

In the plant quarantine practice in the Russian Federation, it is also common to use the financial estimate method as described by A.S. Vasyutin et al. (2001) and K.A. Perevertin (2006). The essence of this method is to calculate economic losses (R) based on several indicators: C (unit price), V (gross yield), K (harvest loss coefficient), S_1 (infestated area), S (sown area), where R corresponds to the value of the crop lost due to the pest.

The main disadvantage of this method is the arbitrary constant nature of the harvest loss coefficient (K) for the entire infested area (S_1), although the number and harmfulness of pests are obviously dynamic indicators, depending both on the method and techniques of crop cultivation, and on abiotic and biotic parameters of the environment.

There are modern mathematical techniques for modeling crop losses by forming a “damage profile” (Aubertot, Robin, 2013; Injury..., 2013; Savary, Willocquet, 2014). However, in case of PRA for a more or less extensive territory, there are two significant handicaps when using these methods.

1. The “damage profile” is made up depending on the conditions of agricultural production, including not only agrotechnical (timing and work types, including the use of plant protection products), but also agroclimatic (temperature variation, amount of precipitation, etc.) features, as well as interaction between pests and their antagonists in agrocenosis (Modelling..., 2017; Savary, Willocquet, 2014). With a significant territorial coverage, such a problem can only be solved by classifying the territory and farms according to the above features and modeling the profile independently for each class.

2. The “pest profile” (the ability of a species to cause certain damage in specific conditions) in such models is determined empirically – based on statistical data on the damage it actually causes under similar conditions (Aubertot, Robin, 2013; Savary, Willocquet, 2014). For widespread pest species, this value can vary widely. However, its extrapolation based on the principle of territories conditions similarity where the species is currently absent (in the PRA area) will be speculative and introduce additional error into the assessment.

For these reasons, the use of existing methods for modeling crop losses during PRA requires their significant adaptation. Such adaptation and its practical testing can make an important contribution to improving PRA techniques. However, due to the complexity and labor-intensive nature of this task, it can only be solved

(Aubertot, Robin, 2013; Savary, Willocquet, 2014). Для широко распространенных видов вредных организмов эта величина может колебаться в широких пределах. При этом ее экстраполяция по принципу сходства на условия территорий, где вид в настоящее время отсутствует (в зоне АФР), будет носить спекулятивный характер и вносить дополнительную погрешность в оценку.

В силу указанных причин применение существующих методов моделирования потерь урожая при проведении АФР требует их значительной адаптации. Такая адаптация и ее практическая апробация могут внести важный вклад в совершенствование методов анализа фитосанитарного риска. Однако, в связи со сложностью и трудоемкостью этой задачи, она может быть решена только в рамках отдельной комплексной научно-исследовательской работы.

С практической точки зрения в настоящее время единственным доступным и обоснованным методом построения модели потенциального негативного воздействия насекомых и клещей в зоне АФР является сочетание метода составления частичной финансовой сметы, зависимости «доза – эффект» и статистически достоверной вероятности акклиматизации вида в зоне АФР (с учетом доступности кормовых ресурсов). При этом метод формирования модели потенциального негативного воздействия строится с использованием фактических данных о вредоносности в зоне распространения вида.

Применимость зависимости «доза – эффект» обоснована практикой защиты растений. В монографии В.А. Захаренко и соавторов (1985) приведен обзор подходов к определению порога экономической вредоносности – «плотности популяции вредных организмов, которая вызывает потери урожая, равные в стоимостной оценке расходам на защитные мероприятия». Современные математические методы моделирования потерь урожая также рассматривают потери от вредителей (насекомых и клещей) как пропорциональные массе или численности популяции в пределах агроценоза (Modelling..., 2017). Таким образом, мы имеем основания исходить из истинности корреляции между численностью вредителя и наносимым им ущербом.

В свою очередь, потенциальная численность (плотность) популяции связана с пригодностью экологических условий – их соответствием требованиям вида (экологическому оптимуму). Безусловно, популяции живых организмов являются сложными открытыми системами, динамика которых определяется многими факторами и может быть достоверно описана лишь сложными математическими зависимостями (Ризниченко, Рубин, 1993). При этом точный прогноз всей системы факторов в новых для вида условиях едва ли практически возможен. Однако, равномерная численность и вредоносность вида в пределах всей зоны, подверженной опасности, представляются столь же маловероятными – по меньшей мере в условиях открытого грунта, городских либо естественных экосистем. В случае вредителей защищенного грунта, напротив, целесообразно предполагать равномерную способность вида наносить повреждения растениям и экономический ущерб.

within the framework of a separate comprehensive research work.

From a practical point of view, the only currently available and reasonable method for constructing a model of the potential negative impact of insects and mites in the PRA area is a combination of the method of drawing up partial budgeting, the dose-effect relationship and a statistically significant probability of the species adaptation in the PRA area (taking into account the availability feed resources). At the same time, the method for forming a model of potential negative impact is constructed using actual data on harmfulness in the area of the species distribution.

The applicability of the dose-effect relationship is justified by the plant protection practice. The monograph by V.A. Zakharenko et al. (1985) provides a review of approaches to determining the threshold of economic harmfulness – “the population density of pests that causes crop losses equal in value to the costs of protective measures.” Modern mathematical methods for modeling crop losses also consider losses from pests (insects and mites) as proportional to the mass or size of the population within the agrocenosis (Modelling..., 2017). Thus, we have reason to assume that there is a true correlation between the number of pests and the damage they cause.

In turn, the potential population abundance (density) is associated with the suitability of environmental conditions – their compliance with the species requirements (ecological optimum). Naturally, populations of living organisms are complex open systems, the dynamics of which are determined by many factors and can only be reliably described by complex mathematical dependencies (Riznichenko, Rubin, 1993). At the same time, an accurate forecast of the entire system of factors in conditions new to the species is hardly possible in practice. However, uniform abundance and harmfulness of the species throughout the entire endangered area seem equally unlikely, at least in open ground conditions, urban or natural ecosystems. In the case of protected soil pests, on the contrary, it is advisable to assume a uniform ability of the species to cause damage to plants and economic damage.

A numerical indicator of the living conditions suitability for a pest can be the probability of its adaptation, shown by a mathematical model of the potential habitat and corresponding to the suitability of environmental conditions (Lisovsky et al., 2020). Although the linear correlation between this indicator and the relative abundance of the species is a strong simplification of the model of the economic impact of the species, in conditions of significant uncertainty in the forecast of the population dynamics of the species in new territories, such a hypothesis can be considered acceptable. If there is reliable information about a different nature of this correlation in the species distribution area, it is possible to use the appropriate adjustment.

Численным показателем пригодности условий для обитания вредного организма может служить вероятность его акклиматизации, показанная математической моделью потенциального ареала и соответствующая пригодности условий среды (Лисовский и др., 2020). Хотя линейная корреляция между данным показателем и относительной численностью вида является сильным упрощением модели экономического воздействия вида, в условиях значительной неопределенности прогноза популяционной динамики вида на новых для него территориях такая гипотеза может считаться допустимой. В случае наличия достоверных сведений об ином характере этой корреляции в зоне распространения вида, возможно использовать соответствующую корректировку.

Коэффициент потери урожая в случае акклиматизации вида (в условиях его экологического оптимума), вероятно, в рамках АФР может быть установлен лишь экстраполяцией эмпирических данных о вредоносности в зоне распространения вида. Наибольшую сложность при такой экстраполяции представляют существенные отличия значений показателей вредоносности во времени и пространстве, что затрудняет выбор «типичного» значения в оптимальных для вида условиях при релевантной для зоны АФР агротехнике (включая методы и способы защиты растений) возделывания культуры. Очевидно, что использование в качестве пессимистического сценария для всей зоны АФР максимальных исторически известных потерь урожая было бы ошибочным. Оптимальным является применение достоверных статистических данных о современной вредоносности в регионе с наибольшей численностью вредителя. В этом случае возможно использовать значение коэффициента, равное доле фактических известных потерь. Однако, в большом числе случаев такие сведения отсутствуют. Данные обзора Oerke (2006) показывают, что в условиях современного сельского хозяйства среднемировые потери урожая основных культур от вредителей (насекомых и клещей) составляют около 10% (8–15%). Данные по регионам в той же работе показывают, что для территории Российской Федерации может быть применено это среднемировое значение. Впрочем, оно соответствует всему комплексу видов, повреждающих культуру. Поскольку, как было показано выше, вредоносность вида коррелирует с плотностью его популяции, можно ожидать, что доля потерь, которые способен вызвать анализируемый организм, будет коррелировать с его относительной численностью в комплексе вредителей, воздействующих на культуру. В случае если имеются данные соответствующих учетов в зоне распространения организма и есть основания полагать, что в зоне АФР вредитель будет входить в состав сходного многовидового комплекса, его участие в потерях урожая может быть приблизительно оценено на основе таких количественных учетов. При отсутствии или противоречивости данных в зоне распространения анализируемого вредного организма коэффициент потери урожая в случае акклиматизации вида (в условиях его экологического оптимума), по мнению автора, может быть весьма приблизительно

The yield loss rate in case of the species adaptation (under conditions of its ecological optimum) can probably be established within the PRA framework only by extrapolation of empirical data on harmfulness in the area of the species distribution. The greatest difficulty in such extrapolation is the significant differences in the values of harmfulness indicators in time and space, which makes it difficult to select a “typical” value under optimal conditions for the species with agricultural technology (including plant protection methods and practice) of crop cultivation relevant for the PRA area. Obviously, using the maximum historically known crop losses as a pessimistic scenario for the entire PRA area would be erroneous. It is optimal to use reliable statistical data on current harmfulness in the region with the largest pest population. In this case, it is possible to use a coefficient value equal to the share of actual known losses. However, in a large number of cases such information is not available. Data from a review by Oerke (2006) indicate that in modern agriculture, the global average for major crop yield losses due to pests (insects and mites) is about 10% (8–15%). Regional data in the same study show that this global average can be applied to the territory of the Russian Federation. However, it corresponds to the entire species complex damaging crop. As shown above, since the species harmfulness correlates with its population density, it can be expected that the losses proportion which can be produced by the analyzed organism will correlate with its relative abundance in the pest complex affecting the crop. If there is data from relevant surveys in the pest distribution area and there is reason to believe that in the PRA area the pest will be part of a similar multi-species complex, its participation in crop losses can be approximately assessed on the basis of such quantitative surveys. In the absence or inconsistency of data in the distribution area of the analyzed pest, the coefficient of yield loss in case of the species adaptation (in conditions of its ecological optimum), in the author’s opinion, can be very approximately accepted (based on the world average value for multi-species complexes) as 5% (0.05) under a pessimistic scenario or 2% (0.02) under an optimistic one.

Considering the above, it is proposed to use a modified version of the method for drawing up partial budgeting based on a statistical model of the potential species distribution to build a model of the pest potential negative impact.

To apply this method, first of all, it is necessary to carry out zoning or regionalization of the PRA area according to the species adaptation probability. Zoning (allocation of territories with similar probability values) seems preferable. However, to apply this approach, reliable data on production in the context of individual areas of the territory (farms, etc.) is required. In practice, available reliable statistical data on crop yields are usually distributed across

принят (исходя из среднемирового значения для многовидовых комплексов) как 5% (0,05) при пессимистическом сценарии или 2% (0,02) при оптимистическом.

С учетом изложенного предлагается использовать для построения модели потенциального негативного воздействия вредного организма модифицированный вариант метода составления частичной финансовой сметы на основе статистической модели потенциального ареала вида.

Для применения этого метода необходимо прежде всего провести зонирование либо регионализацию зоны АФР по показателю вероятности акклиматизации вида. Зонирование (выделение территорий со сходным значением вероятности) представляется предпочтительным. Однако для применения такого подхода необходимы достоверные данные о производстве в разрезе отдельных участков территории (хозяйств и тому подобного). На практике же доступные достоверные статистические данные об урожае культур обычно распределены по административно-территориальным единицам зоны АФР (например, субъектам Российской Федерации и муниципальным районам). Поэтому более доступной является регионализация – определение среднего или медианного показателя вероятности акклиматизации для каждого из регионов.

Итоговый потенциальный ущерб при использовании такого метода может быть оценен как сумма экономического ущерба для каждого из выделенных регионов и каждой из повреждаемых культур в регионе. Общий порядок расчета соответствует последовательному выполнению выражений:

$$\text{ПЭУрк} = \text{ВС} \times \text{СТ} \times \text{Кущ} \times \text{Квер};$$

$$\text{ПЭУр} = \sum_{\text{культура } n}^{\text{культура 1}} \text{ПЭУрк}; \ \text{ПЭУ} = \sum_{\text{регион } n}^{\text{регион 1}} \text{ПЭУр},$$

где ПЭУрк – показатель экономического ущерба для культуры в регионе;

ВС – валовой сбор культуры в регионе;

СТ – средняя стоимость единицы сбора культуры в зоне АФР;

Кущ – коэффициент ущерба (доля, на которую урожай культуры может быть снижен анализируемым организмом в оптимальных для него условиях (от 0 до 1)) – может быть принят как 0,05 при пессимистическом сценарии или 0,02 при оптимистическом или скорректирован при наличии необходимых данных;

Квер – коэффициент вероятности повреждения (от 0 до 1) – может быть принят равным акклиматизации вида в регионе согласно статистической модели потенциального ареала или скорректирован, для вредителей защищенного грунта равен 1;

ПЭУр – показатель экономического ущерба для региона;

ПЭУ – показатель экономического ущерба для зоны АФР.

Описанный метод математически эквивалентен применявшемуся ранее в практике анализа фитосанитарного риска в Российской Федерации (Васютин и др., 2001; Перевертин, 2006)

administrative territorial units of the PRA area (for example, constituent entities of the Russian Federation and their municipal districts). Therefore, regionalization is more accessible – determining the average or median indicator of the adaptation probability for each region.

The final potential damage when using this method can be assessed as the amount of economic damage for each of the selected regions and each of the damaged crops in the region. The general calculation procedure corresponds to the sequential execution of expressions:

$$\text{IEDcr} = \text{GC} \times \text{AC} \times \text{DC} \times \text{DPr};$$

$$\text{IEDr} = \sum_{\text{crop 1}}^{\text{crop n}} \text{IEDcr}; \ \text{IED} = \sum_{\text{region 1}}^{\text{region n}} \text{IEDr},$$

where IEDcr – indicator of economic damage to crop in the region;

GC – gross crop yield in the region;

AC – average cost per unit of crop harvest in the PRA area;

DC – damage coefficient (the proportion by which the crop yield can be reduced by the analyzed organism in optimal conditions for it (from 0 to 1)) – can be taken as 0.05 in a pessimistic scenario or 0.02 in an optimistic one, or adjusted if the necessary data are available;

DPr – damage probability coefficient (from 0 to 1) – can be taken equal to the species adaptation in the region according to the statistical model of the potential species distribution or adjusted; for protected soil pests it is equal to 1;

IEDr – indicator of economic damage to the region;

IED – indicator of economic damage for the PRA area.

The described method is mathematically equivalent to that previously used in the PRA practice in the Russian Federation (Vasyutin et al., 2001; Perevertin, 2006) and complies with the recommendations of ISPM No. 11. At the same time, it can significantly improve the accuracy and statistical reliability of assessing the pest potential economic significance for the PRA area.

To assess the economic significance of potential damage that may occur in the analyzed PRA area, a universal method based on the share of damage in the gross domestic product can be proposed. In this case, a scale from 1 to 9 to answer the question in Appendix 3 to the PRA methodology approved by the Russian Ministry of Agriculture ("How large can be the losses from the direct impact of the analyzed pest on the crop and/or its quality in the PRA area?"), may correspond to gradation:

1 – less than 10^{-10} GDP;

2 – no less than 10^{-10}, but less than 10^{-9} GDP;

3 – no less than 10^{-9}, but less than 10^{-8} GDP;

4 – no less than 10^{-8}, but less than 10^{-7} GDP;

и соответствует рекомендациям МСФМ № 11. В то же время он позволяет значительно повысить точность и статистическую достоверность оценки потенциального экономического значения вредного организма для зоны АФР.

Для оценки экономической значимости потенциального ущерба, который может быть получен в анализируемой зоне АФР, может быть предложен универсальный метод, основанный на доле ущерба от валового внутреннего продукта. В этом случае шкала от 1 до 9 для ответа на вопрос в Приложении 3 к методике осуществления АФР, утвержденной Минсельхозом России («Насколько велики могут быть потери от прямого воздействия анализируемого вредного организма на урожай и/или его качество в зоне АФР?»), может соответствовать градации:

1 – менее 10^{-10} ВВП;
2 – не менее 10^{-10}, но менее 10^{-9} ВВП;
3 – не менее 10^{-9}, но менее 10^{-8} ВВП;
4 – не менее 10^{-8}, но менее 10^{-7} ВВП;
5 – не менее 10^{-7}, но менее 10^{-6} ВВП;
6 – не менее 10^{-6}, но менее 10^{-5} ВВП;
7 – не менее 10^{-5}, но менее 10^{-4} ВВП;
8 – не менее 10^{-4}, но менее 10^{-3} ВВП;
9 – более 10^{-3} ВВП.

Для Российской Федерации, по данным на 2022 г. (Росстат, 2023), в денежном эквиваленте (рубли) это составит приблизительно:

1 – менее 10 тыс.;
2 – не менее 10 тыс., но менее 100 тыс.;
3 – не менее 100 тыс., но менее 1 млн;
4 – не менее 1 млн, но менее 10 млн;
5 – не менее 10 млн, но менее 100 млн;
6 – не менее 100 млн, но менее 1 млрд;
7 – не менее 1 млрд, но менее 10 млрд;
8 – не менее 10 млрд, но менее 100 млрд;
9 – более 100 млрд.

Данная шкала может быть модифицирована с соответствующим обоснованием, если экономический ущерб в зоне потенциальной вредоносности вида может вызвать дополнительные негативные эффекты (культивирование повреждаемых растений является одной из основных отраслей региональной экономики и тому подобное).

Объективная количественная оценка иных экономических последствий акклиматизации вредного организма (изменения прибыли производителей, потребительского спроса, рынков экспорта) представляется только методами моделирования частичного или общего экономического равновесия. В настоящее время соответствующие математические методы в анализе фитосанитарного риска в отечественной и мировой практике не применяются. В силу этого на практике представляется возможным рекомендовать проведение оценки иных экономических последствий лишь качественным методом на основе экспертного мнения, с сопоставлением с приведенной выше шкалой. Применение более точных методов возможно лишь после их разработки и апробации с участием исследователей-экономистов.

Потенциальный ущерб для окружающей среды и социальный ущерб, который может вызвать акклиматизация вредного организма, в настоящий момент также не могут быть объективно

5 – no less than 10^{-7}, but less than 10^{-6} GDP;
6 – no less than 10^{-6}, but less than 10^{-5} GDP;
7 – no less than 10^{-5}, but less than 10^{-4} GDP;
8 – не менее 10^{-4}, but less than 10^{-3} GDP;
9 – more than 10^{-3} GDP.

For the Russian Federation, according to data for 2022 (Rosstat, 2023), in monetary terms (rubles) this will be approximately:

1 – less than 10 thousand;
2 – no less than 10 thousand, but less than 100 thousand;
3 – no less than 100 thousand, but less than 1 million;
4 – no less than 1 million, but less than 10 million;
5 – no less than 10 million, but less than 100 million;
6 – no less than 100 million, but less than 1 billion;
7 – no less than 1 billion, but less than 10 billion;
8 – no less than 10 billion, but less than 100 billion;
9 – more than 100 billion.

This scale can be modified with appropriate justification if economic damage in the potential harmfulness area of the species can cause additional negative effects (cultivation of damaged plants is one of the main sectors of the regional economy, etc.).

An objective quantitative assessment of other economic consequences of the pest adaptation (changes in producers' profits, consumer demand, export markets) is represented only by methods of modeling partial or general economic equilibrium. Currently, the corresponding mathematical methods are not used in Russian and world PRA practice. Because of this, in practice it seems possible to recommend assessing other economic consequences only using a qualitative method based on expert opinion, with comparison with the above scale. The use of more accurate methods is possible only after they have been developed and tested with the participation of economic researchers.

The potential environmental and social damage that pest adaptation may cause cannot currently be objectively quantified using any generally accepted methodology and can only be assessed qualitatively based on expert opinion. In both cases, the degree of uncertainty in such an assessment remains very high.

The negative economic importance of the species, caused by the need to apply additional plant protection measures in case of adaptation, can be approximately established by comparing the complexes of pests in the species' distribution area and in the PRA area with the plant protection methods from pests used in them. If in the PRA area producers are already using methods that can reduce the abundance of the analyzed organism to an economically significant threshold, such an assessment should be considered inappropriate.

If, during the species adaptation, additional plant protection measures are required to effectively reduce

количественно измерены с помощью какой-либо общепринятой методики и могут быть оценены лишь качественно на основе экспертного мнения. В обоих случаях степень неопределенности такой оценки остается весьма высокой.

Негативное экономическое значение вида, вызванное необходимостью применения дополнительных мер защиты растений в случае акклиматизации, может быть примерно установлено путем сопоставления комплексов вредных организмов в зоне распространения вида и в зоне АФР с применяемыми в них методами защиты растений от вредителей. В случае если в зоне АФР производителями уже применяются методы, способные снизить численность анализируемого организма до экономически значимого порога, такую оценку следует считать нецелесообразной.

Если же при акклиматизации вида для эффективного снижения его численности потребуются дополнительные меры защиты растений, оценка необходимых затрат может быть проведена исходя из перечня методов и приемов, которые используются для снижения численности в зоне распространения анализируемого организма, но отсутствуют при производстве тех же культур в зоне АФР. В этом случае сумма дополнительных затрат может быть рассчитана как умножение денежной стоимости этих мероприятий на единицу площади, на которой будет необходимо провести дополнительные мероприятия по защите растений.

Оценка площади возможна на основе модели потенциального ареала вида. Согласно широко распространенному методу естественных интервалов (Jenks, 1967), зону высокой и средней вредоносности (в которых наиболее вероятно достижение порога экономической вредоносности) можно определить как часть потенциального ареала с соответствующим показателем вероятности акклиматизации – 0,2 (20%) и более. Площадь, занятая повреждаемой культурой в этой области (выделенная методом зонирования или регионализации, как было показано выше), составит площадь необходимых обработок.

Оценка стоимости работ на единицу площади представляется более сложной задачей. Очевидно, что она зависит от большого числа факторов (стоимость препаратов, способ обработки и так далее) и в точности может быть определена лишь эмпирически для условий однотипных хозяйств. При наличии таких сведений предпочтительно исходить из них. Однако весьма примерно стоимость работ можно оценить исходя из средних общих затрат на защиту растений. Данные В.А. Захаренко (2021) показывают, что эти затраты для основных сельхозкультур в Российской Федерации в 2016–2018 гг. составили сопоставимые значения в диапазоне ориентировочно от 2 до 3 тыс. рублей на гектар. Основываясь на этом, минимальную стоимость единичной дополнительной обработки можно консервативно оценить как 1/10 от этой суммы, с учетом инфляции на момент оценки. Показатели, публикуемые Росстатом, к 2023 г. позволяют оценить эту сумму как приблизительно 300–400 рублей на гектар. Умножение такой суммы, затраченной на единичную дополнительную

its number, an assessment of the necessary costs can be carried out based on the list of methods and techniques that are used to reduce the number in the distribution area of the analyzed organism, but are not available in the production of the same crops in the PRA area. In this case, the amount of additional costs can be calculated as multiplying the monetary cost of these measures per area unit on which additional plant protection measures will be necessary.

Area assessment is possible based on a model of the potential species distribution. According to the widely used natural interval method (Jenks, 1967), an area of high and moderate harmfulness (where the threshold of economic harmfulness is most likely to be reached) can be defined as a part of the potential species distribution with a corresponding adaptation probability of 0.2 (20%) or more. The area occupied by the damaged crop in this area (allocated by zoning or regionalization method, as shown above) will be the area of required treatments.

Estimating the cost of work per unit area seems to be a more difficult task. Obviously, it depends on a large number of factors (cost of drugs, processing method, etc.) and can only be accurately determined empirically for the conditions of similar farms. If such information is available, it is preferable to proceed from it. However, the cost of work can be estimated very roughly based on the average total costs of plant protection. Data from V.A. Zakharenko (2021) show that these costs for major crops in the Russian Federation in 2016–2018 amounted to comparable values in the range of approximately 2 to 3 thousand rubles per hectare. Based on this, the minimum cost per unit additional treatment can be conservatively estimated as 1/10 of this amount, taking into account inflation at the time of assessment. Indicators published by Rosstat by 2023 allow to estimate this amount as approximately 300–400 rubles per hectare. Multiplying the amount spent on a single additional treatment, the number of expected additional treatments and the area of potential harmfulness of the species allows to arrive at a rough estimate of the negative economic significance of the species caused by the need to apply additional plant protection measures in the event of the pest adaptation. The resulting number can be used to estimate the magnitude of the potential increase in production costs (including control costs) associated with the pest of interest in the PRA area, on a scale of 1 to 9 similar to the one above.

The total potential economic risk of a pest for the PRA area can be qualitatively assessed on a scale:

potential economic losses in quantitative terms amount to a total of less than 10^{-7} GDP (10 million rubles for the Russian Federation in 2022 indicators), the likelihood of significant qualitative changes in economic equilibrium, ecosystem or social consequences of adaptation (according to expert assessment) is low – low economic risk;

обработку, количества предполагаемых дополнительных обработок и площади потенциальной вредоносности вида позволяет прийти к грубой оценке негативного экономического значения вида, вызванного необходимостью применения дополнительных мер защиты растений в случае акклиматизации вредного организма. Полученное число может быть использовано для оценки величины потенциального увеличения издержек производства (включая расходы на борьбу), связанных с анализируемым вредным организмом в зоне АФР, по шкале от 1 до 9, аналогичной приведенной выше.

Суммарно потенциальный экономический риск вредного организма для зоны АФР может быть качественно оценен по шкале:

потенциальные экономические потери в количественном выражении составляют суммарно менее 10^{-7} ВВП (10 млн рублей для Российской Федерации в показателях 2022 г.), вероятность существенных качественных изменений экономического равновесия, экосистемных или социальных последствий акклиматизации (по экспертной оценке) низкая – низкий экономический риск;

потенциальные экономические потери в количественном выражении составляют суммарно не менее 10^{-7} ВВП (10 млн рублей для Российской Федерации в показателях 2022 г.), но менее 10^{-5} (1 млрд рублей для Российской Федерации в показателях 2022 г.), или (при более низких количественных показателях) вероятность существенных качественных изменений экономического равновесия, экосистемных или социальных последствий акклиматизации (по экспертной оценке) высокая – средний экономический риск;

потенциальные экономические потери в количественном выражении составляют суммарно более 10^{-5} ВВП (1 млрд рублей для Российской Федерации в показателях 2022 г.), или (при более низких количественных показателях) вероятность существенных качественных изменений экономического равновесия, экосистемных или социальных последствий акклиматизации (по экспертной оценке) высокая – высокий экономический риск.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Показанные выше методы оценки позволяют значительно повысить достоверность и точность оценки потенциального экономического значения карантинных видов насекомых и клещей при осуществлении АФР. В то же время они соответствуют требованиям законодательства и методических документов в сфере карантина растений. При этом они математически эквивалентны применявшимся ранее в практике анализа фитосанитарного риска в Российской Федерации (Васютин и др., 2001; Перевертин, 2006), что обеспечивает преемственность и сопоставимость результатов. Однако, количественная оценка потенциального негативного воздействия многих видов вредных организмов, как и его макроэкономических последствий, остается затрудненной из-за отсутствия соответствующей научно-методической базы. Решение этих задач является перспективным направлением развития анализа фитосанитарного риска.

potential economic losses in quantitative terms amount to a total of at least 10^{-7} GDP (10 million rubles for the Russian Federation in 2022 terms), but less than 10^{-5} (1 billion rubles for the Russian Federation in 2022 indicators), or (if lower quantitative indicators) the probability of significant qualitative changes in the economic equilibrium, ecosystem or social consequences of adaptation (according to expert assessment) is high – medium economic risk;

potential economic losses in quantitative terms amount to a total of more than 10^{-5} GDP (1 billion rubles for the Russian Federation in 2022 indicators), or (with lower quantitative indicators) the likelihood of significant qualitative changes in the economic equilibrium, ecosystem or social consequences of adaptation (according to expert assessment) high – high economic risk.

CONCLUSION

The assessment methods shown above can significantly improve the reliability and accuracy of assessing the potential economic importance of quarantine species of insects and mites when implementing PRA. At the same time, they comply with the requirements of legislation and methodological documents in the field of plant quarantine. Moreover, they are mathematically equivalent to those previously used in the PRA practice in the Russian Federation (Vasyutin et al., 2001; Perevertin, 2006), which ensures continuity and comparability of results. However, quantitative assessment of the potential negative impact of many pest species, as well as its macroeconomic consequences, remains difficult due to the lack of an appropriate scientific and methodological base. Solving these problems is a promising direction for the PRA development.

Acknowledgments. The author is sincerely grateful to I.O. Kamayev (Bykovo, FGBU “VNIIKR”) for valuable advice and productive discussion of the presented results. The work was carried out within the framework of the state assignment for the implementation of public works (USISU NIOKTR No. 122041300171-6).

REFERENCES

1. Vasyutin A.S., Smetnik A.I. et al. Plant protection in the Russian Federation [Karantin rasteniy v Rossiyskoy Federatsii]. M.: Kolos, 2001, 375 p. (In Russ.)

2. Grebennikov K.A., Kulakova Yu.Yu. 2022. Development of methods for mathematical modeling of the probability of introduction, spread and negative impact of quarantine species of insects for the purpose of scientific and methodological support for performing pest risk analysis for the territory of the Russian Federation (interim report) (manuscript) [Razrabotka metodov matematicheskogo modelirovaniya veroyatnosti proniknoveniya, rasprostraneniya i negativnogo

Благодарность. Автор искренне признателен И.О. Камаеву (р. п. Быково, ФГБУ «ВНИИКР») за ценные советы и продуктивное обсуждение изложенных результатов. Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение государственных работ (№ ЕГИСУ НИОКТР 122041300171-6).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васютин А.С., Сметник А.И. и др. Карантин растений в Российской Федерации. М.: Колос, 2001, 375 с.

2. Гребенников К.А., Кулакова Ю.Ю. 2022. Разработка методов математического моделирования вероятности проникновения, распространения и негативного воздействия карантинных видов насекомых в целях научно-методического обеспечения выполнения анализа фитосанитарного риска для территории Российской Федерации (промежуточный отчет) (рукопись). Инв. № 16-2022 ПО ВНИИКР. Быково, ФГБУ «ВНИИКР». № ЕГИСУ НИОКТР 122041300171-6. 139 с.

3. Захаренко В.А., Ченкин А.Ф., Черкасов В.А. Справочник по защите растений / Под ред. Ю.Н. Фадеева. М.: Агропромиздат, 1985, 414 с.

4. Захаренко В.А. Современное состояние и перспективы экономики применения пестицидов в агроэкосистемах России // Агрохимия. 2021. № 5. С. 68–83. URL: https://doi.org/10.31857/S0002188121050148.

5. Лисовский А.А., Дудов С.В., Оболенская Е.В. Преимущества и ограничения методов экологического моделирования ареалов. 1. Общие подходы // Журнал общей биологии. 2020. Т. 81, № 2. С. 123–134.

6. Международный стандарт по фитосанитарным мерам МСФМ № 2 «Структура анализа фитосанитарного риска». 2019, 20 с.

7. Международный стандарт по фитосанитарным мерам МСФМ № 11 «Анализ фитосанитарного риска для карантинных вредных организмов». 2019, 45 с.

8. Перевертин К.А. Прогнозирование потерь урожая от вредных организмов с помощью моделей «критической точки» // Прикладная фитонематология. М.: Наука, 2006. С. 85–97.

9. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 5 февраля 2018 г. № 46 «Об утверждении Методики осуществления анализа фитосанитарного риска».

10. Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. Математические модели биологических продукционных процессов. М.: МГУ, 1993, 300 с. ISBN 5-211-01755-2.

11. Aubertot J.N., Robin M.H. Injury Profile SIMulator, a qualitative aggregative modelling framework to predict crop injury profile as a function of cropping practices, and the abiotic and biotic environment. I. Conceptual bases. // PLoS ONE. 2013. Vol. 8, No. 9. P. 1–12. URL: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073202.

12. Economic impact assessment in pest risk analysis / Soliman T., Mourits M.C.M., Oude Lansink A.G.J.M., van der Werf W. // Crop Protection. 2010. Vol. 29, Issue 6. P. 517–524. URL: https://doi.org/10.1016/j.cropro.2009.12.014.

13. EFSA. Guidance on quantitative pest risk assessment // EFSA journal. 2018. Vol. 16, Issue 8. P. 1–86. URL: https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5350.

vozdeystviya karantinnykh vidov nasekomykh v tselyakh nauchno-metodicheskogo obespecheniya vypolneniya analiza fitosanitarnogo riska dlya territorii Rossiyskoy Federatsii]. Inv. No. 16-2022 BY VNIIKR. Bykovo, FGBU “VNIIKR”. No. EGISU NIOKTR 122041300171-6. 139 p. (In Russ.)

3. Zakharenko V.A., Chenkin A.F., Cherkasov V.A. Handbook of plant protection [Spravochnik po zashchite rasteniy] / Ed. Yu.N. Fadeeva. M.: Agropromizdat, 1985, 414 p. (In Russ.)

4. Zakharenko V.A. Current state and prospects of the economy of the use of pesticides in agroecosystems of Russia [Sovremennoye sostoyaniye i perspektivy ekonomiki primeneniya pestitsidov v agroekosistemakh Rossii] // Agrochemistry. 2021; 5: 68–83. URL: https://doi.org/10.31857/S0002188121050148. (In Russ.)

5. Lisovsky A.A., Dudov S.V., Obolenskaya E.V. Advantages and limitations of application of the species distribution modeling methods. 1. A general approach [Preimushchestva i ogranicheniya metodov ekologicheskogo modelirovaniya arealov. 1. Obshchiye podkhody] // Journal of General Biology. 2020; 81; 2: 123–134. (In Russ.)

6. International Standard for Phytosanitary Measures ISPM № 2 “Framework for pest risk analysis”. 2019, 20 p.

7. International Standard for Phytosanitary Measures ISPM № 11 “Pest risk analysis for quarantine pests”. 2019, 45 p.

8. Perevertin K.A. Forecasting crop losses from pests using “critical point” models [Prognozirovaniye poter’ urozhaya ot vrednykh organizmov s pomoshch’yu modeley «kriticheskoy tochki»] // Applied Phytonematology. M.: Nauka, 2006; 85–97. (In Russ.)

9. Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated February 5, 2018 No. 46 “On approval of the Methodology for performing pest risk analysis”.

10. Riznichenko G.Yu., Rubin A.B. Mathematical models of biological production processes [Matematicheskiye modeli biologicheskikh produktsionnykh protsessov]. M.: MSU, 1993, 300 p. ISBN 5-211-01755-2. (In Russ.)

11. Aubertot J.N., Robin M.H. Injury Profile SIMulator, a qualitative aggregative modelling framework to predict crop injury profile as a function of cropping practices, and the abiotic and biotic environment. I. Conceptual bases. // PLoS ONE. 2013. Vol. 8, No. 9. P. 1–12. URL: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073202.

12. Economic impact assessment in pest risk analysis / Soliman T., Mourits M.C.M., Oude Lansink A.G.J.M., van der Werf W. // Crop Protection. 2010. Vol. 29, Issue 6. P. 517–524. URL: https://doi.org/10.1016/j.cropro.2009.12.014.

13. EFSA. Guidance on quantitative pest risk assessment // EFSA journal. 2018. Vol. 16, Issue 8. P. 1–86. URL: https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5350.

14. Injury Profile SIMulator, a Qualitative Aggregative Modelling Framework to Predict Injury Profile as a Function of Cropping Practices, and Abiotic and Biotic Environment. II. Proof of Concept: Design of IPSIM-Wheat-Eyespot / Robin M.H., Colbach N., Lucas P., Montfort F., Cholez C., Debaeke P., Aubertot J.N. // PLoS ONE. 2013. Vol. 8, No. 10. P. 1–13. URL: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0075829.

15. Jenks G.F. The Data Model Concept in Statistical Mapping // International Yearbook of Cartography. 1967. Vol. 7. P. 186–190.

16. Modelling the impacts of pests and diseases on agricultural systems / Donatelli M., Magarey R.D., Bregaglio S., Willocquet L., Whish J.P.M., Savary S. // Agricultural Systems. 2017. Issue 155. P. 213–224. URL: https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.019.

17. Oerke E.-C. Crop losses to pests // The Journal of Agricultural Science. 2006. Vol. 144, Issue 1. P. 31–43. URL: https://doi.org/10.1017/S0021859605005708.

18. Росстат (Федеральная служба государственной статистики) [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru (дата обращения: 15.08.2023).

19. Savary S., Willocquet L., 2014. Simulation Modeling in Botanical Epidemiology and Crop Loss Analysis. The Plant Health Instructor [Электронный ресурс]. URL: https://www.apsnet.org/edcenter/disimpactmngmnt/topc/BotanicalEpidemiology/Pages/default.aspx (дата обращения: 15.08.2023). URL: https://doi.org/10.1094/PHI-A-2014-0314-01.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Гребенников Константин Алексеевич, ведущий научный сотрудник лаборатории экологии и генетики насекомых и клещей ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. о. Раменский, Московская обл., Россия; *e-mail: kgrebennikov@gmail.com.*

14. Injury Profile SIMulator, a Qualitative Aggregative Modelling Framework to Predict Injury Profile as a Function of Cropping Practices, and Abiotic and Biotic Environment. II. Proof of Concept: Design of IPSIM-Wheat-Eyespot / Robin M.H., Colbach N., Lucas P., Montfort F., Cholez C., Debaeke P., Aubertot J.N. // PLoS ONE. 2013. Vol. 8, No. 10. P. 1–13. URL: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0075829.

15. Jenks G.F. The Data Model Concept in Statistical Mapping // International Yearbook of Cartography. 1967. Vol. 7. P. 186–190.

16. Modelling the impacts of pests and diseases on agricultural systems / Donatelli M., Magarey R.D., Bregaglio S., Willocquet L., Whish J.P.M., Savary S. // Agricultural Systems. 2017. Issue 155. P. 213–224. URL: https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.019.

17. Oerke E.-C. Crop losses to pests // The Journal of Agricultural Science. 2006. Vol. 144, Issue 1. P. 31–43. URL: https://doi.org/10.1017/S0021859605005708.

18. Rosstat (Federal State Statistics Service) [Electronic resource].URL: https://rosstat.gov.ru (last accessed: 15.08.2023).

19. Savary S., Willocquet L., 2014. Simulation Modeling in Botanical Epidemiology and Crop Loss Analysis. The Plant Health Instructor [Electronic resource]. URL: https://www.apsnet.org/edcenter/disimpactmngmnt/topc/BotanicalEpidemiology/Pages/default.aspx (last accessed: 15.08.2023). URL: https://doi.org/10.1094/PHI-A-2014-0314-01.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Konstantin Grebennikov, Leading Researcher, Insects and Mites Ecology and Genetics Laboratory, FGBU “VNIIKR”, Bykovo, Urban district Ramensky, Moscow Oblast, Russia; *e-mail: kgrebennikov@gmail.com.*

УДК 582.998

Методы морфологической идентификации плодов череды волосистой (*Bidens pilosa* L., Asteraceae): разработка и проверка применимости

* КУЛАКОВ В.Г.[1], ПОТАНИНА С.О.[2], КУЛАКОВА Ю.Ю.[3]

[1, 2, 3] ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), р. п. Быково, г. о. Раменский, Московская обл., Россия, 140150

[1] *ORCID 0000-0002-7090-3139, e-mail: vitaliyk2575@mail.ru*

[2] *e-mail: enkoletta@yandex.ru*

[3] *ORCID 0000-0002-9973-7584, e-mail: thymus73@mail.ru*

АННОТАЦИЯ

Череда волосистая (*Bidens pilosa* L., Asteraceae) является сорным растением и карантинным объектом, отсутствующим на территории Евразийского экономического союза. Проникновение инвазионных растений часто происходит с импортируемым грузом на стадии покоящихся диаспор, для данного растения представленных плодами. Для противодействия проникновению используется лабораторное исследование партий груза на выявление плодов карантинного объекта. Идентификация плодов череды волосистой при лабораторных исследованиях затруднена наличием близких и сходных некарантинных сорных видов с широким ареалом, таких как *B. subalternans* DC. и *B. parviflora* Willd., а также возможна неверная идентификация близкого карантинного вида *B. bipinnata* L. Дополнительную сложность создает отсутствие международных, региональных или национальных методик идентификации. ФГБУ «ВНИИКР» разработало методику идентификации плодов череды волосистой в 2015 г., но до настоящего времени не проводилась ее проверка на репрезентативном материале, накопленном в результате экспедиционных исследований. В рамках данного исследования проведена оценка применимости существующей методики и рассмотрена возможность идентификации плодов череды волосистой по иным признакам на выборке из 431 плода из местообитаний широкой географической представленности, включая плоды близких и сходных видов. Определена правильность существующего метода идентификации на исследуемой выборке в 69,4%. Изучены иные методы идентификации, основанные на 12 морфологических признаках плодов и их комбинациях. Метода, обеспечивающего идентификацию плодов череды волосистой с достаточной лабораторной правильностью (не менее 95%), не выявлено. Даны рекомендации по выражению неопределенности существующего метода в испытательных лабораториях.

UDC 582.998

Morphological identification methods of *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) fruits: development and applicability testing

* VITALY G. KULAKOV[1], SOFYA O. POTANINA[2], YULIANA YU. KULAKOVA[3]

[1, 2, 3] FGBU “All-Russian Plant Quarantine Center” (FGBU “VNIIKR”), Bykovo, Urban district Ramensky, Moscow Oblast, Russia, 140150

[1] *ORCID 0000-0002-7090-3139, e-mail: vitaliyk2575@mail.ru*

[2] *e-mail: enkoletta@yandex.ru*

[3] *ORCID 0000-0002-9973-7584, e-mail: thymus73@mail.ru*

ABSTRACT

Bidens pilosa L. (Asteraceae) is a weed and a quarantine object absent in the territory of the Eurasian Economic Union. The entry of invasive plants often occurs with imported cargo at the stage of dormant diaspores, represented by fruits for this plant. To prevent the entry, laboratory research is used to identify the fruits of the quarantine object in cargo batches. Identification of *Bidens pilosa* fruits during laboratory research is handicapped by the presence of similar non-quarantine weed species with a wide range, such as *B. subalternans* DC. and *B. parviflora* Willd., as well as the possibility of incorrect identification of the close quarantine species *B. bipinnata* L. Additional complexity is created by the lack of international, regional or national identification methods. In 2015, FGBU “VNIIKR” developed a methodic document for identifying *Bidens pilosa* fruits, but it has not yet been tested on a representative sample accumulated as a result of expeditionary research. Within this study, the applicability of the existing methodology was evaluated, and the possibility of identifying *Bidens pilosa* fruits by other characteristics was considered in a sample of 431 fruits from habitats with a wide geographical representation, including fruits of similar species. The accuracy of the existing identification method on the examined sample was determined to be 69.4%. Other identification methods based on 12 morphological fruit characteristics and their combinations were studied. A method providing identification of *Bidens pilosa* fruits with sufficient laboratory accuracy (not less than 95%) was not identified. Recommendations are given for expressing uncertainty in the existing method in testing laboratories.

Ключевые слова. Карантин растений, испытательные лаборатории, неопределенность морфологических методов идентификации, морфометрия, сорные растения.

ВВЕДЕНИЕ

Череда волосистая *Bidens pilosa* L. – растение, внесенное в единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза в статусе отсутствующего карантинного вредного организма (Решение Совета ЕЭК..., 2016). Как и для иных подобных карантинных объектов, для данного растения основной из применяемых фитосанитарных мер, предотвращающих проникновение и акклиматизацию, является контроль отсутствия в импортируемой заражаемой (засоряемой) продукции. Факт наличия или отсутствия заражения (засорения) устанавливается в процессе проведения лабораторного исследования (испытания) образцов (проб) продукции испытательными лабораториями, аккредитованными национальным органом по аккредитации в соответствии с законодательством Российской Федерации. Практически сложилась система аккредитации испытательных лабораторий на соответствие требованиям ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий», устанавливающим в том числе необходимость применения лабораторией соответствующих методов и методик для всех видов лабораторной деятельности. Череда волосистая, как и иные сорные растения, в перемещаемой продукции встречается в виде покоящихся диаспор – плодов. Проблема заключается в том, что на уровне международных, региональных или национальных стандартов, а также других широко признанных технических требований не существует документов, устанавливающих методы и методики идентификации именно плодов череды волосистой, пригодные для внедрения и использования в лабораториях. Большинство имеющихся определителей, монографических и флористических сводок содержат только методы идентификации растений в целом, с привлечением признаков вегетативной части. Практически единственной работой, непосредственно касающейся систематического значения признаков плодов сорных черед и содержащей специализированный определительный ключ, является публикация с результатами исследований, проведенных в Республике Корее (Kim, Hong, 2008). К сожалению, из-за того, что в указанном исследовании дано крайне узкое географическое и таксономическое представление образцов черед, невозможно использовать его выводы для всего мирового объема сорных черед.

Для решения этой проблемы в 2015 г. ФГБУ «ВНИИКР» разработан и выпущен документ,

Key words. Plant quarantine, testing laboratories, uncertainty of morphological identification methods, morphometry, weed plants.

INTRODUCTION

Bidens pilosa L. is a plant that included in the Common List of Quarantine Objects of the Eurasian Economic Union as a non-present quarantine pest (Decision of the EAEU Council..., 2016). As with other similar quarantine objects, the main phytosanitary measure applied to this plant to prevent its introduction and adaptation is the controlling contamination absence in imported potentially contaminated (infested) products. The presence or absence of infestation (contamination) is established through laboratory testing of product samples by testing laboratories accredited by the national accreditation body in accordance with Russian Federation legislation. A system of laboratory accreditation has been established based on compliance with the requirements of GOST ISO/IEC 17025-2019 “General requirements for the competence of testing and calibration laboratories”, which includes the need for laboratories to use appropriate methods and techniques for all types of laboratory activities. *B. pilosa*, like other weed plants, occurs in transported products in the form of dormant dispersal units – fruits. The problem is that there are no internationally, regionally, or nationally recognized documents that establish methods and techniques for identifying specifically *B. pilosa* fruits suitable for implementation and use in laboratories. Most existing identification keys, monographs, and floristic compilations only contain methods for identifying plants as a whole, using vegetative characteristics. The only work directly related to the systematic significance of *B. pilosa* fruit characteristics and containing a specialized identification key is a publication reporting research conducted in the Republic of Korea (Kim, Hong, 2008). Unfortunately, due to the extremely narrow geographic and taxonomic representation of the *B. pilosa* samples used in that study, its conclusions cannot be applied to the full range of *B. pilosa* worldwide.

To address this issue, in 2015, FGBU “VNIIKR” developed and released a document that includes an original method for identifying *B. pilosa* fruits using morphological characters (Methodic recommendations..., 2015). Since the publication of this work, the study of *B. pilosa* and related species has continued. New information has been accumulated, significant volumes of collection material have been formed, and the practice of work in testing laboratories is being analyzed. The presence of new data requires periodic verification of the effectiveness of the developed identification methods.

включающий оригинальный метод идентификации плодов череды волосистой с использованием морфологических признаков (Методические рекомендации..., 2015). С момента выхода данной работы изучение череды волосистой и близких видов черед продолжалось. Накоплена новая информация, сформированы значительные объемы коллекционного материала, анализируется практика работ в испытательных лабораториях. Наличие новых данных предполагает периодическую проверку работоспособности разработанных методов идентификации.

Сложность идентификации плодов череды волосистой определяется наличием ряда иных видов рода со схожим строением плодов, более того, основной объединяющий признак плодов сходных видов – удлиненный плод – используется ботаниками для выделения секции узкоплодных черед *Bidens* sect. *Psilocarpaea* DC. Выделение сорного компонента секции несколько затруднено, так как в большинстве флористических списков экология видов не указана или указана очень кратко, а специальные списки сорных растений часто отсутствуют. Но опираясь на основные работы (Flora of North America; Composite List of Weeds; Flora of China; CABI) и учитывая непосредственные наблюдения авторов во время экспедиций, можно составить список узкоплодных черед, являющихся сорными растениями и имеющих сходную с чередой волосистой биологию. К таким сорным узкоплодным чередам относятся виды: *B. alba* (L.) DC., *B. bigelovii* A. Gray, *B. bipinnata* L., *B. biternata* (Lour.) Merr. & Sherff., *B. odorata* Cav., *B. parviflora* Willd., *B. subalternans* DC. Некоторые авторы не признают видовой самостоятельности *B. alba* и *B. odorata*, относя их к *B. pilosa* (Flora of North America). Мы поддерживаем данную точку зрения, так как в нашем исследовании не обнаружено значимых морфологических и генетических признаков, позволяющих однозначно выделить 2 этих вида. Также нами ставится под сомнение видовая самостоятельность *B. bigelovii* из-за крайне узкого ареала (Центральная Америка), что нехарактерно для сорных черед, и весьма сомнительных признаков, описанных в работах, содержащих указание данного вида (Sherff, 1937; Flora of North America). Таким образом, мы включаем *B. bigelovii* в состав *B. pilosa.*

Дополнительную сложность идентификации плодов узкоплодных черед придает наличие диморфизма плодов – присутствия на одном растении и часто в одном соплодии плодов различной морфологии. Одна форма плодов («длинные») располагается чаще в центральной части соплодия, другая («короткие») – в периферии соплодия. Данные формы отличаются размерами, окраской, структурой плодовой оболочки и стратегией прорастания (Sherff, 1937; Dakshini, Aggarwal, 1974; Brown, Mitchell, 1984; Rocha, 1996; Amaral, Takaki, 1998; Bhagirath et al., 2019; Keliang et al., 2019; Souza et al., 2019; Yeo et al., 2022). Плоды двух типов приведены на рис. 1.

Мерой сравнения качества методов идентификации может служить правильность данных методов, определяемая как степень близости среднего значения, полученного на основании большой серии результатов испытаний,

The difficulty of identifying *B. pilosa* fruits is due to the presence of several other species within the genus that have similar fruit structures. Furthermore, the main character that unites the fruits of these similar species – elongated fruits – is used by botanists to distinguish the narrow-fruited section *Bidens* sect. *Psilocarpaea* DC. The identification of weed components within this section is somewhat challenging, as the ecology of these species is often not well-documented in floristic lists, and specific lists of weed plants are often absent. However, based on key works (Flora of North America, Composite List of Weeds, Flora of China, CABI) and direct observations made by the authors during expeditions, a list of narrow-fruited *Bidens* that are weeds and have similar biology to *B. pilosa* can be compiled. These weed narrow-fruited *Bidens* include *B. alba* (L.) DC., *B. bigelovii* A. Gray, *B. bipinnata* L., *B. biternata* (Lour.) Merr. & Sherff., *B. odorata* Cav., *B. parviflora* Willd., and *B. subalternans* DC. Some authors do not recognize the species status of *B. alba* and *B. odorata*, instead considering them to be part of *B. pilosa* (Flora of North America). We support this viewpoint, as our research has not revealed significant morphological or genetic features that allow these two species to be clearly distinguished. Additionally, we question the species status of *B. bigelovii* due to its extremely narrow area (Central America), which is atypical for *Bidens*, and the highly questionable characteristics described in works that mention this species (Sherff, 1937; Flora of North America). Therefore, we include *B. bigelovii* within the scope of *B. pilosa*.

An additional difficulty in identifying fruits of narrow-fruited *Bidens* is given by the presence of fruit dimorphism – the presence of fruits of different morphologies on the same plant and often in the same infructescence. One form of fruit (“long”) is most often located in the central part of the infructescence, the other (“short”) – in the periphery of the infructescence. These forms differ in size, color, structure of the fruit shell and germination strategy (Sherff, 1937; Dakshini, Aggarwal, 1974; Brown, Mitchell, 1984; Rocha, 1996; Amaral, Takaki, 1998; Bhagirath et al., 2019; Keliang et al., 2019; Souza et al., 2019; Yeo et al., 2022). Fruits of these two types are shown in Fig.1.

A measure of comparison of the identification methods quality can be the correctness of these methods, defined as the degree of closeness of the average value obtained on the basis of a large series of test results to the accepted reference value (GOST R ISO 5725-1-2002). Accuracy for a qualitative (not quantitative) result can be expressed as the probability of obtaining a correct sample identification. Additional value for determining the correctness of a method in this interpretation is given by the possibility of using the specified probability to express the uncertainty of the method, which can be used by testing laboratories for the purpose of compliance with GOST ISO/IEC 17025-2019.

Accordingly, the purpose of this study is to determine the correctness of existing methods for identifying fruits of narrow-fruited *Bidens* and to study other morphological characters of fruits that are not involved

к принятому опорному значению (ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002). Правильность для качественного (не количественного) результата может выражаться в виде вероятности получения верной идентификации образца. Дополнительную ценность определению правильности метода в данной трактовке придает возможность использования указанной вероятности для выражения неопределенности метода, что может быть применено испытательными лабораториями для целей соответствия ГОСТ ISO/IEC 17025-2019.

Соответственно, целью данного исследования является определение правильности существующих методов идентификации плодов сорных узкоплодных черед и изучение иных, не применяемых в существующих методах, морфологических признаков плодов с оценкой их применимости для идентификации.

Рис. 1. Примеры трех пар «длинных» и «коротких» плодов, каждая из которых принадлежит одному образцу (S-0074 и S-0226 – *Bidens pilosa*, S-0162 – *B. bipinnata*) (фото С.О. Потаниной)

Fig. 1. Examples of three pairs of "long" and "short" fruits, each belonging to one specimen (S-0074 and S-0226 – *Bidens pilosa*, S-0162 – *B. bipinnata*) (photo by S.O. Potanina)

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Основой для исследования стали плоды сорных узкоплодных черед карпологической коллекции ФГБУ «ВНИИКР». В настоящей статье рассматриваются ненарушенные плоды, обладающие всеми морфологическими признаками. Перечень использованных образцов приведен в табл. 1.

Видовая идентификация проводилась по гербарным экземплярам, собранным совместно с образцами плодов или выращенным из соответствующих плодов в условиях культуры. Культура растений содержалась в теплице ФГБУ «ВНИИКР» (при естественном световом режиме, поселок Быково Московской области) или в камере роста растений PHCbi MLR-352H при световом режиме 12/12 ч. В дальнейшем из каждой позиции было отобрано 5–10 плодов, которые были сфотографированы на стереомикроскопе Zeiss SteReo Discovery V20 с использованием фотоаппарата Canon EOS 5D MkIII или Canon EOS R5, а также на макроскопе Olympus MVX10 с камерой Olympus DP28. Во всех случаях применялась послойная съемка с дальнейшим комбинированием в одно изображение программой Zerene Stacker. Сравнения и измерения плодов проводились на базе программы CorelDRAW 2017. Для оценки в баллах применялась шкала: 0 – признак отсутствует, 1 – признак в пограничном состоянии, 2 – признак выражен, 3 – признак значительно выражен. Полученные измерения и балльные оценки обрабатывались в программе MS Excel с пакетом Real Statistics. Для определения нормального распределения выборки использовался критерий Шапиро – Уилка. Так как при исследовании было установлено, что нельзя принять гипотезу о нормальном распределении значений, то для оценки сходства выборок использовался

in existing methods with an assessment of their applicability for identification.

MATERIALS AND METHODS

The study was based on the *Bidens* fruits from the carpological collection of FGBU "VNIIKR". This article examines undamaged fruits that have all morphological characters. The list of samples used is given in Table 1.

Species identification was carried out using herbarium samples collected together with fruit samples or grown from corresponding fruits under cultural conditions. The plant culture was kept in the greenhouse of FGBU "VNIIKR" (under natural light conditions, Bykovo, Moscow Oblast) or in a plant growth chamber PHCbi MLR-352H under a light of 12/12 hours. Subsequently, 5–10 fruits were selected from each position, which were photographed on a Zeiss SteReo Discovery V20 stereomicroscope using a Canon EOS 5D MkIII or Canon EOS R5 camera, as well as on an Olympus MVX10 macroscope with an Olympus DP28 camera. In all cases, layer-by-layer shooting was used with further combining into one image using the Zerene Stacker program. Comparisons and measurements of fruits were carried out using the CorelDRAW 2017 program. The following scale was used for scoring: 0 – the sign is absent, 1 – the sign is in a borderline state, 2 – the sign is expressed, 3 – the sign is significantly expressed. The resulting measurements and scores were processed in MS Excel with the Real Statistics package. To determine the normal distribution of the sample, the Shapiro – Wilk test was used. Since

Табл. 1. Перечень исследованных образцов карпологической коллекции ФГБУ «ВНИИКР»
Table 1. List of studied samples from the carpological collection of FGBU "VNIIKR"

№ п/п	Коллекционный номер Collection number	Вид Species	Происхождение	Origin
1	S-0074	*B. pilosa*	Вьетнам, г. Ханой	Vietnam, Hanoi
2	S-0083	*B. pilosa*	Перу, г. Сан-Антонио	Peru, San Antonio
3	S-0085	*B. pilosa*	Перу, г. Лима	Peru, Lima
4	S-0086	*B. pilosa*	Перу, г. Кока-чакра	Peru, Coca Chakra
5	S-0087	*B. subalternans*	Перу, г. Тарма	Peru, Tarma
6	S-0088	*B. pilosa*	Перу, г. Кока-чакра	Peru, Coca Chakra
7	S-0107	*B. pilosa*	Вьетнам, Халонг	Vietnam, Halong
8	S-0152	*B. bipinnata*	Грузия	Georgia
9	S-0161	*B. pilosa*	Аргентина, пров. Мисьонес	Argentina, Prov. Misiones
10	S-0162	*B. bipinnata*	Грузия	Georgia
11	S-0163	*B. subalternans*	Аргентина, пров. Корриентес	Argentina, Prov. Corrientes
12	S-0164	*B. pilosa*	Аргентина, пров. Мисьонес	Argentina, Prov. Misiones
13	S-0174	*B. subalternans*	Аргентина, пров. Буэнос-Айрес	Argentina, Prov. Buenos Aires
14	S-0243	*B. pilosa*	Индонезия	Indonesia
15	S-0245	*B. bipinnata*	Абхазия	Abkhazia
16	S-0246	*B. subalternans*	Аргентина	Argentina
17	S-0247	*B. pilosa*	Аргентина, пров. Мисьонес	Argentina, Prov. Misiones
18	S-0248	*B. subalternans*	Аргентина, пров. Жужуй	Argentina, Prov. Jujuy
19	S-0250	*B. pilosa*	Аргентина, пров. Мисьонес	Argentina, Prov. Misiones
20	S-0252	*B. subalternans*	Аргентина	Argentina
21	S-0255	*B. bipinnata*	Грузия	Georgia
22	S-0256	*B. subalternans*	Аргентина	Argentina
23	S-0258	*B. pilosa*	Импортный груз (шрот)	Import cargo (meal)
24	S-0260	*B. subalternans*	Аргентина, пров. Энтре-Риос	Argentina, Prov. Entre Rios
25	S-0263	*B. subalternans*	Аргентина, пров. Корриентес	Argentina, Prov. Corrientes
26	S-0264	*B. subalternans*	Аргентина, пров. Буэнос-Айрес	Argentina, Prov. Buenos Aires
27	S-0266	*B. bipinnata*	Абхазия	Abkhazia
28	S-0270	*B. pilosa*	Импортный груз (шрот)	Import cargo (meal)
29	S-0271	*B. subalternans*	Импортный груз (шрот, Парагвай)	Import cargo (meal, Paraguay)
30	S-0273	*B. bipinnata*	Абхазия	Abkhazia
31	S-0298	*B. pilosa*	Мексика, шт. Колима	Mexico, pcs. Colima
32	S-0322	*B. pilosa*	Мексика, шт. Пуэбла	Mexico, pcs. Puebla
33	S-0347	*B. pilosa*	Кения	Kenya
34	S-0380	*B. pilosa*	Индонезия, о. Ява	Indonesia, o. Java
35	S-0385	*B. parviflora*	Россия, Приморский край	Russia, Primorsky Krai
36	S-0540	*B. pilosa*	Таиланд	Thailand
37	S-1094	*B. pilosa*	Мексика, шт. Дуранго	Mexico, pcs. Durango
38	S-1102	*B. pilosa*	Мексика, шт. Синалоа	Mexico, pcs. Sinaloa
39	S-1104	*B. pilosa*	Мексика, шт. Колима	Mexico, pcs. Colima
40	S-1113	*B. pilosa*	Мексика, шт. Колима	Mexico, pcs. Colima
41	S-1129	*B. pilosa*	Мексика, шт. Нуэво-Леон	Mexico, pcs. Nuevo Leon
42	S-1374	*B. pilosa*	Мексика, шт. Дуранго	Mexico, pcs. Durango
43	S-1436	*B. subalternans*	Импортный груз (шрот, Парагвай)	Import cargo (meal, Paraguay)
44	S-1438	*B. subalternans*	Испания, Каталония	Spain, Catalonia
45	S-1439	*B. subalternans*	Черногория	Montenegro
46	S-1448	*B. subalternans*	Аргентина, пров. Жужуй	Argentina, Prov. Jujuy
47	S-1453	*B. parviflora*	Торговая сеть (ООО «Фирма «Агбина», Россия)	Trading network (Agbina, Russia)
48	S-1458	*B. bipinnata*	Грузия	Georgia
49	S-1459	*B. subalternans*	Аргентина	Argentina
50	S-1584	*B. parviflora*	Россия, Приморский край	Russia, Primorsky Krai
51	S-1596	*B. subalternans*	Аргентина, пров. Жужуй	Argentina, Prov. Jujuy
52	S-1598	*B. subalternans*	Аргентина, пров. Энтре-Риос	Argentina, Prov. Entre Rios
53	S-1600	*B. pilosa*	Вьетнам, Ниньтхуан	Vietnam, Ninh Thuan
54	S-1602	*B. subalternans*	Парагвай	Paraguay
55	S-1604	*B. subalternans*	Аргентина, пров. Буэнос-Айрес	Argentina, Prov. Buenos Aires
56	S-1605	*B. subalternans*	Аргентина, пров. Энтре-Риос	Argentina, Prov. Entre Rios
57	S-1728	*B. subalternans*	Аргентина, пров. Жужуй	Argentina, Prov. Jujuy
58	S-1732	*B. pilosa*	Мексика, шт. Нуэво-Леон	Mexico, pcs. Nuevo Leon

непараметрический критерий Манна – Уитни, приведенный к p-значениям. Статистически значимой для заключения о возможности принадлежности к разным выборкам принималась величина вероятности случайного сходства, меньшая 0,05.

Для каждого плода фиксировались следующие параметры: длина семянки без остей (мм), максимальная длина ости (мм), максимальная ширина семянки (мм), минимальная ширина семянки у ости (мм), ширина основания семянки (мм), угол между максимально отстоящими (противоположными) остями (градусы), ширина основания ости (мм), длина участка с различной окраской ребра и межреберной части у ости (мм), развитие бородавок (балл), искривление ости в нижней части (балл), утолщение ости в основании (балл), выраженность ребер у ости (балл). Оценивание признаков проводилось в соответствии с иллюстрациями и описаниями в методических рекомендациях (Методические рекомендации..., 2015). Измерения проводились с дискретностью 0,01 мм. Схема исследованных признаков приведена на рис. 2.

Иные признаки признаны нами не подходящими для лабораторного исследования, так как различимы только в стереомикроскопе исследовательского класса или электронном микроскопе, отсутствующих в испытательных лабораториях.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Представленные далее результаты исследования 431 плода разделены на 4 группы: «длинные» (внутренние) плоды *B. pilosa* (обозначены «*B. pilosa* l», 107 шт.), «короткие» (внешние) плоды *B. pilosa* (обозначены «*B. pilosa* s», 103 шт.), «длинные» (внутренние) плоды иных сорных узкоплодных черед – *B. bipinnata, B. subalternans* и *B. parviflora* (обозначены «иные виды l», 117 шт.), «короткие» (внешние) плоды иных сорных узкоплодных черед тех же трех видов (обозначены «иные виды s», 104 шт.). Логика данного разделения обусловливается диапазоном значения показателя методических рекомендаций (Методические рекомендации..., 2015) как «*B. pilosa* выявлена» – «*B. pilosa* не выявлена», а также фактом, что в указанные методические рекомендации не включена возможность идентификации «коротких» плодов.

В результате измерений и оценок получены значения признаков, статистика которых приведена в табл. 2.

Как первый шаг идентификации в методических рекомендациях 2015 г. (Методические рекомендации..., 2015) производится определение принадлежности плодов к узкоплодным чередам по признаку «длина плодов более чем пятикратно превышает ширину». На следующем шаге указанных методических рекомендаций проводится идентификация плодов *B. pilosa*, к которым относят все плоды с выраженными бородавками («явно приподнятые, с более-менее выраженной частью, окрашенной в оранжево-бурый цвет»), а также плоды, имеющие комплекс трех признаков: «ребра на вершине основного тела плода плохо выражены. Их окраска практически совпадает с окраской межреберного пространства на одном и том же уровне», «основание зацепок (вершина плода) формирует более-менее ясно выраженный утолщенный

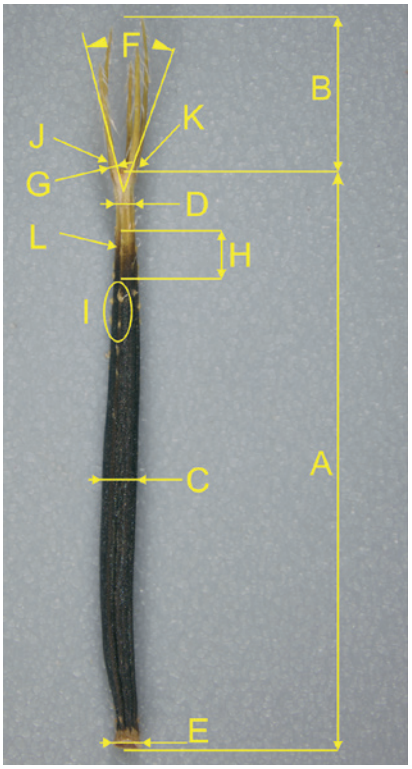


Рис. 2. Схема исследованных признаков плода черед (A – длина семянки без остей, B – максимальная длина ости, C – максимальная ширина семянки, D – минимальная ширина семянки у ости, E – ширина основания семянки, F – угол между максимально отстоящими (противоположными) остями, G – ширина основания ости (мм), H – длина участка с различной окраской ребра и межреберной части у ости, I – развитие бородавок (оценка), J – искривление ости в нижней части (оценка), K – утолщение ости в основании (оценка), L – выраженность ребер у ости (оценка) (фото С.О. Потаниной)

Fig. 2. Scheme of the studied *Bidens* fruit characters (A – length of achene without awns, B – maximum awn length, C – maximum achene width, D – minimum achene width at the awn, E – achene base width, F – angle between the most distant (opposite) awns, G – awn base width (mm), H – length of the area with different colors of the rib and interrib part at the awn, I – blotch development (assessment), J – awn curvature in the lower part (assessment), K – awn thickening at the base (assessment), L – degree of rib hardness at the awn (assessment) (photo by S.O. Potanina)

the study established that it was impossible to accept the hypothesis of a normal distribution of values, the nonparametric Mann – Whitney test reduced to p-values was used to assess the similarity of the samples. The value of the probability of random similarity less than 0.05 was accepted as statistically significant for the conclusion about the possibility of belonging to different samples.

For each fruit, the following parameters were recorded: the length of the achene without awns (mm), the maximum awn length (mm), the maximum achene width (mm), the minimum achene width at the awn (mm), the achene base width (mm), the angle between the maximum distances (opposite) awns (degrees), the

диск из срощенных ребер» и «зацепки в своем основании явно утолщенные (чуть толще нижележащего ребра). Отходят от тела плода чуть в сторону, формируя затем небольшой изгиб вверх». При этом признаки «утолщение диска» и «утолщение основания остей (зацепок)» взаимосвязаны. Таким образом, общий алгоритм исследования выглядит так: «принадлежность к *B. pilosa*» = ((«длина плодов» / «ширина плодов») > 5) И («развиты бородавки» ИЛИ («ребра не выражены», И «утолщение оснований зацепок», И «зацепки изогнутые»)).

Результаты применения данного алгоритма на представленной выборке отражены в табл. 3.

Все «длинные» плоды узкоплодных черед (sect. *Psilocarpaea*) правильно идентифицируются как относящиеся к данной секции, в то же время «короткие» плоды *B. pilosa* неверно идентифицируются в 19,4% случаев, а «короткие» плоды иных видов узкоплодных черед неверно идентифицируются в 1,0% случаев.

Наличие выраженных бородавок (балл свыше 1 – «признак выражен») наблюдается у всех изученных групп. При этом среди «длинных» плодов *B. pilosa* и иных видов признак встречается с близкой частотой, 5,1% и 7,5% соответственно. У «коротких» плодов данный признак встречается чаще: у *B. pilosa* он представлен для большинства плодов (56,3%), но довольно характерен и для иных видов (10,6%). На рис. 3 представлены плоды *B. subalternans* с достаточным для неверной идентификации по существующей методике развитием данного признака.

Отсутствие комплекса признаков, указанных в методике для *B. pilosa*, наблюдается у всех плодов иных видов. В то же время присутствие комплекса признаков (с любой степенью выраженности) отмечается только у 18,7% «длинных» плодов *B. pilosa* и 8,7% «коротких» плодов *B. pilosa.*

Общие результаты идентификации плодов в соответствии с действующими методическими указаниями приведены в табл. 4.

Общая правильность методики зависит от соотношения видов, а также «длинных» и «коротких» плодов в исследуемых образцах, но при распределении, сходном с таковым в исследуемой выборке, составляет 69,4%. При этом обращает на себя внимание вероятность ложноотрицательной идентификации целевого вида *B. pilosa*, составляющая 54,8%. Такая низкая общая правильность, а также вероятность ложноотрицательной идентификации целевого вида, отмеченная более чем в половине случаев, характеризует действующие методические указания как не соответствующие требованиям качества лабораторных исследований, для которых рекомендована правильность не ниже 95%. В то же время показана возможность применения методических рекомендаций для идентификации «коротких» плодов с правильностью даже выше, чем «длинных» (77,3% и 62,1% соответственно), несмотря на то, что данная идентификация не предусматривалась при разработке методических рекомендаций.

Для изучения вопроса применимости в идентификации плодов *B. pilosa* иных морфологических признаков был проведен их анализ при сопоставлении «длинных» плодов *B. pilosa* с «длинными»

awn base width (mm), length of the area with different colors of the rib and interrib part at the awn (mm), blotch development (point), awn curvature in the lower part (point), awn thickening at the base (point), the degree of rib hardness at the awn (point). The character assessment was carried out in accordance with the illustrations and descriptions in the guidelines (Methodic recommendations..., 2015). The measurements were carried out with a resolution of 0.01 mm. The diagram of the studied characteristics is shown in Fig. 2.

We found other characters not suitable for laboratory research, since they are visible only in a research-grade stereo microscope or an electron microscope, which are not available in testing laboratories.

RESULTS AND DISCUSSION

The results of the study of 431 fruits presented below are divided into 4 groups: “long” (internal) *B. pilosa* fruits (designated “*B. pilosa* l”, 107 pcs.), “short” (external) *B. pilosa* fruits of (designated “*B. pilosa* s”, 103 pcs.), “long” (internal) fruits of other narrow-fruited *Bidens* – *B. bipinnata*, *B. subalternans* and *B. parviflora* (designated “other species l”, 117 pcs.), “short” (external) fruits of other narrow-fruited *Bidens* of the same three species (designated “other species s”, 104 pcs.). The logic of this division is determined by the range of values of the guideline indicator (Methodic recommendations..., 2015) as “*B. pilosa* identified” – “*B. pilosa* was not identified,” as well as the fact that the specified guidelines do not include the possibility of identifying “short” fruits.

As a result of measurements and assessments, the characters values were obtained, the statistics of which are given in Table 2.

As the first step of identification, the 2015 guidelines (Methodic recommendations..., 2015) determine whether fruits belong to narrow-fruited *Bidens* based on the criterion “the fruit length is more than five times the width”. At the next step, *B. pilosa* fruit identification is carried out, which includes all fruits with pronounced blotches (“obviously raised, with a more or less pronounced part, colored orange-brown”), as well as fruits with a complex of three characters: “The ribs at the top of the main body of the fruit are poorly developed. Their color practically coincides with the color of the interrib space at the same level”, “the base of the hooks (the top of the fruit) forms a more or less clearly defined thickened disk of fused ribs” and “the hooks at their base are clearly thickened (slightly thicker than the underlying rib). They move away from the fruit body slightly to the side, then forming a slight upward bend.” In this case, the signs of “thickening of the disc” and “thickening of the awn base (hooks)” are interrelated. Thus, the general research algorithm looks like this: “belonging to *B. pilosa*” = ((“fruit length” / “fruit width”) > 5) AND (“blotches developed” OR (“ribs are not expressed” AND “thickening of the bases hooks”, and “curved hooks”)).

The results of applying this algorithm on the presented sample are reflected in Table 3.

All “long” fruits of narrow-fruited *Bidens* (sect. *Psilocarpaea*) are correctly identified as belonging to this

Табл. 2. Результаты измерений/оценивания признаков плодов
Table 2. Results of measurements/evaluation of fruit characters

Признак/ статистика	Character/ statistic	«*B. pilosa* l»	«*B. pilosa* s»	«иные виды l» other species l	«иные виды s» other species s
Объем выборки, шт.	Sample size. pcs.	107	103	117	104
длина семянки без остей (мм) length of achene without awns (mm)					
Минимум	Minimum	7,09	3,53	8,97	4,11
1-й квартиль	1st quartile	9,17	4,83	11,75	6,41
Медиана	Median	10,13	5,42	13,85	8,20
3-й квартиль	3rd quartile	11,65	6,16	16,24	9,75
Максимум	Maximum	17,21	7,82	18,30	14,96
максимальная длина ости (мм) maximum awn length (mm)					
Минимум	Minimum	1,04	0,74	1,49	0,77
1-й квартиль	1st quartile	2,23	1,73	2,48	1,72
Медиана	Median	2,61	2,07	3,14	2,21
3-й квартиль	3rd quartile	2,99	2,49	3,68	2,57
Максимум	Maximum	3,77	3,69	5,27	4,38
максимальная ширина семянки (мм) maximum awn length (mm)					
Минимум	Minimum	0,48	0,47	0,53	0,65
1-й квартиль	1st quartile	0,65	0,78	0,70	0,84
Медиана	Median	0,70	0,92	0,81	0,92
3-й квартиль	3rd quartile	0,79	0,99	0,90	1,03
Максимум	Maximum	1,00	1,25	1,36	1,29
минимальная ширина семянки у ости (мм) minimum achene width at the awn (mm)					
Минимум	Minimum	0,19	0,27	0,20	0,32
1-й квартиль	1st quartile	0,34	0,56	0,36	0,54
Медиана	Median	0,39	0,64	0,41	0,62
3-й квартиль	3rd quartile	0,48	0,72	0,47	0,67
Максимум	Maximum	0,74	1,03	0,72	0,90
ширина основания семянки (мм) achene base width (mm)					
Минимум	Minimum	0,38	0,38	0,37	0,38
1-й квартиль	1st quartile	0,50	0,57	0,59	0,54
Медиана	Median	0,55	0,64	0,68	0,65
3-й квартиль	3rd quartile	0,63	0,70	0,76	0,76
Максимум	Maximum	0,80	0,88	1,04	0,98
угол между максимально отстоящими (противоположными) остями (градусы) angle between the maximum distances (opposite) awns (degrees)					
Минимум	Minimum	14,89	30,09	3,88	5,68
1-й квартиль	1st quartile	45,08	64,13	24,70	33,86
Медиана	Median	62,26	74,83	32,46	47,75
3-й квартиль	3rd quartile	77,66	93,15	42,30	59,60
Максимум	Maximum	130,55	172,96	94,03	136,78
ширина основания ости (мм) awn base width (mm)					
Минимум	Minimum	0,09	0,09	0,09	0,09
1-й квартиль	1st quartile	0,14	0,15	0,15	0,16
Медиана	Median	0,15	0,17	0,18	0,19
3-й квартиль	3rd quartile	0,18	0,20	0,20	0,21
Максимум	Maximum	0,25	0,32	0,29	0,28
длина участка с различной окраской ребра и межреберной части у ости (мм) length of the area with different colors of the rib and interrib part at the awn (mm)					
Минимум	Minimum	0,00	0,00	0,00	0,00
1-й квартиль	1st quartile	0,00	0,00	0,44	0,00
Медиана	Median	0,00	0,00	0,70	0,00
3-й квартиль	3rd quartile	0,60	0,00	1,11	0,00
Максимум	Maximum	1,60	0,00	2,78	0,77
развитие бородавок (% экземпляров) blotch development (% samples)					
0 баллов	0 point	22,4%	4,9%	65,0%	15,4%
1 балл	1 point	70,1%	24,3%	29,9%	74,0%
2 балла	2 points	7,5%	47,6%	5,1%	9,6%
3 балла	3 points	0,0%	23,3%	0,0%	1,0%
искривление ости в нижней части (% экземпляров) awn curvature in the lower part (% samples)					
0 баллов	0 point	33,6%	38,8%	88,0%	83,7%
1 балл	1 point	55,1%	55,3%	12,0%	15,4%
2 балла	2 points	11,2%	5,8%	0,0%	1,0%
3 балла	3 points	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
утолщение ости в основании (% экземпляров) awn thickening at the base (% samples)					
0 баллов	0 point	61,7%	71,8%	79,5%	90,4%
1 балл	1 point	37,4%	28,2%	20,5%	7,7%
2 балла	2 points	0,9%	0,0%	0,0%	1,9%
3 балла	3 points	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
выраженность ребер у ости (% экземпляров) degree of rib hardness at the awn (% samples)					
0 баллов	0 point	77,6%	100,0%	21,4%	98,1%
1 балл	1 point	22,4%	0,0%	64,1%	1,9%
2 балла	2 points	0,0%	0,0%	14,5%	0,0%
3 балла	3 points	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Табл. 3. Результаты исследования плодов на принадлежность к *B. pilosa*
Table 3. The results of the fruit study for belonging to *B. pilosa*

Группа Group	Объем выборки, шт. Sample size, pcs.	Количество плодов с длиной, более чем пятикратно превышающей ширину, шт. (% от объема выборки) Number of fruits with a length more than five times the width, pcs. (% of sample size)	Из них: From them: количество плодов с выраженными бородавками (> 1 балла), шт. (% от объема выборки) number of fruits with pronounced blotches (> 1 point), pcs. (% of sample size)	количество плодов с комплексом признаков (> 0, > 0, = 0 баллов), шт. (% от объема выборки) number of fruits with a complex of characters (> 0, > 0, = 0 points), pcs. (% of sample size)	итого, отнесенных к *B. pilosa*, шт. (% от объема выборки) total classified as *B. pilosa*, pcs. (% of sample size)
B. pilosa l	107	107 (100,0%)	8 (7,5%)	20 (18,7%)	28 (26,2%)
B. pilosa s	103	83 (80,6%)	58 (56,3%)	9 (8,7%)	67 (65,0%)
иные виды l other species l	117	117 (100,0%)	6 (5,1%)	0 (0,0%)	6 (5,1%)
иные виды s other species s	104	103 (99,0%)	11 (10,6%)	0 (0,0%)	11 (10,6%)

Рис. 3. Развитие бородавок на некоторых плодах *B. subalternans* (фото С.О. Потаниной)

Fig. 3. Development of blotches on some *B. subalternans* fruits (photo by S.O. Potanina)

плодами иных видов и, соответственно, «коротких» плодов *B. pilosa* с «короткими» плодами иных видов. В табл. 5 показаны результаты статистического анализа принадлежности к различным выборкам, обозначенные как «стат.» и выраженные p-уровнем значимости, и оценки доли плодов *B. pilosa* с совпадением признаков с иными видами, обозначенные как «совп.».

Обращает на себя внимание тот факт, что при значительной доле статистически достоверно различающихся признаков (11 из 12 у «длинных» плодов и 6 из 12 у «коротких» плодов) ни по одному из них невозможно точно отличить плоды *B. pilosa* от плодов иных видов из-за значительного перекрытия диапазона возможных значений. Данная ситуация говорит о высокой доле совпадения диапазонов абсолютных значений признаков при их разном распределении, что позволяет идентифицировать плоды путем сравнения значительных выборок при отсутствии возможности идентификации единичных плодов с приемлемой лабораторной правильностью (выше или равно 95%).

Как вариант решения проблемы, могут быть использованы комплексы признаков, выражаемые

section, while "short" fruits of *B. pilosa* are incorrectly identified in 19.4% of cases, and "short" fruits of other narrow-fruited *Bidens* species are incorrectly identified in 1.0% of cases.

The presence of pronounced blotches (score over 1 – "pronounced character") is observed in all studied groups. Moreover, among the "long" fruits of *B. pilosa* and other species, the character occurs with a similar frequency, 5.1% and 7.5%, respectively. In "short" fruits, this sign is more common: in *B. pilosa* it is present in the majority of fruits (56.3%), but is also quite characteristic of other species (10.6%). Fig. 3 shows *B. subalternans* fruits with development of this character sufficient for incorrect identification using the existing method.

The absence of the characters complex specified in the method for *B. pilosa* is observed in all fruits of other species. At the same time, the presence of the characters complex (with any degree of severity) is noted only in 18.7% of "long" *B. pilosa* fruits and 8.7% of "short" *B. pilosa* fruits.

The general results of fruit identification in accordance with current Methodic recommendations (2015) are given in Table 4.

The overall accuracy of the technique depends on the species ratio, as well as "long" and "short" fruits in the studied samples, but with a distribution similar to that in the studied sample, it is 69.4%. At the same time, the probability of false negative identification of the target species *B. pilosa* is 54.8%. Such a low overall accuracy, as well as the probability of false negative identification of the target species, noted in more than half of the cases, characterizes the current guidelines as not meeting the quality requirements of laboratory tests, for which a correctness of at least 95% is recommended. At the same time, the possibility of using Methodic recommendations (2015) for identifying "short" fruits with accuracy even higher than "long" ones (77.3% and 62.1%, respectively) is shown, despite the fact that this identification was not included in the development of the guidelines.

Табл. 4. Результаты идентификации плодов исследуемой выборки как *B. pilosa*
Table 4. Results of identification of fruits of the studied sample as *B. pilosa*

Группа Group	Объем выборки, шт. Sample size, pcs.	Ложноположительных результатов, шт. (% от объема выборки) False positive results, pcs. (% of sample size)	Ложноотрицательных результатов, шт. (% от объема выборки) False negative results, pcs. (% of sample size)	Правильных результатов, шт. (% от объема выборки) Correct results, pcs. (% of sample size)
B. pilosa l	107	–	79 (73,2%)	28 (26,2%)
B. pilosa s	103	–	36 (35,0%)	67 (65,0%)
иные виды l other species l	117	6 (5,1%)	–	111 (94,9%)
иные виды s other species s	104	11 (10,6%)	–	93 (89,4%)
Всего по видам: Total by species:				
B. pilosa	210	–	115 (54,8%)	95 (45,2%)
иные виды other species	221	17 (7,7%)	–	204 (92,3%)
Всего по типам: Total by species:				
l «длинные» l long	224	6 (2,7%)	79 (35,3%)	139 (62,1%)
s «короткие» s short	207	11 (5,3%)	36 (17,4%)	160 (77,3%)
Всего: Total:	**431**	**17 (3,9%)**	**115 (26,7%)**	**299 (69,4%)**

как индексы или логические выражения. В табл. 6 приведены общие итоги анализа отдельных комплексных индексов при сопоставлении, аналогичном представленному в табл. 5. При этом индексы «Удлинение плода (длина / макс. ширина)», «Сужение у ости (макс. ширина / мин. ширина)»,

To study the issue of applicability of other morphological characters in the identification of *B. pilosa* fruits, their analysis was carried out by comparing the "long" *B. pilosa* fruits with the "long" fruits of other species and, accordingly, the "short" *B. pilosa* fruits with the "short" fruits of other species. Table 5 shows the

Табл. 5. Совпадение плодов *B. pilosa* по значениям признаков с иными видами
Table 5. Matching of *B. pilosa* fruits in character values with other species

Группа/признак Group/character	Длина семянки без остей Length of achene without awns	Максимальная длина ости Maximum awn length	Максимальная ширина семянки Maximum achene width	Минимальная ширина семянки у ости Minimum achene width at the awn	Ширина основания семянки Achene base width	Угол между максимально отстоящими (противоположными) остями Angle between maximum distances (opposite) awns	Ширина основания ости Awn base width	Длина участка с различной окраской ребра и межреберной части у ости Length of the area with different colors of the rib and interrib part at the awn	Развитие бородавок (оценка) Blotches development (assessment)	Искривление ости в нижней части (оценка) Awn curvature in the lower part (assessment)	Утолщение ости в основании (оценка) Awn thickening at the base (assessment)	Выраженность ребер у ости (оценка) degree of rib hardness at the awn (assessment)
l, стат. l, stat.	0,00	0,00	0,00	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
l, совп. l, match.	77%	98%	99%	98%	100%	95%	100%	100%	100%	89%	99%	100%
s, стат. s, stat.	0,00	0,41	0,15	0,09	0,71	0,00	0,01	0,32	0,00	0,00	0,00	0,16
s, совп. s, match.	96%	99%	95%	96%	100%	98%	97%	100%	100%	100%	100%	100%

Табл. 6. Совпадение плодов *B. pilosa* по комплексным индексам с иными видами

Table 6. Matching of *B. pilosa* fruits with other species according to complex indices

Группа/признак Group/character	Удлинение плода (длина / макс. ширина) Fruit elongation (length / max. width)	Сужение у ости (макс. ширина / мин. ширина) Narrowing at the awn (max. width / min. width)	Удлинение плода * сужение у ости Fruit elongation * narrowing at the anw	Интегральный балл Integral score	Интегральная морфометрия Integral morphometry	Полный индекс Full index
l, стат. l, stat.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
l, совп. l, match.	88%	86%	85%	72%	84%	41%
s, стат. s, stat.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
s, совп. s, match.	86%	96%	82%	82%	100%	75%

«Удлинение плода * сужение у ости» вычислены с использованием первичных величин, а индексы «Интегральный балл», «Интегральная морфометрия» и «Полный индекс» – с использованием нормализованных величин с приведением к диапазону от 1 до 2. Индекс «Интегральный балл» вычислен, включая только оцениваемые в баллах признаки, «Интегральная морфометрия» – только измеряемые признаки и «Полный индекс» – комбинацию всех признаков.

Все комплексные индексы статистически достоверно различаются для *B. pilosa* и иных видов, но при этом они также недостаточны для идентификации единичных плодов с приемлемой лабораторной правильностью (выше или равно 95%). В то же время комплексные индексы дают большую правильность при идентификации по сравнению с единичными признаками, соответственно (в единицах, обратных сходству): 59% против 23% для «длинных» плодов *B. pilosa* и 25% против 5% для «коротких» плодов *B. pilosa*. Применение данных методов идентификации на тестовой выборке обеспечит правильность, равную сумме верных идентификаций каждой группы плодов, деленной на общее количество плодов: (117 + 104 + 107 * 59% + 103 * 25%) / 431= 71,9%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном исследовании на значительном объеме материала широкого географического охвата (Северная и Южная Америка, Европа, Азия, Африка) изучены морфологические признаки плодов сорных узкоплодных черед (*Bidens* sect. *Psilocarpaea*). Показана низкая правильность используемой в настоящее время методики идентификации череды волосистой *B. pilosa* 74-2015 МР ВНИИКР, составляющая на тестовой выборке 69,4%, что значительно ниже приемлемой лабораторной правильности в 95%.

results of statistical analysis of membership in various samples, designated as “stat.” and expressed by the p-level of significance, and estimates of the proportion of *B. pilosa* fruits with the same characteristics as other species, designated as “match.”.

Noteworthy is the fact that with a significant proportion of statistically significantly different characters (11 out of 12 in “long” fruits and 6 out of 12 in “short” fruits), none of them can accurately distinguish the fruits of *B. pilosa* from the fruits of other species due to a significant overlap in the range of possible values. This situation indicates a high degree of coincidence in the ranges of absolute values of characters with their different distributions, which makes it possible to identify fruits by comparing large samples in the absence of the possibility of identifying single fruits with acceptable laboratory accuracy (greater than or equal to 95%).

As a solution to the problem, characters complexes expressed as indices or logical expressions can be used. Table 6 shows the general results of the analysis of individual complex indices with a comparison similar to that presented in Table 5. In this case, the indices “Fruit elongation (length / max. width)”, “Narrowing at the awn (max. width / min. width)”, “Fruit elongation * narrowing at the awn” are calculated using primary values, and the indices “Integral assessment”, “Integral morphometry” and “Full index” – using normalized values with reduction to the range from 1 to 2. The “Integral assessment” index is calculated, including only the signs assessed in points, “Integral morphometry” – only the measured characters and “Full index” – a combination of all characters.

All complex indices are statistically significantly different for *B. pilosa* and other species, but they are also insufficient to identify single fruits with acceptable laboratory accuracy (greater than or equal to 95%). At the same time, complex indices provide greater accuracy in identification compared to single characters, respectively (in units inverse to similarity): 59% versus 23% for “long” *B. pilosa* fruits and 25% versus 5% for “short” *B. pilosa* fruits. Application of these identification methods on a test sample will provide a correctness equal to the sum of correct identifications of each group of fruits divided by the total number of fruits: (117 + 104 + 107 * 59% + 103 * 25%) / 431= 71,9%.

CONCLUSION

In this study, using a significant amount of material over a wide geographical scope (North and South America, Europe, Asia, Africa), the morphological characteristics of the narrow-fruited *Bidens* were studied (*Bidens* sect. *Psilocarpaea*). The accuracy of the currently used identification method for *B. pilosa* 74-2015 MR VNIIKR has been shown to be 69.4% on the test sample, which is significantly lower than the acceptable laboratory accuracy of 95%. Identification methods for *B. pilosa* fruits based on the use of other measured or assessed characters and their combinations have been studied. The best accuracy was shown when using complex indices with a combination of all studied fruit characteristics,

Изучены варианты идентификации плодов *B. pilosa* на основании использования иных измеряемых или оцениваемых признаков и их комбинаций. Показана лучшая правильность при использовании комплексных индексов с комбинацией всех изученных признаков плодов, позволяющая достигнуть 71,9% верных идентификаций на тестовой выборке. В то же время в результате исследования не выявлено признаков или комбинаций признаков, позволяющих идентифицировать плоды *B. pilosa* с приемлемой лабораторной правильностью (95%), что позволяет сделать выводы о необходимости разработки метода идентификации, основанного на иных признаках, например на генетических особенностях.

Результаты исследования могут быть внедрены в испытательных лабораториях для выражения неопределенности используемого метода (Инв. № 74-2015 МР ВНИИКР) для целей соответствия ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 как вероятности 69,4% (0,694) получения правильного результата.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№ 123042500048-5 «Разработка молекулярно-генетических и морфологических методов идентификации сорных видов растений, включенных в Единый перечень карантинных объектов ЕАЭС»).

Благодарность. Авторы выражают признательность коллегам, внесшим свой вклад в пополнение ботанических коллекций ФГБУ «ВНИИКР», а именно: С.Ю. Муханову, Н.В. Цинкевичу, Е.М. Волковой, В.Д. Бочкину (ГБС), М.О. Кондратьеву, И.А. Шанцеру (ГБС), Е.В. Комарову (ВНИИОЗ), Д.Г. Касаткину, Д.Л. Белкину, Ю.А. Ловцовой, Я.Н. Коваленко, М.Г. Коваленко, Ю.Р. Кочневу, Л.Е. Демушкиной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий».

2. ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения».

3. Методические рекомендации по выявлению и идентификации череды волосистой *Bidens pilosa* L. Москва, 2015. Депонированы в ФГБУ «ВНИИКР», Инв. № 74-2015 МР ВНИИКР. 38 с.

4. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 30 ноября 2016 г. № 158 «Об утверждении единого перечня карантинных объектов Евразийского экономического союза» (с изменениями на 25 января 2023 г.).

5. Amaral A., Takaki M. Achene dimorphism in *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) as determined by germination test // Brazilian Archives of Biology and Technology. 1998. 41 (1). P. 10–15. URL: https:doi.org/10.1590/S1516-89131998000100002.

6. Bhagirath C., Hafiz Haider A., Singarayer F. Seed germination ecology of *Bidens pilosa* and its implications for weed management // Scientific Reports. 2019. 9 (1): 16004. P. 1–9. URL: https:doi.org/10.1038/s41598-019-52620-9.

7. Brown N.A.C., Mitchell J.J. Germination of the polymorphic fruits of *Bidens bipinnata* // South African

allowing to achieve 71.9% of correct identifications on the test sample. At the same time, the study did not reveal any characters or character combinations that would allow identifying *B. pilosa* fruits with acceptable laboratory accuracy (95%), which allows us to draw conclusions about the need to develop an identification method based on other characteristics, for example, genetic characteristics.

The results of the study can be implemented in testing laboratories to express the uncertainty of the method used (Inv. No. 74-2015 MR VNIIKR) for the purpose of compliance with GOST ISO/IEC 17025-2019 as a probability of 69.4% (0.694) of obtaining the correct result.

The study was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (No. 123042500048-5 “Development of molecular genetic and morphological methods for identifying weed species included in the Common List of Quarantine Objects of the EAEU”).

Acknowledgements. The authors express their gratitude to the colleagues who contributed to the replenishment of the botanical collections of FGBU “VNIIKR”, namely: S.Yu. Mukhanov, N.V. Tsinkevich, E.M. Volkova, V.D. Bochkin (Main Botanical Garden), M.O. Kondratyev, I.A. Shantser (Main Botanical Garden), E.V. Komarov (VNIIOZ), D.G. Kasatkin, D.L. Belkin, Yu.A. Lovtsova, Ya.N. Kovalenko, M.G. Kovalenko, Yu.R. Kochnev, L.E. Demushkina.

REFERENCES

1. GOST ISO/IEC 17025-2019 “General requirements for the competence of testing and calibration laboratories”.

2. GOST R ISO 5725-1-2002 “Accuracy (correctness and precision) of measurement methods and results. Part 1. Basic provisions and definitions.”

3. Methodic recommendations for detecting and identifying *Bidens pilosa* L. Moscow, 2015. Deposited in at FGBU “VNIIKR”, Inv. No. 74-2015 MR VNIIKR. 38 p.

4. Decision of the Council of the Eurasian Economic Commission dated November 30, 2016 No. 158 “On approval of a unified list of quarantine objects of the Eurasian Economic Union” (as amended on January 25, 2023).

5. Amaral A., Takaki M. Achene dimorphism in *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) as determined by germination test // Brazilian Archives of Biology and Technology. 1998. 41 (1). P. 10–15. URL: https:doi.org/10.1590/S1516-89131998000100002.

6. Bhagirath C., Hafiz Haider A., Singarayer F. Seed germination ecology of *Bidens pilosa* and its implications for weed management // Scientific Reports. 2019. 9 (1): 16004. P. 1–9. URL: https:doi.org/10.1038/s41598-019-52620-9.

7. Brown N.A.C., Mitchell J.J. Germination of the polymorphic fruits of *Bidens bipinnata* // South African Journal of Botany. February 1984. V. 3, Issue 1. P. 55–58. URL: https:doi.org/10.1016/S0022-4618(16)30081-X.

Journal of Botany. February 1984. V. 3, Issue 1. P. 55–58. URL: https:doi.org/10.1016/S0022-4618(16)30081-X.

8. Dakshini K.M.M., Aggarwal S.K. Intracapitular cypsele dimorphism and dormancy in *Bidens bipinnata* // Biologia plantarum, 1974. 6 (6). P. 469–471. URL: https:doi.org/10.1007/BF02922239.

9. Keliang Z., Linjun Y., Yin Z., Jun T. Achene heteromorphism in *Bidens pilosa* (Asteraceae): differences in germination and possible adaptive significance // AoB PLANTS. 2019. V. 11, Issue 3, plz026. P. 1–8. URL: https:doi.org/10.1093/aobpla/plz026.

10. Kim S.Y., Hong S.P. The taxonomic consideration of achene morphology in *Bidens* L. (Asteraceae) in Korea // Korean Journal of Plant Taxonomy. 2008. 38 (4). P. 509–522. URL: https://doi.org/10.11110/kjpt.2008.38.4.509.

11. Rocha O.J. The Effects of Achene Heteromorphism on the Dispersal Capacity of *Bidens pilosa* L. // International Journal of Plant Sciences. 1996. Vol. 157, No. 3. P. 316–22. URL: https:doi.org/10.1086/297351.

12. Sherff E. The genus *Bidens* // Publication of Field Museum of Natural History. Botanical series. 1937. Vol. 16. In 2 Parts. 709 p.

13. Souza F.P., Bianchessi S., Yamaguchi L., Kato M., Coan A., Takaki M. The role of pericarp in *Bidens* L. heterocarpy (Asteraceae) // Flora. 2019. V. 257. 151426. P. 1–10. URL: https:doi.org/10.1016/j.flora.2019.151426.

14. Yeo H., Tan M.K., Ong B., Chung O.Y.X., Tan H. Heteromorphic characteristics of *Bidens pilosa* (Asteraceae) achenes influence adherence stability and dispersal capacity // Nature in Singapore. 2022. 15: e2022015. P. 1–8. URL: https:doi.org/10.26107/NIS-2022-0015.

15. CABI: Invasive Species Compendium [Электронный ресурс]. URL: https://www.cabi.org/isc (дата обращения: 18.10.2023).

16. Composite List of Weeds. The Weed Science Society of America (WSSA) [Электронный ресурс]. URL: https://wssa.net/wssa/weed/composite-list-of-weeds (дата обращения: 16.10.2023).

17. Flora of China / eFloras [Электронный ресурс]. URL: http://www.efloras.org/flora_page.aspx?flora_id=2 (дата обращения: 16.10.2023).

18. Flora of North America / eFloras [Электронный ресурс]. URL: http://www.efloras.org/flora_page.aspx?flora_id=1 (дата обращения: 16.10.2023).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кулаков Виталий Геннадьевич, старший научный сотрудник – начальник отдела организации МСИ ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. о. Раменский, Московская обл., Россия; *ORCID 0000-0002-7090-3139, e-mail: vitaliyk2575@mail.ru.*

Потанина Софья Олеговна, младший научный сотрудник научно-методического отдела инвазивных видов растений ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. о. Раменский, Московская обл., Россия; *e-mail: enkoletta@yandex.ru.*

Кулакова Юлиана Юрьевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник – начальник научно-методического отдела инвазивных видов растений ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. о. Раменский, Московская обл., Россия; *ORCID 0000-0002-9973-7584; e-mail: thymus73@mail.ru.*

8. Dakshini K.M.M., Aggarwal S.K. Intracapitular cypsele dimorphism and dormancy in *Bidens bipinnata* // Biologia plantarum, 1974. 6 (6). P. 469–471. URL: https:doi.org/10.1007/BF02922239.

9. Keliang Z., Linjun Y., Yin Z., Jun T. Achene heteromorphism in *Bidens pilosa* (Asteraceae): differences in germination and possible adaptive significance // AoB PLANTS. 2019. V. 11, Issue 3, plz026. P. 1–8. URL: https:doi.org/10.1093/aobpla/plz026.

10. Kim S.Y., Hong S.P. The taxonomic consideration of achene morphology in *Bidens* L. (Asteraceae) in Korea // Korean Journal of Plant Taxonomy. 2008. 38 (4). P. 509–522. URL: https://doi.org/10.11110/kjpt.2008.38.4.509.

11. Rocha O.J. The Effects of Achene Heteromorphism on the Dispersal Capacity of *Bidens pilosa* L. // International Journal of Plant Sciences. 1996. Vol. 157, No. 3. P. 316–22. URL: https:doi.org/10.1086/297351.

12. Sherff E. The genus *Bidens* // Publication of Field Museum of Natural History. Botanical series. 1937. Vol. 16. In 2 Parts. 709 p.

13. Souza F.P., Bianchessi S., Yamaguchi L., Kato M., Coan A., Takaki M. The role of pericarp in *Bidens* L. heterocarpy (Asteraceae) // Flora. 2019. V. 257. 151426. P. 1–10. URL: https:doi.org/10.1016/j.flora.2019.151426.

14. Yeo H., Tan M.K., Ong B., Chung O.Y.X., Tan H. Heteromorphic characteristics of *Bidens pilosa* (Asteraceae) achenes influence adherence stability and dispersal capacity // Nature in Singapore. 2022. 15: e2022015. P. 1–8. URL: https:doi.org/10.26107/NIS-2022-0015.

15. CABI: Invasive Species Compendium [Electronic resource]. URL: https://www.cabi.org/isc (last accessed: 18.10.2023).

16. Composite List of Weeds. The Weed Science Society of America (WSSA) [Electronic resource]. URL: https://wssa.net/wssa/weed/composite-list-of-weeds (last accessed: 16.10.2023).

17. Flora of China / eFloras [Electronic resource]. URL: http://www.efloras.org/flora_page.aspx?flora_id=2 (last accessed: 16.10.2023).

18. Flora of North America / eFloras [Electronic resource]. URL: http://www.efloras.org/flora_page.aspx?flora_id=1 (last accessed: 16.10.2023).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Vitaly Kulakov, Senior Researcher – Head of Interlaboratory Comparisions Department, FGBU “VNIIKR”, Bykovo, Urban district Ramensky, Moscow Oblast, Russia; *ORCID 0000-0002-7090-3139, e-mail: vitaliyk2575@mail.ru.*

Sofya Potanina, Junior Researcher, Research and Methodology Department of Invasive Plant Species, FGBU “VNIIKR”, Bykovo, Urban district Ramensky, Moscow Oblast, Russia; *e-mail: enkoletta@yandex.ru.*

Yuliana Kulakova, PhD in Biology, Leading Researcher – Head of Research and Methodology Department of Invasive Plant Species, FGBU “VNIIKR”, Bykovo, Urban district Ramensky, Moscow Oblast, Russia; *ORCID 0000-0002-9973-7584; e-mail: thymus73@mail.ru.*

РОССЕЛЬХОЗНАДЗОР
ВСЕРОССИЙСКИЙ ЦЕНТР КАРАНТИНА РАСТЕНИЙ
ФГБУ «ВНИИКР»

ФЕРОМОННЫЕ ЛОВУШКИ

Феромонные ловушки позволяют в короткие сроки и на больших территориях эффективно и оперативно выявлять очаги заражения насекомыми-вредителями, предотвращать их распространение и успешно бороться с ними.

АССОРТИМЕНТ ФЕРОМОННЫХ ЛОВУШЕК

ВРЕДИТЕЛИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР	ВРЕДИТЕЛИ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР
Азиатская хлопковая совка	Азиатская ягодная дрозофила
Восклицательная совка	Восточная плодожорка
Дынная муха	Гроздевая листовертка
Западный кукурузный жук	Древесница въедливая
Западный цветочный (калифорнийский) трипс	Калифорнийская щитовка
Зеленая садовая совка	Коричнево-мраморный клоп
Капустная совка	Новозеландская листовертка
Картофельная моль	Персиковая плодожорка
Малая наземная совка	Померанцевая щитовка
Озимая совка	Сливовая плодожорка
Совка-ипсилон	Смородиновая стеклянница
Хлопковая совка	Средиземноморская плодовая муха
Червец Комстока	Тутовая щитовка
Щелкун полосатый посевной	Фруктовая полосатая моль
Южноамериканская томатная моль	Яблонная плодожорка
	Яблонная муха

ВРЕДИТЕЛИ ЗАПАСОВ	ВРЕДИТЕЛИ ЛЕСА
Амбарный долгоносик	Азиатский усач
Большой мучной хрущак	Американская белая бабочка
Зерновая огневка	Американский коконопряд
Зерновая моль	Гравер обыкновенный
Капровый жук	Золотистая двухпятнистая совка
Кукурузный долгоносик	Каштановая минирующая моль
Мельничная огневка	Короед-типограф
Платяная моль	Лесной кольчатый шелкопряд
Рисовый долгоносик	Непарный шелкопряд
Трогодерма изменчивая	Самшитовая огневка
Трогодерма черная	Сибирский шелкопряд
Хлебный точильщик	Сосновая совка
Хлопковая моль	Сосновый шелкопряд
Хрущаки рода *Tribolium*	Усачи рода *Monochamus*
Четырехпятнистая зерновка	Шелкопряд-монашенка
Южная амбарная огневка	Шестизубый короед

ЭКОЛОГИЯ И ЗАЩИТА

ФЕРОМОНЫ СОВЕРШЕННО БЕЗОПАСНЫ ДЛЯ МЛЕКОПИТАЮЩИХ И ПЧЕЛ

ФГБУ «ВНИИКР» является крупнейшим производителем феромонной продукции на территории Российской Федерации. На сегодняшний день специалисты учреждения синтезируют феромоны более 70 видов насекомых-вредителей, имеющих важное экономическое значение для РФ и государств СНГ.

АССОРТИМЕНТ КЛЕЕВЫХ ЛОВУШЕК

НАИМЕНОВАНИЕ	ЦВЕТ	РАЗМЕР, м
Ловушка клеевая пластина	желтый, синий	0,05×0,12
Ловушка клеевая пластина	желтый, синий	0,25×0,10
Ловушка клеевая пластина	желтый, синий	0,25×0,30
Ловушка клеевая пластина	желтый	0,25×0,40
Ловушка клеевая рулон	желтый, синий	0,15×100
Ловушка клеевая рулон	желтый, синий	0,30×100

В ФГБУ «ВНИИКР» организована биолаборатория по производству шмелей вида *Bombus terrestris*.

Использование шмелиных семей позволяет значительно увеличить рентабельность садоводческих и тепличных хозяйств

ПРИНИМАЕМ ЗАЯВКИ НА ПОСТАВКУ ШМЕЛИНЫХ СЕМЕЙ

ПОЗАБОТЬТЕСЬ О БЕЗОПАСНОСТИ УРОЖАЯ СЕГОДНЯ!

По вопросам сотрудничества:
ФГБУ «ВНИИКР»
140150, Московская обл., г. о. Раменский,
р. п. Быково, ул. Пограничная, д. 32
Тел.: +7 (499) 707-22-27 (доб. 1468; 1469; 2601)
e-mail: sales@vniikr.ru

www.shop.vniikr.ru

УДК 632.51

Видовой состав семян и плодов сорных растений в подкарантинной продукции из центральных районов Ставропольского края

* ЧАПЛЫГИН М.П.[1], ГУСЕЙНБЕКОВ А.Ю.[2], ПЕТИНА В.В.[3]

[1, 2, 3] Пятигорский филиал ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), г. Пятигорск, Ставропольский край, Россия, 357528

[1] *e-mail: tchaplygin@mail.ru*

[2] *e-mail: azamat_guseinbek33@mail.ru*

[3] *e-mail: v-petina111260@mail.ru*

АННОТАЦИЯ

Широкие торговые связи с зарубежными странами, обеспечение продовольственной безопасности страны по зерновым ресурсам, возросший объем перевозок сельскохозяйственных грузов постоянно создают возможность заноса и распространения семян опасных сорных растений. Своевременное выявление в подкарантинной продукции семян и плодов сорных растений имеет большое значение.

В 2023 г. подкарантинная продукция Ставропольского края (Александровского и Новоселицкого районов), поставлявшаяся в Армению и Беларусь и перевозившаяся по территории России, состояла из 7 видов зерна продовольственного и технического – пшеницы, ячменя, кукурузы, гороха, льна, подсолнечника, рапса, а также семеноводческой продукции. Специалистами испытательной аккредитованной лаборатории Пятигорского филиала ФГБУ «ВНИИКР» в течение года проанализировано 436 образцов. Гербологическая экспертиза продукции проводилась с целью выявления засоренности ее семенами отсутствующих или ограниченно распространенных на территории Российской Федерации карантинных сорных растений, а также широко распространенных некарантинных видов. Видовой состав семян сорняков в подкарантинной продукции не отличается большим разнообразием, насчитывает 14 видов семян сорных растений, из них большая часть относится к однолетним яровым сорным растениям с семенным размножением, а также к многолетним корнеотпрысковым. Так, выявлены многолетние корнеотпрысковые сорняки вьюнок полевой *Convolvulus arvensis* L. и бодяк полевой *Cirsium arvense* (L.) Scop. За исследуемый период зафиксировано 29 случаев встречаемости карантинного объекта – амброзии полыннолистной *Ambrosia artemisiifolia* L. – в товарном подсолнечнике. Наибольшее количество выявлений некарантинных сорных семян отмечалось в образцах продовольственного гороха, льна, подсолнечника, пшеницы.

UDC 632.51

The species composition of weed seeds and fruits in regulated articles from the central districts of Stavropol Krai

* MAKSIM P. CHAPLYGIN[1], AZAMAT YU. GUSEINBEKOV[2], VERA V. PETINA[3]

[1, 2, 3] Pyatigorsk branch of All-Russian Plant Quarantine Center (FGBU "VNIIKR"), Pyatigorsk, Stavropol Krai, Russia,357528

[1] *e-mail: tchaplygin@mail.ru*

[2] *e-mail: azamat_guseinbek33@mail.ru*

[3] *e-mail: v-petina111260@mail.ru*

ABSTRACT

Wide trade relations with foreign countries, provision of food security of the country on grain resources, increased volume of transportation of agricultural cargoes constantly create a possibility of introduction and spread of dangerous weed seeds. Timely detection of seeds and fruits of weed plants in regulated articles is of great importance.

In 2023 regulated articles of Stavropol Krai (Alexandrovsky and Novoselitsky districts), supplied to Armenia and Belarus and transported within Russia, consisted of 7 types of food and technical grains – wheat, barley, corn, peas, flax, sunflower, rapeseed, as well as seed production. Specialists of the accredited testing laboratory of the Pyatigorsk branch of FGBU "VNIIKR" analyzed 436 samples during the year. Herbological examination of products was conducted in order to identify infestation with seeds of absent or limitedly present on the territory of the Russian Federation quarantine weed plants, as well as widespread non-quarantine species. Species composition of weed seeds in regulated articles is not distinguished by great diversity, consists of 14 species of weed seeds, the most part of which belongs to annual spring weeds with seed reproduction, and also to perennial suckering weeds. Thus, perennial suckering weeds *Convolvulus arvensis* L. and *Cirsium arvense* (L.) Scop. have been identified. During the study period, 29 cases of occurrence of the quarantine object were detected – *Ambrosia artemisiifolia* L. – in commercial sunflower. The highest number of detections of non-quarantine weed seeds was observed in samples of food peas, flax, sunflower and wheat.

Ключевые слова. Карантинные сорные растения, карантинный вид, амброзия полыннолистная, вредоносность, семена, очаг.

ВВЕДЕНИЕ

Основными сельскохозяйственными культурами в Ставропольском крае являются зерновые и зернобобовые культуры (включая кукурузу), на которые приходится 77,4%, из них 57,7% – на пшеницу, 7,7% – ячмень, 6,8% – зернобобовые. Доля посевов под технические культуры составляет 18,8% (пресс-релиз Управления Федеральной службы государственной статистики по Северо-Кавказскому федеральному округу).

В посевах сельскохозяйственных культур насчитывается около 400 видов сорно-полевых растений. При этом для каждой почвенно-климатической зоны характерна своеобразная сорная растительность.

Для зоны неустойчивого увлажнения характерны такие виды, как амброзия полыннолистная, просо куриное, горец почечуйный, василек синий, дымянка Шлейхера, щирица запрокинутая, дескурения Софии, подмаренник цепкий и другие.

К сорнякам, произрастающим во всех зонах Ставропольского края, относятся такие виды, как гречишка вьюнковая, горчица полевая, марь белая, дивала однолетняя, виды щетинников, дурнишник калифорнийский, гулявник Лёзеля, липучка обыкновенная, ярутка полевая, вьюнок полевой, бодяк полевой, свинорой пальчатый, пырей ползучий (Дорожко и др., 2011).

Сорные растения в значительной мере снижают урожайность сельскохозяйственных культур (в 1,5–2 раза) путем конкуренции с ними за воду, солнечный свет и питательные вещества. Также сорная растительность оказывает негативное влияние на качество урожая. На сильно засоренных полях в зерне пшеницы уменьшается количество белка, в семенах масличных культур – масла, в корнеплодах сахарной свеклы – сахара. Сорняки затеняют сельхозкультуры, вызывают их полегание, снижают температуру почвы, потребляют воду и питательные вещества у произрастающих рядом культурных растений, а также создают благоприятные условия для развития вредителей и болезней. С сорняков многие вредители переходят на культурные растения, повреждают их и тем самым значительно снижают их урожай. Сорные растения затрудняют и усложняют уход за сельскохозяйственными посевами, засоряют шерсть животных своими семенами, что приводит к дальнейшему распространению сорняков. При уборке зерновых культур с засоренных полей повышается влажность зерна, что осложняет его очистку и хранение. Семена многих сорняков (костер ржаной,

Key words. Quarantine weeds, quarantine species, *Ambrosia artemisiifolia*, harmfulness, seeds, outbreak.

INTRODUCTION

The main agricultural crops in Stavropol Krai are cereals and leguminous crops (including corn), which account for 77.4%, including 57.7% of wheat, 7.7% of barley, and 6.8% of leguminous crops. The share of crops under technical crops is 18.8% (press release of the Department of the Federal State Statistics Service for the North Caucasus Federal District).

There are about 400 species of weed-field plants in crops. At the same time, each soil and climatic zone is characterized by a specific weed vegetation.

The unstable moisture zone is characterized by such species as *Ambrosia artemisiifolia*, *Echinochloa crus-galli*, *Persicaria maculosa*, *Centaurea cyanus*, *Fumaria schleicheri*, *Amaranthus retroflexus*, *Descurainia sophia*, *Galium aparine*, etc.

Weeds growing in all zones of Stavropol Krai include such species as *Fallopia convolvulus*, *Sinapis arvensis*, *Chenopodium album*, *Scleranthus annuus*, *Setaria* spp., *Xanthium californicum*, *Sisymbrium loeselii*, *Lappula squarrosa*, *Thlaspi arvense*, *Convolvulus arvensis*, *Cirsium arvense*, *Cynodon dactylon*, *Elytrigia repens* (Dorozhko et al., 2011).

Weeds significantly reduce crop yields (1.5–2 times) by competing with them for water, sunlight and nutrients. Also weed vegetation has a negative impact on crop quality. In heavily weedy fields, the amount of protein in wheat grain, oil in oilseeds, and sugar in sugar beet roots decreases. Weeds shade agricultural crops, cause their lodging, reduce soil temperature, consume water and nutrients from nearby cultivated plants, and create favorable conditions for the development of pests and diseases. From weeds, many pests move to cultivated plants, damaging them and thus significantly reducing their yield. Weeds complicate the care of agricultural crops, contaminate animal hair with their seeds, which leads to further spread of weeds. When harvesting grain crops from weedy fields, grain moisture increases, which complicates its cleaning and storage. Seeds of many weeds (*Bromus secalinus*, *Thlaspi arvense* and others), which got into commercial grain, worsen its quality. The most significant pathway for quarantine weed seeds and fruits into new regions is anthropogenic, and the first place here is occupied by transportation of contaminated regulated articles, weed seeds in which get during harvesting from contaminated fields.

Some weeds, including their seeds, contain alkaloids that can cause poisoning in humans and animals. For example, *Convolvulus arvensis* L. contains poisonous alkaloids – convolvine, convolamine (Volkova et al., 2007).

ярутка полевая и другие), попавшие в товарное зерно, ухудшают его качество. Наиболее значимый путь заноса семян и плодов карантинных сорных растений в новые регионы – антропогенный, и первое место здесь занимают перевозки засоренной подкарантинной продукции, семена сорняков в которую попадают при уборке урожая с засоренных полей.

Некоторые сорные растения, в том числе и их семена, содержат алкалоиды, которые могут вызывать отравления людей и животных. Например, вьюнок полевой *Convolvulus arvensis* L. содержит ядовитые алкалоиды – конвольвин, конволамин (Волкова и др., 2007).

Пыльца отдельных сорных растений, например амброзии полыннолистной *Ambrosia artemisiifolia* L., может вызывать аллергическую реакцию у людей. Наличие в муке даже незначительного количества размолотых семян таких сорняков, как куколь обыкновенный, плевел опьяняющий, горчак розовый, превращает ее в продукт, непригодный для употребления человеком и животными вследствие содержания вредных для организма соединений. Лютик едкий, хвощ полевой, горчак розовый и некоторые другие ядовитые растения резко снижают качество сена, продуктивность пастбищ и могут вызывать отравления животных. Донник желтый, полынь горькая и другие сорняки придают горький привкус молоку и даже маслу, приготовленному из такого молока. Зерна костра ржаного, размолотого вместе с зернами ржи, вызывают быстрое очерствение хлеба. Марь белая, головки полыни, зеленые листья донника затрудняют обмолот хлебной массы, повышают влажность вымолоченного зерна, что провоцирует дополнительные затраты на просушку и очистку вороха (зерновой массы). На засоренных посевах у подсолнечника, пшеницы, овса, проса резко снижается содержание масла, белка, а у проса, овса, подсолнечника увеличивается лузжистость. В новые регионы, удаленные на значительные расстояния от имеющихся очагов, семена сорняков могут быть занесены с подкарантинной продукцией (Волкова и др., 2007).

Наиболее часто встречающимся карантинным злостным сорняком является амброзия полыннолистная. Данный вид образует плотные скопления или преобладающие популяции. Может отрастать после 4–5 скашиваний. Корневая система развивается быстрее, чем надземная часть: за 2 месяца вегетации достигает глубины 1 м (Zhenghao, Le, 2017). Способность к ветвлению сохраняется после подкашивания. Наиболее благоприятные условия для развития сорняка создаются в пропашных культурах, особенно весной и в первую половину лета, а также по жнивью после уборки зерновых культур и на необрабатываемых обочинах полей, дорог, в изреженных лесополосах (Баздырев и др., 2000; Баздырев и др., 1993). Является индикатором нарушенных земель, то есть растением, которому трудно конкурировать с местными растениями в устоявшихся биоценозах, но которое хорошо развивается на стройках, свалках, пустошах, обочинах дорог.

На засоренных амброзией полях стремительно падает производительность сельскохозяйственной

Pollen from individual weeds, e. g. *Ambrosia artemisiifolia* L., can cause allergic reactions in humans. The presence in flour of even small amounts of ground weed seeds such as *Agrostemma githago*, *Lolium temulentum*, *Rhaponticum repens*, turns it into a product unsuitable for human and animal consumption due to the content of compounds harmful to the organism. *Ranunculus acris*, *Equisetum arvense*, *Rhaponticum repens* and some other poisonous plants sharply reduce the quality of hay, pasture productivity and can cause toxication of animals. *Melilotus officinalis*, *Artemisia absinthium* and other weeds give a bitter flavor to milk and even butter made from such milk. Bromus secalinus seeds ground together with rye grains cause the bread to go stale quickly. *Chenopodium album*, *Artemisia* heads, *Melilotus* green leaves complicate threshing of bread mass, increase moisture content of threshed grain, which provokes additional expenses for drying and cleaning of pile (grain mass). The oil and protein content of sunflower, wheat, oats, millet sharply decreases, and huskness increases in millet, oats, sunflower on weedy crops. Weed seeds can be introduced into new regions, which are far away from existing outbreaks, with regulated articles (Volkova et al, 2007).

The most frequently occurring quarantine noxious weed is *Ambrosia artemisiifolia*. This species forms dense clusters or dominant populations. It can regrow after 4–5 mowings. The root system develops faster than the aboveground part: it reaches a depth of 1 m in 2 months of vegetation (Zhenghao, Le, 2017). The ability to branching is retained after mowing. The most favorable conditions for the development of the weed are created in row crops, especially in spring and in the first half of summer, as well as along the stubble after harvesting grain crops and on untreated roadsides of fields, roads, in thinned forest belts (Bazdyrev et al., 2000; Bazdyrev et al., 1993). It is an indicator of disturbed lands, i. e. a plant that finds it difficult to compete with native plants in established biocenoses, but which develops well on construction sites, dumps, wastelands, roadsides.

In fields infested with *Ambrosia*, the productivity of agricultural machinery drops rapidly, the quality of field work deteriorates and harvesting becomes more difficult. In the first years in meadows and pastures, this weed displaces cereal-legume grasses and sharply reduces the fodder quality of hay.

In the Russian Federation, *Ambrosia artemisiifolia* was first detected in 1918 by botanist S.G. Kolmakov near Stavropol on the territory of the Stavropol Agricultural Experimental Station along the railroad track.

At present, *Ambrosia artemisiifolia* is widespread in all districts of the region. From the territory of southern Russia this weed is gradually spreading to the north, and due to the sharp warming of climate and prolonged warm autumn there is a complete maturation of *Ambrosia artemisiifolia* (Horst, Joachim, 2004) in the areas of the middle belt of Russia.

Ambrosia absorbs a large amount of nutrients from the soil, is the main competitor of cultivated plants in the use of moisture, complicates harvesting, and clogs pastures. *Ambrosia* is especially dangerous for human

техники, ухудшается качество полевых работ и затрудняется уборка урожая. В первые годы на лугах и пастбищах этот сорняк вытесняет злаково-бобовые травы и резко снижает кормовые качества сена.

В Российской Федерации амброзия полыннолистная впервые была обнаружена в 1918 г. ботаником С.Г. Колмаковым вблизи Ставрополя на территории Ставропольской сельскохозяйственной опытной станции вдоль железнодорожной ветки.

В настоящее время в крае амброзия полыннолистная распространена во всех районах. С территории юга России этот сорняк постепенно распространяется на север, а в связи с резким потеплением климата и с продолжительной теплой осенью наблюдается полное вызревание семян амброзии полыннолистной (Хорст, Йоахим, 2004) в районах средней полосы России.

Амброзия вбирает большое количество питательных веществ из почвы, является главным конкурентом культурных растений в использовании влаги, затрудняет уборку урожая, засоряет пастбища. Особую опасность амброзия представляет для здоровья людей. Во время цветения она образует огромное количество пыльцы, являясь сильнейшим аллергеном; разносится с ветром на десятки километров, поднимаясь в высоту до 5000 метров. Многократное вдыхание пыльцы вызывает заболевание аллергией со следующими симптомами: повышение температуры, слезотечение, конъюнктивит, ухудшение зрения, в тяжелых случаях – отек легких (Хорст, Йоахим, 2004; Трухачев и др., 2006; Буданцев, 2012).

Зерно с наличием плодов амброзии является менее конкурентоспособным, и это снижает экспортный потенциал России (Данкверт и др., 2009).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Выделение семян сорных растений из образцов подкарантинной продукции осуществлялось путем механического разделения частей образца на фракции на разборной доске с помощью лабораторных сит, размер ячеек которых составил 0,1–5 мм (производство Россия), с последующим просмотром частей образца с помощью бинокулярной лупы с увеличением х 2,5 ЛБН-2,5 (АО «КОМЗ», Россия), а также стереомикроскопа Zeiss Stemi 2000-C (Carl Zeiss Microscopy GmbH, Германия).

Обнаруженные семена сорных растений идентифицировались согласно нормативным документам, разработанным и утвержденным ФГБУ «ВНИИКР», – МР и СТО, валидированным по методам выявления и идентификации сорных растений, а также согласно Руководству по энтомологической, микологической, гельминтологической и гербологической экспертизе 57-2011 ВНИИКР, с применением стандартных образцов семян и плодов сорных растений, а также с помощью Определителя семян и плодов сорных растений (Майсурян, Атабекова, 1978).

Вся растительная продукция, производимая аграриями, считается подкарантинной и подлежит обязательной проверке на фитосанитарную безопасность. Чтобы произведенное зерно можно было экспортировать из Российской

health. During flowering it forms a huge amount of pollen, being the strongest allergen; it is carried by the wind for tens of kilometers, rising to a height of 5000 meters. Repeated inhalation of pollen causes allergy with the following symptoms: fever, lacrimation, conjunctivitis, visual impairment, and in severe cases, pulmonary edema (Horst and Joachim, 2004; Trukhachev et al., 2006; Budantsev, 2012).

Grain with the presence of *Ambrosia* fruit is less competitive and this reduces Russia's export potential (Dankvert et al., 2009).

MATERIALS AND METHODS

Separation of weed seeds from the samples of regulated articles was carried out by mechanical separation of the sample parts into fractions on a special board with the help of laboratory sieves, the mesh size of which was 0.1–5 mm (production of Russia), with subsequent viewing of the sample parts with the help of binocular loupe with magnification x 2.5 LBN-2.5 (JSC "KOMZ", Russia), as well as stereomicroscope Zeiss Stemi 2000-C (Carl Zeiss Microscopy GmbH, Germany).

Detected weed plant seeds were identified according to normative documents developed and approved by FGBU "VNIIKR" – MR and STO, validated on methods of detection and identification of weed plants, as well as according to the Guidelines for entomological, mycological, helminthological and herbological expertise 57-2011 of VNIIKR, using standard samples of seeds and fruits of weed plants, as well as using the Seed and Fruit Identifier (Maysuryan, Atabekova, 1978).

All plant products made by agrarians are considered regulated and are subject to mandatory phytosanitary safety testing. In order for the grain produced to be exported from or sold in the Russian Federation, it must be free of quarantine weeds. In 2023 the Pyatigorsk branch of FGBU "VNIIKR" received 436 samples of regulated articles from Alexandrovsky and Novoselitsky districts (see table) of 2023 harvest for herbological research, which are sent for export, as well as to other regions of the Russian Federation. 291 samples were food products and 145 samples were seed products, of which 140 were winter wheat seeds and the remaining 5 samples were winter barley seeds for sowing.

As a result of analysis of wheat and barley seed products, weed fruits and seeds were not detected. The maximum permissible amount of weed seeds in original wheat and barley seeds is 3 pcs./1 kg (GOST R 52325-2005). The absence of weed impurity can be explained, among other things, by preliminary qualitative post-harvest mechanical cleaning.

In regulated articles intended for food purposes, weed seeds were detected in 264 samples out of 291, which amounted to 91% of detections. The highest number of detections was observed in samples of food peas, flax, sunflower, wheat.

In regulated grain and technical products 14 species of weed seeds were detected (see Table).

In food peas, the most frequently occurring weed was *Cirsium arvense* (L.) Scop. (see Fig. 1a, 1b), detected

Таблица. Частота встречаемости различных видов семян и плодов сорных растений в подкарантинной продукции

Table. Frequency of occurrence of different weed seeds and fruits in regulated articles

Подкарантинная продукция (зерно, семена) на продовольственные цели Regulated articles (grain, seeds) for food purposes	Кол-во образцов Sample number всего total	с выявлениями with detections	Обнаружений в % Detections %	Вьюнок полевой *Convolvulus arvensis* L.	Подмаренник цепкий *Galium aparine* L.	Эгилопс цилиндрический *Aegilops cylindrica* Host	Горчица полевая *Sinapis arvensis* L.	Марь белая *Chenopodium album* L.	Просо куриное *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.	Гречишка вьюнковая *Fallopia convolvulus* (L.) A. Löve	Щирица запрокинутая *Amaranthus retroflexus* L.	Овес пустой *Avena fatua* L.	Амброзия полынолистная *Ambrosia artemisiifolia* L.	Мачок рогатый *Glaucium corniculatum* (L.) Rudolph	Мак самосейка *Papaver rhoeas* L.	Бодяк полевой *Cirsium arvense* (L.) Scop.	Василек синий *Centaurea cyanus* L.
Кукуруза Corn	45	30	67	0	0	0	0	30	1	0	10	0	0	0	0	0	0
Пшеница Wheat	134	127	95	69	72	18	7	2	0	21	0	23	0	0	0	0	2
Горох Peas	56	56	100	9	0	0	0	0	0	44	0	51	0	0	0	55	6
Ячмень Barley	14	12	86	1	0	0	0	0	0	5	0	11	0	0	0	0	0
Лен Flax	7	7	100	4	6	0	0	1	0	3	1	3	0	0	0	0	3
Подсолнечник Sunflower	29	29	100	0	0	0	0	26	0	0	18	0	29	0	0	0	0
Рапс Rapeseed	6	3	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0
ИТОГО TOTAL	291	264		83	78	18	7	48	1	73	29	88	29	1	2	55	11

Федерации или продавать на ее территории, в нем не должно быть карантинных сорных организмов. В 2023 г. в Пятигорский филиал ФГБУ «ВНИИКР» на гербологические исследования поступило 436 образцов подкарантинной продукции из Александровского и Новоселицкого районов (см. таблицу) урожая 2023 г., отправляемой на экспорт, а также в другие регионы Российской Федерации. 291 образец – продукция на продовольственные цели, а 145 – семеноводческая продукция, из которой 140 – семена озимой пшеницы, остальные 5 образцов – семена озимого ячменя для посева.

В результате анализа семенной продукции пшеницы и ячменя плоды и семена сорных растений не обнаружены. Предельно допустимое количество семян сорных растений в оригинальных семенах пшеницы и ячменя составляет 3 шт./1 кг (ГОСТ Р 52325-2005). Отсутствие сорной примеси может быть объяснено в том числе и проведением предварительной качественной послеуборочной механической очистки.

В подкарантинной продукции, предназначенной на продовольственные цели, выявлены семена сорняков в 264 образцах из 291, что составило 91% обнаружений. Наибольшее число выявлений отмечалось в образцах продовольственного гороха, льна, подсолнечника, пшеницы.

В подкарантинной зерновой и технической продукции выявлено 14 видов семян сорных растений (см. таблицу).

В горохе продовольственном наиболее часто встречаемым сорняком являлся бодяк полевой *Cirsium arvense* (L.) Scop. (см. рис. 1а, 1b), выявленный в 55 образцах из 56 проанализированных, а также овес пустой *Avena fatua* L. – в 51 образце и гречишка вьюнковая *Fallopia convolvulus* (L.) A. Löve – в 44 образцах.

В пшенице продовольственной вьюнок полевой *Convolvulus arvensis* L. встречался в 69 образцах из 134 проанализированных, а подмаренник цепкий *Galium aparine* L. – в 72 образцах (см. рис. 2). Засоренность плодами-орешками подмаренника составляла более 100 семян в 1 образце массой 1 кг. В 18 образцах пшеницы продовольственной, экспортируемой в Республику Армению, обнаружен эгилопс цилиндрический *Aegilops cylindrica* Host (см. рис. 3), по форме и размеру мало отличимый от семян зерновых культур. В отдельных образцах встречалась горчица полевая *Sinapis arvensis* L., марь белая *Chenopodium album* L. и василек синий *Centaurea cyanus* L. (см. рис. 4).

Марь белую *Chenopodium album* L. и щирицу запрокинутую *Amaranthus retroflexus* L. наиболее часто обнаруживали в подкарантинной товарной продукции пропашных культур – кукурузы и подсолнечника. Из 45 проанализированных образцов продовольственной кукурузы в 30 обнаружена марь белая, а в 10 – щирица запрокинутая. Из 29 образцов товарного подсолнечника марь белая и щирица запрокинутая обнаружены в 26 и 18 образцах соответственно.

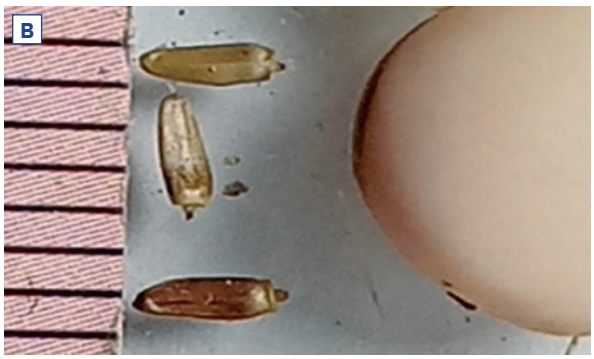


Рис. 1. Плоды бодяка полевого *Cirsium arvense* (L.) Scop. в товарном горохе (фото М.П. Чаплыгина)

Fig. 1. Fruits of *Cirsium arvense* (L.) Scop. in commercial peas (photos by M.P. Chaplygin)

in 55 samples out of 56 analyzed, as well as *Avena fatua* L. – in 51 samples and *Fallopia convolvulus* (L.) A. Löve – in 44 samples.

In food wheat, *Convolvulus arvensis* L. was detected in 69 samples out of 134 analyzed, and *Galium aparine* L. – in 72 samples (see Fig. 2). Fruit-nut infestation by *Galium aparine* was over 100 seeds per 1 sample of 1 kg. In 18 samples of food wheat exported to the Republic of Armenia there was detected *Aegilops cylindrica* Host (see Fig. 3), in shape and size hardly distinguishable from the seeds of cereal crops. In some samples there was *Sinapis arvensis* L., *Chenopodium album* L. and *Centaurea cyanus* L. (see Fig. 4).

Chenopodium album L. and *Amaranthus retroflexus* L. were most detected in regulated articles of row crops – corn and sunflowers. Out of 45 analyzed samples of food corn, 30 samples contained *Chenopodium album*, while 10 – *Amaranthus retroflexus*. Out of 29 samples of commercial sunflower, *Chenopodium album* L. and *Amaranthus retroflexus* L. were detected in 26 and 18 samples respectively.

The quarantine species, *Ambrosia artemisiifolia* L., was detected in all 29 samples of commercial sunflower (see Fig. 5). One of the main reasons for this is the late harvesting of this crop, which coincides with the maturity of *Ambrosia artemisiifolia* L.

CONCLUSION

As a result of herbological studies of regulated article samples from Alexandrovsky and Novoselitsky

Рис. 2. Орешки подмаренника цепкого *Galium aparine* L. в товарной пшенице (фото М.П. Чаплыгина)

Fig. 2. *Galium aparine* L. nuts in commercial wheat (photo by M.P. Chaplygin)

Рис. 3. Колоски эгилопса цилиндрического *Aegilops cylindrica* Host в товарной пшенице (фото М.П. Чаплыгина)

Fig. 3. *Aegilops cylindrica* Host spikelets in commercial wheat (photo by M.P. Chaplygin)

Рис. 4. Плоды-семянки василька синего *Centaurea cyanus* L. в товарной пшенице (фото М.П. Чаплыгина)

Fig. 4. *Centaurea cyanus* L. achene fruits in commercial wheat (photo by M.P. Chaplygin)

Рис. 5. Плоды амброзии полыннолистной *Ambrosia artemisiifolia* L. в семенах подсолнечника (фото М.П. Чаплыгина)

Fig. 5. *Ambrosia artemisiifolia* L. fruits in sunflower seeds (photo by M.P. Chaplygin)

Карантинный вид – амброзия полыннолистная *Ambrosia artemisiifolia* L. – встречалась во всех 29 образцах продовольственного подсолнечника (см. рис. 5). Одной из основных причин этого является поздняя уборка данной культуры, совпадающая со сроками созревания амброзии полыннолистной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате гербологических исследований образцов подкарантинной продукции из Александровского и Новоселицкого районов Ставропольского края, проведенных в 2023 г., установлено следующее:

1) наибольшая засоренность отмечалась в образцах зернобобовых и масличных культур – гороха, пшеницы и подсолнечника;

2) наиболее часто в исследованной продукции встречались плоды овса пустого и подмаренника цепкого, а также семена вьюнка полевого;

3) в 291 образце проанализированной зерновой подкарантинной продукции в 29 случаях выявлены плоды амброзии полыннолистной – карантинного объекта;

4) семенной материал пшеницы и ячменя соответствует требованиям, предъявляемым к семенному материалу, в части содержания семян сорных растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баздырев Г.И. Сорные растения и меры борьбы с ними в современном земледелии. Учебное пособие для вузов. М.: МСХА, 1993, 242 с. ISBN 5-7230-0196-5.

2. Волкова Е.М., Данкверт С.А., Маслов М.И., Магомедов У.Ш. Атлас плодов и семян сорных

districts of Stavropol Krai, conducted in 2023, the following was established:

1) the highest contamination was observed in samples of grain legumes and oilseed crops – peas, wheat and sunflower;

2) in the studied products, the most frequently detected were *Avena fatua* and *Galium aparine* fruits, as well as *Convolvulus arvensis* seeds;

3) in 291 samples of analyzed regulated grain products, in 29 cases *Ambrosia artemisiifolia* fruits (quarantine object) were detected;

4) wheat and barley seed material meets the requirements for seed material in terms of weed seeds content.

REFERENCES

1. Bazdyrev G.I. Weeds and control measures in modern agriculture [Sornyye rasteniya i mery bor'by s nimi v sovremennom zemledelii. Uchebnoye posobiye dlya vuzov]. Textbook for universities. M.: MSHA, 1993, 242 c. ISBN 5-7230-0196-5. (In Russ.)

2. Volkova E.M., Dankvert S.A., Maslov M.I., Magomedov U.Sh. Atlas of fruits and seeds of weeds and poisonous plants that contaminate regulated products [Atlas plodov i semyan sornykh i yadovitykh rasteniy, zasoryayushchikh podkarantinnuyu produktsiyu]. M.: Partnership of scientific publications KMK, 2007, 301 p. (In Russ.)

3. GOST R 52325-2005 "Seeds of agricultural plants. Varietal and sowing qualities. General technical conditions". M.: Standartinform, 2009. (In Russ.)

и ядовитых растений, засоряющих подкарантинную продукцию. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2007, 301 с.

3. ГОСТ Р 52325-2005 «Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия». М.: Стандартинформ, 2009.

4. Данкверт С.А., Маслов М.И., Магомедов У.Ш., Мордкович Я.Б. Вредные организмы, имеющие карантинное фитосанитарное значение для Российской Федерации: справочник. Воронеж: Научная книга, 2009, 449 с.

5. Земледелие. Учебник для вузов / Г.И. Баздырев, В.Г. Лошаков, А.И. Пупонин и др. М.: Издательство «Колос», 2000. 551 с.

6. Земледелие Ставрополья: учебное пособие / Г.Р. Дорожко, В. М. Пенчуков, В.М. Передериева и др. Ставрополь: АГРУС, 2011, 288 с.

7. Майсурян Н.А., Атабекова А.И. Определитель семян и плодов сорных растений. М.: Колос, 1978, 288 с.

8. Растительные ресурсы России / Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Том 5. Семейства Asteraceae (Compositae). Часть 1. Роды *Achillea-Doronicum* / Отв. ред. Ф.Л. Буданцев. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012, 317 с.

9. Трухачев В.И., Дорожко Г.Р., Дударь Ю.А. Сорные, лекарственные и ядовитые растения (альбом антропофитов). Ставрополь: АГРУС, 2006, 264 с.

10. Хорст К., Йоахим Ф. Сорные растения, распространение и вредоносность, определение видов. Лимбургерхоф: Ландвиртшафтсферлаг Мюнстер-Хилтруп и БАСФ АГ, 2004, 261 с.

11. Zhenghao Xu, Le Chang. Identification and Control of Common Weeds. Volume 3. Singapore: Springer Singapore, 2017, 963 p.

12. Посевные площади Ставропольского края / Пресс-релиз № 72 от 16 августа 2022 г., Управление Федеральной службы государственной статистики по Северо-Кавказскому федеральному округу. URL: https://26.rosstat.gov.ru/ (дата обращения: 10.01.2024).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Чаплыгин Максим Петрович, кандидат биологических наук, агроном органа инспекции, младший научный сотрудник Пятигорского филиала ФГБУ «ВНИИКР», г. Пятигорск, Ставропольский край, Россия; *e-mail: tchaplygin@mail.ru.*

Гусейнбеков Азамат Юсупович, директор Пятигорского филиала ФГБУ «ВНИИКР», г. Пятигорск, Ставропольский край, Россия; *e-mail: azamat_guseinbek33@mail.ru.*

Петина Вера Васильевна, ведущий агроном – технический директор органа инспекции, старший научный сотрудник Пятигорского филиала ФГБУ «ВНИИКР», г. Пятигорск, Ставропольский край, Россия; *e-mail: v-petina111260@mail.ru.*

4. Dankvert S.A., Maslov M.I., Magomedov U.Sh., Mordkovich Ya.B. Pests of quarantine phytosanitary significance for the Russian Federation: reference book [Vrednyye organizmy, imeyushchiye karantinnoye fitosanitarnoye znacheniye dlya Rossiyskoy Federatsii: spravochnik]. Voronezh: Scientific book, 2009, 449 p. (In Russ.)

5. Agriculture. Textbook for universities [Zemledeliye. Uchebnik dlya vuzov] / G.I. Bazdyrev, V.G. Loshakov, A.I. Puponin et al. M.: Kolos Publishing House, 2000. 551 p. (In Russ.)

6. Agriculture of Stavropol Krai: textbook [Zemledeliye Stavropolya: uchebnoye posobiye] / G.R. Dorozhko, V.M. Penchukov, V.M. Perederieva and others. Stavropol: AGRUS, 2011, 288 p. (In Russ.)

7. Maysuryan N.A., Atabekova A.I. Identification key to weed seeds and fruits [Opredelitel' semyan i plodov sornykh rasteniy]. M.: Kolos, 1978, 288 p. (In Russ.)

8. Plant resources of Russia [Rastitelnyye resursy Rossii] / Wild flowering plants, their component composition and biological activity. Volume 5. Families Asteraceae (Compositae). Part 1. Genera *Achillea-Doronicum* / Rep. ed. F.L. Budantsev. M.: Partnership of scientific publications KMK, 2012, 317 p. (In Russ.)

9. Trukhachev V.I., Dorozhko G.R., Dudar Yu.A. Weeds, medicinal and poisonous plants (album of anthropophytes) [Sornyye, lekarstvennyye i yadovityye rasteniya (al'bom antropofitov)]. Stavropol: AGRUS, 2006, 264 p. (In Russ.)

10. Horst K., Joachim F. Weeds, distribution and harmfulness, identification of species [Sornyye rasteniya, rasprostraneniye i vredonosnost', opredeleniye vidov]. Limburgerhof: Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup and BASF AG, 2004, 261 p.

11. Zhenghao Xu, Le Chang. Identification and Control of Common Weeds. Volume 3. Singapore: Springer Singapore, 2017, 963 p.

12. Cultivated areas of Stavropol Krai / Press release No. 72 dated August 16, 2022, Office of the Federal State Statistics Service for the North Caucasus Federal District. URL: https://26.rosstat.gov.ru/ (last accessed: 10.01.2024).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Maksim Chaplygin, PhD in Biology, Agronomist of the inspection body, Junior Researcher, Pyatigorsk branch of FGBU "VNIIKR", Pyatigorsk, Stavropol Krai, Russia; *e-mail: tchaplygin@mail.ru.*

Azamat Guseinbekov, Director, Pyatigorsk branch of FGBU "VNIIKR", Pyatigorsk, Stavropol Krai, Russia; *e-mail: azamat_guseinbek33@mail.ru.*

Vera Petina, Leading Agronomist – Technical Director of the inspection body, Senior Researcher, Pyatigorsk branch of FGBU "VNIIKR", Pyatigorsk, Stavropol Krai, Russia; *e-mail: v-petina111260@mail.ru.*

К 120-летию со дня рождения А.А. Варшаловича

Александр Александрович Варшалович работал в Ленинградской карантинной лаборатории, был ведущим энтомологом Советского Союза и одним из организаторов карантинной службы в нашей стране.

Он первым ознакомил специалистов карантинной службы с капровым жуком, издав работу «Капровый жук – опаснейший вредитель продуктов запаса», в которой описал пути проникновения вредителя в нашу страну, его вредоносность, фазы развития, морфологию жуков и личинок и меры борьбы с ними. Благодаря этой работе были выявлены очаги капрового жука в Курске на складе кондитерской фабрики; в Ставропольском крае на Незлобненском хлебокомбинате; в Туркмении, Казахстане и Узбекистане на складах хлебопродуктов.

Александр Александрович является автором основополагающих научных работ в области карантина растений. В основу справочника «Определитель карантинных и других опасных вредителей сырья, продуктов запаса и посевного материала» положены две работы Александра Александровича: «Карантинные и другие виды жуков – вредителей промышленного сырья и продовольственных запасов» (1975 г.) и «Гусеницы бабочек, встречающиеся при экспертизе подкарантинных материалов» (1978 г.). Эти работы были изданы при жизни автора и переизданы в 1999 г. во Всероссийском центре карантина растений (ФГБУ «ВНИИКР»). Печатные труды А.А. Варшаловича давно стали библиографической редкостью.

«Руководство по досмотру и экспертизе растительных и других подкарантинных материалов» служит настольной книгой для энтомологов при проведении карантинной фитосанитарной экспертизы.

Александр Александрович Варшалович (1904–1975)

Александр Александрович разработал и внедрил в практику карантинных фитосанитарных лабораторий рентгенографию как метод выявления скрытой зараженности семян карантинными и другими опасными вредителями.

А.А. Варшалович был одним из наиболее авторитетных энтомологов мира, специалистом в области карантинных и других опасных вредителей. Его научные работы не утратили своей актуальности и в настоящее время.

Я.Б. Мордкович,
ведущий научный сотрудник ФГБУ «ВНИИКР»,
ветеран карантинной службы

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 достойное 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. о. Раменский, 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 EUPHRESCO 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
- 17 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. о. Раменский, р. п. Быково,
ул. Пограничная, д. 32

Тел./факс:
8 (499) 707-22-27

e-mail: vniikr@fsvps.gov.ru
http://www.vniikr.ru