

ФИТОСАНИТАРИЯ. КАРАНТИН РАСТЕНИЙ

PLANT HEALTH AND QUARANTINE

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

Русско-английский научный журнал

Июнь № 2 (19) 2024

СТАТЬЯ НОМЕРА:

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ДОКЛАД
о карантинном фитосанитарном
состоянии территории
Российской Федерации
в 2023 году

2



Плодовые
долгоносики
рода *Anthonomus*
Germar 17

Редакционная коллегия Editorial board

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

СОЛОВЬЕВ А.А. – доктор биологических наук, профессор, профессор РАН, заместитель директора ФГБУ «ВНИИР»,
e-mail: solovievaa@vniir.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 МККЭР, 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, заведующий лабораторией фитопаразитологии, Центр паразитологии ИПЭЭ РАН 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.-У. – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой защиты растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

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

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

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

РЕДАКЦИЯ:

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

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

ЗАРУДНАЯ С.А. – редактор-корректор

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

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

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

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

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

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

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

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 “VNIIR”,
e-mail: solovievaa@vniir.ru

EDITORIAL BOARD:

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

V. I. DOLZHENKO – Member of the RAS, Professor, Doctor of Advanced Studies in Agriculture, Head of the Center for Pesticides Biological Regulation, Senior 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 Rosselkhoz nadzor, 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”, VNIISOK, 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 Immunodiagnosics Department of FGBNU “Lorch Potato Research Institute”, Kraskovo, Lyubertsy, Moscow Oblast, Russia

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

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

EDITORSHIP:

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

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

S. A. ZARUDNAIA – Copy Editor

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

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

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

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

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

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

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

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

МОНИТОРИНГ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ДОКЛАД о карантинном фитосанитарном состоянии территории Российской Федерации в 2023 году	2
--	---

МОРФОЛОГИЯ

О некоторых видах рода <i>Anthonomus</i> Germar (Coleoptera, Curculionidae), имеющих фитосанитарное значение для Российской Федерации КУРБАТОВ С.А., ЛОВЦОВА Ю.А.	On some species of the genus <i>Anthonomus</i> Germar (Coleoptera, Curculionidae) of phytosanitary importance for the Russian Federation SERGEY A. KURBATOV, JULIA A. LOVTSOVA	17
Культурально-морфологические особенности видов рода <i>Diaporthe</i> при фитосанитарных исследованиях растений рода <i>Vaccinium</i> КУЗНЕЦОВА А.А., ЦВЕТКОВА Ю.В., СИНКЕВИЧ О.В., КОСТИН Н.К.	Cultural and morphological features of <i>Diaporthe</i> spp. in phytosanitary diagnostics of <i>Vaccinium</i> plants ANNA A. KUZNETSOVA, YULIA V. TSVETKOVA, OLGA V. SINKEVICH, NIKITA K. KOSTIN	29

ДИАГНОСТИКА

Диагностика вируса мозаики пепино (PepMV) ЖИВАЕВА Т.С., ПРУЧКИНА М.А., ПРИХОДЬКО Ю.Н., ШНЕЙДЕР Ю.А., КАРИМОВА Е.В.	Diagnostics of Pepino mosaic virus (PepMV) TATIANA S. ZHIVAEVA, MARIA A. PRUCHKINA, YURI N. PRIKHODKO, YURI A. SHNEYDER, ELENA V. KARIMOVA	41
---	---	----

НАШИ ЭКСПЕДИЦИИ

Сбор герботологического материала в Гонконге КУЛАКОВА Ю.Ю., КУЛАКОВ В.Г.	Collection of herbological material in Hong Kong YULIANA YU. KULAKOVA, VITALY G. KULAKOV	53
---	---	----

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: Внешний вид жуков рода *Anthonomus* (фото С.А. Курбатова и Ю.А. Ловцовой)
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: 28.05.2024
Дата выхода в свет: 13.06.2024

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: Appearance of weevils of the genus *Anthonomus* (photo by S.A. Kurbatov and J.A. Lovtsova)
Design & Composition: Mariya Bondar
Establisher: FGBU VNIICR, 140150, Moskovskaya oblast, Urban district Ramensky, r. p. Bykovo, Pogranichnaya ulitsa, 32

Publisher: ООО "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: 28/05/2024
Issue date: 13/06/2024

Национальный доклад о карантинном фитосанитарном состоянии территории Российской Федерации в 2023 году



Ежегодно в соответствии с требованиями статьи 12 Федерального закона от 21.07.2014 № 206-ФЗ «О карантине растений» на основании данных мониторинга карантинного фитосанитарного состояния территории Российской Федерации Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор) подготавливает и публикует национальный доклад о карантинном фитосанитарном состоянии территории Российской Федерации.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ДОКЛАД СОДЕРЖИТ ИНФОРМАЦИЮ:

- 1) о распространении карантинных объектов по территории Российской Федерации;
- 2) об установлении карантинных фитосанитарных зон на территории Российской Федерации по каждому виду карантинного объекта;
- 3) об упразднении карантинных фитосанитарных зон на территории Российской Федерации по каждому виду карантинного объекта.

КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ И РАЗДЕЛЫ НАЦИОНАЛЬНОГО ДОКЛАДА:

Введение

Описана нормативно-правовая база к Национальному докладу о карантинном фитосанитарном состоянии территории Российской Федерации в 2023 году.

Приведены данные о фитосанитарном риске, связанном с импортируемыми в Российскую Федерацию партиями различной подкарантинной продукции и ручной кладью пассажиров. В продукции, импортированной из 60 стран, было выявлено 63 вида карантинных для Российской Федерации объектов в 10 927 случаях обнаружения. Показано, что наиболее высокий фитосанитарный риск связан с импортированием семян сельскохозяйственных растений и посадочного материала.

Раздел 1. Распространение карантинных объектов на территории Российской Федерации в 2023 году

Описана структура и изменения в Едином перечне карантинных объектов ЕАЭС. По состоянию на 31 декабря 2023 г. Единый перечень ЕАЭС включает в себя 249 карантинных объектов. На

территории Российской Федерации по состоянию на 31 декабря 2023 г. установлены карантинные фитосанитарные зоны по 56 карантинным объектам Единого перечня ЕАЭС - 27 видам насекомых, 9 видам сорных растений, 7 видам грибов, 6 видам бактерий и фитоплазм, 4 вирусам и 1 вириоду, 2 видам нематод.

Раздел 2. Установление карантинных фитосанитарных зон на территории Российской Федерации в 2023 году

Приведена краткая информация по 6 новым выявленным в 2023 году на территории Российской Федерации карантинным объектам, а также по новым установленным карантинным фитосанитарным зонам. Показаны изменения в количестве и суммарной площади карантинных фитосанитарных зон.

Представлена информация в табличном виде об установленных на территории Российской Федерации карантинных фитосанитарных зонах (по состоянию на 31 декабря 2023 г.) с указанием количества субъектов Российской Федерации, муниципальных районов/городских округов и площадей установленных карантинных фитосанитарных зон по каждому карантинному объекту.

Раздел 3. Упразднение карантинных фитосанитарных зон на территории Российской Федерации в 2023 году

Проведен анализ упраздненных карантинных фитосанитарных зон на территории Российской Федерации по видам карантинных вредных организмов и различных подкарантинных объектов.

Представлена информация в табличном виде об упраздненных на территории Российской Федерации карантинных фитосанитарных зонах (по состоянию на 31 декабря 2023 г.) с указанием количества субъектов Российской Федерации, муниципальных районов/городских округов и площадей упраздненных карантинных фитосанитарных зон по каждому карантинному объекту.

Заключение

Изложена общая оценка карантинного фитосанитарного состояния территории Российской Федерации по видам карантинных вредных организмов и различных подкарантинных объектов.

Вывод

Наиболее значимые фитосанитарные угрозы продовольственной безопасности страны и карантинному состоянию территории связаны с ввозом в страну различных видов подкарантинной продукции, особенно семян сельскохозяйственных растений и посадочного материала. В 2023 году при выполнении контрольных функций Россельхознадзором в импортируемой продукции было выявлено 63 вида карантинных объектов в 10 434 случаях.

На территории Российской Федерации по состоянию на 31 декабря 2023 г. установлены карантинные фитосанитарные зоны по 56 карантинным объектам, что составляет 22,5% общего числа карантинных объектов Единого перечня ЕАЭС.

В результате проведенных обследований и карантинного фитосанитарного мониторинга территории Российской Федерации в 2023 году выявлены новые очаги и установлены новые карантинные фитосанитарные зоны по 44 видам карантинных объектов.

По сравнению с 2022 годом количество распространенных на территории Российской Федерации карантинных объектов увеличилось на 6 видов: выявлен 1 вид вредителя (японская палочковидная щитовка), 2 вида бактерий (возбудители бактериального увядания (вилта) кукурузы и бактериальной пятнистости тыквенных культур), 2 вируса (вирус коричневой морщинистости плодов томата и тосповирус некротической пятнистости бальзамина) и 1 вириод (вириод веретеновидности клубней картофеля).

Наиболее распространенными по количеству и площадям установленных карантинных фитосанитарных зон являются 14 карантинных видов вредителей лесных и лесодекоративных культур. Среди данных видов наиболее распространены

следующие вредители леса: большой черный еловый усач, черный сосновый усач, малый черный еловый усач, сибирский шелкопряд, азиатский подвид непарного шелкопряда, черный крапчатый усач, черный бархатно-пятнистый усач.

Второй группой карантинных вредных объектов, выявленных на территории РФ, являются 9 видов сорных растений из них наиболее распространены амброзия полыннолистная, повилики, амброзия трехраздельная и горчак ползучий.

Всего в 2023 году упразднены 1 973 карантинные фитосанитарные зоны общей площадью 20 649,6 тыс. га.

В результате выявления новых очагов карантинных объектов и установления новых карантинных фитосанитарных зон, а также упразднения фитосанитарных зон после проведения мер по ликвидации популяций карантинных объектов в 2023 году по сравнению с 2022 годом увеличилась общая площадь карантинных зон по 37 видам, по 9 видам уменьшилась, а по 10 видам не изменилась.

На 31 декабря 2023 г. по сравнению с 2022 годом общее количество установленных карантинных фитосанитарных зон на территории Российской Федерации сократилось на 398 единиц, а общая их площадь уменьшилась на 9 695,8 тыс. га.

В целом карантинное фитосанитарное состояние Российской Федерации в результате применения карантинных фитосанитарных мер и мероприятий по локализации очагов и ликвидации популяций карантинных объектов имеет выраженную тенденцию к улучшению, что способствует повышению эффективности ведения сельского хозяйства и благоприятно отражается на наполнении внутреннего продовольственного рынка и развитии экспортного потенциала страны.

Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации
Федеральная служба по ветеринарному
и фитосанитарному надзору

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ДОКЛАД о карантинном фитосанитарном состоянии территории Российской Федерации в 2023 году

Москва
2024 год

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
РАЗДЕЛ 1. РАСПРОСТРАНЕНИЕ КАРАНТИННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2023 ГОДУ	5
РАЗДЕЛ 2. УСТАНОВЛЕНИЕ КАРАНТИННЫХ ФИТОСАНИТАРНЫХ ЗОН НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2023 ГОДУ	7
РАЗДЕЛ 3. УПРАЗДНЕНИЕ КАРАНТИННЫХ ФИТОСАНИТАРНЫХ ЗОН НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2023 ГОДУ	13
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	13



ВВЕДЕНИЕ

Национальный доклад о карантинном фитосанитарном состоянии территории Российской Федерации в 2023 году подготовлен Россельхознадзором в соответствии со статьей 12 Федерального закона «О карантине растений» (далее – Федеральный закон № 206-ФЗ) и содержит информацию о распространении карантинных объектов по территории Российской Федерации, об установлении и упразднении в 2023 году карантинных фитосанитарных зон по каждому ограниченно распространенному карантинному объекту.

В соответствии со статьей 2 Федерального закона № 206-ФЗ карантинное фитосанитарное состояние территории Российской Федерации – наличие или отсутствие на территории Российской

Федерации карантинных объектов, входящих в Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза, утвержденный Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 30 ноября 2016 г. № 158 «Об утверждении Единого перечня карантинных объектов Евразийского экономического союза» (далее – Единый перечень ЕАЭС).

Карантинные объекты – вредные организмы, отсутствующие или ограниченно распространенные на территории Российской Федерации и внесенные в Единый перечень ЕАЭС.

Информация о наличии или отсутствии карантинных объектов основывается на результатах карантинных фитосанитарных обследований и мониторинга карантинного фитосанитарного состояния территории Российской Федерации.

Порядок организации мониторинга карантинного фитосанитарного состояния территории

Российской Федерации утвержден приказом Минсельхоза России от 23 января 2018 г. № 23 «Об утверждении порядка организации мониторинга карантинного фитосанитарного состояния территории Российской Федерации» в соответствии с частью 2 статьи 10 Федерального закона № 206-ФЗ.

Мероприятия, направленные на предотвращение проникновения и распространения карантинных объектов на территории Российской Федерации, осуществляет Россельхознадзор, который в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 29 мая 2006 г. № 329 «Об официальной национальной организации по карантину и защите растений» является официальной национальной организацией по карантину и защите растений, ответственной за выполнение обязанностей, предусмотренных статьями IV Международной конвенции по карантину и защите растений, пересмотренный текст которой одобрен на 29-й сессии Конференции Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций в ноябре 1997 г.

Основным путем интродукции (проникновения, распространения и акклиматизации) карантинных вредных организмов на территорию Российской Федерации является импорт сельскохозяйственной продукции. При этом наиболее высокий фитосанитарный риск связан с импортированием семян сельскохозяйственных растений и посадочного материала. В 2023 году в результате выполнения Россельхознадзором контрольных (надзорных) функций при ввозе в страну различных видов подкарантинной продукции выявлены партии посадочного материала, зараженные бурой монилиозной гнилью (*Monilinia fructicola*), потивирусом шарки (оспы) слив (*Plum pox potyvirus*), западным цветочным трипсом (*Frankliniella occidentalis*), табачной белокрылкой (*Bemisia tabaci*), эхиотрипсом американским (*Echinothrips americanus*) и золотистой картофельной нематодой (*Globodera rostochiensis*). В 59 случаях в импортируемых на территорию Российской Федерации партиях семян сельскохозяйственных растений для посева (семена подсолнечника, кукурузы, редьки масличной, райграса, пшеницы мягкой, перца сладкого, свеклы сахарной и кормовой, гороха, ячменя, моркови, пшеницы яровой, сои, томатов, кабачков, арбуза, капусты цветной, цветочных культур и многолетних травянистых растений) происхождением из Австрии, Дании, Германии, Италии, Нидерландов, Франции, Чехии и других стран выявлено 10 видов карантинных объектов, включая такие патогенные виды как возбудитель бактериальной пятнистости тыквенных культур (*Acidovorax citrulli*), бензивир некротического пожелтения жилок свеклы (*Beet necrotic yellow vein benyvirus*), вириод веретеновидности клубней картофеля (*Potato spindle tuber viroid*), вирус коричневой морщинистости плодов томата (*Tomato brown rugose fruit virus*), фитопlasма *Candidatus Liberibacter solanacearum* (*Candidatus Liberibacter psyllaeus*), возбудитель

диплоидоза кукурузы (*Stenocarpella maydis*), возбудитель карликовой головни пшеницы (*Tilletia controversa*).

Кроме импортируемых товарных партий сельскохозяйственной продукции, проникновение карантинных объектов в Российскую Федерацию возможно также с подкарантинной продукцией в ручной клади пассажиров и с продовольственными запасами на судах. В 2023 году в багаже пассажиров, прибывших в Российскую Федерацию из 11 стран, Россельхознадзором выявлено 14 карантинных объектов в 490 случаях обнаружения, включая такие виды, как западный цветочный трипс, восточная плодовая муха, возбудитель бурой монилиозной гнили, зерновки рода *Callosobruchus* spp., картофельная моль, калифорнийская щитовка, красная померанцевая щитовка, повилики, средиземноморская плодовая муха, червец Комстока.

Всего в 2023 году Россельхознадзором проконтролировано более 11,1 млн. тонн и 2,5 млрд. штук различной импортируемой в страну подкарантинной продукции. При этом в партиях продукции, импортированной из 60 стран, выявлено 58 видов карантинных для Российской Федерации объектов в 10 929 случаях обнаружения.

Для предотвращения интродукции карантинных организмов на территорию Российской Федерации Россельхознадзор вынужден применять в качестве фитосанитарной меры запрет на ввоз в страну той или иной подкарантинной продукции. В 2023 году в связи с обнаружением во ввозимой продукции карантинных объектов Россельхознадзором приняты экстренные фитосанитарные меры и запрещен ввоз семенного и посадочного материала из 32 зарубежных питомников таких стран, как Франция, Канада, Германия, Израиль, Италия, Венгрия, США, Австрия, Чехия, Турция, Эстония, Сербия, Армения, Казахстан и Киргизия. Из-за систематических обнаружений в овощах и фруктах молдавского производства карантинных объектов, способных нанести многомиллиардный ущерб сельскохозяйственному производству Российской Федерации, Россельхознадзор ограничил ввоз данной растительной подкарантинной продукции из Молдавии.

Предотвращение проникновения и распространения карантинных объектов на территории Российской Федерации позволяет не допустить многомиллиардные потери от снижения урожайности и качества производимой в стране сельскохозяйственной продукции, увеличения объемов применяемых пестицидов, снизить затраты на ликвидацию очагов карантинных объектов, сохранить здоровье растений и экспортный потенциал сельскохозяйственной продукции страны.

РАЗДЕЛ 1. РАСПРОСТРАНЕНИЕ КАРАНТИННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2023 ГОДУ

С 1 июля 2017 г. на территории государств – членов Евразийского экономического союза (далее – ЕАЭС)

действует Единый перечень ЕАЭС, который сформирован и пересматривается на основании результатов анализа фитосанитарного риска, в рамках которого проводится научная оценка вероятности проникновения, акклиматизации и распространения вредных организмов на территории стран, а также оценивается экономическое воздействие на поражаемые культуры и вред окружающей среде.

По состоянию на 31 декабря 2023 г. Единый перечень ЕАЭС включает 249 карантинных объектов. В раздел I «Карантинные вредные организмы, отсутствующие на территории Евразийского экономического союза» Единого перечня ЕАЭС входит 192 вида вредных организмов, в раздел II «Карантинные вредные организмы, ограниченно распространенные на территории Евразийского экономического союза» – 57.

В 2023 году Единый перечень ЕАЭС дополнен одним видом. На основании результатов анализа фитосанитарного риска в раздел I «Карантинные вредные организмы, отсутствующие на территории Евразийского экономического союза» Единого перечня ЕАЭС внесен новый карантинный объект – калифорнийский щелкун (*Limonius californicus*), распространенный на североамериканском континенте на территории США и Канады. Данный вид является полифагом и наносит вред многим важным сельскохозяйственным культурам, таким как картофель, озимая и яровая пшеница, озимый и яровой ячмень, овес, рожь, кукуруза, морковь, ячмень, свекла обыкновенная, свекла сахарная, различные виды фасоли, горчица черная, арбуз, люцерна, сорго и другие. На полях, где распространен данный вредитель, наблюдается значительное снижение урожайности повреждаемых культур.

Возможным путем интродукции калифорнийского щелкуна на территорию Российской Федерации является ввоз зараженных корнеплодов и растений с корнями, а также с горшечными культурами.

Карантинные объекты Единого перечня ЕАЭС относятся к следующим таксономическим группам:

- насекомые и клещи – 141 вид;
- грибы – 37 видов;
- вирусы и виоиды – 23 вида;
- растения – 20 видов;
- бактерии и фитоплазмы – 16 видов;
- нематоды – 12 видов.

По состоянию на 31 декабря 2023 г. на территории Российской Федерации установлены карантинные фитосанитарные зоны по 56 карантинным объектам (22,5% общего числа карантинных объектов Единого перечня ЕАЭС), из них:

- 27 видов насекомых;
- 9 видов сорных растений;
- 7 видов грибов;
- 6 видов бактерий и фитоплазм;
- 4 вируса и 1 виоид;
- 2 вида нематод.

Насекомые – наиболее многочисленная группа вредных организмов Единого перечня ЕАЭС, выявленных на территории Российской Федерации. В 2023 году в результате проведенных карантинных фитосанитарных обследований был выявлен очаг ранее отсутствовавшего в стране вида – японской палочковидной щитовки (*Lopholeucaspis japonica*).

Для предотвращения фитосанитарных рисков, связанных с проникновением карантинных видов насекомых, а также их своевременного выявления Россельхознадзором ежегодно проводятся карантинные фитосанитарные обследования и феромонный мониторинг территории Российской Федерации.

Феромонный мониторинг является одним из основных способов получения достоверных данных о распространении вредителей растений и основывается на применении синтетических феромонов насекомых-вредителей (феромоны насекомых – это биологически активные химические вещества, вырабатываемые ими для передачи информации особям своего вида и вызывающие у воспринимających организмов специфические поведенческие или физиологические реакции).

В настоящее время феромонный мониторинг – наиболее точный способ обнаружения и оценки численности вредителей по сравнению с другими известными методами, так как он дает возможность оценить масштабы и локализацию очагов вредителей, изучить сезонную активность вредителя и определить сроки и объемы истребительных мероприятий, что заметно повышает их эффективность.

С целью развития данного вида мониторинга по решению Россельхознадзора в январе 2009 года на базе федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский центр карантина растений» создан отдел синтеза и применения феромонов, который является также координатором работ в сфере синтеза и практического применения феромонов в сельском хозяйстве Российской Федерации. Успешное применение феромонных ловушек на территории Российской Федерации вызывает большой интерес у зарубежных коллег. В связи с этим в 2023 году в соответствии с договорами о международном сотрудничестве в Армении, Узбекистане, Китае и Болгарии проведены успешные испытания феромонных и аттрактивных препаратов, представляющих интерес для профильных специалистов и коммерческих партнеров в этих странах.

В 2023 году Россельхознадзором проведен мониторинг территории Российской Федерации с использованием феромонных и цветных ловушек в зонах фитосанитарного риска по 29 карантинным объектам, как ограниченно распространенным, так и отсутствующим на территории страны. Среди них такие виды как американская белая бабочка, восточная плодоярка, персиковая плодоярка, яблонная муха, картофельная коровка, южноамериканская томатная моль, дубовая кружевница,

западный кукурузный жук, капровый жук, четырехпятнистая зерновка и другие виды.

В России ежегодно увеличивается количество применяемых при проведении мониторинга феромонных и цветных ловушек. Так, в 2023 году их количество возросло на 8,1% по сравнению с 2022 годом и составило 148,7 тыс. штук. В связи с этим растет и количество выявлений карантинных объектов. В 2023 году отмечено более 11 тыс. случаев обнаружения 13 карантинных видов вредителей, что на 49% больше, чем в 2022 году (7,4 тыс. случаев). Отмечено наиболее существенное увеличение по сравнению с 2022 годом количества случаев выявления сибирского шелкопряда, картофельной моли и западного цветочного трипса (в 2 раза), коричнево-мраморного клопа (на 69%), американской белой бабочки (на 90%) и азиатского подвида непарного шелкопряда (на 47%). Важное значение для успешного функционирования агропромышленного комплекса страны, фитосанитарной безопасности производимой продукции и развития экспортного потенциала имеют данные об отсутствии на территории Российской Федерации таких опасных карантинных вредителей как капровый жук, кукурузный жук, тутовая щитовка, египетская хлопковая совка, дынная муха, средиземноморская плодовая муха и другие виды.

Второй группой по количеству выявленных на территории Российской Федерации карантинных объектов являются карантинные сорные растения (9 из 20 видов, включенных в Единый перечень ЕАЭС).

Из 76 видов грибов, вирусов, бактерий и фитоплазм, входящих в Единый перечень ЕАЭС, по состоянию на 31 декабря 2023 г. карантинные фитосанитарные зоны на территории Российской Федерации установлены только по 18 видам. В 2023 году по сравнению с 2022 годом количество распространенных в Российской Федерации карантинных видов из указанных групп карантинных организмов выросло на 5 видов: выявлены возбудители заболеваний – бактериального увядания (вилта) кукурузы (*Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*) и бактериальной пятнистости тыквенных культур (*Acidovorax citrulli*), вирус коричневой морщинистости плодов томата (*Tomato brown rugose fruit virus*), тосповирус некротической пятнистости бальзамина (*Impatiens necrotic spot tospovirus*) и вириод веретеновидности клубней картофеля (*Potato spindle tuber viroid*).

В соответствии с пунктом 8 статьи 19 Федерального закона № 206-ФЗ Россельхознадзор осуществляет формирование и ведение базы открытых данных карантинных фитосанитарных зон (территорий, на которых введен карантинный фитосанитарный режим вследствие выявления карантинных объектов и осуществляется борьба с ними) в электронной форме.

В целях реализации данного требования Федерального закона № 206-ФЗ был разработан модуль «Гео» федеральной государственной информационной системы «Аргус-Фито» (далее – модуль

«Гео»), позволяющий пользователям в соответствии с предоставленными им правами посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» в режиме реального времени видеть фитосанитарное состояние как всей территории Российской Федерации, так и субъектов Российской Федерации, получать широкий спектр сведений и характеристик карантинных фитосанитарных зон в привязке к территориям, карантинным объектам и другим параметрам.

Основной целью разработки модуля «Гео» являлось создание единого технологически инновационного источника сведений о карантинном фитосанитарном состоянии территории Российской Федерации. Внедрение в практику работы Россельхознадзора модуля «Гео» позволит повысить эффективность осуществления Россельхознадзором функций по контролю (надзору) в области карантина растений, обеспечения соблюдения карантинных фитосанитарных требований стран-импортеров, а также повысить экспортный потенциал Российской Федерации и существенно уменьшить риск причинения ущерба от распространения карантинных объектов по территории Российской Федерации в результате информированности хозяйствующих субъектов, участников внешнеэкономической деятельности и населения об установленных карантинных фитосанитарных зонах.

РАЗДЕЛ 2. УСТАНОВЛЕНИЕ КАРАНТИННЫХ ФИТОСАНИТАРНЫХ ЗОН НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2023 ГОДУ

На территории Российской Федерации по состоянию на 31 декабря 2023 г. установлены карантинные фитосанитарные зоны в отношении 56 видов карантинных объектов из 249 видов карантинных объектов, включенных в Единый перечень ЕАЭС.

На территории Российской Федерации карантинные фитосанитарные зоны установлены по 27 карантинным видам насекомых. Наиболее распространенными по количеству и площадям установленных карантинных фитосанитарных зон являются 14 карантинных вредителей лесных пород, из них наиболее распространены следующие вредители леса: большой черный еловый усач (*Monochamus urussovii*), черный сосновый усач (*Monochamus galloprovincialis*), малый черный еловый усач (*Monochamus sutor*), сибирский шелкопряд (*Dendrolimus sibiricus*), азиатский подвида непарного шелкопряда (*Lymantria dispar asiatica*), черный крапчатый усач (*Monochamus impluviatus*), черный бархатно-пятнистый усач (*Monochamus saltuarius*).

Наименьшая площадь карантинных фитосанитарных зон установлена по новым видам вредителей, связанным с лесными культурами, таким как сосновый семенной клоп (*Leptoglossus occidentalis*), клоп платановая кружевница (*Corythucha ciliata*), дубовая кружевница (*Corythucha arcuata*), восточная каштановая орехотворка (*Dryocosmus kuriphilus*).

В 2023 году при проведении Россельхознадзором мониторинга установлено 260 новых карантинных фитосанитарных зон по 12 видам вредителей лесных пород. При этом основное их количество (88%) приходится на 5 видов: уссурийский полиграф – 60 зон, малый черный еловый усач – 51 зона, черный сосновый усач – 50 зон, большой черный еловый усач – 38 зон, сибирский шелкопряд – 29 зон. Новые очаги восточной каштановой орехотворки и соснового семенного клопа не выявлены.

Для древесных пород Российской Федерации ареал распространения уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus*) составил 2684,9 тыс. га и ясеневой изумрудной златки (*Agrilus planipennis*) – 2752,5 тыс. га.

Основной повреждаемой ясеневой изумрудной златкой породой является ясень. Кормовыми растениями для уссурийского полиграфа служат различные виды пихт, сосен, в том числе кедр корейский, а также ель и лиственница. Установлено, что в Сибири заселенные короедом пихты погибают в течение 4 – 5 лет после заселения.

Большая часть пихтовых лесов в Российской Федерации произрастает вне естественного ареала уссурийского полиграфа. Именно в эти леса может расселиться данный карантинный объект. Больше всего пихты произрастает в Красноярском крае, где в настоящее время уже выявлены очаги уссурийского полиграфа.

Серьезную фитосанитарную угрозу для сельскохозяйственных, декоративных и лесных культур представляет опасный карантинный вредитель-полифаг – коричнево-мраморный клоп (*Halymorpha halys*). Впервые на территории Российской Федерации этот вид выявлен в 2018 году. В местах своего природного обитания в странах Азии указанный клоп питается на 300 видах растений, предпочитая плодовые, ягодные и овощные культуры, в основном яблоню, сливу, вишню, черешню, грушу, виноград, шиповник, облепиху, томат, огурцы, перец, баклажаны, фасоль. Кроме того, клоп повреждает зерновые и зернобобовые культуры (кукурузу, пшеницу, сою, ячмень, горох), а также декоративные древесные культуры (магнолию, падуб, платан и другие). В 2023 году площадь карантинных фитосанитарных зон, установленных по данному вредителю, увеличилась на 182,6 тыс. га.

Второй группой карантинных объектов, выявленных на территории Российской Федерации, являются 9 видов сорных растений. Распространение данных видов на территории Российской Федерации имеет особое значение, так как Российская Федерация в настоящее время является крупнейшим мировым экспортером зерновых и масличных культур. На экспортный потенциал зерновых и масличных культур из Российской Федерации в значительной степени влияет карантинное фитосанитарное состояние ее территории в связи с тем, что страны – импортеры российского зерна выдвигают фитосанитарные требования к производству данной подкарантинной продукции

в зонах, свободных от определенных вредных организмов, включая сорные растения. В частности, основные страны – импортеры российского зерна предъявляют фитосанитарные требования по отсутствию в данной продукции таких карантинных для государств – членов ЕАЭС вредных организмов как амброзия полыннолистная, горчак ползучий, возбудитель индийской головни пшеницы, капротный жук и другие виды.

По состоянию на 31 декабря 2023 г. на территории Российской Федерации из 9 видов сорных растений наиболее распространены амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia*), повилики (*Cuscuta* spp.), амброзия трехраздельная (*Ambrosia trifida*) и горчак ползучий (*Acroptilon repens*).

В 2023 году ареал 8 видов сорных растений увеличился в результате установления 1035 новых карантинных фитосанитарных зон на общей площади 4630,8 тыс. га. Наибольшее количество установленных новых карантинных зон (99,1%) приходится на амброзию полыннолистную (476 зон), повилики рода *Cuscuta* (386 зон), горчак ползучий (87 зон) и амброзию трехраздельную (77 зон).

Кроме карантинных видов сорных растений с зерновыми культурами связаны и другие ограниченно распространенные на территории Российской Федерации вредные организмы Единого перечня ЕАЭС – соевая нематода (*Heterodera glycines*), возбудитель пурпурного церкоспороза, вызываемого грибом *Cercospora kikuchii*, возбудитель пятнистости листьев кукурузы гриб *Cochliobolus carbonum*, а также возбудитель бактериального увядания (вилта) кукурузы (*Pantoea stewartii* subsp. *Stewartii*).

Карантинные фитосанитарные зоны по соевой нематоды на территории Российской Федерации впервые установлены в 2018 году в связи с обнаружением популяции данного вредителя на территории одного муниципального района. В последующие два года нематода выявлена на территории уже 12 районов в двух субъектах Российской Федерации. В 2023 году выявлен один новый очаг соевой нематоды на территории Амурской области. В результате проведенных обследований и уточнения ареала нематоды общая площадь карантинных фитосанитарных зон уменьшилась на 4294,5 га.

Фитосанитарная угроза в отношении урожайности и качества зерна сои российского производства связана с ростом числа выявлений новых очагов грибного заболевания – пурпурного церкоспороза сои. Впервые две карантинные фитосанитарные зоны по данному грибу установлены в 2019 году. Мониторинг территории Российской Федерации, проведенный в последующие годы, позволил выявить новые очаги заболевания. В 2023 году установлена новая карантинная фитосанитарная зона на площади 900 га.

В 2023 году ареал пятнистости листьев кукурузы (возбудитель – гриб *Cochliobolus carbonum*) увеличился: установлены две новые карантинные фитосанитарные зоны на площади 339 га.

При проведении карантинных фитосанитарных обследований посевов кукурузы на территории Российской Федерации в 2023 году вновь выявлен очаг отсутствующего заболевания – бактериального увядания (вилта) кукурузы. Указанное заболевание ликвидировано на территории страны в 2022 году. Установлено, что потенциальные потери от данного патогена в Российской Федерации могут достигать 2,7 млрд. рублей.

Обследования, проведенные в 2023 году, показали ухудшение карантинного фитосанитарного состояния посевов важнейшей для сельского хозяйства Российской Федерации масличной культуры – подсолнечника: выявлено 12 новых очагов и установлена одна новая карантинная фитосанитарная зона на площади 100988,3 га в отношении грибного заболевания фомопсиса подсолнечника (*Diaporthe helianthi*).

С плодовыми и ягодными культурами связано 12 видов карантинных объектов, по которым установлены фитосанитарные зоны на территории Российской Федерации. Из указанных видов наиболее распространены:

- американская белая бабочка (карантинные фитосанитарные зоны установлены в 211 муниципальных районах 17 субъектов Российской Федерации на площади 472,8 тыс. га);
- калифорнийская щитовка (карантинные фитосанитарные зоны установлены в 189 муниципальных районах 14 субъектов Российской Федерации на площади 19,9 тыс. га);
- возбудитель бактериального ожога плодовых культур (карантинные фитосанитарные зоны установлены в 65 муниципальных районах 19 субъектов Российской Федерации на площади 451,2 тыс. га);
- восточная плодожорка (карантинные фитосанитарные зоны установлены в 58 муниципальных районах 15 субъектов Российской Федерации на площади 82,8 тыс. га).

В 2023 году установлены новые карантинные фитосанитарные зоны в отношении 10 видов карантинных объектов, связанных с плодовыми и ягодными культурами. Наибольшее их количество установлено в отношении многоядного вредителя американской белой бабочки – 16 зон на общей площади 124,5 тыс. га.

Серьезную фитосанитарную угрозу для садоводства и питомниководства, а также лесного хозяйства и декоративного садоводства представляет бактериальный ожог плодовых культур. В 2023 году выявлены новые очаги бактериального ожога плодовых культур и установлено 7 новых карантинных фитосанитарных зон на площади около 186 тыс. га.

Фитосанитарная угроза для многих садовых культур страны связана с опасным вредителем-полифагом японской палочковидной щитовкой (*Lopholeucaspis japonica*), очаг которой впервые выявлен в 2023 году на территории Российской Федерации в Республике Крым. Родиной вредителя считаются Япония и Китай, с территории которых

вид попал на другие континенты. Основной путь распространения щитовки – посадочный и прививочный материал, горшечные растения.

Данный вид повреждает широкий круг растений, в который входят различные виды цитрусовых (лимон, грейпфрут, мандарин, апельсин, каламондин или мелкоплодный апельсин), плодовых (груша, яблоня, слива, инжир, хурма, черешня, айва, виноград), декоративных и лесных культур (сирень, роза, клен, береза, ольха, ракитник). Наибольшую фитосанитарную угрозу вредитель представляет для субтропических растений, таких как камелия, лавр благородный, магнолия, понцирус трехлисточковый, чай, лавровишня. К группе сильно поражаемых культур относятся мандарины, лимоны, субтропическая хурма, японская мушмула, айва и груша.

Японская палочковидная щитовка наносит серьезный вред плодовым и цитрусовым культурам, способствуя их сильному угнетению, нередко и полному усыханию отдельных ветвей и даже деревьев. Анализ фитосанитарного риска показал, что на территории Российской Федерации благоприятными для акклиматизации японской палочковидной щитовки регионами являются Республика Крым, Краснодарский и Ставропольский края, Курская, Воронежская, Волгоградская, Астраханская и Ростовская области, Приморский край. Экономический ущерб от данного вредителя для территории Российской Федерации может достигать 874 млн. рублей.

Большое значение в обеспечении продовольственной безопасности Российской Федерации имеет картофель – одна из самых поражаемых вредными организмами сельскохозяйственных культур. С картофелем связано 42 вида карантинных объектов Единого перечня ЕАЭС, из них на 31 декабря 2023 г. на территории страны карантинные фитосанитарные зоны установлены по 5 карантинным объектам: золотистой картофельной нематодой (*Globodera rostochiensis*), картофельной моли (*Phthorimaea operculella*), раку картофеля (*Synchytrium endobioticum*), картофельной коровке (*Epilachna vigintioctomaculata*) и вириоду веретеновидности клубней картофеля (*Potato spindle tuber viroid*).

В 2023 году по сравнению с 2022 годом количество карантинных объектов, связанных с картофелем, увеличилось на один вид: установлена одна карантинная фитосанитарная зона на площади 274,75 га в Амурской области в отношении очень вредоносного патогена – вириода веретеновидности клубней картофеля. Данный возбудитель ликвидирован на территории страны в 2019 году.

Основное растение-хозяин вириода – картофель, вместе с тем патоген может поражать также ряд других растений семейства пасленовых – томат, баклажан, физалис, перец.

На большие расстояния вириод веретеновидности клубней картофеля распространяется с зараженными семенами, растениями *in vitro* и клубнями картофеля, а также с рассадой, плодами

и семенами других растений-хозяев. Только в 2023 году этот вид выявлен в импортируемой партии продовольственного картофеля из Китая, а также в 4 партиях семян перца и томата из Германии и Чехии. Вироид оказывает значительное влияние на качество и урожайность поражаемых культур. Установлено, что снижение урожайности картофеля может достигать 65%. Экономические потери от вирида могут составлять 4,8 млрд. рублей.

Мониторинг территории страны, проведенный в 2023 году, показал расширение ареала опасного вредителя картофеля – картофельной моли. По данному объекту установлены две новые карантинные фитосанитарные зоны, при этом общая площадь зон в стране увеличилась на 53,7 тыс. га.

Важное фитосанитарное значение для картофелеводства страны имеет распространение золотистой картофельной нематоды, карантинные фитосанитарные зоны по которой установлены в 50 субъектах Российской Федерации на территории 340 муниципальных районов на общей площади 509,3 тыс. га. В 2023 году по золотистой картофельной нематоды установлено 125 новых карантинных фитосанитарных зон.

Опасными вредителями овощных культур и картофеля являются выявленные на территории Российской Федерации в защищенном грунте вирусы – вирус мозаики пепино (*Perino mosaic virus*), а также впервые выявленные в Российской Федерации в 2023 году вирус коричневой морщинистости плодов томата (*Tomato brown rugose fruit virus*) и тосповирус некротической пятнистости бальзамина (*Impatiens necrotic spot tospovirus*).

В 2023 году установлены 4 новые карантинные фитосанитарные зоны вируса мозаики пепино, расположенные на предприятиях защищенного грунта в субъектах Российской Федерации, где ранее такие карантинные фитосанитарные зоны отсутствовали (в Калужской и Калининградской областях, а также в Пермском крае).

Вирус коричневой морщинистости плодов томата (*Tomato brown rugose fruit virus*) включен в Единый перечень ЕАЭС, как и вирус мозаики пепино, в 2021 году. Основными экономически значимыми естественными растениями-хозяевами вируса являются томат (*Solanum lycopersicum*) и перец стручковый (*Capsicum annuum*). Указанный вид впервые описан в 2015 году в Иордании. В 2018 – 2020 годах произошло стремительное расширение его ареала. В настоящее время он обнаружен в ряде стран Европы, Америки, Африки и Азии, многие из которых являются экспортерами семян и плодов томата в Российскую Федерацию. Основной путь распространения данного вируса – международная торговля зараженными растениями, семенами и плодами томата и перца. В 2023 году вирус выявлен в 178 случаях в импортированных в Российскую Федерацию плодах перца, томата и семенах томата, поступивших из Азербайджана, Армении, Белоруссии, Ирана, Казахстана, Китая, Киргизии, Туркмении, Турции и Узбекистана. Установлено, что потери урожая плодов томата могут

достигать 70%. Расчет потенциального экономического ущерба показывает, что при заражении от 5 до 25% площадей предприятий, занимающихся промышленным производством плодов томата в Российской Федерации, прямые потери могут быть на уровне от 1,77 млрд. рублей до 9,4 млрд. рублей.

Вирус коричневой морщинистости плодов томата впервые в стране был выявлен в 2023 году в результате проведенных Россельхознадзором карантинных фитосанитарных обследований плодов томата на предприятиях защищенного грунта в 6 субъектах Российской Федерации, по данному виду установлено 6 карантинных фитосанитарных зон.

Кроме того, впервые в Российской Федерации в защищенном грунте организации, расположенной в Ленинградской области, в рассаде хосты и гвоздики выявлен опасный патоген многих сельскохозяйственных культур – тосповирус некротической пятнистости бальзамина (*Impatiens necrotic spot tospovirus*).

Данный вирус является широким полифагом, заражает многочисленные виды растений из 50 ботанических семейств, среди которых многие овощные, полевые, ягодные, цветочные и декоративные культуры. Вирус поражает все органы растений-хозяев, вследствие чего эффективно распространяется с зараженным посадочным материалом восприимчивых культур. Считается, что вирус не передается семенами. В настоящее время тосповирус некротической пятнистости бальзамина выявлен во многих европейских странах, в Африке (Египет, Уганда), Америке (Канада, Колумбия, Коста-Рика, Мексика, Панама, Гватемала, США, Чили), Азии (Иран, Китай, Республика Корея, Япония), Австралии и Новой Зеландии.

Поражение сельскохозяйственных растений тосповирусом приводит к значительному снижению их урожайности и качества продукции, теряется декоративность цветочных культур. Экономические потери от тосповируса могут достигать 2 млрд. рублей.

В результате обследований, проведенных Россельхознадзором в 2023 году в тепличном хозяйстве, расположенном в Ярославской области, на рассадке огурца впервые в стране выявлен еще один опасный патоген овощных растений, вызывающий бактериальную пятнистость тыквенных культур (*Acidovorax citrulli*).

Основные поражаемые бактерией растения – огурец, кабачок, тыква мускатная и обыкновенная, патиссон, арбуз, дыня. В настоящее время патоген выявлен в ряде стран мира, расположенных на всех континентах. Первичным источником болезни являются семена, из которых впоследствии формируется зараженная рассада. Возбудитель может локализоваться как на поверхности, так и внутри семян. В дальнейшем бактерия проникает во все части растений. В странах, имеющих очаги этого заболевания, отмечались значительные потери урожая. Так, на коммерческих посадках арбуза

в США отмечались потери урожая от 90 до 100%, в Бразилии потери бахчевых культур оценивались в 40–50%, достигая 100% для некоторых сортов дыни, в Турции потери достигали 45%. Серьезные экономические потери, связанные с данным бактериозом, отмечались в Израиле. Источником заболевания также послужили зараженные импортированные семена из стран распространения возбудителя. В 2023 году бактериоз выявлен Россельхознадзором в 3 партиях семян арбуза и кабачков, поступивших из Нидерландов. Потенциальный экономический ущерб от данного заболевания в Российской Федерации может составлять 359,5 млн. рублей.

Из карантинных вредителей защищенного грунта на территории Российской Федерации в 2023 году установлены новые карантинные

фитосанитарные зоны только по западному цветочному (калифорнийскому) трипсу – 17 зон на площади 315,3 га в 14 субъектах Российской Федерации.

В результате проведенных обследований и мониторинга территории Российской Федерации в 2023 году выявлены новые очаги карантинных объектов и установлены новые карантинные фитосанитарные зоны по 45 видам, из них:

- 20 видов вредителей;
- 8 видов сорных растений;
- 5 видов грибов;
- 3 вида бактерий и 2 вида фитоплазм;
- 4 вида вирусов и 1 вирион;
- 2 вида нематод.

Информация об установленных карантинных фитосанитарных зонах на территории Российской Федерации представлена в таблице 1.

Таблица 1

Установленные карантинные фитосанитарные зоны на территории Российской Федерации (по состоянию на 31 декабря 2023 г.)

Название карантинного объекта	Количество субъектов Российской Федерации	Количество муниципальных районов и городских округов	Площадь установленных карантинных фитосанитарных зон, га	Название карантинного объекта	Количество субъектов Российской Федерации	Количество муниципальных районов и городских округов	Площадь установленных карантинных фитосанитарных зон, га
I. НАСЕКОМЫЕ				12. Картофельная коровка (<i>Epilachna vigintioctomaculata</i>)	1	1	2,3
1. Американская белая бабочка (<i>Hypphantria cunea</i>)	17	211	472 818,939	13. Малый черный еловый усач (<i>Monochamus sutor</i>)	44	554	170270112,721
2. Азиатский подвид непарного шелкопряда (<i>Lymantria dispar asiatica</i>)	8	85	50 400 021,4	14. Персиковая плодожорка (<i>Carposina sasakii</i>)	3	9	122,01
3. Большой черный еловый усач (<i>Monochamus urussovii</i>)	42	506	204750421,811	15. Сибирский шелкопряд (<i>Dendrolimus sibiricus</i>)	24	298	127 843 108,3
4. Восточная плодожорка (<i>Grapholita molesta</i>)	15	58	82 840,002	16. Сосновый семенной клоп (<i>Leptoglossus occidentalis</i>)	1	1	2440
5. Восточная каштановая орехотворка (<i>Dryocosmus kuriphilus</i>)	1	1	22 351,2	17. Табачная белокрылка (<i>Bemisia tabaci</i>)	1	1	0,263
6. Западный цветочный (калифорнийский) трипс (<i>Frankliniella occidentalis</i>)	33	49	846,044	18. Черный бархатно-пятнистый (хвойный) усач (<i>Monochamus saltuarius</i>)	9	84	30 821 579,2
7. Калифорнийская щитовка (<i>Quadraspidiotus perniciosus</i>)	14	189	19 889,02	19. Черный крапчатый усач (<i>Monochamus impluviatus</i>)	7	35	48 801 534,04
8. Картофельная моль (<i>Phthorimaea operculella</i>)	7	36	62 015,388	20. Черный сосновый усач (<i>Monochamus galloprovincialis</i>)	48	562	174228334,552
9. Дубовая кружевница (<i>Corythucha arcuata</i>)	5	10	61 808,164	21. Филлоксе́ра (<i>Viteus vitifoliae</i>)	6	19	26 227,75
10. Клоп платановая кружевница (<i>Corythucha ciliata</i>)	3	7	11 912,663	22. Уссурийский полиграф (<i>Polygraphus proximus</i>)	9	62	2 684 900,15
11. Коричнево-мраморный клоп (<i>Halyomorpha halys</i>)	4	13	434 253,538				

Таблица 1. Продолжение

Название карантинного объекта	Количество субъектов Российской Федерации	Количество муниципальных районов и городских округов	Площадь установленных карантинных фитосанитарных зон, га	Название карантинного объекта	Количество субъектов Российской Федерации	Количество муниципальных районов и городских округов	Площадь установленных карантинных фитосанитарных зон, га
23. Эхинотрипс американский (Echinothrips americanus)	1	1	27,4	4. Бактериальная пятнистость тыквенных культур (Acidovorax citrulli)	1	1	6,6
24. Южно-американская томатная моль (Tuta absoluta)	8	16	14 136,273	5. Фитоплазма истощения груши (Candidatus Phitoplasma pyri)	2	5	6153
25. Ясенева изумрудная златка (Agrilus planipennis)	10	57	2 752 489,55	6. Фитоплазма пролиферации яблони (Candidatus Phitoplasma mali)	3	7	18 648,235
26. Японский жук (Popillia japonica)	1	1	2000	V. ВИРУСЫ И ВИРОИДЫ			
27. Японская палочковидная щитовка (Lopholeucaspis japonica)	1	1	355	1. Потивирус шарки (оспы) слив (Plum pox potyvirus)	20	45	11 805,088
II. НЕМАТОДЫ				2. Вирус коричневой морщинистости плодов томата (Tomato brown rugose fruit virus)	4	5	126,47
1. Золотистая картофельная нематода (Globodera rostochiensis)	50	340	509 344,793	3. Вирус мозаики пегино (Pepino mosaic virus)	6	6	242,496
2. Соевая нематода (Heterodera glycines)	2	12	73 994,41	4. Вироид веретеновидности клубней картофеля (Potato spindle tuber viroid)	1	1	274,75
III. ГРИБЫ				5. Тосповирус некротической пятнистости бальзамина (Impatiens necrotic spot tospovirus)	1	1	3,38
1. Аскохитоз хризантем (Didymella ligulicola)	1	1	0,05	VI. РАСТЕНИЯ			
2. Антракноз земляники (Colletotrichum acutatum) (= C. xanthii)	1	2	110,58	1. Амброзия многолетняя (Ambrosia psilostachya)	6	13	5932,404
3. Белая ржавчина хризантем (Puccinia horiana)	2	3	6,58	2. Амброзия полыннолистная (Ambrosia artemisiifolia)	36	380	10 830 391,871
4. Пурпурный церкоспороз (Cercospora kikuchii)	1	5	8669,49	3. Амброзия трехраздельная (Ambrosia trifida)	18	113	2 275 662,631
5. Пятнистость листьев кукурузы (Cochliobolus carbonum)	2	3	1004	4. Горчак ползучий (Acroptilon repens)	18	201	1 448 757,717
6. Рак картофеля (Synchytrium endobioticum)	4	10	639,168	5. Паслен колючий (Solanum rostratum)	4	30	55 145,19
7. Фомопсис подсолнечника (Diaporthe helianthi)	6	112	185 633,13	6. Паслен трехцветковый (Solanum triflorum)	4	9	431 520,27
IV. БАКТЕРИИ И ФИТОПЛАЗМЫ				7. Повилики (Cuscuta spp.)	67	735	3 236 775,905
1. Бактериальный ожог плодовых культур (Erwinia amylovora)	19	65	451 192,231	8. Сициос угловатый (Sicyos angulatus)	1	1	7,17
2. Бактериальное увядание винограда (Xylophilus ampelinus)	1	1	15,5	9. Ценхрус длинноколючковый (Cenchrus longispinus)	5	10	1574,62
3. Бактериальное увядание (вилт) кукурузы (Pantoea stewartii subsp. stewartii)	1	1	438				

РАЗДЕЛ 3. УПРАЗДНЕНИЕ КАРАНТИННЫХ ФИТОСАНИТАРНЫХ ЗОН НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2023 ГОДУ

В соответствии со статьями 19 Федерального закона № 206-ФЗ решение об отмене карантинного фитосанитарного режима и упразднении карантинных фитосанитарных зон принимается Россельхознадзором после ликвидации популяции карантинного объекта.

В 2023 году в результате применения карантинных фитосанитарных мер и мероприятий по локализации очагов и ликвидации популяций карантинных объектов упразднены карантинные фитосанитарные зоны по 29 ограниченно распространенным видам из 56 видов, зарегистрированных по состоянию на 31 декабря 2023 г. на территории Российской Федерации:

- насекомые – 15 видов;
- растения – 6 видов;
- грибы – 3 вида;
- нематоды – 2 вида;
- вирусы – 2 вида;
- бактерии – 1 вид.

Наибольшее количество упраздненных в 2023 году карантинных фитосанитарных зон, как и в предыдущие годы, приходится на золотистую картофельную нематоду – 882 зоны общей площадью 114,4 га.

Из вредителей растений значительное количество упраздненных карантинных фитосанитарных зон приходится на американскую белую бабочку (138 зон общей площадью 90,5 тыс. га) и вредителей лесных культур – черного соснового усача (60 зон общей площадью 8269 тыс. га), большого черного елового усача (56 зон общей площадью 7870,6 тыс. га), малого черного елового усача (50 зон общей площадью 401,3 тыс. га), сибирского шелкопряда (42 зоны общей площадью 3521,9 тыс. га).

По 6 видам сорных растений в 2023 году упразднено 689 карантинных фитосанитарных зон на общей площади 253,3 тыс. га, при этом 79% упраздненных зон площадью 159,6 тыс. га приходится на амброзию полыннолистную.

В 2023 году упразднено 6 карантинных фитосанитарных зон бактериального ожога плодовых культур на общей площади 7,8 тыс. га, что является важным фактором предотвращения дальнейшего распространения заболевания на территории Российской Федерации. Упразднено 6 карантинных фитосанитарных зон по фомопсису подсолнечника и две зоны по антракнозу земляники. Всего в 2023 году упразднены 1973 карантинные фитосанитарные зоны общей площадью 20 649,6 тыс. га.

По состоянию на 31 декабря 2023 г. по сравнению с 2022 годом общая площадь установленных карантинных фитосанитарных зон на территории Российской Федерации уменьшилась на 9695,5 тыс. га (на 397 зон снизилось количество установленных карантинных фитосанитарных зон).

Информация об упразднении карантинных фитосанитарных зон на территории Российской Федерации в 2023 году представлена в таблице 2.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Карантинное фитосанитарное состояние территории Российской Федерации определяется на основании данных обследований и мониторинга, проводимых Россельхознадзором в отношении карантинных объектов, входящих в Единый перечень ЕАЭС.

Наиболее значимые фитосанитарные угрозы продовольственной безопасности страны и карантинному фитосанитарному состоянию территории связаны с ввозом в страну различных видов подкарантинной продукции, особенно семян сельскохозяйственных растений и посадочного материала. В 2023 году Россельхознадзором в импортируемой продукции выявлено 58 видов карантинных объектов.

По состоянию на 31 декабря 2023 г. Единый перечень ЕАЭС включает 249 карантинных объектов. В раздел I «Карантинные вредные организмы, отсутствующие на территории Евразийского экономического союза» Единого перечня ЕАЭС входит 192 вида вредных организмов, в раздел II «Карантинные вредные организмы, ограниченно распространенные на территории Евразийского экономического союза» – 57.

В 2023 году в раздел I Единого перечня ЕАЭС дополнительно включен один вид вредного организма – калифорнийский щелкун (*Limonius californicus*).

На территории Российской Федерации по состоянию на 31 декабря 2023 г. установлены карантинные фитосанитарные зоны по 56 карантинным объектам.

По сравнению с 2022 годом количество распространенных на территории Российской Федерации карантинных объектов увеличилось на 6 видов: выявлен один вид вредителя (японская палочковидная щитовка), два вида бактерий (возбудители бактериального увядания (вилта) кукурузы и бактериальной пятнистости тыквенных культур), два вируса (вирус коричневой морщинистости плодов томата и тосповирус некротической пятнистости бальзамина) и один вириод (вириод веретеновидности клубней картофеля).

В результате проведенных обследований и карантинного фитосанитарного мониторинга территории Российской Федерации в 2023 году выявлены новые очаги карантинных объектов и установлены новые карантинные фитосанитарные зоны по 44 видам.

Наиболее распространенными по количеству и площадям установленных карантинных фитосанитарных зон являются 14 карантинных видов вредителей лесных и лесодекоративных культур. Среди данных видов наиболее распространены следующие вредители леса: большой черный еловый усач, черный сосновый усач, малый черный еловый усач, сибирский шелкопряд, азиатский

Таблица 2
Упразднение карантинных фитосанитарных зон на территории
Российской Федерации в 2023 году

Название карантинного объекта	Количество субъектов Российской Федерации	Количество муниципальных районов и городских округов	Площадь упраздненных карантинных фитосанитарных зон, га
I. НАСЕКОМЫЕ			
1. Американская белая бабочка (<i>Hyphantria cunea</i>)	5	31	90 548,9
2. Большой черный еловый усач (<i>Monochamus urussovii</i>)	8	70	7 870 587,6
3. Восточная плодожорка (<i>Grapholita molesta</i>)	2	4	
4. Западный цветочный (калифорнийский) трипс (<i>Frankliniella occidentalis</i>)	7	8	57,02
5. Дубовая кружевница (<i>Corythucha arcuata</i>)	1	2	23 310,36
6. Калифорнийская щитовка (<i>Quadraspidiotus perniciosus</i>)	2	2	1,08
7. Картофельная моль (<i>Phthorimaea operculella</i>)	1	1	
8. Малый черный еловый усач (<i>Monochamus sutor</i>)	9	13	401 281,226
9. Сибирский шелкопряд (<i>Dendrolimus sibiricus</i>)	4	25	3 521 858
10. Черный бархатно-пятнистый усач (<i>Monochamus saltuarius</i>)	2	6	29 099
11. Черный сосновый усач (<i>Monochamus galloprovincialis</i>)	12	80	8 269 002,736
12. Черный крапчатый усач (<i>Monochamus impluviatus</i>)	1	1	19 936
13. Уссурийский полиграф (<i>Polygraphus proximus</i>)	1	2	5058
14. Южноамериканская томатная моль (<i>Tuta absoluta</i>)	2	2	18
15. Ясенева изумрудная златка (<i>Agrilus planipennis</i>)	1	11	37 163,9
II. НЕМАТОДЫ			
1. Золотистая картофельная нематода (<i>Globodera rostochiensis</i>)	23	81	114 430,244
2. Соевая нематода (<i>Heterodera glycines</i>)	1	1	5194,52
III. ГРИБЫ			
1. Антракноз земляники (<i>Colletotrichum acutatum</i>) (= <i>C. xanthii</i>)	2	2	9,42
2. Рак картофеля (<i>Synchytrium endobioticum</i>)	1	1	1,008
3. Фомопсис подсолнечника (<i>Diaporthe helianthi</i>)	2	4	75,2
IV. БАКТЕРИИ И ФИТОПЛАЗМЫ			
1. Бактериальный ожог плодовых культур (<i>Erwinia amylovora</i>)	4	7	7850
V. ВИРУСЫ И ВИРОИДЫ			
1. Потивирус шарки (оспы) слив (<i>Plum pox potyvirus</i>)	3	3	865,6
2. Вирус мозаики pepино (<i>Pepino mosaic virus</i>)	1	1	4
VI. РАСТЕНИЯ			
1. Амброзия полыннолистная (<i>Ambrosia artemisiifolia</i>)	15	105	159 613,796
2. Амброзия трехраздельная (<i>Ambrosia trifida</i>)	3	13	4266,49
3. Амброзия многолетняя (<i>Ambrosia psilostachya</i>)	1	2	13
4. Горчак ползучий (<i>Acroptilon repens</i>)	7	13	8620,594
5. Паслен колючий (<i>Solanum rostratum</i>)	2	8	894
6. Повилики (<i>Cuscuta</i> spp.)	17	57	79 855,502

подвид непарного шелкопряда, черный крапчатый усач, черный бархатно-пятнистый усач.

В 2023 году при проведении Россельхознадзором карантинного фитосанитарного мониторинга установлено 260 новых карантинных фитосанитарных зон по 12 видам вредителей лесных

культур, при этом основное их количество (88%) приходится на 5 видов: уссурийский полиграф (60 зон), малый черный еловый усач (51 зона), черный сосновый усач (50 зон), большой черный еловый усач (38 зон), сибирский шелкопряд (29 зон). По восточной каштановой орехотворке

и сосновому семенному клопу новые очаги не выявлены.

В результате снятия карантина с ранее выявленных очагов после проведения мер борьбы и выявления новых очагов на 31 декабря 2023 г. по сравнению с 2022 годом площади карантинных фитосанитарных зон по 3 видам вредителей леса не изменились, по 6 видам увеличились и по 6 видам уменьшились.

Второй группой карантинных вредных объектов, выявленных в 2023 году на территории Российской Федерации, являются 9 видов сорных растений, из которых по состоянию на 31 декабря 2023 г. наиболее распространены амброзия полыннолистная, повилики, амброзия трехраздельная и горчак ползучий.

В 2023 году ареал 8 видов сорных растений увеличился в результате установления 1035 новых карантинных фитосанитарных зон на общей площади 4630,8 тыс. га. Наибольшее количество установленных новых карантинных фитосанитарных зон (99,1%) приходится на амброзию полыннолистную (476 зон), повилики рода *Cuscuta* (386 зон), горчак ползучий (87 зон) и амброзию трехраздельную (77 зон).

Кроме карантинных видов сорных растений с зерновыми культурами связаны и другие ограниченно распространенные на территории Российской Федерации вредные организмы Единого перечня ЕАЭС (соевая нематода, возбудитель пурпурного церкоспороза, возбудитель пятнистости листьев кукурузы, *возбудитель бактериального увядания (вилта) кукурузы*).

Обследования, проведенные в 2023 году, показали ухудшение карантинного фитосанитарного состояния посевов важнейшей для сельского хозяйства Российской Федерации масличной культуры – подсолнечника: выявлено 12 новых очагов и установлена одна новая карантинная фитосанитарная зона на площади 100 988,3 га в отношении грибного заболевания фомопсиса подсолнечника.

С плодовыми и ягодными культурами связано 12 видов карантинных объектов, по которым установлены карантинные фитосанитарные зоны на территории Российской Федерации (наиболее распространены американская белая бабочка, калифорнийская щитовка, возбудитель бактериального ожога плодовых культур и восточная плодожорка).

В 2023 году установлены новые карантинные фитосанитарные зоны в отношении 10 видов карантинных объектов, связанных с плодовыми и ягодными культурами. Наибольшее их количество установлено в отношении американской белой бабочки – 16 зон на общей площади 124,5 тыс. га.

Серьезную фитосанитарную угрозу для садоводства и питомниководства, а также лесного хозяйства и декоративного садоводства представляет бактериальный ожог плодовых культур. В 2023 году выявлены новые очаги бактериального ожога плодовых культур и установлено 7 новых карантинных фитосанитарных зон на площади около 186 тыс. га.

Впервые данное заболевание выявлено в Рязанской области и на территории Кабардино-Балкарской Республики.

С картофелем связано 42 вида карантинных объектов Единого перечня ЕАЭС, из них на 31 декабря 2023 г. на территории страны карантинные фитосанитарные зоны установлены по 5 карантинным объектам: золотистой картофельной нематоде, картофельной моли, раку картофеля, картофельной коровке и вириду веретеновидности клубней картофеля. В 2023 году по сравнению с 2022 годом количество карантинных объектов, связанных с картофелем, увеличилось на один вид: установлена одна карантинная фитосанитарная зона на площади 274,75 га в отношении вирида веретеновидности клубней картофеля.

Мониторинг территории страны, проведенный в 2023 году, показал расширение ареала опасного вредителя картофеля – картофельной моли. По данному объекту установлены две новые карантинные фитосанитарные зоны, при этом общая площадь таких зон увеличилась на 53,7 тыс. га.

Важное фитосанитарное значение для картофелеводства страны имеет распространение золотистой картофельной нематоды, карантинные фитосанитарные зоны по которой установлены в 50 субъектах Российской Федерации на территории 340 муниципальных районов на общей площади 509,3 тыс. га. Несмотря на выявление в 2023 году новых очагов золотистой картофельной нематоды и установление 125 новых карантинных фитосанитарных зон, общее их количество по сравнению с 2022 годом уменьшилось на 757, общая площадь таких зон уменьшилась на 86,2 тыс. га.

Опасными вредителями овощных культур и картофеля являются выявленные в защищенном грунте вирусы – вирус мозаики пегино, а также впервые выявленные в Российской Федерации в 2023 году вирус коричневой морщинистости плодов томата и тосповирус некротической пятнистости бальзамина. Вирус коричневой морщинистости плодов томата впервые в стране выявлен в 2023 году в результате проведенных Россельхознадзором карантинных фитосанитарных обследований плодов томата на предприятиях защищенного грунта в 6 субъектах Российской Федерации, по данному виду установлено 6 карантинных фитосанитарных зон. Также впервые в стране в защищенном грунте организации, расположенной в Ленинградской области, в рассаде хосты и гвоздики выявлен тосповирус некротической пятнистости бальзамина – опасный патоген многих сельскохозяйственных культур.

В результате обследований, проведенных Россельхознадзором в 2023 году в тепличном хозяйстве, расположенном в Ярославской области, на рассаде огурца впервые в стране выявлен еще один опасный патоген овощных растений, вызывающий бактериальную пятнистость тыквенных культур (*Acidovorax citrulli*).

Из карантинных вредителей защищенного грунта на территории Российской Федерации

в 2023 году установлены новые карантинные фитосанитарные зоны только по западному цветочному (калифорнийскому) трипсу – 17 зон на площади 315,3 га в 14 субъектах Российской Федерации.

В 2023 году в результате применения карантинных фитосанитарных мер и мероприятий по локализации очагов и ликвидации популяций карантинных объектов упразднены карантинные фитосанитарные зоны по 29 ограниченно распространенным видам из 56 видов, зарегистрированных по состоянию на 31 декабря 2023 г. на территории Российской Федерации.

Наибольшее количество упраздненных в 2023 году карантинных фитосанитарных зон, как и в предыдущие годы, приходится на золотистую картофельную нематоду – 882 зоны общей площадью 114,4 га.

Из вредителей растений значительное количество упраздненных карантинных фитосанитарных зон приходится на американскую белую бабочку (138 зон общей площадью 90,5 тыс. га) и вредителей лесных культур – черного соснового усача (60 зон общей площадью 8269 тыс. га), большого черного елового усача (56 зон общей площадью 7870,6 тыс. га), малого черного елового усача (50 зон общей площадью 401,3 тыс. га), сибирского шелкопряда (42 зоны общей площадью 3521,9 тыс. га).

По 6 видам сорных растений в 2023 году упразднено 689 карантинных фитосанитарных зон на общей площади 253,3 тыс. га, при этом 79% упраздненных зон площадью 159,6 тыс. га приходится на амброзию полыннолистную.

В 2023 году упразднено 6 карантинных фитосанитарных зон бактериального ожога плодовых культур на общей площади 7,8 тыс. га, что является важным фактором предотвращения дальнейшего распространения заболевания на территории Российской Федерации.

Всего в 2023 году упразднены 1973 карантинные фитосанитарные зоны общей площадью 20649,6 тыс. га.

В результате выявления новых очагов карантинных объектов и установления новых карантинных фитосанитарных зон, а также упразднения фитосанитарных зон после принятия мер по ликвидации популяций карантинных объектов в 2023 году по сравнению с 2022 годом общая площадь карантинных зон по 38 видам увеличилась, по 9 видам – уменьшилась, по 9 видам – не изменилась.

По состоянию на 31 декабря 2023 г. по сравнению с аналогичным периодом 2022 года общее количество установленных карантинных фитосанитарных зон на территории Российской Федерации сократилось на 397, общая их площадь уменьшилась на 9695,5 тыс. га.

О некоторых видах рода *Anthonomus* Germar (Coleoptera, Curculionidae), имеющих фитосанитарное значение для Российской Федерации

*КУРБАТОВ С.А.¹, ЛОВЦОВА Ю.А.²

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

¹ ORCID 0000-0002-9729-5751,
e-mail: pselaphidae@yandex.ru

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

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена четырём вредным видам плодовых долгоносиков из рода *Anthonomus* Germar, имеющим фитосанитарное значение для России, а именно: *Anthonomus signatus* Say, 1831 (земляничный почкоед), *Anthonomus eugenii* Cano, 1894 (перечный долгоносик), *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (хлопковый долгоносик) и *Anthonomus quadrigibbus* (Say, 1831) (четырёхбугорчатый цветоед). Приведены сведения о составе, географическом распространении и пищевых предпочтениях рода *Anthonomus*, являющегося одним из крупнейших среди жуков долгоносиков по числу видов, а также об инвазионном потенциале его отдельных представителей. Дана общая информация о каждом из четырех указанных выше вредных видов, которая включает в себя данные об их распространении, кормовых растениях, особенностях биологии, карантинном статусе как для отдельных стран, так и для международных организаций, и о деталях инвазии этих вредителей за пределы их естественного ареала. Исследована и детально обсуждена морфология некоторых частей их тела, несущих удобные для использования диагностические признаки. Речь идёт, в первую очередь, о форме передних бёдер и передних голеней, строении эдеагусов самцов и цвете волосков, составляющих опушение жуков. На основании этих и некоторых других признаков предложен ключ для диагностики упомянутых четырёх видов рода *Anthonomus*. Указано направление дальнейших исследований по заявленной теме. Все использованные в статье изображения жуков и отдельных частей их тела являются оригинальными; в разделе «Материалы и методы» приведены способы получения и последующей обработки этих изображений. Статья представляет интерес для энтомологов, специалистов в области фитосанитарной биологии и защиты растений.

On some species of the genus *Anthonomus* Germar (Coleoptera, Curculionidae) of phytosanitary importance for the Russian Federation

*SERGEY A. KURBATOV¹, JULIA A. LOVTSOVA²

^{1,2} FGBU "All-Russian Plant Quarantine Center"
(FGBU "VNIICR"), Bykovo, Ramenskoye,
Moscow Oblast, Russia, 140150

¹ ORCID 0000-0002-9729-5751,
e-mail: pselaphidae@yandex.ru

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

ABSTRACT

The article is devoted to four harmful weevil species of the genus *Anthonomus* Germar, being of phytosanitary importance for the Russian Federation, namely: *Anthonomus signatus* Say, 1831, *Anthonomus eugenii* Cano, 1894, *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 and *Anthonomus quadrigibbus* (Say, 1831). It provides data on the composition, distribution and trophic preferences of the genus *Anthonomus*, one of the most numerous in species among Curculionidae, as well as the invasion potential of its representatives. It outlines the general information about each of the four stated harmful species, including the data on its distribution, host plants, biology, quarantine status for certain countries and international organizations, its invasion beyond its natural area. There has been studied and thoroughly discussed the morphology of some of its body parts bearing diagnostic characters easy to use. It concerns, primarily, the shape of the fore femurs and fore tibiae, the structure of male aedeagus and the color of the hairs that make up the pubescence of beetles. Based on these and some other characters, a diagnostic key to the mentioned four species of the genus *Anthonomus* has been proposed. The direction of further research on the stated topic is indicated. All images of beetles and individual parts of their bodies used in the article are original; the "Materials and Methods" section provides methods for obtaining and subsequent processing of these images. The article is of interest to entomologists, specialists in the field of phytosanitary biology and plant protection.

Ключевые слова. Земляничный почкоед, перечный долгоносик, хлопковый долгоносик, чetyрёхбугорчатый долгоносик, диагностика, вредители растений.

ВВЕДЕНИЕ

Род *Anthonomus* Germar, 1817 является одним из крупнейших родов среди жуков долгоносиков. В соответствии со списком видов Curculionidae трибы Anthonomini, опубликованном в открытом доступе мировым специалистом по этой группе Уэйном Кларком (Clark, 2013), в состав рода входит 558 видов, распределённых по 10 под родам. Большинство видов распространено на американском континенте, 58 видов известны из Палеарктики, и лишь 14 видов встречаются за пределами указанных территорий. Среди представителей этого рода имеется множество серьёзных вредителей культурных растений, в первую очередь плодовых и ягодных, но также овощных, цветочных, технических, декоративных. Основной вред наносят личинки, которые развиваются в почках, цветках, плодах, семенах, а у некоторых видов в галлах.

Почти все жуки рода *Anthonomus* являются хорошо летающими подвижными насекомыми, что является предпосылкой для их повышенной возможности распространения за пределы своего нативного ареала не только с сельскохозяйственной продукцией, но и с различными видами транспорта. Так, североамериканский перечный долгоносик *Anthonomus eugenii* Cano, 1894 в последние 15 лет неоднократно завозился в Нидерланды и Италию, при этом в обеих странах он обнаруживался не во ввозимой продукции, а уже непосредственно в промышленных посадках как в теплицах, так и в поле (Speranza et al., 2014; EPPO, 2014). Пока его очаги удавалось ликвидировать. Южноамериканский хлопковый долгоносик *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 неоднократно проникал в США, при этом по крайней мере в 7 штатах он также обнаруживался уже непосредственно в поле. Здесь также очаги временно удавалось ликвидировать, кроме штата Техас, где вредитель широко распространился, а программа по его ликвидации продолжается (Raszick, 2021). Инвазии осуществляются и из Европы на американский континент. Широко распространённый в РФ вредитель, малинно-земляничный долгоносик *Anthonomus rubi* (Herbst, 1795), буквально несколько лет назад был зарегистрирован и уже обосновался в Канаде, распространившись по крайней мере в Британской Колумбии (Franklin et al., 2021; New records of Curculionoidea..., 2022). С другой стороны, на российском Дальнем Востоке обнаружен японский вредитель яблони *A. mali* Kojima et Morimoto, 1994 (Korotyaev, Kurbatov, 2021).

В базе данных Европейско-средиземноморской организации по защите растений (ЕОЗР)

Key words. *Anthonomus signatus* Say, *Anthonomus eugenii* Cano, *Anthonomus grandis* Boheman, *Anthonomus quadrigibbus* Say, diagnosis, plant pests.

INTRODUCTION

The genus *Anthonomus* Germar, 1817 is one of the largest genera among weevil beetles. According to the list of Curculionidae species of the tribe Anthonomini, published in the public domain by the world expert on this group Wayne Clark (Clark, 2013), the genus includes 558 species, distributed over 10 subgenera. Most species are distributed on the American continent, 58 species are known from the Palaearctic, and only 14 species are found outside these territories. Among the representatives of this genus there are many serious pests of cultivated plants, primarily fruits and berries, but also vegetables, flowers, industrial plants, and ornamentals. The main damage is caused by larvae that develop in buds, flowers, fruits, seeds, and in some species in galls.

Beetles of the genus *Anthonomus* are well-flying, mobile insects, which is a prerequisite for their increased ability to spread beyond their native area not only with agricultural products, but also with various means of transport. Thus, over the past 15 years *Anthonomus eugenii* Cano, 1894 has been repeatedly introduced into the Netherlands and Italy, and in both countries, it was detected not in imported products, but directly in industrial plantings both in greenhouses and in the field (Speranza et al., 2014; EPPO, 2014). So far, its outbreaks have been eliminated. *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 was repeatedly introduced into the United States, while in at least 7 states it was also detected directly in the field. Here outbreaks were also temporarily eliminated, except in the state of Texas, where the pest spread widely and the elimination program continues (Raszick, 2021). There are also invasions from Europe to the American continent. The pest widely spread in Russia, *Anthonomus rubi* (Herbst, 1795), some years ago was reported and is adapted in Canada, spreading in at least British Columbia (Franklin et al., 2021; New records of Curculionoidea..., 2022). On the other hand, *A. mali* Kojima et Morimoto, 1994 (Korotyaev, Kurbatov, 2021) was detected in the Russian Far East.

The database of the European-Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) includes a total of 22 species belonging to the genus *Anthonomus*, of which 14 species are quarantine objects for various countries and international organizations. Some of them are common in the Russian Federation and are agricultural pests, such as, *Anthonomus pomorum* (Linnaeus, 1758) and *Anthonomus rubi*. At the same time,

в общей сложности учтено 22 вида, принадлежащих к роду *Anthonomus*, из которых 14 видов являются карантинными объектами для различных стран и международных организаций. Некоторые из них распространены в Российской Федерации и являются вредителями сельского хозяйства, как, например, яблонный цветоед *Anthonomus pomorum* (Linnaeus, 1758) и малинно-земляничный долгоносик *Anthonomus rubi*. В то же время ряд отсутствующих в нашей стране видов представляет серьёзный фитосанитарный риск для её территории. Именно этим видам и посвящена настоящая статья.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В рамках данного исследования был изучен материал из энтомологического коллекционного фонда ФГБУ «ВНИИКР», большая часть которого получена по обмену из Энтомологического исследовательского музея Университета Калифорнии, Сакраменто. Изучены экземпляры *Anthonomus signatus* Say, 1831, происходящие из США и Канады, *A. eugenii* из США, *A. grandis* из США и Кубы, *A. quadrigibbus* (Say, 1831) из США. Препараты изготавливались с использованием канадского бальзама по стандартной методике, описанной в частности Besuchet (1974) в рамках многотомного издания *Die Käfer Mitteleuropas*. Для изучения сухих коллекционных насекомых использовался стереомикроскоп Carl Zeiss Stemi 2000-C. Для изучения микропрепаратов использовался микроскоп Carl Zeiss Axio Imager A1. Послойное фотографирование изучаемых объектов осуществлялось фотоаппаратом Carl Zeiss AxioCam MRc. Сшивание слоёв проводилось с помощью компьютерной программы Zerene Stacker. Дальнейшая обработка изображений, а также их последующая компоновка в таблицы рисунков проходила с использованием программы Adobe Photoshop CC.

Общая информация о видах рода *Anthonomus*, имеющих фитосанитарное значение

Anthonomus signatus Say, 1831 (земляничный почкоед, strawberry bud weevil) (рис. 1, 1). Синонимы: *A. bisignatus* Gyllenhal, 1836; *A. pallidus* Dietz, 1891; *A. scutellatus* Gyllenhal, 1836. Вид внесён в качестве отсутствующего в перечень карантинных объектов ЕАЭС, а также в перечни ряда других стран и международных организаций, как например, Грузия, Украина, Турция, Швейцария, Великобритания, Мексика, Чили, Аргентина, ЕРРО, COSAVE и ряд других. Земляничный почкоед распространён в Канаде и по всей восточной половине США от Северной Дакоты до Техаса на западной границе ареала и от Мэна до Флориды вдоль атлантического побережья (в общей сложности в 33 штатах). Основным кормовым растением земляничного почкоеда является земляника *Fragaria ananassa*, но он также может повреждать такие ягодные культуры, как малина, ежевика, черника, голубика. Помимо этого, вредитель развивается на имеющем декоративное значение багряннике канадском (*Cercis canadensis*) и на представителях рода лапчатка (*Potentilla* spp.). После яйцекладки самка «окольцовывает» цветonoс,

some species absent from our country pose a serious phytosanitary risk to its territory. It is these species that this article is devoted to.

MATERIALS AND METHODS

As part of this study, material from the entomological collection fund of FGBU "VNIICR" was studied, most of which was obtained through exchange from Entomology Research Museum, University of California, Sacramento. The specimens of *Anthonomus signatus* Say, 1831, from the USA and Canada, *A. eugenii* from the USA, *A. grandis* from the USA and Cuba, *A. quadrigibbus* (Say, 1831) from the USA were studied. The slides were made using Canada balsam according to the standard method described in particular by Besuchet (1974) as part of the multi-volume publication *Die Käfer Mitteleuropas*. The stereomicroscope Carl Zeiss Stemi 2000-C was used to study dry collection insects. The microscope Carl Zeiss Axio Imager A1 was used to study the slides. Layer-by-layer photography of the studied objects was carried out using a Carl Zeiss AxioCam MRc camera. The layers were combined using the Zerene Stacker computer program. Further processing of images, as well as their subsequent arrangement into tables of figures, was carried out using Adobe Photoshop CC.

General information about species of the genus *Anthonomus* of phytosanitary importance

Anthonomus signatus Say, 1831 (strawberry bud weevil) (Fig. 1, 1). Synonyms: *A. bisignatus* Gyllenhal, 1836; *A. pallidus* Dietz, 1891; *A. scutellatus* Gyllenhal, 1836. The species is included as absent in the list of quarantine pests of the EAEU, as well as in the lists of some other countries and international organizations, such as Georgia, Ukraine, Turkey, Switzerland, Great Britain, Mexico, Chile, Argentina, EPPO, COSAVE and others. The strawberry bud weevil is spread in Canada and throughout the eastern half of the United States from North Dakota to Texas on the western border of its range and from Maine to Florida along the Atlantic coast (a total of 33 states). Its main host plant is wild strawberry земляника *Fragaria ananassa*, but it can also damage berry crops such as raspberries, blackberries, bilberries and blueberries. Besides, the pest can develop on *Cercis canadensis* having decorative value and on *Potentilla* spp. After oviposition, the female "rings" the peduncle, which as a result fade. The larva feeds on the tissues of a withered flower bud hanging on the plant, but even a bud that has fallen to the ground provides food for the larva, which thus successfully completes its development (Mailloux & Bostanian, 1993). The pest has a one-year development cycle and overwinters in the adult stage. In both the USA and Canada, the strawberry bud weevil is considered the main pest of wild strawberries, capable of destroying up to 75% of the crop or more (Schaefer, 1978; Paradis, 1979).

Anthonomus eugenii Cano, 1894 (pepper weevil) (Fig. 1, 2). Synonyms: *A. aeneotinctus* Champion, 1903. The pest is included in the quarantine lists of

который в результате увядает. Личинка питается тканями висящей на растении увядшей цветочной почки, но даже упавшая на землю почка обеспечивает питанием личинку, которая таким образом благополучно завершает своё развитие (Mailloux & Bostanian, 1993). Вредитель имеет одногодичный цикл развития, зимует в стадии имаго. Как в США, так и в Канаде земляничный почкоед считается основным вредителем земляники, способным уничтожить до 75% урожая и больше (Schaefer, 1978; Paradis, 1979).

Anthonomus eugenii Cano, 1894 (перечный долгоносик, pepper weevil) (рис. 1, 2). Синонимы: *A. aeneotinctus* Champion, 1903. Вредитель внесён в карантинные перечни многих стран и международных организаций, таких как Великобритания, Швейцария, Турция, Иордания, Марокко, Аргентина, Чили, Уругвай, ЕРРО, ЕУ и др. На основании Анализа фитосанитарного риска, проведённого во ВНИИКР в 2017 году, вид рекомендован для включения в карантинный перечень ЕАЭС. Родной перечный долгоносик считается Мексика, откуда он в первой половине XX-го века распространился в США, странах Центральной Америки и Французской Полинезии. В 2009–2010 годах проник в юго-восточную часть Канады, где предпринимаются попытки по уничтожению его очагов (New records of species..., 2012; Labbé et al., 2018). Основными кормовыми растениями для перечного долгоносика являются перцы (*Capsicum* spp.), в несколько меньшей степени баклажаны и физалис и некоторые другие паслёновые, в том числе декоративные или имеющие лекарственное значение. Взрослые особи могут также питаться на растениях томатов и картофеля, но откладка яиц на эти растения пока не выявлена (Impacts of recently emerged..., 2011). В зависимости от температурных условий конкретного региона перечный долгоносик имеет разное число поколений в течение года. Характерной особенностью вредителя является то обстоятельство, что значительную часть своей жизни жуки могут проводить внутри плодов, при этом имаго могут выживать до 100 дней при температуре 2°C и таким образом легко могут завозиться с охлаждёнными плодами (Toapanta et al., 2005). Так, с 2014 по 2019 год только в Великобритании этот вид перехватывался 19 раз с плодами перца из Мексики и Доминиканской республики.

Anthonomus grandis Boheman, 1843 (хлопковый долгоносик, cotton boll weevil) (рис. 1, 3). Синонимы: *A. thurberiae* Pierce, 1913. Вид внесён в карантинные перечни многих стран и международных организаций, в том числе таких как Швейцария, Турция, Азербайджан, Марокко, Тунис, Иран, Китай, Аргентина, ЕРРО, ЕУ. На основании Анализа фитосанитарного риска, проведённого во ВНИИКР в 2017 году, вид рекомендован для включения в карантинный перечень ЕАЭС. Родина хлопкового долгоносика точно не установлена. В настоящее время он обитает в большинстве стран Южной и Центральной Америки, а также Мексики. В самом конце 19-го века он довольно широко распространился по территории США, где ежегодно приносил хлопководству многомиллиардные убытки (O'Brien, Wibner, 1982). В 70-х годах 20-го века в США

many countries and international organizations, such as Great Britain, Switzerland, Turkey, Jordan, Morocco, Argentina, Chile, Uruguay, EPPO, EU, etc. Based on the Pest Risk Analysis carried out at VNIICR in 2017, the species is recommended for inclusion in the EAEU quarantine list. Mexico is considered the homeland of the pepper weevil, from where it spread to the USA, Central America and French Polynesia in the first half of the 20th century. In 2009–2010, it entered the south-eastern part of Canada, where attempts are being made to eliminate its outbreaks (New records of species..., 2012; Labbé et al., 2018). Its main host plants are peppers (*Capsicum* spp.), to a somewhat lesser extent, eggplants and physalis and some other Solanaceae, including ornamental ones or those of medicinal value. Adults may also feed on tomato and potato plants, but oviposition on these plants has not yet been detected (Impacts of recently emerged..., 2011). Depending on the temperature conditions of a particular region, the pepper weevil has a different number of generations during the year. A characteristic feature of the pest is the fact that it can spend a significant part of its life inside fruits, while adults can survive up to 100 days at a temperature of 2°C and thus can easily be introduced with chilled fruits (Toapanta et al., 2005). Thus, from 2014 to 2019, in the UK alone, this species was intercepted 19 times with pepper fruits from Mexico and the Dominican Republic.

Anthonomus grandis Boheman, 1843 (cotton boll weevil) (Fig. 1, 3). Synonyms: *A. thurberiae* Pierce, 1913. The species is included in the quarantine lists of many countries and international organizations, including Switzerland, Turkey, Azerbaijan, Morocco, Tunisia, Iran, China, Argentina, EPPO, EU. Based on the Pest Risk Analysis conducted at VNIICR in 2017, the species was recommended for inclusion in the EAEU quarantine pest list. The homeland of the cotton boll weevil has not been precisely determined. It currently occurs in most countries in South and Central America, as well as Mexico. At the very end of the 19th century, it spread quite widely across the United States, where it annually brought multibillion-dollar losses to the cotton industry. (O'Brien, Wibner, 1982). In the 1970s, a program was developed in the United States to eradicate this pest. As a result, at the beginning of the 21st century, the species was almost completely exterminated in all states, with the exception of Texas, where it continues to cause damage to this day. Moreover, according to the latest data (Source tracing of *Anthonomus grandis*..., 2023), The weevil began to appear again in states where it had previously been eradicated. The main host plant for the cotton weevil is cotton, including *Gossypium barbadense* and *G. hirsutum*, but also wild species of this genus (*G. arboreum*, *G. herbaceum*, *G. lobatum*, *G. turneri*, etc.). The development of this species on decorative *Hibiscus syriacus* (Parrott et al., 1966) and some other plants of the Malvaceae family was reported. Females lay eggs singly in flower buds or fruits, preferring the largest ones (Showler, 2005). On average, each female lays about 10 eggs per day for about 3 weeks. The larvae feed inside the buds, go through

была разработана программа по искоренению этого вредителя. В результате в начале 21-го века вид был практически полностью истреблён во всех штатах, за исключением штата Техас, где он продолжает вредить до настоящего времени. Более того, по последним данным (Source tracing of *Anthonomus grandis*..., 2023), долгоносик снова начал выявляться в штатах, на территории которых ранее он был искоренён. Основным кормовым растением для хлопкового долгоносика является хлопок, включая *Gossypium barbadense* и *G. hirsutum*, но также и дикорастущие виды этого рода (*G. arboreum*, *G. herbaceum*, *G. lobatum*, *G. turneri* и др.). Зафиксировано развитие этого вида на декоративном *Hibiscus syriacus* (Parrott et al., 1966) и ряде других растений семейства Malvaceae. Самки откладывают яйца поодиночке в цветочные почки или плоды, предпочитая наиболее крупные (Showler, 2005). В среднем каждая самка откладывает около 10 яиц в день в течение примерно 3-х недель. Личинки питаются внутри почек, проходят в своем развитии три возраста и окукливаются, оставаясь внутри. Появившиеся жуки выходят наружу и питаются молодыми листьями и побегами растения-хозяина. В зависимости от климатических условий вредитель может давать до 7–8 поколений в год. Жуки последнего поколения мигрируют с полей в окрестные леса, где зимуют в лесной подстилке.

Anthonomus quadrigibbus (Say, 1831) (четырёхбугорчатый цветоед, apple curculio) (рис. 1, 4). Синонимы: *A. cerasi* (List, 1932); *A. magnus* (List, 1932). Вредитель входит в карантинные перечни таких стран как Великобритания, Турция, Швейцария, Китай, Аргентина, Чили, а также в перечень Европейского Союза. Анализ фитосанитарного риска, проведённый во ВНИИКР в 2017 году, показал, что четырёхбугорчатый цветоед отвечает критериям карантинного организма и, таким образом, вид рекомендован для включения в карантинный перечень ЕАЭС. Вид распространён во всех южных штатах Канады, повсеместно в США и в северной части Мексики. Основным кормовым растением вредителя являются растения яблони. Вид также способен полноценно развиваться и на многих других представителях семейства розоцветных, среди которых такие культуры как айва, вишня, груша, ирга, кизил (Burke & Anderson, 1979). Развивается в одном поколении. Взрослые особи после зимовки проходят дополнительное питание. В первую очередь они питаются черешками листьев, кончиками побегов, цветочными почками и цветками, а также мякотью недозрелых

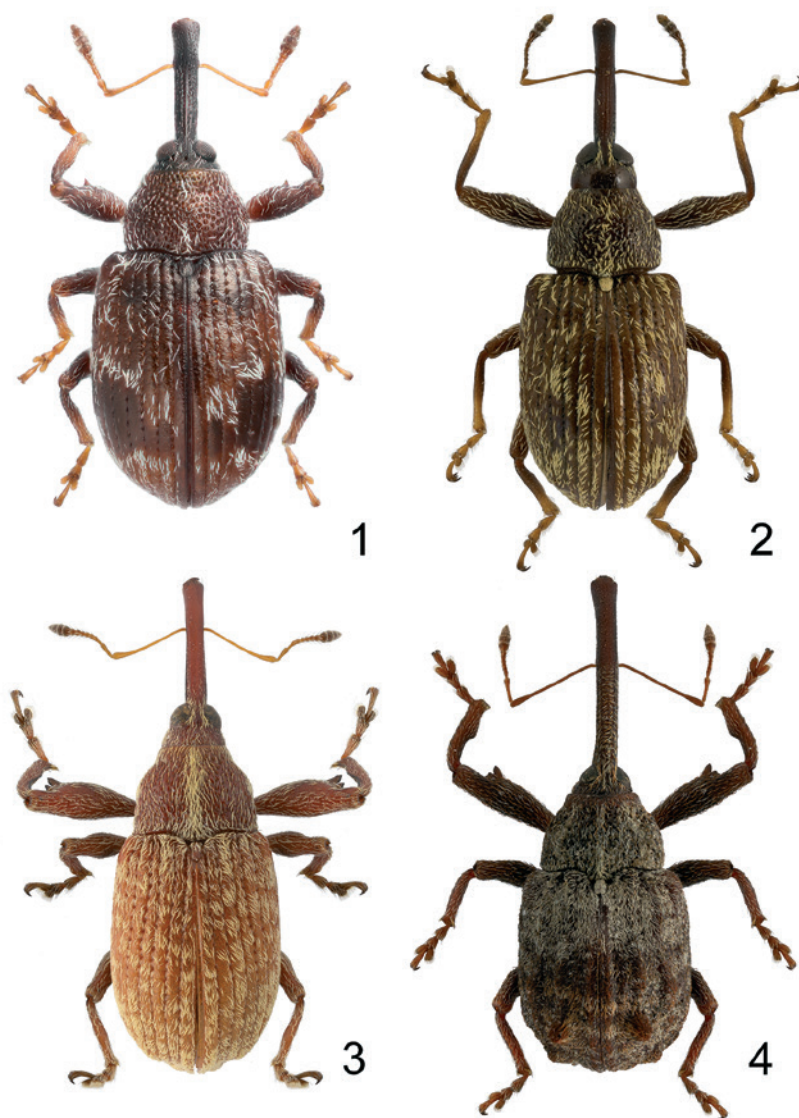


Рис. 1. Внешний вид жуков рода *Anthonomus*: 1 – *A. signatus*, 2 – *A. eugenii*, 3 – *A. grandis*, 4 – *A. quadrigibbus* (фото С.А. Курбатова и Ю.А. Ловцовой) (1 – фото К.В. Макарова, 2–4 – фото С.А. Курбатова и Ю.А. Ловцовой)

Fig. 1. Appearance of weevils of the genus *Anthonomus*: 1 – *A. signatus*, 2 – *A. eugenii*, 3 – *A. grandis*, 4 – *A. quadrigibbus* (photos by S.A. Kurbatov and Yu.A. Lovtsova) (1 – photo by K.V. Makarov, 2–4 – photos by S.A. Kurbatov and Yu.A. Lovtsova)

three instars in their development and pupate while remaining inside. The emerging weevils come out and feed on young leaves and shoots of the host plant. Depending on climatic conditions, the pest can produce up to 7–8 generations per year. The latest generation of beetles migrates from the fields to the surrounding forests, where they overwinter on the forest floor.

Anthonomus quadrigibbus (Say, 1831) (apple curculio) (Fig. 1, 4). Synonyms: *A. cerasi* (List, 1932); *A. magnus* (List, 1932). The pest is included in the quarantine lists of such countries as Great Britain, Turkey, Switzerland, China, Argentina, Chile, as well as the list of the European Union. A pest risk analysis carried out at VNIICR in 2017 showed that the apple curculio meets the criteria for a quarantine pest and, thus, the species is recommended for inclusion in the EAEU quarantine pest list. The species is distributed

плодов. Самки откладывают по одному яйцу на плод и покрывают яйцо слоем экскрементов для его защиты. Личинки развиваются внутри плодов и там же окукливаются. Таким образом, в созревшем плоде в ряде случаев сохраняется жизнеспособная преимагинальная стадия вредителя (Pest categorisation..., 2018). Перед уходом на зимовку жуки проходят дополнительное питание на плодах своих кормовых растений.

Имеется также целый ряд других вредных видов рода *Anthonomus*, как например, *A. fulvipes* Champion, 1903 (cherry weevil), *A. musculus* Say, 1831 (cranberry weevil), *A. nigrinus* Boheman, 1843 (potato bud weevil), а также представители близких родов, например, *Pseudanthonomus validus* Dietz, 1891 (currant fruit weevil), однако их фитосанитарное значение для нашей страны пока не выяснено.

Изучение некоторых диагностических признаков видов рода *Anthonomus*

Идентификация американских представителей рода *Anthonomus* сопряжена с серьёзными трудностями. Это связано с очень большим объёмом рода и практически полным отсутствием определительных ключей, которые одновременно включали бы представителей более одной группы таксономически близких видов (см., например, Burke & Anderson, 1989; Clark, 1985, 1987, 1990, 1991 и др.). Тем не менее для диагностики четырёх видов, фитосанитарное значение которых для РФ и ЕАЭС уже установлено, мы можем предложить несколько изученных нами признаков, совокупность которых позволит надёжно идентифицировать эти виды.

Прежде всего обратим внимание на строение передних бёдер (рис. 2, 1–4). Их нижняя сторона снабжена зубцом в вершинной трети, который имеет разную форму: у *A. signatus* и *A. eugenii* этот зубец простой и довольно маленький, то есть выступает не более чем на треть максимальной толщины бедра, в то время как у *A. grandis* и *A. quadrigibbus* он двувершинный (или двойной), большой, достигает примерно половины максимальной толщины бедра. При этом, если сравнивать бёдра с простым зубцом у *A. signatus* и *A. eugenii*, то можно видеть, что зубец *A. signatus* более или менее равнобедренный и направлен перпендикулярно продольной оси бедра, а у *A. eugenii* зубец направлен косо по отношению к оси бедра. Если же сравнивать между собой виды, у которых бёдра снабжены двувершинным зубцом, то у *A. grandis* средняя часть бедра гораздо более сильно утолщена, в самом широком месте бедро вдвое шире своей апикальной части и всё покрыто одноцветными желтоватыми

in all southern states of Canada, throughout the United States and in northern Mexico. The main host plant of the pest is apple trees. The species is also capable of fully developing on many other representatives of the Rosaceae family, including such crops as quince, cherry, pear, serviceberry, and dogwood (Burke & Anderson, 1979). Develops in one generation. Adults undergo additional feeding after wintering. They primarily feed on leaf petioles, shoot tips, flower buds and flowers, as well as the pulp of unripe fruits. Females lay one egg per fruit and cover the egg with a layer of excrement to protect it. The larvae develop inside the fruit and pupate there. Thus, in some cases, a viable pre-imaginal stage of the pest remains in the ripened fruit (Pest categorisation..., 2018). Before leaving for the winter, weevils undergo additional nutrition on the fruits of their food plants.

There are other harmful species of the genus *Anthonomus*, such as, *A. fulvipes* Champion, 1903 (cherry weevil), *A. musculus* Say, 1831 (cranberry weevil), *A. nigrinus* Boheman, 1843 (potato bud weevil), as well as representatives of related genera, for example, *Pseudanthonomus validus* Dietz, 1891 (currant fruit weevil), however, their phytosanitary significance for our country has not yet been determined.

Study of some diagnostic characters of species of the genus *Anthonomus*

Identification of American representatives of the genus *Anthonomus* is faced with serious difficulties. This is due to the very large volume of the genus and the almost complete absence of identification keys that would simultaneously include representatives of more than one group of taxonomically similar species (see, for example, Burke & Anderson, 1989; Clark, 1985, 1987, 1990, 1991, etc.). Nevertheless, for the diagnosis of four species, the phytosanitary significance of which



Рис. 2. Передние бёдра жуков рода *Anthonomus* (вершины бёдер наверху рисунка): 1 – *A. signatus*, 2 – *A. eugenii*, 3 – *A. grandis*, 4 – *A. quadrigibbus* (фото С.А. Курбатова и Ю.А. Ловцовой)

Fig. 2. Profemora of weevils of the genus *Anthonomus* (apical part of femora at the top of the picture): 1 – *A. signatus*, 2 – *A. eugenii*, 3 – *A. grandis*, 4 – *A. quadrigibbus* (photos by S.A. Kurbatov and Yu.A. Lovtsova)



Рис. 3. Передние голени жуков рода *Anthonomus* (вершины голени наверху рисунка): 1 – *A. signatus*, 2 – *A. eugenii*, 3 – *A. grandis*, 4 – *A. quadrigibbus* (фото С.А. Курбатова и Ю.А. Ловцовой)

Fig. 3. Protibiae of the weevils of the genus *Anthonomus* (apical part of tibiae at the top of the picture): 1 – *A. signatus*, 2 – *A. eugenii*, 3 – *A. grandis*, 4 – *A. quadrigibbus* (photos by S.A. Kurbatov and Yu.A. Lovtsova)



Рис. 4. Эдеагус жуков рода *Anthonomus* (вершина эдеагуса внизу рисунка): 1–2 – *A. signatus*, 3 – *A. quadrigibbus*, 4 – *A. eugenii*, 5 – *A. grandis*; 1, 3–5 – дорсально, 2 – латерально; (фото С.А. Курбатова и Ю.А. Ловцовой)

Fig. 4. Aedeagus of weevils of the genus *Anthonomus* (aedeagus apex at the bottom of the picture): 1–2 – *A. signatus*, 3 – *A. quadrigibbus*, 4 – *A. eugenii*, 5 – *A. grandis*; 1, 3–5 – дорсально, 2 – латерально; (photos by S.A. Kurbatov and Yu.A. Lovtsova)

волосками; что касается *A. quadrigibbus*, то его бедро менее сильно утолщено, в самом широком месте оно менее чем в полтора раза шире апикальной части и всё бедро покрыто волосками двух цветов, белого и рыжего.

По строению передних голеней (рис. 3, 1–4) *A. signatus* и *A. eugenii* также отличаются от *A. grandis* и *A. quadrigibbus*. У первых голени тонкие, их апикальная часть менее чем вдвое шире длины вершинного зубца, и ниже зубца эта апикальная часть снабжена лишь отдельными длинными волосками. У вторых голени сильно утолщены, в апикальной половине не менее чем втрое шире длины вершинного зубца и сразу под зубцом снабжены густым пучком волосков. Различия голеней *A. signatus* и *A. eugenii* состоят в том, что у первого апикальные

for the Russian Federation and the EAEU has already been established, we can offer several characters that we have studied, the combination of which will allow us to reliably identify these species.

First of all, let's pay attention to the structure of the pro-femora (Fig. 2, 1–4). Their inner side is equipped with a tooth in the apical third, which has a different shape: *A. signatus* and *A. eugenii* have this tooth simple and quite small, that is, it protrudes no more than a third of the maximum thickness of the femur, while *A. grandis* and *A. quadrigibbus* it is double-peaked (or double), large, reaching approximately half the maximum thickness of the femur. Moreover, if we compare the femora with a simple tooth of *A. signatus* and *A. eugenii*, we can see that the tooth of *A. signatus* is more or less equicrural and directed perpendicular to the longitudinal axis of the femur, while *A. eugenii* has the tooth directed obliquely relative to the femoral axis. If we compare species in which the femora are equipped with a double-peaked tooth, then *A. grandis* has the middle part of the femur much more thickened, at its widest point the femur is twice as wide as its apical part and is completely covered with uniform yellowish hairs; as for *A. quadrigibbus*, its femur is less strongly thickened, at its widest point it is less than one and a half times wider than the apical part and the entire femur is covered with hairs of two colors, white and red.

The structure of the protibiae (Fig. 3, 1–4) of *A. signatus* and *A. eugenii* also differ from *A. gran-*

dis and *A. quadrigibbus*. The first two have thin tibiae, their apical part is less than twice as wide as the length of the apical tooth, and below the tooth this apical part is equipped with only isolated long hairs. The latter have the tibiae strongly thickened, in the apical half no less than three times as wide as the length of the apical tooth, and immediately below the tooth are equipped with a dense tuft of hairs. The tibiae difference between *A. signatus* and *A. eugenii* consists in the fact that in the first, the apical two-thirds of the tibia (not counting the curved apex) are more or less parallel-sided, and then

две трети голени (не считая загнутой вершины) более или менее параллельносторонние, а затем голень слабо сужается к основанию, в то время как у *A. eugenii* самая широкая часть голени находится в базальной трети, откуда она сужается в обе стороны – и к основанию, и к вершине. Форма передних голеней у *A. grandis* и *A. quadrigibbus* более схожа, однако у *A. grandis* внешний край голени (кроме загнутой базальной части) прямой, в то время как у *A. quadrigibbus* он слабо вогнутый, а базальная часть голени *A. quadrigibbus* загнута гораздо сильнее, чем у сравниваемого вида. Кроме того, как и в случае с бёдрами, у *A. grandis* голень покрыта одноцветными желтоватыми волосками, тогда как на голени *A. quadrigibbus* волоски двух цветов – белого и рыжего.

Эдеагус (рис. 4, 1–5) у *Anthonomus*, как и у многих других долгоносиков, состоит из двух основных частей (см. Davis, 2009, с. 29, 127) из а) пениса, или *median lobe*, внутри которого могут находиться (или отсутствовать) различные склеротизованные структуры и из б) парных аподемы, или *median struts*, причленённых к базальной части *median lobe*. При рассматривании сбоку (рис. 4, 2) эдеагус более или менее изогнут. Основные различия эдеагусов исследуемых видов состоят в их общей форме, соотношении длин *median lobe* и *median struts*, в форме вершины эдеагуса и, при наличии, в форме внутренних склеротизованных структур. Так, наименее вытянутым является *median lobe* у *A. signatus* (рис. 4, 1) (соотношение длины к максимальной ширине – 1:3,2), при этом её боковые края слабо равномерно выпуклые, а вершина более или менее треугольная с закруглённым вершинным углом. Более вытянута *median lobe* у *A. quadrigibbus* (рис. 4, 3) (соотношение длины к ширине – 1:3,8), форма её боковых краёв варьируется от очень слабо выпуклых до прямых, а вершина широко округлена и снабжена небольшой выпуклостью по нижнему краю. У *A. grandis* тело эдеагуса (рис. 4, 5) совершенно параллельностороннее (соотношение длины к ширине – 1:4,4), а округлённая вершинная часть на конце прямо обрезана. Наконец, у *A. eugenii* тело эдеагуса (рис. 4, 4) наиболее вытянутое (соотношение длины к максимальной ширине – 1:5.1), её бока в основной части слегка вогнутые, вершинная треть прямолинейно сужается, а самая вершина слегка расширена и вогнута по нижнему краю. Аподемы эдеагуса у *A. grandis* такой же длины, как и тело эдеагуса, а у остальных видов они явственно короче.

Из других диагностических признаков можно выделить длину головотрубки, которая у *A. quadrigibbus* (рис. 1, 4) почти равна остальной длине тела, а у остальных видов (рис. 1, 1–3) составляет не более половины длины тела. При этом надо отметить, что данный признак необходимо рассматривать при латеральном положении тела жука, так как у конкретных коллекционных экземпляров голова может быть в разной степени загнута вниз и таким образом при взгляде сверху головотрубка будет иметь разную длину. Кроме того, *A. quadrigibbus* отличается от трёх остальных видов наличием четырёх больших бугорков на задней части надкрыльев, которые также лучше видны при латеральном положении тела жука. Что касается

the tibia tapers slightly towards the base, while *A. eugenii* has the widest part of the tibia in the basal third, from where it tapers in both directions – both to the base and to the apex. The shape of the front tibiae of *A. grandis* and *A. quadrigibbus* is more similar, though *A. grandis* has the outer edge of the tibia (except for the curved basal part) straight, while *A. quadrigibbus* has it slightly concave, and the basal part of the tibia of *A. quadrigibbus* is curved much more strongly than that of the compared species. Moreover, as in the case of the femora, *A. grandis* has the tibiae covered with single-colored yellowish hairs, while the tibiae of *A. quadrigibbus* bears hairs of two colors – white and red.

Aedeagus (Fig. 4, 1–5) of *Anthonomus*, like of many other weevils, consists of two main parts (see Davis, 2009, с. 29, 127) a) the body of the aedeagus itself, or *median lobe*, inside which there may be (or be absent) various sclerotized structures and b) paired apodemes, or *median struts*, movably attached to the basal part of the *median lobe*. When viewed laterally (Fig. 4, 2) the aedeagus more or less curved. Main differences among aedeagi of the studied species consist in their general shape, length ratio between the *median lobe* and the *median struts*, the aedeagus apex shape, and, if present, the shape of internal sclerotized structures. So, the least elongated is the *median lobe* of *A. signatus* (Fig. 4, 1) (ratio of length to maximum width – 1:3.2), its lateral edges are slightly uniformly convex, and the apex is more or less triangular with a rounded apical angle. *A. quadrigibbus* has a more elongated *median lobe* (Fig. 4, 3) (length to width ratio – 1:3.8), the shape of its lateral edges varies from very slightly convex to straight, and the apex is widely rounded and has a slight convexity along the lower edge. *A. grandis* has a completely parallel-sided aedeagus body (Fig. 4, 5) (length to width ratio – 1:4.4), and the rounded apical part at the end is straight cut. Finally, *A. eugenii* has the most elongated aedeagus body (Fig. 4, 4) (the ratio of length to maximum width is 1:5.1), its sides in the main part are slightly concave, the apical third narrows linearly, and the very apex is slightly widened and concave along the lower edge. Aedeagus apodemes of *A. grandis* are the same length as the aedeagus body, and in other species they are clearly shorter.

Other diagnostic characters include the length of the rostrum, which in *A. quadrigibbus* (Fig. 1, 4) is almost equal to the rest of the body length, and in other species (Fig. 1, 1–3) it is no more than half the body length. It should be noted that this character must be considered in the lateral position of the weevil's body, since in certain collection specimens the head can be bent down to varying degrees and thus, when viewed from above, the rostrum will have different lengths. Moreover, *A. quadrigibbus* differs from the other three species in the presence of four large tubercles on the back of the elytra, which are also better visible when the beetle's body is in a lateral position. As for coloration, although in the photographs presented it varies quite a lot in all four species, it is nevertheless not a reliable character, since it is subject to variation. Thus, in *A. signatus*, the large dark spot characteristic of the

окраски, то хотя на представленных фотографиях она довольно сильно различается у всех четырёх видов, тем не менее она не является надёжным признаком, так как подвержена варьированию. Так, у *A. signatus* характерное для вида большое тёмное пятно в задней половине надкрыльев у отдельных экземпляров может полностью исчезать. То же относится и к светлым перевязям на надкрыльях *A. signatus* и *A. eugenii*, к продольной полосе на переднеспинке у *A. grandis* и так далее. В этом смысле использование структурных признаков гораздо более предпочтительно.

Ключ для дифференциации видов рода *Anthonomus*, имеющих фитосанитарное значение для РФ и ЕАЭС

На основании приведённых выше и некоторых других изученных признаков мы можем предложить следующий ключ для дифференциации видов рода *Anthonomus*, имеющих фитосанитарное значение для РФ и ЕАЭС.

1. Передние бёдра ближе к вершине внутреннего края с простым зубцом (рис. 2, 1–2). Передние голени тонкие, их апикальная часть менее чем вдвое шире длины вершинного зубца, и ниже зубца эта апикальная часть снабжена лишь отдельными длинными волосками (рис. 3, 1–2) 2

– Передние бёдра ближе к вершине внутреннего края с двувёршинным зубцом (рис. 2, 3–4). Передние голени утолщены, в апикальной половине не менее чем втрое шире длины вершинного зубца и сразу под зубцом снабжены густым пучком волосков (рис. 3, 3–4) 3

2. Тело сверху покрыто белыми волосками (рис. 1, 1). Зубец передних бёдер расположен перпендикулярно оси бедра (рис. 2, 1). Длина тела 2,3–2,6 мм* *signatus*

– Тело сверху покрыто желтыми волосками (рис. 1, 2). Зубец передних бёдер расположен косо по отношению к оси бедра (рис. 2, 2). Длина тела 3,2–3,6 мм *eugenii*

3. Головотрубка очень длинная (рис. 1, 4), она лишь незначительно короче остального тела. Задняя половина надкрыльев с четырьмя большими бугорками. Переднее бедро слабее утолщено (рис. 2, 4), в самом широком месте оно менее чем в полтора раза шире своей апикальной части; как и передняя голень переднее бедро покрыто волосками двух цветов – белого и рыжего. Длина тела 3,3–3,6 мм *quadrigibbus*

– Головотрубка умеренно длинная (рис. 1, 3), она более чем вдвое короче остального тела. Задняя половина надкрыльев без больших бугорков. Переднее бедро сильнее утолщено (рис. 2, 3), в самом широком месте оно вдвое шире своей апикальной части; как и передняя голень переднее бедро покрыто одноцветными желтоватыми волосками. Длина тела 5,4–5,8 мм *grandis*

* Длина тела у всех видов измерялась от переднего края глаз до вершины надкрыльев, то есть без учёта головотрубки, чтобы избежать влияния разного угла её наклона на измерение длины разных экземпляров.

В случае сомнений результат идентификации можно уточнить, используя строение эдеагуса (рис. 4).

species in the posterior half of the elytra may completely disappear in some specimens. The same applies to the light bands on the elytra of *A. signatus* and *A. eugenii*, to the longitudinal stripe on the pronotum of *A. grandis*, etc. In this sense, the use of structural characters is much more preferable.

Key for differentiating species of the genus *Anthonomus* that have phytosanitary significance for the Russian Federation and the EAEU

Based on the above and some other studied characters, we can offer the following key for differentiating species of the genus *Anthonomus* that have phytosanitary significance for the Russian Federation and the EAEU.

1. Profemora near the apex of the inner edge with a simple tooth (Fig. 2, 1–2). Protibiae are thin, their apical part is less than twice as wide as the length of the apical tooth, and below the tooth this apical part is equipped with only isolated long hairs (Fig. 3, 1–2) 2

– Profemora closer to the apex of the inner edge with a double-apex tooth (Fig. 2, 3–4). Protibiae are thickened, in the apical half no less than three times as wide as the length of the apical tooth and immediately below the tooth equipped with a dense tuft of hairs (Fig. 3, 3–4) 3

2. The body is dorsally covered with white hairs (Fig. 1, 1). The tooth of the front femora is located perpendicular to the axis of the femora (Fig. 2, 1). Body length 2.3–2.6 mm* *signatus*

– The body is dorsally covered with yellow hairs (Fig. 1, 2). The tooth of the front femora is located obliquely in relation to the axis of the femora (Fig. 2, 2). Body length 3.2–3.6 mm *eugenii*

3. Rostrum is very long (Fig. 1, 4), it is only slightly shorter than the rest of the body. The posterior half of the elytra has four large tubercles. The profemur is less thickened (Fig. 2, 4), at its widest point it is less than one and a half times wider than its apical part; like the protibia, the profemur is covered with hairs of two colors – white and red. Body length 3.3–3.6 mm *quadrigibbus*

– Rostrum is quite long (Fig. 1, 3), it is more than half as long as the rest of the body. The posterior half of the elytra is without large tubercles. The profemur is more thickened (Fig. 2, 3), at its widest point it is twice as wide as its apical part; like the protibia, the profemur is covered with uniform yellowish hairs. Body length 5.4–5.8 mm *grandis*

* Body length in all species was measured from the anterior edge of the eyes to the apex of the elytra, that is, without taking into account the rostrum, in order to avoid the influence of different angles of its inclination on the measurement of the length of different specimens.

In case of doubt, the identification result can be clarified using the structure of the aedeagus (Fig. 4).

Continuation of our research involves the inclusion of some other species of the genus, in particular, such widespread harmful species in Russia as *Anthonomus pomorum* (Linnaeus, 1758), *Anthonomus rubi*

Продолжение наших исследований предполагает вовлечение некоторых других видов рода, в частности, таких распространённых в России вредных видов как *Anthonomus pomorum* (Linnaeus, 1758) (яблонный цветоед), *Anthonomus rubi* (Herbst, 1795) (малинно-земляничный долгоносик), *Anthonomus bisignifer* Schenkling & Marshall, 1934, а также вовлечение в дальнейшее изучение и других морфологических признаков, кроме тех, которые рассмотрены в этой статье.

Данное исследование выполнено в рамках темы ФГБУ «ВНИИКР» по Госзаданию, регистрационный номер НИОКТР 124030100151-2.

Благодарность. Приносим свою благодарность К.В. Макарову (Московский педагогический государственный университет) за предоставленное изображение имаго *Anthonomus signatus*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Besuchet C. Familie Pselaphidae / H. Freude, K.W. Harde, G.A. Lohse (eds.) Die Käfer Mitteleuropas. Vol. 5. Staphylinidae II (Hypocyphtinae und Aleocharinae), Pselaphidae // Krefeld, Goeke & Evers, 1974. 381 p.
2. Burke H.R., Anderson R.S. Systematics of species of *Anthonomus* Germar previously assigned to *Tachypterellus* Fall and Cockerell (Coleoptera: Curculionidae) // Annals of the Entomological Society of America. 1989. Vol. 82. P. 426–437.
3. Burke H.R., Clark W.E., Cate J.R., Fryxell P.A. Origin and dispersal of the boll weevil // Bulletin of the Entomological Society of America. 1986. Vol. 32. P. 228–238.
4. Chabaane Y., Haseeb M., Benrey B. Domestication of Chili Pepper has altered fruit traits affecting the oviposition and feeding behavior of the Pepper Weevil // Insects. 2021. Vol. 12 (630). 17 pp. URL: <https://doi.org/10.3390/insects12070630>.
5. Clark W.E. Revision of the *venustus* group of the weevil genus *Anthonomus* Germar (Coleoptera: Curculionidae) // Transactions of the American Entomological Society. 1985. Vol. 111(1). P. 103–170.
6. Clark W.E. Revision of the *unipustulatus* group of the weevil genus *Anthonomus* Germar (Coleoptera: Curculionidae) // The Coleopterists Bulletin. 1987. Vol. 41(1). P. 73–188.
7. Clark W.E. Revision of the *flavirostris* group of the weevil genus *Anthonomus* Germar (Coleoptera: Curculionidae) // Transactions of the American Entomological Society. 1990. Vol. 116(1). P. 261–294.
8. Clark W.E. The *Anthonomus curvirostris* species group (Coleoptera: Curculionidae) // Transactions of the American Entomological Society. 1991. Vol. 117(1/2). P. 39–66.
9. Davis S.R. Morphology of Baridinae and related groups (Coleoptera, Curculionidae) // ZooKeys. 2009. Vol. 10. P.1–136. doi: 10.3897/zookeys.10.47
10. EPPO. *Anthonomus eugenii* eradicated from the Netherlands // EPPO Reporting Service, article 2014/024 [Электронный ресурс]. URL: <https://gd.eppo.int/reporting/article-2744> (дата обращения: 05.04)
11. Franklin M., Hueppelsheuser T., Abram P., Bouchard P., Anderson R., Gibson G.A.P. The Eurasian strawberry blossom weevil, *Anthonomus rubi* (Herbst, 1795), *Anthonomus bisignifer* Schenkling & Marshall, 1934, as well as involvement in further study of other morphological characters, in addition to those discussed in this article.

This research was carried out within the framework of the theme of FGBU “VNIICR” according to the State Assignment, registration number NIOKTR 124030100151-2.

Acknowledgements. We express our gratitude to K.V. Makarov (Moscow State Pedagogical University) for providing the image of the adult *Anthonomus signatus*.

REFERENCES

1. Besuchet C. Familie Pselaphidae / H. Freude, K.W. Harde, G.A. Lohse (eds.) Die Käfer Mitteleuropas. Vol. 5. Staphylinidae II (Hypocyphtinae und Aleocharinae), Pselaphidae // Krefeld, Goeke & Evers, 1974. 381 p.
2. Burke H.R., Anderson R.S. Systematics of species of *Anthonomus* Germar previously assigned to *Tachypterellus* Fall and Cockerell (Coleoptera: Curculionidae) // Annals of the Entomological Society of America. 1989. Vol. 82. P. 426–437.
3. Burke H.R., Clark W.E., Cate J.R., Fryxell P.A. Origin and dispersal of the boll weevil // Bulletin of the Entomological Society of America. 1986. Vol. 32. P. 228–238.
4. Chabaane Y., Haseeb M., Benrey B. Domestication of Chili Pepper has altered fruit traits affecting the oviposition and feeding behavior of the Pepper Weevil // Insects. 2021. Vol. 12 (630). 17 pp. URL: <https://doi.org/10.3390/insects12070630>.
5. Clark W.E. Revision of the *venustus* group of the weevil genus *Anthonomus* Germar (Coleoptera: Curculionidae) // Transactions of the American Entomological Society. 1985. Vol. 111(1). P. 103–170.
6. Clark W.E. Revision of the *unipustulatus* group of the weevil genus *Anthonomus* Germar (Coleoptera: Curculionidae) // The Coleopterists Bulletin. 1987. Vol. 41(1). P. 73–188.
7. Clark W.E. Revision of the *flavirostris* group of the weevil genus *Anthonomus* Germar (Coleoptera: Curculionidae) // Transactions of the American Entomological Society. 1990. Vol. 116(1). P. 261–294.
8. Clark W.E. The *Anthonomus curvirostris* species group (Coleoptera: Curculionidae) // Transactions of the American Entomological Society. 1991. Vol. 117(1/2). P. 39–66.
9. Davis S.R. Morphology of Baridinae and related groups (Coleoptera, Curculionidae) // ZooKeys. 2009. Vol. 10. P.1–136. doi: 10.3897/zookeys.10.47
10. EPPO. *Anthonomus eugenii* eradicated from the Netherlands // EPPO Reporting Service, article 2014/024 [Электронный ресурс]. URL: <https://gd.eppo.int/reporting/article-2744> (дата обращения: 05.04)
11. Franklin M., Hueppelsheuser T., Abram P., Bouchard P., Anderson R., Gibson G.A.P. The Eurasian strawberry blossom weevil, *Anthonomus rubi* (Herbst, 1795), is established in North America // The Canadian Entomologist. 2021. Vol. 153(5). P. 1–7. URL: <https://doi.org/10.4039/tce.2021.28>.

1795), is established in North America // The Canadian Entomologist. 2021. Vol. 153(5). P. 1–7. URL: <https://doi.org/10.4039/tce.2021.28>.

12. Impacts of recently emerged invasive exotic species and major threats to the Dominican Agriculture / Serra C.A., Cayetano X., Feliz A., Ferreira M., Garcia S., Godoy G., Halpay M., Martinez R.T., Mendez R.M., de Dios Moya J., Silverio L., Matos L. // Proceedings of the Caribbean Food Crops Society. 2011. Vol. 47. P. 146–156.

13. Korotyaev B.A., Kurbatov S.A. On the Occurrence of the Apple-Tree Pest in Japan, *Anthonomus mali* Kojima et Morimoto (Coleoptera, Curculionidae), in the Russian Far East // Entomological Review. 2021. Vol. 101(7). P. 893–896. URL: <https://doi.org/10.1134/S0013873821070046>.

14. Labbé R., Hilker R., Gagnier D., McCreary C., Gibson G., Fernández-Triana J., Mason P.G., Garipey T. Natural enemies of *Anthonomus eugenii* (Coleoptera: Curculionidae) in Canada // The Canadian Entomologist. 2018. Vol. 150(3). P. 404–411. URL: <https://doi.org/10.4039/tce.2018.3>.

15. Mailloux G., Bostanian N.J. Development of the strawberry bud weevil (Coleoptera: Curculionidae) in strawberry fields // Annals of the Entomological Society of America. 1993. Vol. 86(3). P. 384–393.

16. New records of species and locations of parasitoids of the pepper weevil in Mexico / Rodriguez-Leyva E., Lomeli-Flores J.R., Valdes-Carrasco J.M., Jones R.W., Stansly P.A. // Southwestern Entomologist. 2012. Vol. 37(1). P. 73–83.

17. O'Brien C.W., Wibner G.J. Annotated checklist of the weevils (Curculionidae sensu lato) of North America, Central America and the West Indies (Coleoptera: Curculionidae) // Memoirs of the American Entomological Institute. 1982. Vol. 34. P. 1–382.

18. Paradis R.O. Insecticidal trials against the strawberry weevil, *Anthonomus signatus* Say, present together with the tarnished plant bug, *Lygus lineolaris* (P. de B.), in strawberry plants // Phytoprotection. 1979. Vol. 60(1). P. 31–40.

19. Parrott W.L., Maxwell F.G., Jenkins J.N. Feeding and oviposition of the boll weevil *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae), on the rose-of-Sharon, an alternate host // Annals of the Entomological Society of America. 1966. Vol. 59. P. 547–550.

20. Pest categorization of *Anthonomus quadrigibbus* / Jeger M., Bragard C., Caffier D., Candresse Th., Chatzivassiliou E., Dehnen-Schmutz K., Gilioli G., Gregoire J.-C., Miret J.A., Navarro M.N., Björn N., Parnell S., Potting R., Rafoss T., Rossi V., Urek G., Van Bruggen A., Van der Werf W., West J., Winter S., Gardi C., MacLeod A. // EFSA Journal. 2018. Vol. 16(4). P. 1–24. URL: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5245>.

21. Raszick T.J. Boll weevil eradication: a success story of science in the service of policy and industry // Annals of the Entomological Society. 2021. Vol. 114(6). P. 702–708. URL: <https://doi.org/10.1093/aesa/saab031>.

22. Schaefer G.A. Efficacy of Lorsban brand insecticides for the reduction of strawberry “bud” weevil, *Anthonomus signatus* Say, damage in Strawberries // Down to Earth. 1978. Vol. 35. P. 1–3.

23. Showler A.T. (2005) Relationships of different cotton square sizes to boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) feeding and oviposition in field conditions //

12. Impacts of recently emerged invasive exotic species and major threats to the Dominican Agriculture / Serra C.A., Cayetano X., Feliz A., Ferreira M., Garcia S., Godoy G., Halpay M., Martinez R.T., Mendez R.M., de Dios Moya J., Silverio L., Matos L. // Proceedings of the Caribbean Food Crops Society. 2011. Vol. 47. P. 146–156.

13. Korotyaev B.A., Kurbatov S.A. On the Occurrence of the Apple-Tree Pest in Japan, *Anthonomus mali* Kojima et Morimoto (Coleoptera, Curculionidae), in the Russian Far East // Entomological Review. 2021. Vol. 101(7). P. 893–896. URL: <https://doi.org/10.1134/S0013873821070046>.

14. Labbé R., Hilker R., Gagnier D., McCreary C., Gibson G., Fernández-Triana J., Mason P.G., Garipey T. Natural enemies of *Anthonomus eugenii* (Coleoptera: Curculionidae) in Canada // The Canadian Entomologist. 2018. Vol. 150(3). P. 404–411. URL: <https://doi.org/10.4039/tce.2018.3>.

15. Mailloux G., Bostanian N.J. Development of the strawberry bud weevil (Coleoptera: Curculionidae) in strawberry fields // Annals of the Entomological Society of America. 1993. Vol. 86(3). P. 384–393.

16. New records of species and locations of parasitoids of the pepper weevil in Mexico / Rodriguez-Leyva E., Lomeli-Flores J.R., Valdes-Carrasco J.M., Jones R.W., Stansly P.A. // Southwestern Entomologist. 2012. Vol. 37(1). P. 73–83.

17. O'Brien C.W., Wibner G.J. Annotated checklist of the weevils (Curculionidae sensu lato) of North America, Central America and the West Indies (Coleoptera: Curculionidae) // Memoirs of the American Entomological Institute. 1982. Vol. 34. P. 1–382.

18. Paradis R.O. Insecticidal trials against the strawberry weevil, *Anthonomus signatus* Say, present together with the tarnished plant bug, *Lygus lineolaris* (P. de B.), in strawberry plants // Phytoprotection. 1979. Vol. 60(1). P. 31–40.

19. Parrott W.L., Maxwell F.G., Jenkins J.N. Feeding and oviposition of the boll weevil *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae), on the rose-of-Sharon, an alternate host // Annals of the Entomological Society of America. 1966. Vol. 59. P. 547–550.

20. Pest categorization of *Anthonomus quadrigibbus* / Jeger M., Bragard C., Caffier D., Candresse Th., Chatzivassiliou E., Dehnen-Schmutz K., Gilioli G., Gregoire J.-C., Miret J.A., Navarro M.N., Björn N., Parnell S., Potting R., Rafoss T., Rossi V., Urek G., Van Bruggen A., Van der Werf W., West J., Winter S., Gardi C., MacLeod A. // EFSA Journal. 2018. Vol. 16(4). P. 1–24. URL: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5245>.

21. Raszick T.J. Boll weevil eradication: a success story of science in the service of policy and industry // Annals of the Entomological Society. 2021. Vol. 114(6). P. 702–708. URL: <https://doi.org/10.1093/aesa/saab031>.

22. Schaefer G.A. Efficacy of Lorsban brand insecticides for the reduction of strawberry “bud” weevil, *Anthonomus signatus* Say, damage in Strawberries // Down to Earth. 1978. Vol. 35. P. 1–3.

23. Showler A.T. (2005) Relationships of different cotton square sizes to boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) feeding and oviposition in field conditions //

Journal of Economic Entomology. 2005. Vol. 98. P. 1572–1579.

24. Source tracing of *Anthonomus grandis* captured in areas of the USA where the species had previously been eradicated / Raszick T.J., Perkin L., Shirley X.A., Ruiz-Arce R., Kramer Z.A., Suh Ch.P.-C., Sword G.A. // Journal of Pest Science. 2023. Vol. 97(2). P. 585–595. URL: <https://doi.org/10.1007/s10340-023-01656-y>.

25. Speranza S., Colonnelli E., Garonna A.P., Laudonia S. First record of *Anthonomus eugenii* (Coleoptera, Curculionidae) in Italy // Florida Entomologist. 2014. Vol. 97(2). P. 844–845.

26. Toapanta M.A., Schuster D.J., Sansly P.A. Development and life history of *Anthonomus eugenii* (Coleoptera, Curculionidae) at constant temperatures // Environmental Entomology. 2005. Vol. 34. P. 999–1008.

27. Clark W.E. List of species of Curculionidae (Coleoptera) assigned to the tribe Anthonomini [Электронный ресурс]. URL: <https://webhome.auburn.edu/~clarkwe/anthsp.htm> (Last updated 20 March, 2013) (дата обращения: 05.04.2024).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Курбатов Сергей Александрович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, начальник научно-методического отдела энтомологии ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. о. Раменский, Московская обл., Россия; ORCID 0000-0002-9729-5751, e-mail: pselaphidae@yandex.ru

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

Journal of Economic Entomology. 2005. Vol. 98. P. 1572–1579.

24. Source tracing of *Anthonomus grandis* captured in areas of the USA where the species had previously been eradicated / Raszick T.J., Perkin L., Shirley X.A., Ruiz-Arce R., Kramer Z.A., Suh Ch.P.-C., Sword G.A. // Journal of Pest Science. 2023. Vol. 97(2). P. 585–595. URL: <https://doi.org/10.1007/s10340-023-01656-y>.

25. Speranza S., Colonnelli E., Garonna A.P., Laudonia S. First record of *Anthonomus eugenii* (Coleoptera, Curculionidae) in Italy // Florida Entomologist. 2014. Vol. 97(2). P. 844–845.

26. Toapanta M.A., Schuster D.J., Sansly P.A. Development and life history of *Anthonomus eugenii* (Coleoptera, Curculionidae) at constant temperatures // Environmental Entomology. 2005. Vol. 34. P. 999–1008.

27. Clark W.E. List of species of Curculionidae (Coleoptera) assigned to the tribe Anthonomini [Электронный ресурс]. URL: <https://webhome.auburn.edu/~clarkwe/anthsp.htm> (Last updated 20 March, 2013) (дата обращения: 05.04.2024).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Sergey Kurbatov, PhD in Biology, Senior Researcher, Head of Entomological Research and Methodology Department, FGBU “VNIICR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; ORCID 0000-0002-9729-5751, e-mail: pselaphidae@yandex.ru

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

Культурально-морфологические особенности видов рода *Diaporthe* при фитосанитарных исследованиях растений рода *Vaccinium*

*КУЗНЕЦОВА А.А.¹, ЦВЕТКОВА Ю.В.²,
СИНКЕВИЧ О.В.³, КОСТИН Н.К.⁴

^{1,2,4} ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), р. п. Быково, г. о. Раменский, Московская обл., Россия, 140150

² Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Биологический факультет МГУ, г. Москва, Россия, 119234

³ Североморский филиал ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), г. Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030

⁴ Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева («РГАУ-МСХА»), г. Москва, Россия, 127434

¹ ORCID 0000-0001-8443-2641, e-mail: kyznec@bk.ru

² ORCID 0000-0002-4334-9224, e-mail: yutska@mail.ru

³ ORCID 0009-0005-1164-7373, e-mail: ovbio@mail.ru

⁴ ORCID 0009-0003-8066-0753,
e-mail: kostinwork1@gmail.com

185005, Карелия, г. Петрозаводск
Лососинская набережная, д. 7

АННОТАЦИЯ

Большинство видов рода *Diaporthe* относятся к фитопатогенным грибам, поражающим широкий круг растений-хозяев, в том числе представителей рода *Vaccinium*. Данные грибы зачастую являются причиной апикального некроза стеблей, вызывающего усыхание и гибель растений, а также существенно влияющего на лежкость и товарный вид ягод. Возбудители имеют сходные симптомы проявления болезни на растениях, а при выделении в чистую культуру – похожие культурально-морфологические признаки, что затрудняет проведение достоверной фитосанитарной диагностики. Следует отметить, что один из видов рода *Diaporthe vaccinii* Shear имеет карантинный статус для Российской Федерации. В данной работе проведено исследование таких видов рода *Diaporthe* как *Diaporthe eres* Nitschke, *Diaporthe rudis* Nitschke и *Diaporthe bohemiae* Guarnaccia, Eichmeier & Crous, полученных при обследовании насаждений голубики высокорослой (*V. corymbosum* L.) из Калининградской области, и карантинного вида *D. vaccinii*, выделенного при фитосанитарном исследовании посадочного материала клюквы крупноплодной (*V. macrocarpon* L.) импортного происхождения (Беларусь). Вид *D. bohemiae* впервые был обнаружен в России в образцах голубики высокорослой из Калининградской области.

Cultural and morphological features of *Diaporthe* spp. in phytosanitary diagnostics of *Vaccinium* plants

*ANNA A. KUZNETSOVA¹, YULIA V. TSVETKOVA²,
OLGA V. SINKEVICH³, NIKITA K. KOSTIN⁴

^{1,2,4} Federal State Budgetary Institution “All-Russian Plant Quarantine Center” (FGBU “VNIICR”), Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia, 140150

² Lomonosov Moscow State University, Biology Faculty, Moscow State University, Moscow, Russia, 119234

³ Severomorsk branch, FGBU “VNIICR”, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russia, 185030

⁴ Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia, 127434

¹ ORCID 0000-0001-8443-2641, e-mail: kyznec@bk.ru

² ORCID 0000-0002-4334-9224, e-mail: yutska@mail.ru

³ ORCID 0009-0005-1164-7373, e-mail: ovbio@mail.ru

⁴ ORCID 0009-0003-8066-0753,
e-mail: kostinwork1@gmail.com

185005, Карелия, г. Петрозаводск
Лососинская набережная, д. 7

ABSTRACT

Most *Diaporthe* spp. belong to phytopathogenic fungi affecting a wide range of host plants, including the genus *Vaccinium*. These fungi often cause apical necrosis of stems, leading to plant drying out and death, and also significantly affecting the shelf life and presentation of berries. The pathogens have similar symptoms of disease manifestation on plants, and when isolated into a pure culture, they have similar cultural and morphological features, which makes it difficult to carry out reliable phytosanitary diagnostics. It should be noted that one of the species of the genus *Diaporthe vaccinii* Shear has a quarantine status for the Russian Federation. In this work, we conducted a study of species of the genus *Diaporthe* such as *Diaporthe eres* Nitschke, *Diaporthe rudis* Nitschke and *Diaporthe bohemiae* Guarnaccia, Eichmeier & Crous, obtained during the examination of the northern highbush blueberry plantings (*V. corymbosum* L.) from Kaliningrad Oblast, and the quarantine species *D. vaccinii*, isolated during phytosanitary examination of large cranberry planting material (*V. macrocarpon* L.) of imported origin (Belarus). *D. bohemiae* was first detected

В результате исследований получен метод, ускоряющий образование и развитие пикнид и пикноспор, представленных в виде 2-х типов спор: альфа (α) и бета (β) конидий, тестируемых видов рода *Diaporthe*. При помощи культивирования изолятов на 2% солодовом агаре с дополнительным досвечиванием эритемной лампой в течение 7 дней были получены диагностически значимые морфологические структуры *D. vaccinii*. Метод применим при лабораторном исследовании подкарантинного материала растений рода *Vaccinium* для выявления и идентификации возбудителя вязкой гнили черники *D. vaccinii*. В ходе работы были описаны культурально-морфологические особенности и приведена сравнительная характеристика исследуемых видов *D. vaccinii*, *D. eres*, *D. rudis* и *D. bohemiae*.

Ключевые слова: вязкая гниль черники, фомопсисы, диагностика, выявление и идентификация, досвечивание.

ВВЕДЕНИЕ



реди экономически значимых и вредоносных микромицетов, поражающих растения рода *Vaccinium* по всему миру, стоит более внимательно рассмотреть виды рода *Diaporthe* (Lombard et al., 2014). Род *Diaporthe* (анаморфная стадия Phomopsis) состоит из более 2000 видов, в основном включает в себя фитопатогены, которые способны инфицировать большое количество видов растений и представляют угрозу для сельскохозяйственных и лесных насаждений. Некоторые из них существуют как эндофиты или сапрофиты, бессимптомно поселяющиеся в растительных тканях (Udayanga et al., 2012).

Род *Diaporthe* состоит из видов, которые могут инфицировать только определенные растения, или, наоборот, разные виды могут заражать различные растения (Udayanga et al., 2014). Как показывают исследования, *Diaporthe amygdali* вызывает язвы на персике и миндале (Farr et al., 1999), *Phomopsis gossypii* вызывает гниение коробочек хлопчатника (Palmateer et al., 2003), *D. vaccinii* является возбудителем заболеваний растений рода *Vaccinium* (Farr et al., 2002a), *Diaporthe viticola* поражает виноград (Schilder et al., 2005), а *Diaporthe columnaris* – бруснику (Farr et al., 2002b). На растениях голубики могут присутствовать несколько видов *Diaporthe*: *D. ambigua*, *D. asheicola*, *D. amygdali*, *D. australafricana*, *D. baccae*, *D. eres*, *D. foeniculina*, *D. nobilis*, *D. rossmaniae*, *D. rudis*, *D. passiflorae*, *D. oxe*, *D. sterillis*, *D. viticola*, *D. vaccinii*, а также *P. columnaris* и *P. myrtilli* (Hilario et al., 2020).

Наиболее значимым для изучения видом является *D. vaccinii*, вызывающий вязкую гниль черники на растениях рода *Vaccinium*. Вредоносность патогена проявляется в интенсивном отмирании ветвей у растений, приводящему к потерям урожайности до 65%, в некоторых случаях – к полной гибели ягодных культур. Плодовая гниль, вызванная возбудителем *D. vaccinii*, снижает качество ягод

in Russia in samples of highbush blueberry from Kaliningrad Oblast. As a result of the research, a method was obtained that accelerates the formation and development of pycnidia and pycnospores, presented in the form of 2 spore types: alpha (α) and beta (β) conidia, tested species of the genus *Diaporthe*. By cultivating isolates on 2% malt agar with additional illumination with an erythema lamp for 7 days, diagnostically significant morphological structures of *D. vaccinii* were obtained. The method is applicable in laboratory research of regulated material of plants of the genus *Vaccinium* for the detection and identification of the causative agent of viscid rot of blueberries *D. vaccinii*. During the work, cultural and morphological features were described and comparative characteristics of the studied species *D. vaccinii*, *D. eres*, *D. rudis* and *D. bohemiae* were given.

Key words: viscid rot of blueberries, phomopsis, diagnostics, detection and identification, supplementary illumination.

INTRODUCTION



Among the economically significant and harmful micromycetes affecting plants of the genus *Vaccinium* around the world, it is worth taking a closer look at species of the genus *Diaporthe* (Lombard et al., 2014). The genus *Diaporthe* (anamorphic stage *Phomopsis*) consists of more than 2000 species, mainly includes phytopathogens that can infect a large number of plant species and pose a threat to agricultural and forest plantations. Some of them exist as endophytes or saprophytes, asymptotically settling in plant tissues (Udayanga et al., 2012).

The genus *Diaporthe* consists of species that can infect only certain plants, or, conversely, different species can infect different plants (Udayanga et al., 2014). According to research, *Diaporthe amygdali* causes peach and almond cankers (Farr et al., 1999), *Phomopsis gossypii* causes cotton bolls rot (Palmateer et al., 2003), *D. vaccinii* is a causative agent of plant diseases of the genus *Vaccinium* (Farr et al., 2002a), *Diaporthe viticola* affects grapes (Schilder et al., 2005), and *Diaporthe columnaris* – cowberries (Farr et al., 2002b). Several *Diaporthe* species may be present on blueberry plants: *D. ambigua*, *D. asheicola*, *D. amygdali*, *D. australafricana*, *D. baccae*, *D. eres*, *D. foeniculina*, *D. nobilis*, *D. rossmaniae*, *D. rudis*, *D. passiflorae*, *D. oxe*, *D. sterillis*, *D. viticola*, *D. vaccinii*, *P. columnaris* and *P. myrtilli* (Hilario et al., 2020).

The most significant species for study is *D. vaccinii*, which causes viscid rot of blueberries on plants of the genus *Vaccinium*. The harmfulness of the pathogen manifests itself in the intensive death of plant branches, leading to yield losses of up to 65%, and in some cases to the complete death of berry crops. Fruit rot caused by the pathogen *D. vaccinii* reduces the quality of berries during storage (EFSA, 2014, Vilka et al., 2015). According to the EPPO, the species *D. vaccinii* occurs in Europe (Latvia), Asia (China), North America

при хранении (EFSA, 2014, Vilka et al., 2015). По данным ЕОКЗР, вид *D. vaccinii* распространен в Европе (Латвия), Азии (Китай), Северной Америке (Канада – 3 провинции, США – 14 штатов) и Южной Америке (Чили) (EPPO Global Database, 2023). Вид *D. vaccinii* является карантинным вредным организмом для России и Евразийского экономического союза, отсутствующим на данной территории. Для стран Европейского Союза с 2019 года имеет статус регулируемого некарантинного вредного организма.

Широко распространенными видами, вызывающими фомопсис растений рода *Vaccinium* и других сельскохозяйственных и дикорастущих растений, являются следующие виды: *D. eres*, *D. rudis* и *D. viticola*.

Вид *D. eres* широко распространен по всему миру, в том числе отмечен на различных растениях во всех регионах России. Возбудитель внесен в список регулируемых вредных организмов, разработанный инспекцией по надзору за здоровьем животных и растений Министерства сельского хозяйства США (APHIS). Вид может быть патогеном, эндофитом или сапротрофом по отношению к растениям. *D. eres* приводит к серьезным потерям растений в природных экосистемах и производственных насаждениях. Симптомы заболевания проявляются в виде апикального некроза с последующим отмиранием стеблей (CABI Compendium, 2019). Например, отмечено, что в Канаде вид *D. eres*, попадая на молодые подвои яблони, быстро распространялся, вызывая дальнейшее поражение растения вплоть до полной его гибели за короткий период времени (Ali et al., 2020).

Другим видом из рода *Diaporthe*, обычно встречающимся на растениях винограда, но поражающим и растения рода *Vaccinium*, является гриб *D. rudis*. Площадь распространения обширна: вид присутствует на всех континентах мира. *D. rudis* является паразитическим грибом, который вызывает образование пятнистости листьев и некроза стеблей, снижает продуктивность растений, в итоге приводя к потерям урожайности до 30% (Udayanga et al., 2014).

D. viticola – возбудитель заболевания, называемого «эксориоз», вызывающего черную пятнистость листьев и фомопсис стеблей растений. Гриб часто отмечается на территории большинства винодельческих регионов и регистрируется во многих странах на всех континентах. Вредоносность заключается в поражении веток и плодов, что способствует снижению продуктивности растений и потери урожайности до 30% (Gonzalez-Dominguez et al., 2022).

В связи с тем, что растения рода *Vaccinium* поражаются многочисленными грибами рода *Diaporthe*, которые имеют между собой сходную симптоматику и морфологические признаки, необходимо подробное изучение их культурально-морфологических особенностей. Также существует сложность идентификации, поскольку данные виды поздно формируют пикниды и развивают спороношение – ключевые диагностические признаки идентификации видов. При этом один из видов рода *Diaporthe* – *D. vaccinii* имеет карантинное значение для России, поэтому точная и быстрая диагностика

(Canada – 3 provinces, USA – 14 states) and South America (Chile) (EPPO Global Database, 2023). *D. vaccinii* is a quarantine pest for Russia and the Eurasian Economic Union, absent in this territory. It has had the status of a regulated non-quarantine pest for the European Union countries since 2019.

Widespread species causing phomopsis in plants of the genus *Vaccinium* and other agricultural and wild plants are the following: *D. eres*, *D. rudis* and *D. viticola*.

D. eres is widespread throughout the world, including it has been reported on various plants in all regions of Russia. The pathogen is listed as a regulated pest by the USDA's Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS). The species can be a pathogen, endophyte or saprotroph of plants. *D. eres* causes severe plant losses in natural ecosystems and production crops. The disease symptoms manifest as apical necrosis followed by stem death (CABI Compendium, 2019). For example, it was noted that in Canada the species *D. eres*, falling on young apple tree rootstocks, quickly spread, causing further damage to the plant up to its complete death in a short period of time (Ali et al., 2020).

Another species of the genus *Diaporthe*, commonly reported on grapevine plants but also affecting plants of the genus *Vaccinium*, is the fungus *D. rudis*. The distribution area is vast: the species is present on all the continents. *D. rudis* is a parasitic fungus that causes leaf spot and stem necrosis, reduces plant productivity, ultimately leading to yield losses of up to 30% (Udayanga et al., 2014).

D. viticola is a causative agent of the disease called “excoriosis”, which causes black spotting of leaves and phomopsis of plant stems. The fungus frequently occurs in most wine-growing regions and is reported in many countries on all continents. The harmfulness lies in the damage to branches and fruits, which contributes to a decrease in plant productivity and loss of yield up to 30% (Gonzalez-Dominguez et al., 2022).

Due to the fact that plants of the genus *Vaccinium* are affected by numerous fungi of the genus *Diaporthe*, which have similar symptoms and morphological characteristics, a detailed study of their cultural and morphological features is necessary. There is also difficulty in identification, since these species form pycnidia late and develop sporulation – key diagnostic characters for species identification. At the same time, one of the species of the genus *Diaporthe* – *D. vaccinii* has quarantine significance for Russia, therefore accurate and rapid diagnosis is a priority for phytosanitary research in the field of plant quarantine.

The objective of the work is to optimize methods for obtaining morphological structures (pycnidia and pycnosporangia) with further study of the cultural and morphological features of *Diaporthe* spp. isolated from plants of the genus *Vaccinium* during diagnostics in plant quarantine.

MATERIALS AND METHODS

The materials for the research were isolates of the genus *Diaporthe* obtained in 2021–2022 during a survey of some regions of Kaliningrad Oblast: *D. eres*, *D. rudis*

является приоритетным направлением для фитосанитарных исследований в области карантина растений.

Цель работы – оптимизация методов получения морфологических структур (пикнид и пикноспор) с дальнейшим изучением культурально-морфологических признаков видов рода *Diaporthe*, выделенных с растений рода *Vaccinium* при проведении фитосанитарных исследований в области карантина растений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалами для проведения исследований являлись изоляты рода *Diaporthe*, полученные в 2021–2022 гг. при обследовании некоторых регионов Калининградской области: *D. eres*, *D. rudis* и *D. bohemiae*, а также изолят *D. vaccinii*, выделенный в ходе фитосанитарного исследования из образцов посадочного материала клюквы крупноплодной импортного происхождения (Беларусь).

Для изучения культурально-морфологических особенностей видов рода *Diaporthe* использовали эритемную ультрафиолетовую лампу с длиной волны 280–315 нм. Данную лампу применяли с целью быстрого получения диагностически значимых структур грибов – пикнид и пикноспор у тестируемых изолятов.

Предварительно чашки с изолятами культивировали на 2% солодовом (МА) и 2% картофельно-глюкозном (КГА) агарах в 5-кратной повторности в инкубаторе Panasonic MIR 250 при температуре 25° С при постоянном ультрафиолетовом излучении. Лампы устанавливали на высоте 20 см над чашками Петри. В качестве контроля использовали аналогичные изоляты рода *Diaporthe*, однако условия культивирования отличались: контрольные изоляты инкубировали в аналогичном инкубаторе без досвечивания УФ лампой при температуре 25° С с чередованием света и темноты (12 ч/12 ч).

Сравнение значений и уровень достоверности различий устанавливали с помощью критерия Вилкоксона для сопряжённых пар в программе STATISTICA 8. Достоверными считали различия при значении $P < 0,05$. Развитые морфологические структуры грибов просматривали на 3, 5, 7, 10, 14 сутки и завершали осмотр при первых появлениях пикнид с развившимися пикноспорами. Учитывали скорость формирования пикнид; развитие спороношения, представленное двумя типами спор: α и β конидиями у грибов рода *Diaporthe*. Развившиеся пикниды и конидии грибов измеряли и фиксировали при помощи стереомикроскопа SteReo Discovery V20 (Zeiss, Германия) и микроскопа Olympus Bx43F с программным обеспечением Olympus cell Sens Standart 2.3. В дальнейшем описывали их культурально-морфологические признаки.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследований при воздействии ультрафиолетового излучения получены результаты образования пикнид и развитого спороношения видов рода *Diaporthe* на питательных средах МА и КГА.

Достоверных различий в скорости образования диагностических структур *D. eres* на КГА и МА

и *D. bohemiae*, а также изолят *D. vaccinii* изолированный во время фитосанитарного исследования из образцов крупноплодной клюквы импортированного происхождения (Беларусь).

Для изучения культуральных и морфологических особенностей *Diaporthe* spp., эритемная ультрафиолетовая лампа с длиной волны 280–315 нм была использована для быстрого получения диагностически значимых структур грибов – пикнид и пикноспор в тестируемых изолятах.

Ранее, пластины с изолятами были культивированы на 2% солодовом (МА) и 2% картофельно-глюкозном (ПДА) в 5-кратной повторности в инкубаторе Panasonic MIR 250 при температуре 25° С под постоянным ультрафиолетовым излучением. Лампы были установлены на высоте 20 см над чашками Петри. Подобные изоляты рода *Diaporthe* были использованы в качестве контроля, но условия культивирования были разными: контрольные изоляты были инкубированы в подобном инкубаторе без дополнительного освещения с помощью УФ лампы при температуре 25°С с чередованием света и темноты (12 ч/12 ч).

Сравнение значений и уровень значимости различий были установлены с помощью теста Вилкоксона для парных данных в программе STATISTICA 8. Различия были признаны значимыми при значении $P < 0,05$. Разработанные морфологические структуры грибов были исследованы на 3, 5, 7, 10, 14 и исследование было завершено в первый раз пикниды с развитыми пикноспорами. Скорость формирования пикнид была принята во внимание; развитие споруляции, представленное двумя типами спор: α и β конидиями у грибов рода *Diaporthe*. Разработанные грибные пикниды и конидии были измерены и записаны с помощью стереомикроскопа SteReo Discovery V20 (Zeiss, Германия) и микроскопа Olympus BX43F с программным обеспечением Olympus cell Sens Standart 2.3. Впоследствии, их культуральные и морфологические особенности были описаны.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследования под влиянием ультрафиолетового излучения, были получены результаты формирования пикнид и развитой споруляции *Diaporthe* spp. на питательных средах МА и ПДА.

Незначительные различия в скорости формирования диагностических структур *D. eres* на ПДА и МА были зафиксированы. В других видах, диагностические признаки были сформированы только на одной из исследуемых сред. В результате ультрафиолетового облучения, вид *D. vaccinii* образовал пикниды на 3-й день на обеих средах, но активная споруляция началась только на МА среде в среднем на 5-й день, в зависимости от повторности. *D. eres*, как и *D. vaccinii*, образовал пикниды на 3-й день, споруляция началась в среднем на 5–6-й день на обеих средах. *D. bohemiae* на ПДА среде образовал пикниды на 3-й день и начал активно споровать на 7-й день. Вид *D. rudis* образовал пикниды с единичной споруляцией на 7-й день на ПДА среде; на МА среде он также образовал пикниды на 7-й день, но споруляция не началась.

В контрольных образцах без дополнительного освещения, формирование пикнид началось позже, и ин

не обнаружено. У остальных видов диагностические признаки образовывались только на одной из тестируемых сред. В результате облучения ультрафиолетом вид *D. vaccinii* формировал пикниды на 3 сутки на обеих средах, но развивал активное спороношение только на среде МА в среднем на 5 сутки в зависимости от повторности. *D. eres*, так же как и *D. vaccinii*, формировал пикниды на 3 сутки, спороношение начиналось в среднем на 5–6 сутки на обеих средах. *D. bohemiae* на среде КГА образовывал пикниды на 3-е сутки, начинал активно спороносить на 7 день. Вид *D. rudis* формировал пикниды с единичным спороношением на 7-е сутки на среде КГА, на среде МА также образовывал пикниды на 7-е сутки, но спороношение отсутствовало.

В контрольных образцах без досвечивания формирование пикнид начиналось позже, а у некоторых видов отсутствовало. У *D. vaccinii* пикниды формировались только к 14 суткам, спороношение образовывалось на 21 сутки только на питательной среде МА. У *D. eres* пикниды и спороношение развивались в среднем на 8–9 день на всех средах. У вида *D. bohemiae* на среде КГА пикниды и спороношение отмечались на 14 день. А у вида *D. rudis* на среде КГА единично образовывались пикниды и отсутствовало спороношение на обеих средах.

Таким образом, наиболее эффективный способ получения быстрого спороношения вида *D. vaccinii* отмечен на среде МА с дополнительным досвечиванием эритемной лампой. Для быстрого получения морфологических структур вида *D. eres* можно использовать питательные среды КГА и МА с аналогичным дополнительным освещением. Следует отметить, что вид *D. rudis* плохо образовывал морфологические структуры даже с дополнительным освещением, не развивал спороношение на средах МА и единично образовывал споры на среде КГА. Вид *D. bohemiae* активно развивал пикниды с последующим спороношением на среде КГА (таб. 1).

В результате дальнейшего изучения грибов рода *Diaporthe* выявлено, что все исследуемые виды отличались между собой по культурально-морфологическим признакам – по характеру строения, поверхности, цвету воздушного мицелия, образованию плодовых тел (пикнид) и началу спороношения.

Исходя из полученных результатов, колония *D. vaccinii* хорошо развивалась на среде МА и характеризовалась серовато-коричневым цветом, слабопушистым строением с закручивающимся светло-бежевым центром, складчатой поверхностью, образованием полупогруженных бежево-коричневых или коричневых пикнид диаметром от 0,1 до 0,2 см, с выходящими из устьиц тонких или более толстых струек спор гриба бежевой окраски. На среде КГА вид *D. vaccinii* имел прижатый воздушный мицелий с начальным закручивающимся центром серовато-коричневого цвета и образовывал плоские погруженные в субстрат темные пикниды без развития спороношения.

На среде МА у вида *D. vaccinii* преимущественно образовывались α конидии – гиалиновые, одноклеточные, эллипсоидные, округлые с обеих сторон или единично суживающиеся с одной стороны, с двумя каплями масла, размером 4,3–9,7 ×

some species it was absent. In *D. vaccinii*, pycnidia were formed only by the 14th day; sporulation was formed on the 21st day only on the MA nutrient medium. In *D. eres*, pycnidia and sporulation developed on average at 8–9 days on all media. In the species *D. bohemiae* on the PDA medium, pycnidia and sporulation were observed on the 14th day. And in the species *D. rudis* on the PDA medium, pycnidia were formed sporadically and there was no sporulation on both media.

Thus, the most effective way to obtain rapid sporulation of the species *D. vaccinii* was noted on the MA medium with supplementary illumination with an erythema lamp. To quickly obtain morphological structures of the species *D. eres*, you can use PDA and MA nutrient media with similar additional lighting. It should be noted that the species *D. rudis* poorly formed morphological structures even with supplementary illumination, did not develop sporulation on MA media, and only sporadically formed spores on PDA media. The species *D. bohemiae* actively developed pycnidia followed by sporulation on the PDA medium (Table 1).

As a result of further study of fungi of the genus *Diaporthe*, it was revealed that all the studied species differed from each other in cultural and morphological features – in the nature of the structure, surface, color of the aerial mycelium, the formation of fruiting bodies (pycnidia) and the beginning of sporulation.

Based on the results obtained, the colony of *D. vaccinii* developed well on the MA medium and was characterized by a grayish-brown color, slightly fluffy structure, with a swirling light beige center, a folded surface, and the formation of semi-submerged beige-brown or brown pycnidia with a diameter of 0.1 to 0.2 cm, with thin or thicker streams of beige colored fungal spores emerging from the stomata. On the PDA medium, the species *D. vaccinii* had a pressed aerial mycelium, with an initial twisting center, grayish-brown color and formed flat dark pycnidia immersed in the substrate without the development of sporulation.

On the MA medium, the species *D. vaccinii* predominantly formed α conidia – hyaline, unicellular, ellipsoidal, round on both sides or single tapering on one side, with two drops of oil, size 4.3–9.7 × 1.7–2.1 μm , on average 7.3 ± 0.5 × 2.7 ± 0.4 μm and a small number of β conidia – unicellular with slight bends on both sides or almost straight, with a bend angle of 156–177°, on average 167 ± 0.7°, filiform, hyaline, size 18.8–27.2 × 1.1–2.7 μm , average 23.2 ± 0.5 × 1.6 ± 0.4 μm (Fig. 1).

The species *D. eres* formed pycnidia and pycnosporos on both MA and PDA media. On the MA medium, the species was characterized by a beige-brown color, slightly fluffy structure, and folded surface; on the PDA medium it had a beige-white color, well-developed, fluffy aerial mycelium. On both media, spherical, superficial and, to a lesser extent, semi-submerged dark brown or black pycnidia were formed, from 0.05 to 0.4 cm in diameter, with milk fungus spores emerging from the stomata over time, yellowish in color, in the form of thin twisting streams.

In *D. eres* α conidia: hyaline, unicellular, ellipsoid, often elongated and narrowed on one or both sides,

1,7–2,1 мкм, в среднем $7,3 \pm 0,5 \times 2,7 \pm 0,4$ мкм. На среде МА образовывалось небольшое количество β конидий – одноклеточные с небольшими изгибами с двух сторон или почти прямые, с углом изгиба 156–177°, в среднем $167 \pm 0,7^\circ$, нитевидные, гиалиновые, размером $18,8\text{--}27,2 \times 1,1\text{--}2,7$ мкм, в среднем $23,2 \pm 0,5 \times 1,6 \pm 0,4$ мкм (рис.1).

Вид *D. eres* образовывал пикниды и пикноспоры на обеих средах МА и КГА. На среде МА вид характеризовался бежево-коричневым цветом, слабопушистым строением, складчатой поверхностью; на среде КГА имел бежево-белый цвет, хорошо развитый пушистый, воздушный мицелий. На обеих средах образовывались шаровидные, поверхностные и в меньшей степени полупогруженные темно-коричневые или черные пикниды от 0,05 до 0,4 см в диаметре с выходящими из устьиц спор гриба молочного со временем желтоватого цвета, в виде тонких закручивающихся струек.

with oil droplets, size $4.3\text{--}12.8 \times 1.5\text{--}3.2$ μm , average $8.3 \pm 0.5 \times 2.3 \pm 0.4$ μm . β conidia of *D. eres* are hyaline, unicellular, from fusiform to hooked, with a bending angle of $99.4\text{--}179^\circ$, on average $138.7 \pm 0.6^\circ$, size $15.6\text{--}36.6 \times 0.7\text{--}1.9$ μm , on average $25.8 \pm 0.6 \times 1.3 \pm 0.4$ μm . α and β conidia were formed in equal quantities (Fig. 2, 3).

The *D. rudis* colony on the MA medium was characterized by a light brown color, appressed structure, and folded shape of the aerial mycelium; the PDA shows more pubescent mycelium, beige-brown in color. On the PDA medium, the culture formed dark brown superficial and semi-submerged large and small pycnidia, with a diameter of 0.05 to 0.5 cm. It was noted that spores appeared from the stomata of single semi-submerged pycnidia in the form of small beige droplets.

On the PDA medium, α conidia of *D. rudis* are ellipsoidal, slightly curved, hyaline, unicellular, tapering singly on one side and rounded at the other end,

Табл. 1. Результаты учета спороношения видов рода *Diaporthe* после воздействия УФ излучения

Table. 1. Results of recording sporulation of *Diaporthe* spp. after exposure to UV radiation

№пп	Изоляты Isolates	Среды Media	Дни учета появления спороношения, сут Days of recording the appearance of sporulation, days					Среднее значение учета появления спороношения, сут Average value of accounting for the occurrence of sporulation, days	p-value
			повторность repetition						
			1	2	3	4	5		
1	Dvaccinii	MA	3	5	5	7	7	5,4±1,5	0,0431
		MA контроль MA control	21	21	21	21	21	21	
		КГА PDA	-	-	-	-	-	-	-
		КГА контроль PDA control	-	-	-	-	-	-	
2	Deres	MA	5	5	7	7	5	5,4±1,5	0,108
		MA контроль MA control	10	10	7	7	10	8,8±1,7	
		КГА PDA	5	5	5	5	7	5,8±1,3	0,0431
		КГА контроль PDA control	7	7	7	10	10	8,2±1,7	
3	D. rudis	MA	-	-	-	-	-	-	-
		MA контроль MA control	-	-	-	-	-	-	
		КГА PDA	7	7	7	7	7	7	0,0431
		КГА контроль PDA control	-	-	-	-	-	-	
4	D. bohemiae	MA	-	-	-	-	-	-	-
		MA контроль MA control	-	-	-	-	-	-	
		КГА PDA	7	7	7	7	7	7	0,0431
		КГА контроль PDA control	14	14	14	14	14	14	

У *D. eres* α конидии: гиалиновые, одноклеточные, эллипсоидные, часто вытянутые и суженные с одной или с двух сторон, с каплями масла, размером $4,3-12,8 \times 1,5-3,2$ мкм, в среднем $8,3 \pm 0,5 \times 2,3 \pm 0,4$ мкм. β конидии *D. eres* гиалиновые, одноклеточные, форма образцов варьируется от веретенообразной до крючковой, с углом изгиба $99,4-179^\circ$, в среднем $138,7 \pm 0,6^\circ$, размером $15,6-36,6 \times 0,7-1,9$ мкм, в среднем $25,8 \pm 0,6 \times 1,3 \pm 0,4$ мкм. α и β конидии образовывались в одинаковом количестве (рис.2, 3).

Колония *D. rudis* на среде МА характеризовалась светло-коричневым цветом, прижатым строением, складчатой формой воздушного мицелия; на КГА отмечен более опушенный мицелий, бежево-коричневого цвета. На среде КГА культура образовывала темно-коричневые поверхностные и полупогруженные крупные и мелкие пикниды, диаметром от 0,05 до 0,5 см. Отмечено, что споры проявлялись из устьиц единичных полупогруженных пикнид в виде мелких бежевых капелек.

На среде КГА α конидии *D. rudis* эллипсоидные, слегка изогнутые, гиалиновые, одноклеточные, единично суживающиеся с одной стороны и закругленные на другом конце, с двумя каплями масла, размером $8,9-4,7 \times 1,7-3,9$ мкм, среднее значение $7,0 \pm 0,5 \times 2,8 \pm 0,2$ мкм. β конидии образовывались в меньшей степени, имели гладкую поверхность, прямую или веретеновидную форму, с укороченным основанием, гиалинового цвета, с углом изгиба $169-178^\circ$, в среднем $173 \pm 0,4^\circ$, размером $19,2-10,4 \times 1,6-1,0$ мкм, среднее значение $15,2 \pm 0,7 \times 1,3 \pm 0,6$ мкм (рис.4).

Колония *D. bohemiae* на среде КГА характеризовалась светло-бежевым цветом, среднеопушенной поверхностью с многочисленными, преимущественно поверхностными, округлыми пикнидами светло-коричневого или бежевого цвета, вокруг которых отмечался серо-оливковый оттенок диаметром от 0,05 до 0,1 см с образованием спор гриба бежевого цвета в виде округлых капелек. На среде МА воздушный мицелий гриба характеризовался среднеопушенной поверхностью, окраской колонии желтоватого цвета с образованием малочисленных пикнид без развитого спороношения.

На среде КГА α конидии имели эллипсоидную форму, единично суживающиеся с одной стороны и закругленные на другом конце, гиалиновые, одноклеточные, с двумя каплями масла, размером $6,1-10,4 \times 2,1-3,3$ мкм, среднее значение $7,9 \pm 0,6 \times 2,7 \pm 0,4$ мкм. β конидии - гиалиновые, гладкие, веретеновидные или крючковые, с углом изгиба $72-175^\circ$, в среднем $126 \pm 0,6^\circ$, размером $20,6-30,5 \times 0,7-1,5$ мкм, среднее значение $26,9 \pm 0,3 \times 1,2 \pm 0,5$ (рис.5).

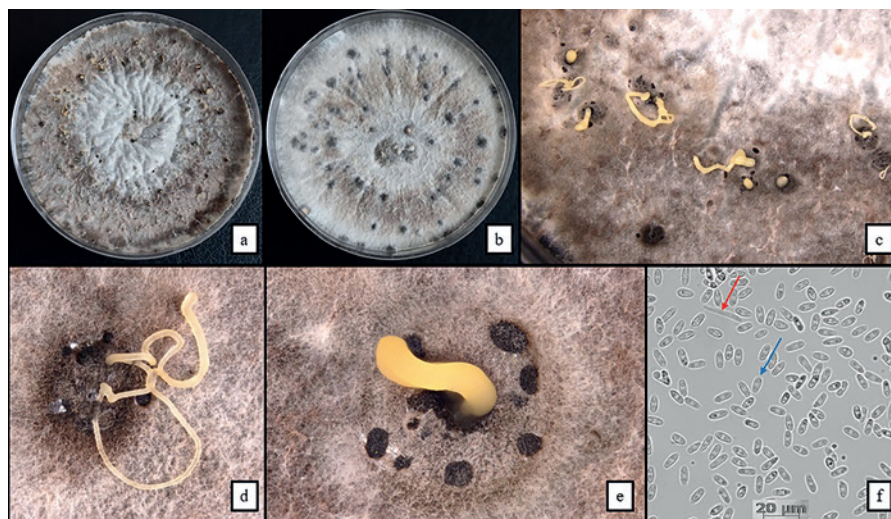


Рис. 1. Основные культурально-морфологические признаки вида *D. vaccinii*: а – образование пикнид и развитое спороношение на среде МА; б – пикниды без развития спороношения на среде КГА; в, д, е – развитые пикниды со спороношением на среде МА (x7,5; x31,8; x40,6); ф – α (синяя стрелка) и β (красная стрелка) конидии *D. vaccinii* на среде МА (40x)

Fig. 1. The main cultural and morphological features of the species *D. vaccinii*: а – formation of pycnidia and developed sporulation on the MA medium; б – pycnidia without development of sporulation on the PDA medium; в, д, е – developed pycnidia with sporulation on the MA medium (x7.5; x31.8; x40.6); ф – α (blue arrow) and β (red arrow) *D. vaccinii* conidia on the MA medium (40x)

with two drops of oil, measuring $8.9-4.7 \times 1.7-3.9$ μm , average value $7.0 \pm 0.5 \times 2.8 \pm 0.2$ μm . β conidia were formed to a lesser extent, had a smooth surface, straight or fusiform shape, with a shortened base, hyaline color, with a bending angle of $169-178^\circ$, on average $173 \pm 0.4^\circ$, size $19.2-10.4 \times 1.6-1.0$ μm , average value $15.2 \pm 0.7 \times 1.3 \pm 0.6$ μm (Fig. 4).

The *D. bohemiae* colony on the PDA medium was characterized by a light beige color, a medium-pubescent surface with numerous, mostly superficial, rounded pycnidia of light brown or beige color, around which there was a gray-olive tint with a diameter of 0.05 to 0.1 cm with the formation of spores beige mushroom in the form of rounded droplets. On the MA medium, the aerial mycelium of the fungus was characterized by a medium-pubescent surface, a yellowish color of the colony with the formation of small pycnidia without developed sporulation.

On the PDA medium, α conidia had an ellipsoidal shape, singly tapering on one side and rounded at the other end, hyaline, unicellular, with two drops of oil, size $6.1-10.4 \times 2.1-3.3$ μm , average value $7.9 \pm 0.6 \times 2.7 \pm 0.4$ μm . β conidia – hyaline, smooth, fusiform or hooked, with a bending angle of $72-175^\circ$, average $126 \pm 0.6^\circ$, size $20.6-30.5 \times 0.7-1.5$ μm , average $26.9 \pm 0.3 \times 1.2 \pm 0.5$ (Fig. 5).

Thus, the studied species of the genus *Diaporthe* had differences in cultural and morphological features. The species *D. rudis* differed from other isolates of the genus *Diaporthe* in the color of the aerial mycelium, which ranged from light brown to brown, as well as in the weak formation of morphological structures of the fungus – pycnidia and pycnosporos.

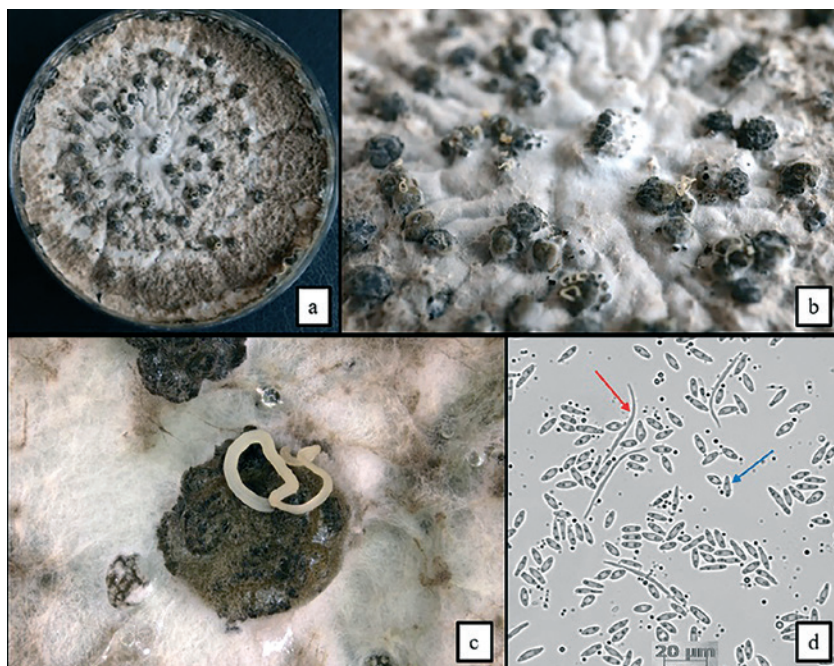


Рис. 2. Основные культурально-морфологические признаки вида *D. eres* на среде МА: а – образование пикнид и развитое спороношение; б, с – развитые пикниды со спороношением (7,5х; 20х); д – α (синяя стрелка) и β (красная стрелка) конидии *D. eres* (40х)

Fig. 2. The main cultural and morphological features of the species *D. eres* on the MA medium: а – formation of pycnidia and developed sporulation; б, с – developed pycnidia with sporulation (7.5x; 20x); д – α (blue arrow) and β (red arrow) conidia of *D. eres* (40x)

Таким образом, изученные виды рода *Diaporthe* имели различия по культурально-морфологическим признакам. Вид *D. rudis* отличался от других изолятов рода *Diaporthe* по окраске воздушного мицелия, который имел цвет от светло-коричневого до коричневого, а также по слабому формированию морфологических структур гриба – пикнид и пикноспор.

Колония *D. bohemiae* имела иную окраску и структуру воздушного мицелия. На среде МА была желто-лимонного цвета, без образования пикнид. На среде КГА у данного вида пикниды формировались поверхностно, имели шарообразную форму, образовывались многочисленно по всей поверхности субстрата, имели активное спороношение.

Колонии *D. vaccinii* и *D. eres* отличались между собой и от других видов структурой воздушного мицелия, формированием пикнид и развитием спороношения. На среде КГА *D. eres* отличался от вида *D. vaccinii* хорошо развитым бежево-белым воздушным мицелием, а также на средах КГА и МА формировал поверхностные или полупогруженные шаровидные, темно-коричневые или черные пикниды, с активным спороношением на 7 сутки без применения досвечивания.

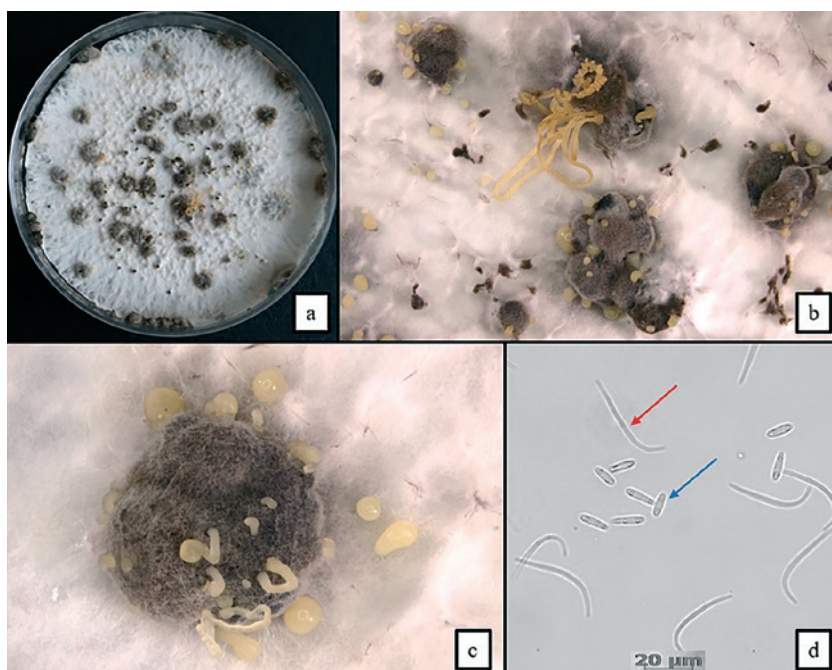


Рис. 3. Основные культурально-морфологические признаки вида *D. eres* на среде КГА: а – образование пикнид и развитое спороношение; б, с – развитые пикниды со спороношением (7,5х; 20,2х); д – α (синяя стрелка) и β (красная стрелка) конидии *D. eres* (40х)

Fig. 3. The main cultural and morphological features of the species *D. eres* on the PDA medium: а – formation of pycnidia and developed sporulation; б, с – developed pycnidia with sporulation (7.5x; 20.2x); д – α (blue arrow) and β (red arrow) conidia *D. eres* (40x)

The *D. bohemiae* colony had a different color and structure of the aerial mycelium. On the medium, МА was yellow-lemon in color, without the formation of pycnidia. On the PDA medium in this species, pycnidia were formed superficially, had a spherical shape, were formed numerously over the entire surface of the substrate, and had active sporulation.

The colonies of *D. vaccinii* and *D. eres* differed from each other and from other species in the structure of the aerial mycelium, the formation of pycnidia, and the development of sporulation. On the PDA medium, *D. eres* differed from the species *D. vaccinii* in its well-developed beige-white aerial mycelium, and also on the PDA and МА media it formed superficial or semi-submerged spherical, dark brown or black pycnidia, with active sporulation on the 7th day without the use of additional illumination.

On the PDA, *D. vaccinii* was characterized by less developed hairless mycelium, had a gray-brown color, later with the presence of an olive tint, and formed beige-brown or brown pycnidia that were semi-submerged

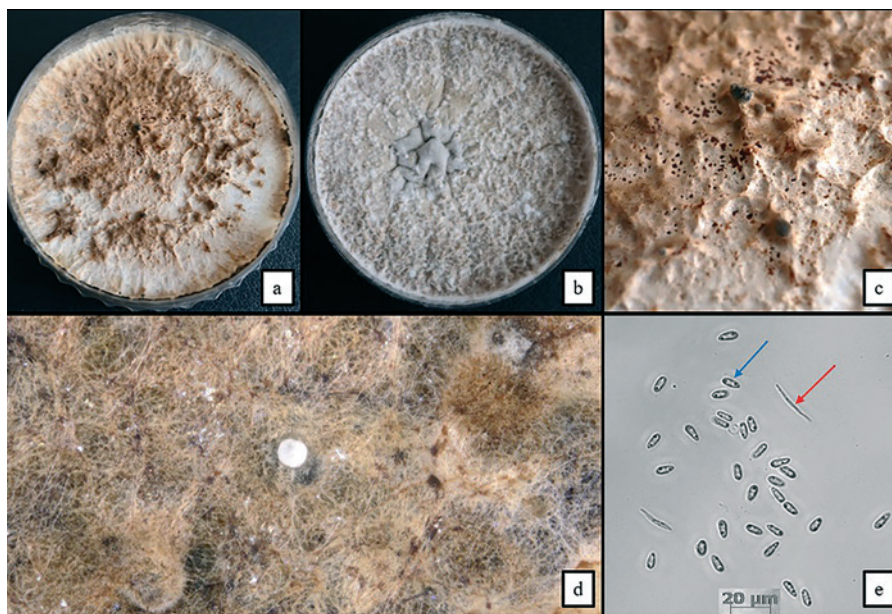


Рис. 4. Основные культурально-морфологические признаки вида *D. rudis*: а – образование пикнид и развитое спороношение на среде КГА; б – отсутствие морфологических структур на среде МА; с, d – пикниды и единичное спороношение на среде КГА (7,5х; 38,3х); е – α (синяя стрелка) и β (красная стрелка) конидии *D. rudis* на среде КГА (40х)

Fig. 4. The main cultural and morphological features of the species *D. rudis*: а – formation of pycnidia and developed sporulation on the PDA medium; б – absence of morphological structures on the MA medium; с, d – pycnidia and single sporulation on the PDA medium (7.5х; 38.3х); е – α (blue arrow) and β (red arrow) conidia of *D. rudis* on the PDA medium (40х)

На КГА *D. vaccinii* характеризовался менее развитым неопушенным мицелием, имел серо-коричневый цвет, в дальнейшем с присутствием оливкового оттенка, образовывал полупогруженные или прорывающиеся из субстрата бежево-коричневые или коричневые пикниды. На среде КГА спороношение не развивалось, на среде МА формирование пикнид с пикноспорами занимало продолжительное время, поэтому требовалось применение дополнительного досвечивания.

Несмотря на затруднения при анализе микро-морфологических структур, имелся ряд признаков, характеризующих изучаемые виды. У вида *D. rudis* оказались самые мелкие α и β конидии. У вида *D. eres* преобладали крупные α и β конидии, преимущественно суженные с двух сторон, в отличие от вида *D. vaccinii* и других видов, у которых споры в основном были без сужения или единично сужались с одной стороны. Самые крупные β конидии отмечались у вида *D. bohemiae*.

Средние значения размеров α и β конидий приведены в таблице 2.

or bursting out of the substrate. On the PDA medium, sporulation did not develop; on the MA medium, the formation of pycnidia with pycnosporos took a long time, so supplementary illumination was required.

Despite the difficulties in analyzing micromorphological structures, there were a number of characters characterizing the species under study. The species *D. rudis* had the smallest α and β conidia. In the species *D. eres*, large α and β conidia predominated, predominantly narrowed on both sides, in contrast to the species *D. vaccinii* and other species, in which the spores were mostly without narrowing or narrowed singly on one side. The largest β conidia were observed in the species *D. bohemiae*.

The average sizes of α and β conidia are given in Table 2.

CONCLUSION

As a result of the research, a method for quickly obtaining morphological structures (pycnidia and pycnosporos) of

fungi of the genus *Diaporthe* has been optimized, which can be applicable when conducting phytosanitary

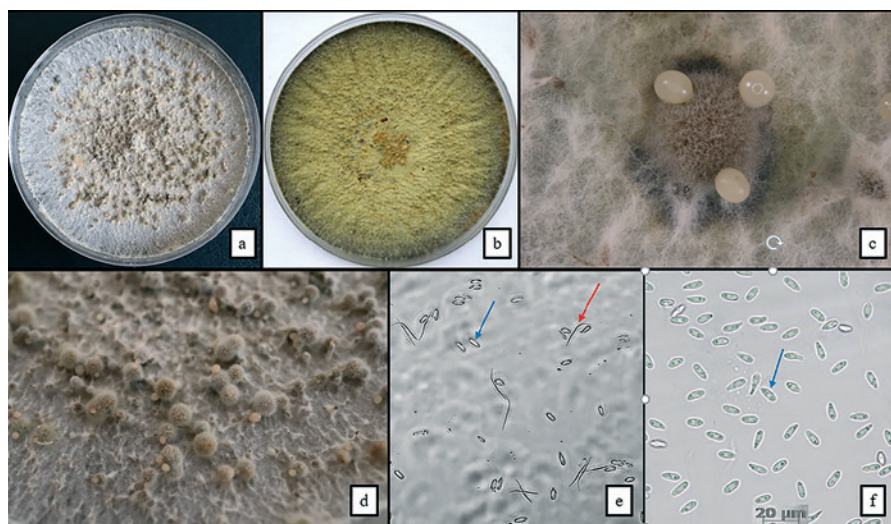


Рис. 5. Основные культурально-морфологические признаки вида *D. bohemiae*: а – образование пикнид и развитое спороношение на среде КГА; б – отсутствие морфологических структур на среде МА; с, d – пикниды с развитым спороношением на среде КГА (7,5х; 28,7х); е, f – α (синяя стрелка) и β (красная стрелка) конидии *D. bohemiae* на среде МА (40х)

Fig. 5. The main cultural and morphological features of the species *D. bohemiae*: а – formation of pycnidia and developed sporulation on the PDA medium; б – absence of morphological structures on the PDA medium; с, d – pycnidia with developed sporulation on the PDA medium (7.5х; 28.7х); е, f – α (blue arrow) and β (red arrow) conidia of *D. bohemiae* on the MA medium (40х)

Табл. 2. Размеры морфологических структур видов рода *Diaporthe*
Table 2. Dimensions of morphological structures
of *Diaporthe* spp.

№пп	Название изолята Isolate name	Среднее значение размера α конидий, мкм Average size α of conidia, μm	Среднее значение размера β конидий, мкм Average size of β conidia, μm
1	<i>D. vaccinii</i>	7,3 ± 0,5 × 2,7 ± 0,4	23,2 ± 0,5 × 1,6 ± 0,4
2	<i>D. eres</i>	8,3 ± 1,5 × 2,3 ± 0,7	25,8 ± 0,6 × 1,3 ± 0,4
3	<i>D. rudis</i>	7,0 ± 0,5 × 2,8 ± 0,2	15,2 ± 0,7 × 1,3 ± 0,6
4	<i>D. bohemiae</i>	7,9 ± 0,6 × 2,7 ± 0,4	26,9 ± 0,3 × 1,2 ± 0,5

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате полученных исследований оптимизирован способ быстрого получения морфологических структур (пикнид и пикноспор) грибов рода *Diaporthe*, который может быть применим при проведении фитосанитарных исследований в лабораторных условиях. Установлено, что оптимальной питательной средой для роста и развития спороношения возбудителя вязкой гнили черники *D. vaccinii* является готовый 2% солодовый агар с условием дополнительного досвечивания эритемной лампой с длиной волны 280–315 нм. При соблюдении данных условий пикниды и пикноспоры формируются в среднем на 5 день.

В ходе работы по изучению грибов рода *Diaporthe* выявлено, что все анализируемые виды отличались по культуральным признакам: характеру строения, цвету воздушного мицелия, поверхности колонии, образованию плодовых тел (пикнид) и началу спороношения, что является необходимым для предварительной диагностики патогенов.

По морфологическим признакам изоляты достаточно трудно различать, так как они имеют сходные между собой размеры и формы α и β конидий и требуют кропотливого и долгого сравнительного анализа. Поэтому в практических исследованиях идентификация карантинного вида *Diaporthe* может быть затруднительной.

Таким образом, для проведения достоверной диагностики в области карантина растений необходимо подтверждение возбудителя вязкой гнили черники *D. vaccinii* с помощью видоспецифичной ПЦР. Данный подход может сократить время при культивировании грибов до стадии образования мицелия, а также позволит получать точные результаты в рутинной диагностике. Наиболее перспективным участком гена является участок гена фактора элонгации трансляции, который позволяет дифференцировать целевой вид от близкородственных видов рода *Diaporthe* (Dharmaraj et al., 2022).

Благодарность. Авторы выражают благодарность специалистам ФГБУ «ВНИИКР» за помощь в предоставлении растительных образцов и фотографировании: кандидату биологических наук, ведущему научному сотруднику-начальнику НОМГ-МД Суриной Т.А.; кандидату сельскохозяйственных наук, ведущему научному сотруднику-начальнику НМОМГ Копиной М.Б.; кандидату биологических наук, научному сотруднику-заведующему лабораторией ЭГНК Камаеву И.О., агроному отдела МСИ Потаниной С.О.

studies in laboratory conditions. It has been established that the optimal nutrient medium for the growth and development of sporulation of the causative agent of viscid rot of blueberries *D. vaccinii* is ready-made 2% malt agar with the condition of supplementary illumination with an erythema lamp with a wavelength of 280–315 nm. Under these conditions, pycnidia and pycnospores are formed on average on the 5th day.

During the study of genus *Diaporthe* fungi, it was revealed that all analyzed species differed in cultural features: the nature of the structure, the color of the aerial mycelium, the surface of the colony, the formation of fruiting bodies (pycnidia) and the beginning of sporulation, which is necessary for the preliminary diagnosis of pathogens.

It is quite difficult to distinguish isolates based on morphological characters, since they have similar sizes and shapes of α and β conidia and require a painstaking and lengthy comparative analysis. Therefore, in practical research, identification of the quarantine species *Diaporthe* can be difficult.

Thus, to carry out reliable diagnosis in the field of plant quarantine, it is necessary to confirm *D. vaccinii* using species-specific PCR. This approach can reduce the time required for cultivating fungi to the stage of mycelium formation, and will also allow obtaining accurate results in routine diagnosis. The most promising region of the gene is the translation elongation factor gene region, which makes it possible to differentiate the target species from closely related species of the genus *Diaporthe* (Dharmaraj et al., 2022).

Acknowledgements. The authors express their gratitude to the specialists of FGBU “VNIICR” for their assistance in providing plant samples and photographing: PhD in Biology, leading researcher and head of Molecular and Genetic Diagnostic Methods Department T.A. Surina; PhD in Agriculture, Leading Researcher and Head of Research and Methodology Department for Mycology and Helminthology M.B. Kopina; PhD in Biology, Leading Researcher-Head of the Ecology and Genetics of Insects and Mites Laboratory I.O. Kamaev, Agronomist of the Interlaboratory Comparisons Department S.O. Potanina.

REFERENCES

1. Ali S. et al. *Diaporthe eres* causes stem cankers and death of young apple rootstocks in Canada //

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ali S. et al. Diaporthe eres causes stem cankers and death of young apple rootstocks in Canada // Canadian Journal of Plant Pathology. 2020. Vol. 42 (2). P. 218–227.
2. Dharmaraj K. et al. New real-time PCR assay for detecting the blueberry and cranberry twig blight pathogen // Journal of Phytopathology. 2022. Vol. 170 (10). P. 683–692.
3. EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health). Scientific Opinion on the pest categorisation of Diaporthe vaccinii Shear // EFSA Journal. 2014. Vol. 12(7). P. 3774.
4. Farr D.F., Castlebury L.A., Pardo-Schultheiss R.A. Phomopsis amygdali causes peach shoot blight of cultivated peach trees in the southeastern United States // Mycologia. 1999. Vol. 91. P.1008–1015.
5. Farr D.F., Castlebury L.A., Rossman A.Y. Morphological and molecular characterization of Phomopsis vaccinii and additional isolates of Phomopsis from blueberry and cranberry in the eastern United States // Mycologia. 2002a. Vol. 94. P.494–504.
6. Farr D.F., Castlebury L.A., Rossman A.Y., Putnam M.L. A new species of Phomopsis causing twig dieback of Vaccinium vitis-idaea (lingonberry) // Mycol Res. 2002b. Vol. 106. P.745–752.
7. Gonzalez-Dominguez E., Caffi T., Paolini A., Mugnai L., Latinović N., Latinović J., Languasco L. and Rossi V. Development and Validation of a Mechanistic Model That Predicts Infection by Diaporthe ampelina, the Causal Agent of Phomopsis Cane and Leaf Spot of Grapevines // Front. Plant Sci. 2022. Vol. 13. P.872333.
8. Hilario S., Amaral I. A., Gonçalves F. M. M., Lopes A., Santos & Artur Alves L. Diaporthe species associated with twig blight and dieback of Vaccinium corymbosum in Portugal, with description of four new species // Mycologia. 2020. Vol.112(2). P. 293–308.
9. Lombard L. et. al. Diaporthe species associated with Vaccinium, with specific reference to Europe // Phytopathol. Mediterr. 2014. Vol. 53 (2). P. 287–299.
10. Palmateer A.J., McLean K.S., Morgan-Jones G. Concerning Phomopsis gossypii, the causal organism of boll rot of cotton //Mycotaxon. 2003. Vol. 87. P. 157–172.
11. Schilder A.M.C, Erincik O., Castlebury L., Rossman A., Ellis M.A. Characterization of Phomopsis spp. infecting grapevines in the Great Lakes Region of North America // Plant Dis. 2005. Vol. 89. P.755–762.
12. Udayanga D., Liu X., Crous P.W. et al. A multi-locus phylogenetic evaluation of Diaporthe (Phomopsis)//Fungal Diversity. 2012. Vol. 56. P. 157–171.
13. Udayanga D., Castlebury L.A., Rossman A.Y., Hyde K. D. Species limits in Diaporthe: Molecular re-assessment of D. citri, D. cytospora, D. foeniculina and D. rudis // Persoonia – Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi. 2014. Vol. 32. P. 83–101.
14. Udayanga D., Castlebury L.A., Rossman A.Y. et al. Insights into the genus Diaporthe: phylogenetic species delimitation in the D. eres species complex // Fungal Diversity. 2014. Vol. 67. P. 203–229.
15. Vilka L., Volkova J. Morphological Diversity of Phomopsis vaccinii Isolates from Cranberry (Vaccinium macrocarpon Ait.) in Latvia // Proc.Latv.Univ.Agr. 2015. Vol. 33. P. 8–18.
- Canadian Journal of Plant Pathology. 2020. Vol. 42 (2). P. 218–227.
2. Dharmaraj K. et al. New real-time PCR assay for detecting the blueberry and cranberry twig blight pathogen //Journal of Phytopathology. 2022. Vol. 170 (10). P. 683–692.
3. EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health). Scientific Opinion on the pest categorisation of Diaporthe vaccinii Shear // EFSA Journal. 2014. Vol. 12(7). P. 3774.
4. Farr D.F., Castlebury L.A., Pardo-Schultheiss R.A. Phomopsis amygdali causes peach shoot blight of cultivated peach trees in the southeastern United States // Mycologia. 1999. Vol. 91. P.1008–1015.
5. Farr D.F., Castlebury L.A., Rossman A.Y. Morphological and molecular characterization of Phomopsis vaccinii and additional isolates of Phomopsis from blueberry and cranberry in the eastern United States // Mycologia. 2002a. Vol. 94. P.494–504.
6. Farr D.F., Castlebury L.A., Rossman A.Y., Putnam M.L. A new species of Phomopsis causing twig dieback of Vaccinium vitis-idaea (lingonberry) // Mycol Res. 2002b. Vol. 106. P. 745–752.
7. Gonzalez-Dominguez E., Caffi T., Paolini A., Mugnai L., Latinović N., Latinović J., Languasco L. and Rossi V. Development and Validation of a Mechanistic Model That Predicts Infection by Diaporthe ampelina, the Causal Agent of Phomopsis Cane and Leaf Spot of Grapevines // Front. Plant Sci. 2022. Vol. 13. P. 872333.
8. Hilario S., Amaral I. A., Gonçalves F. M. M., Lopes A., Santos & Artur Alves L. Diaporthe species associated with twig blight and dieback of Vaccinium corymbosum in Portugal, with description of four new species // Mycologia. 2020. Vol.112(2). P. 293–308.
9. Lombard L. et. al. Diaporthe species associated with Vaccinium, with specific reference to Europe // Phytopathol. Mediterr. 2014. Vol. 53 (2). P. 287–299.
10. Palmateer A.J., McLean K.S., Morgan-Jones G. Concerning Phomopsis gossypii, the causal organism of boll rot of cotton //Mycotaxon. 2003. Vol. 87. P. 157–172.
11. Schilder A.M.C, Erincik O., Castlebury L., Rossman A., Ellis M.A. Characterization of Phomopsis spp. infecting grapevines in the Great Lakes Region of North America // Plant Dis. 2005. Vol. 89. P. 755–762.
12. Udayanga D., Liu X., Crous P.W. et al. A multi-locus phylogenetic evaluation of Diaporthe (Phomopsis)//Fungal Diversity. 2012. Vol. 56. P. 157–171.
13. Udayanga D., Castlebury L.A., Rossman A.Y., Hyde K. D. Species limits in Diaporthe: Molecular re-assessment of D. citri, D. cytospora, D. foeniculina and D. rudis // Persoonia – Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi. 2014. Vol. 32. P. 83–101.
14. Udayanga D., Castlebury L.A., Rossman A.Y. et al. Insights into the genus Diaporthe: phylogenetic species delimitation in the D. eres species complex // Fungal Diversity. 2014. Vol. 67. P. 203–229.
15. Vilka L., Volkova J. Morphological Diversity of Phomopsis vaccinii Isolates from Cranberry (Vaccinium

16. CABI Compendium. *Diaporthe eres*. (apple leaf, branch and fruit fungus). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.18731> (дата обращения: 08.12.2019).

17. EPPO Global Database. *Diaporthe vaccinii*. Distribution. [Электронный ресурс]. URL: <https://gd.eppo.int/taxon/DIAPVA/distribution> (дата обращения: 11.09.2023).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кузнецова Анна Александровна, старший научный сотрудник научно-методического отдела микологии ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. о. Раменский, Московская область, Россия; ORCID 0000-0001-8443-2641, e-mail: kyyznec@bk.ru.

Цветкова Юлия Владиславовна, младший научный сотрудник лаборатории микологии ИЛЦ ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. о. Раменский, Московская область, Россия; аспирант, Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Биологический факультет МГУ, г. Москва, Россия; ORCID 0000-0002-4334-9224, e-mail: yutska@mail.ru.

Синкевич Ольга Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, Североморский филиал ФГБУ «ВНИИКР», г. Петрозаводск, Республика Карелия, Россия; ORCID 0009-0005-1164-7373, e-mail: ovbio@mail.ru

Костин Никита Константинович, младший научный сотрудник научно-методического отдела микологии ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. о. Раменский, Московская область, Россия; студент, «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева», г. Москва, Россия; ORCID 0009-0003-8066-075, e-mail: kostinwork1@gmail.com.

macrocarpon Ait.) in Latvia // Proc.Latv.Univ.Agr. 2015. Vol. 33. P. 8–18.

16. CABI Compendium. *Diaporthe eres*. (apple leaf, branch and fruit fungus). [Electronic resource]. URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.18731> (last accessed: 08.12.2019).

17. EPPO Global Database. *Diaporthe vaccinii*. Distribution. [Electronic resource]. URL: <https://gd.eppo.int/taxon/DIAPVA/distribution> (last accessed: 11.09.2023).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Anna Kuznetsova, Senior Researcher, Research and Methodology Mycology and Helminthology Department, FGBU “VNIICR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; ORCID 0000-0001-8443-2641, e-mail: kyyznec@bk.ru.

Yulia Tsvetkova, Junior Researcher, Mycology Laboratory, Testing Laboratory Center, FGBU “VNIICR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; PhD student, Biology Faculty, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; ORCID 0000-0002-4334-9224, e-mail: yutska@mail.ru.

Olga Sinkevich, PhD in Agriculture, Researcher, Severomorsk branch, FGBU “VNIICR”, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russia; ORCID 0009-0005-1164-7373, e-mail: ovbio@mail.ru

Nikita Kostin, Junior Researcher, Research and Methodology Mycology and Helminthology Department, FGBU “VNIICR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; student, Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia; ORCID 0009-0003-8066-075, e-mail: kostinwork1@gmail.com.

DOI 10.69536/3725.2024.54.83.003
УДК 632.3.01/.08

Диагностика вируса мозаики пепино (PepMV)

*ЖИВАЕВА Т.С.¹, ПРУЧКИНА М.А.²,
ПРИХОДЬКО Ю.Н.³, ШНЕЙДЕР Ю.А.⁴,
КАРИМОВА Е.В.⁵

¹ e-mail: zhivaeva.vniikr@mail.ru

² e-mail: anadiamena@gmail.com

³ e-mail: prihodko_yuri59@mail.ru

⁴ ORCID ID: 0000-0002-7565-1241,

e-mail: yury.shneyder@mail.ru

⁵ ORCID ID: 0000-0001-6474-8913,

e-mail: elenavkar@mail.ru

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

АННОТАЦИЯ

Вирус мозаики пепино (Pepino mosaic virus, PepMV) – представитель рода Potexvirus, является карантинным объектом для стран ЕАЭС, ЕОКЗР и ряда стран различных континентов. Основные растения-хозяева вируса – томат и баклажан, но также он поражает перец, картофель и пепино. Потери урожая плодов томата в результате заражения PepMV могут достигать 30-40%. Вирус мозаики пепино характеризуется многообразием путей распространения и способен длительное время сохраняться в растительных остатках, почве, воде, растворах для гидропоники и на различных инертных поверхностях. Важное значение в распространении PepMV имеет семенная инфекция. С зараженными семенами вирус способен распространяться на новые территории, а единичные зараженные семена в партии способны в процессе вегетации нанести колоссальный ущерб производителю овощных культур.

Мировая популяция вируса мозаики пепино состоит из пяти генетически различающихся штаммов, что затрудняет его диагностику с использованием молекулярных методов. Целью проводимых исследований являлся поиск праймеров, позволяющих осуществлять универсальное выявление изолятов всех штаммов вируса мозаики пепино и праймеров, позволяющих проводить высокоспецифичное определение штаммовой принадлежности выявляемых изолятов этого вируса. По результатам испытания 13 пар праймеров определены три пары праймеров для универсального выявления всех штаммов PepMV и две пары праймеров для высокоспецифичного определения штаммов Eu/Peruvian. Констатируется необходимость дальнейшего скрининга праймеров для высокоспецифичного определения штаммов CH1/US1 и CH2 PepMV.

Ключевые слова. молекулярная диагностика, обратная транскрипция, полимеразная цепная реакция, праймеры.

DOI 10.69536/3725.2024.54.83.003
УДК 632.3.01/.08

Diagnostics of Pepino mosaic virus (PepMV)

*TATIANA S. ZHIVAeva¹, MARIA A. PRUCHKINA²,
YURI N. PRIKHODKO³, YURI A. SHNEYDER⁴,
ELENA V. KARIMOVA⁵

¹ e-mail: zhivaeva.vniikr@mail.ru

² e-mail: anadiamena@gmail.com

³ e-mail: prihodko_yuri59@mail.ru

⁴ ORCID ID: 0000-0002-7565-1241,

e-mail: yury.shneyder@mail.ru

⁵ ORCID ID: 0000-0001-6474-8913,

e-mail: elenavkar@mail.ru

FGBU “All-Russian Plant Quarantine Center”
(FGBU “VNIKCR”), Bykovo, Ramenskoye,
Moscow Oblast, Russia, 140150

ABSTRACT

Pepino mosaic virus (PepMV), a representative of the genus Potexvirus, is a quarantine pest for the EAEU and the EPPO countries, as well as some other countries on different continents. The main host plants of the virus are tomato and eggplant, though it also affects peppers, potatoes and pepino. Tomato fruit yield losses as a result of PepMV infection can reach 30-40%. PepMV is characterized by various pathways and can maintain in plant debris, soil, water, hydroponic solutions and on various inert surfaces for a long time. Seed infection plays an important role in the spread of PepMV. With infected seeds, the virus can spread to new territories, and single infected seeds in a batch can cause colossal damage to vegetable producers during the growing season.

The global PepMV population consists of five genetically distinct strains, making it difficult to diagnose using molecular methods. The purpose of the research was to search for primers that allow universal detection of isolates of all PepMV strains and primers that allow highly specific determination of the strain affiliation of the detected isolates of this virus. Based on the results of testing 13 pairs of primers, three pairs of primers were identified for the universal detection of all PepMV strains and two pairs of primers for the highly specific detection of Eu/Peruvian strains. The need for further screening of primers for highly specific determination of CH1/US1 and CH2 PepMV strains has been stated.

Key words: molecular diagnostics, reverse transcription, polymerase chain reaction, primers.

ВВЕДЕНИЕ



Вирус мозаики пепино (Pepino mosaic virus, PepMV), относящийся к роду Potexvirus семейства Alphaflexiviridae, является карантинным объектом ЕАЭС, ЕОКЗР и целого ряда стран мира.

Основными экономически значимыми растениями-хозяевами вируса мозаики пепино являются: томат (*Solanum lycopersicum*), картофель (*S. tuberosum*), пепино (*S. muricatum*), баклажан (*S. melongena*), базилик (*Ocimum basilicum*). К настоящему времени также доказано, что штамм PepMV US1 может вызывать системное заражение перца (*Capsicum annuum*), тогда как другие штаммы вызывают на этом растении лишь местную инфекцию. Вирус заражает также различные дикорастущие растения, относящиеся как к семейству пасленовые (*Datura stramonium*, *D. metel*, *Solanum chilense*, *S. chmielewskii*, *S. dulcamara*, *S. nigrum*, *S. parviflorum*, *S. peruvianum* и другие), так и к другим ботаническим семействам (*Amaranthus retroflexus*, *Amaranthus viridis*, *Calendula arvensis*, *Convolvulus arvensis*, *Convolvulus humilis*, *Heliotropium europaeum*, *Malva neglecta*, *Malva parviflora*, *Plantago major*, *Rumex sp.*, *Sonchus oleraceus*, *Taraxacum officinale* и другие) (EPPO, 2024).

Вирионы PepMV представляют собой гибкие нитевидные частицы величиной 510 x 12.5 нм (Jones et al., 1980).

Геном PepMV состоит из единственной плюс-смысловой одноцепочечной молекулы РНК с 3'-поли-А-концом, состоящей из 6410 нуклеотидов (не включая поли-А-тракта). Геномная РНК содержит пять открытых рамок считывания (ORF), кодирующих РНК-зависимую РНК-полимеразу (RdRp) размером 164 кДа, тройной блок генов размером 26, 14 и 9 кДа и ген белка оболочки (CP) размером 25 кД (Mumford, Jones, 2005; Ling et al., 2013).

На основании особенностей биологии, серологии и сравнения нуклеотидных последовательностей в настоящее время выделяют четыре основных штамма PepMV, заражающих коммерческие сорта томата – европейский (EU), перуанский (LP), чилийский-2 (CH2) и американский-1 (US1), а также штамм PES, идентифицированный на диких видах растений семейства пасленовых в Перу.

Сравнение нуклеотидных последовательностей полного генома между множественными изолятами разных штаммов показывает, что перуанский и европейский штаммы (LP и EU) наиболее тесно связаны между собой с примерно 95% идентичностью последовательностей. Штамм американский-1 (US1) и новый штамм PES примерно на 86% идентичны друг другу и примерно на 81% идентичны перуанскому (LP) и европейскому (EU) штаммам. Штамм чилийский-2 (CH2) является наиболее дивергентным, поскольку имеет примерно 78% идентичности последовательностей с четырьмя другими штаммами. При этом идентичность последовательностей нуклеотидов между изолятами внутри каждого штамма составляет не менее 98% (EPPO, 2024).

Наличие существенных генетических различий между изолятами PepMV обуславливает необходимость детальной обработки молекулярных методов диагностики.

INTRODUCTION



epino mosaic virus (PepMV), belonging to the genus Potexvirus of the family Alphaflexiviridae, is a quarantine pest for the EAEU and the EPPO countries, as well as some other countries.

The main economically important PepMV host plant are: tomato (*Solanum lycopersicum*), potato (*S. tuberosum*), pepino (*S. muricatum*), eggplant (*S. melongena*), basil (*Ocimum basilicum*). It has now also been proven that the PepMV US1 strain can cause systemic infection of peppers (*Capsicum annuum*), while other strains cause only a local infection on this plant. The virus also infects various wild plants belonging to the Solanaceae family (*Datura stramonium*, *D. metel*, *Solanum chilense*, *S. chmielewskii*, *S. dulcamara*, *S. nigrum*, *S. parviflorum*, *S. peruvianum*, etc.), as well as to other botanical families (*Amaranthus retroflexus*, *Amaranthus viridis*, *Calendula arvensis*, *Convolvulus arvensis*, *Convolvulus humilis*, *Heliotropium europaeum*, *Malva neglecta*, *Malva parviflora*, *Plantago major*, *Rumex sp.*, *Sonchus oleraceus*, *Taraxacum officinale*, etc.) (EPPO, 2024).

PepMV virions are flexible filamentous particles measuring 510 x 12.5 nm (Jones et al., 1980).

The PepMV genome consists of one single stranded positive sense RNA molecule with a 3' poly-A end, consisting of 6410 nucleotides (not including the poly-A tract). Genomic RNA contains five open reading frames (ORFs) encoding the 164-kDa RNA-dependent RNA polymerase (RdRp), a 26-, 14-, and 9-kDa triple block of genes, and a 25-kDa coat protein (CP) gene (Mumford, Jones, 2005; Ling et al., 2013).

Based on the biology, serology and comparison of nucleotide sequences, four main PepMV strains are currently identified that infect commercial tomato varieties – European (EU), Peruvian (LP), Chilean-2 (CH2) and American-1 (US1), as well as PES strain identified on wild Solanaceae species in Peru.

Comparison of whole genome nucleotide sequences between multiple isolates of different strains shows that the Peruvian and European strains (LP and EU) are most closely related, with approximately 95% sequence identity. The American strain 1 (US1) and the new PES strain are approximately 86% identical to each other and approximately 81% identical to the Peruvian (LP) and European (EU) strains. Strain Chilean-2 (CH2) is the most divergent, sharing approximately 78% sequence identity with four other strains. Moreover, the identity of nucleotide sequences between isolates within each strain is at least 98% (EPPO, 2024).

The presence of significant genetic differences between PepMV isolates requires detailed development of molecular diagnostic methods.

PepMV is a highly contagious pathogen and is effectively transmitted by mechanical sap inoculation and by contact between healthy and infected plants. As a result, the virus easily spreads mechanically through contaminated tools, shoes, clothing, and hands during agricultural work (Mehle et al., 2014). It was also experimentally established that the virus is effectively

Вirus мозаики пегино является очень контагиозным патогеном и эффективно переносится механической инокуляцией сока и путем контакта между здоровыми и зараженными растениями. Вследствие этого вирус легко распространяется механическим путем через загрязненные инструменты, обувь, одежду, руки в процессе проведения агротехнических работ (Mehle et al., 2014). Экспериментально было установлено также, что вирус эффективно передается между растениями томата в закрытых рециркуляционных гидропонных системах (Shipp et al., 2008).

Вirus может длительное время сохранять инфекционность вне своих растений-хозяев в окружающей среде. Установлено, что в воде при температуре $20\pm 4^{\circ}\text{C}$ PepMV сохраняет инфекционность на протяжении трех недель (Mehle et al., 2014). В соке инфицированных растений томата, нанесенном на различные неорганические поверхности (стекло, алюминий, пластик), вирус сохраняет инфекционность на протяжении 5 недель при условии наличия относительно невысокой температуры и высокой влажности воздуха (Mumford, Jones, 2005).

Важную роль в эпидемиологии PepMV имеет семенная инфекция. Установлено, что зараженность этим вирусом семян томата составляет в среднем 0,026%, но может варьироваться от 0,005% до 0,057% в зависимости от партии семян (Hanssen et al., 2010). Сообщалось также о выявлении PepMV в 25% семян томата, что приводило к заражению 1,84% растений, полученных от этих семян (Cordoba-Selles et al., 2010). Однако вследствие эффективной механической передачи наличие даже немногочисленных зараженных семян приводит к очень быстрому распространению этого вируса в посадках томата.

Установлена возможность переноса PepMV шмелями с зараженных растений томата на здоровые экземпляры (Lacasa et al., 2003; Shipp et al., 2008), а также с зараженных растений томата на несколько видов сорных растений (Stobbs et al., 2010).

Важное значение имеет также вопрос о возможности распространения PepMV хищным клопом макролофусом (*Macrolophus nubilis* H.S.), широко используемым в качестве агента биологической борьбы. Для этого клопа характерен зоофитофаговый тип питания, то есть способность питаться пищей как животного, так и растительного происхождения. В этой связи в Нидерландах было установлено, что при наличии высокой численности популяций *Macrolophus nubilis* начинает питаться на плодах томата, вызывая их повреждения, и интенсивность этих повреждений коррелировала с заражением PepMV (Moerkens et al., 2015).

Таким образом, вирус мозаики пегино характеризуется многообразием путей распространения и мест локализации инфекции (Шнейдер Ю.А. и др., 2021). Для выявления очагов этого вируса, помимо лабораторного исследования вегетирующих растений, семян и плодов растений томата, необходимо также определять отсутствие вируса в поливной воде, растворах для гидропоники, субстратах для выращивания растений,

transmitted between tomato plants in closed recirculating hydroponic systems (Shipp et al., 2008).

The virus can remain infective for long periods of time outside its host plants in the environment. It was found that PepMV remains infective for three weeks in water at a temperature of $20\pm 4^{\circ}\text{C}$ (Mehle et al., 2014). The virus remains infective for 5 weeks in the sap of infected tomato plants applied to various inorganic surfaces (glass, aluminum, plastic), provided there is a relatively low temperature and high humidity (Mumford, Jones, 2005).

Seed infection plays an important role in the PepMV epidemiology. The infection rate of this virus in tomato seeds has been found to average 0.026%, but can vary from 0.005% to 0.057% depending on the seed lot (Hanssen et al., 2010). PepMV was also reported to be detected in 25% of tomato seeds, resulting in infection of 1.84% of plants obtained from these seeds (Cordoba-Selles et al., 2010). However, due to effective mechanical transmission, the presence of even a few infected seeds leads to a very rapid spread of this virus in tomato plantings.

The possibility of PepMV transfer by bumblebees from infected tomato plants to healthy specimens has been established (Lacasa et al., 2003; Shipp et al., 2008), as well as from infected tomato plants to several weed species (Stobbs et al., 2010). Transfer of PepMV by bumblebees occurs in a non-persistent mechanical manner.

Also important is the question of the possible PepMV spreading by the predatory bug *Macrolophus nubilis* H.S., which is widely used as a biological control agent. This bug is characterized by a zoophytophagous type of nutrition, i.e. the ability to feed on both animal and plant origin food. In this regard, it was found that when there are high *Macrolophus nubilis* populations in the Netherlands, it begins to feed on tomato fruits, causing



Рис. 1. Симптомы вируса мозаики пегино (PepMV) на листьях томата (фото авторов)

Fig. 1. Symptoms of pepino mosaic virus (PepMV) on tomato leaves (photo by the authors)



Рис. 2. Симптомы вируса мозаики пепино (PepMV) на растении томата (фото авторов)

Fig. 2. Symptoms of pepino mosaic virus (PepMV) on tomato leaves (photo by the authors)

на конструкциях теплиц, таре и оборудовании, а также в насекомых-опылителях и объектах биологической борьбы.

Интенсивность проявления симптомов ПерMV на растениях томата варьируется от незначительных до серьезных в зависимости от агрессивности штамма ПерMV, возраста и сорта томата, а также условий выращивания. Первые симптомы обычно появляются через 2–3 недели после заражения. Ранние симптомы проявляются на верхних частях пораженных растений в виде образования светло-зеленых тонких или игольчатых листьев и задержки роста. Затем на листьях развиваются мозаика, желтая угловатая пятнистость, слабый межжилковый хлороз и деформации (Рис. 1–2). На побегах и цветках могут развиваться некрозы, оказывающие влияние на развитие цветов и плодов. Сильно пораженные растения становятся чахлыми и деформированными (EPPO, 2024).



Рис. 3. Симптомы вируса мозаики пепино (PepMV) на плодах томата (фото авторов)

Fig. 3. Symptoms of pepino mosaic virus (PepMV) on tomato leaves (photo by the authors)



Photo Shneyder Y.

Рис. 4. Симптомы совместного заражения вирусом мозаики пепино (PepMV) и вирусом пятнистого увядания томата (TSWV) на плодах томата (фото авторов)

Fig. 4. Symptoms of co-infection of PepMV and TSWV on tomato fruits (photo by the authors)

damage, with the intensity of this damage correlating with PepMV infection (Moerkens et al., 2015).

Thus, PepMV is characterized by a variety of pathways and infection localization (Schneider Y.A. et al., 2021). To identify its outbreaks, besides laboratory testing of vegetative plants, seeds and fruits of tomato plants, it is also necessary to determine the absence of the virus in irrigation water, hydroponic solutions, substrates for growing plants, on greenhouse structures, containers and equipment, as well as in insect pollinators and biological control objects.

The severity of PepMV symptoms on tomato plants varies from mild to severe depending on the severity of the PepMV strain, the age and variety of the tomato, and growing conditions. The first symptoms usually appear 2–3 weeks after infection. Early symptoms appear on the upper parts of affected plants with the formation of light green, thin or needle-like leaves and stunted growth. Then the leaves develop mosaic, yellow angular spots, mild interveinal chlorosis and deformations (Fig. 1–2). Necrosis may develop on shoots and flowers, affecting the development of flowers and fruits. Severely affected plants become stunted and of irregular shape (EPPO, 2024).

Tomato fruits typically develop yellow-red mosaic patterns (marbling) as a result of PepMV infection (Fig. 3), resulting in uneven fruit ripening. Fruit cracking, deformation and necrotization are sometimes observed (EPPO, 2024). Co-infection of plants with PepMV and TSWV increases the intensity of symptoms (Fig. 4).

MATERIALS AND METHODS

In experiments to test the diagnosis of PepMV, isolates of this virus were used PV-0554, PV-0577, PV-0578, PV-0632, PV-0674, PV-0716, PV-0730, PV-0750, PV-0751, PV-0973, PV-0975, PV-1022, PV-1110 and PV-1125 (all – DSMZ, Germany), positive controls for PepMV ELISA from Adgen (UK), Bioreba (Switzerland) and Loewe (Germany), as well as potexvirus isolates: potato X (PVX PV-0014, PV-0020, PV-0847), Clover yellow mosaic virus (CIYMV PV-0851), Cymbidium mosaic virus (CymMV, PV-0334), Hydrangea ringspot virus (HRSV, PV-0372), Potato aucuba mosaic virus (PAMV, PV-0007) and Alternanthera mosaic virus (AltMV, PV-0849) (all – DSMZ, Germany).

RNA isolation of the studied viruses was carried out with a set of Proba-NK reagents (Agrodiagnostica, Russia), according to the manufacturer's instructions.

Synthesis of complementary DNA was carried out using reagent kits for reverse transcription from Agrodiagnostica and Evrogen (both from Russia), according to the attached instructions.

PCR testing to detect PepMV was carried out with the primers presented in Table 1.

На плодах томата в результате заражения Пер- MV, как правило, развиваются желто-красные мо- заичные узоры (мраморность) (Рис. 3), что приво- дит к неравномерному созреванию плодов. Иногда наблюдается растрескивание плодов, их деформа- ция и некротизация (EPPO, 2024). Совместное зара- жение растений вирусами мозаики пегино (PepMV) и пятнистого увядания томата (TSWV) усиливает интенсивность проявления симптомов (Рис. 4).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В экспериментах по отработке диагностики виру- са мозаики пегино (PepMV) использовали изоляты этого вируса PV-0554, PV-0577, PV-0578, PV-0632, PV-0674, PV-0716, PV-0730, PV-0750, PV-0751,

The following reagent kits were used to carry out PCR:

Dream TaqGreen PCR Master Mix (Thermo- Scientific, USA); 5x Mas^{DP}Mix-2025; 2,5x Mas^{CPE}TaqMIX-2025 (both – Dialat, Russia); Screen Mix; Screen Mix-HS; One Tube RT-PCR SYBR, qPCRmix-HS, qPCRmix-HS SYBR + High ROX (all – Evrogen, Russia).

RESULTS AND DISCUSSION

The purpose of the research was to search for primers that allow universal detection of isolates of all PepMV strains, and primers that allow highly specific deter- mination of the strain affiliation of detected isolates of this virus.

Табл. 1. Характеристика праймеров, используемых для проведения ПЦР на наличие вирусов

Table 1. Characteristics of primers used for PCR for viruses

Название праймера Primer name	Последовательность 5'→3' Sequence 5'→3'	Продукт (п.н.) Product (bp)	Автор Author
PepMVCH2CPF	GT'TTTCCTCAATTGTGAAAT	855	Ling et al., 2013
PepMVCH2CPR	TTT'TTTTTTTATT'TAGTAGATT'TAGATAC		
PepMVEUCPF	GT'TTTCCTAAATT'TGAAAAAT	839	Ling et al., 2013
PepMVEUCPR	ATT'TCAAAGAAATAATTAGG		
PepMVUS1CPF	GT'TTTCCTAGTGT'TTGAAA	846	Ling et al., 2013
PepMVUS1CPR	AAATTACAAAAGCAATTTATTG		
PepTGB-F	CAC ACC AGA AGT GCT TAA AGC A	845	Mumford, Metcalfe, 2001
PepUTR-R	CTC TGA TTA AGT TTC GAC TG		
Pep3	ATGAGGTTGTCTGGTGAA	624	Souiri et al., 2017
Pep4	AATCCGTGCACAACTAT		
PepCP-D	CAC ACC AGA AGT GCT TAA AGC A	845	Pagan et al., 2006
PepCP-R	CTC TGA TTA AGT TTC GAG TG		
pepF2	AAACAATTTAACTCAACTATG	750	Candresse et al., 2010
pepR	TGATTAAGTTTCGAGTGTTTA		
PepMV CP-7F	CCCATCAGATGCACCACCAA	680	Разработаны в рамках данного исследования Developed as part of this study
PepMV CP-2R	CAGGAGGTGCATCAATTGCG		
Eur-rep F	TGGGTCAAGAAAGTGGAATAATTAG	71	Gutierrez-Aguirre et al., 2009
Eur-rep R	TGCATGAAAGCTGCAATGGT		
Eur-rep P	FAM-TGCTGTCAAGTCAAAGCCTGGCCA -BHQ1		
Ch2-US2-cp F	TGGGT'TAGCAGCCAATGAGA	72	Gutierrez-Aguirre et al., 2009
Ch2-US2-cp R	AACT'TGCACATCAGCATAAGCA		
Ch2- US2-cp P	FAM-CGGACCTGCCATGTGGGACCTC-BHQ1		
US1-cp F	AGCGCGTGCTTATGCTGAT	81	Gutierrez-Aguirre et al., 2009
US1-cp R	CGTGAGAGTGCTGGATTTGAAG		
US1-cp P	FAM-CCGCACAACCTCATAGGTGCCACCC - BHQ1		
KL05-48 F1	ACTCCTAGAGCTGACCTCAC	107	Ling et al., 2007; EPPO, 2013
KL05-49 F2	ACTCCTAGAGCTGATCTTAC		
KL05-51 R1	TCTCCAGCAACAGGTTGGTA		
KL05-52 R2	TCACCTGCAACTGGTTGATA		
KL05-50 probe	FAM-TGTCAGCTTGCATTTACTTCC AAA - BHQ1		

PV-0973, PV-0975, PV-1022, PV-1110 и PV-1125 (все – DSMZ, Германия), положительные контроли для ИФА к PepMV фирм Adgen (Великобритания), Bioreba (Швейцария) и Loewe (Германия), а также изоляты потексвирусов: X картофеля (PVX PV-0014, PV-0020, PV-0847), желтой мозаики клевера (CIYMV PV-0851), мозаики цимбидиума (CymMV, PV-0334), кольцевой пятнистости гортензии (HRSV, PV-0372), аукуба мозаики картофеля (PAMV, PV-0007) и мозаики альтернаты (AltMV, PV-0849) (все – DSMZ, Германия).

Выделение РНК изучаемых вирусов проводили с набором реагентов Проба-НК (Агродиагностика, Россия), согласно инструкции фирмы-производителя.

Синтез комплементарной ДНК проводили с наборами реагентов для обратной транскрипции фирм Агродиагностика и Евроген (обе – Россия), согласно прилагаемым инструкциям.

Отработку ПЦР для выявления вируса мозаики пепино (PepMV) проводили с праймерами, представленными в таблице 1.

Для проведения ПЦР использовали следующие наборы реагентов:

Dream TaqGreen PCR Master Mix (Thermo-Scientific, США); 5x Mas^{DP}Mix-2025; 2,5x Mas^{CFE}TaqMIX-2025 (оба – Диалат, Россия); Screen Mix; Screen Mix-HS; One Tube RT-PCR SYBR, qPCRmix-HS, qPCRmix-HS SYBR + High ROX (все – Евроген, Россия).

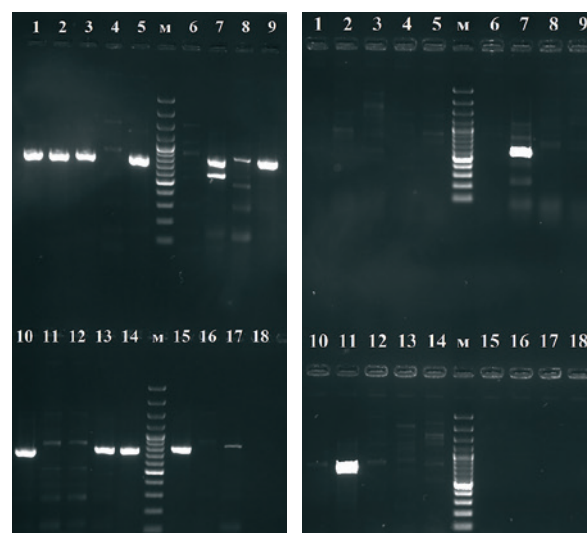
РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Целью проводимых исследований являлся поиск праймеров, позволяющих осуществлять универсальное выявление изолятов всех штаммов вируса мозаики пепино, и праймеров, позволяющих проводить высокоспецифичное определение штаммовой принадлежности выявляемых изолятов этого вируса.

На первом этапе работы было проведено определение штаммовой принадлежности 14 изолятов PepMV из коллекции DSMZ и положительных контролей для ИФА к PepMV фирм Adgen, Bioreba и Loewe с использованием праймеров PepMVEUCPF/PepMVEUCPR, PepMVUS1CPF/PepMVUS1CPR и PepMVCH2CPF/PepMVCH2CPR (Ling et al., 2013), разработанных для выявления штаммов EU, US-1 и CH-2, соответственно. Эксперименты проводили с набором реагентов 5x Mas^{CFE}Mix-2025 фирмы Диалат. Для подавляющего большинства этих изолятов штаммовая принадлежность не изучалась (Shneyder et al., 2016).

В эксперименте с праймерами PepMVEUCPF/PepMVEUCPR специфичные продукты планируемой величины были получены для изолятов PepMV PV-0554, PV-0577, PV-0578, PV-0674, PV-0751, PV-0973, PV-1110, PV-1125 и положительных контролей для ИФА к PepMV фирм Bioreba и Loewe (рис.5а). Для изолята PepMV PV-0730 было получено два продукта амплификации, а для изолята PepMV PV-0750 – многочисленные продукты амплификации.

В эксперименте с праймерами PepMVCH1CPF/PepMVCH1CPR продукты амплификации получены для изолятов PepMV PV-0730 и PepMV PV-0975 (рис.5б).



**а) Праймеры
PepMVEUCPF/
PepMVEUCPR**

(специфичный продукт – 839 п.о.)

**а) Primers PepMVEUCPF/
PepMVEUCPR (specific
product – 839 bp)**

**б) Праймеры
PepMVUS1CPF/
PepMVUS1CPR**

(специфичный продукт – 846 п.о.)

**б) Primers PepMVUS1CPF/
PepMVUS1CPR (specific
product – 846 bp)**

***Примечание:** Образцы (изоляты PepMV):

1 – PepMV PV-0554; 2 – PepMV PV-0577;
3 – PepMV PV-0578; 4 – PepMV PV-0632;
5 – PepMV PV-0674; 6 – PepMV PV-0716;
7 – PepMV PV-0730; 8 – PepMV PV-0750;
9 – PepMV PV-0751; 10 – PepMV PV-0973;
11 – PepMV PV-0975; 12 – PepMV PV-1022;
13 – PepMV PV-1110; 14 – PepMV PV-1125;
15 – положительный контроль для ИФА к PepMV фирмы Bioreba; 16 – положительный контроль для ИФА к PepMV фирмы Adgen; 17 – положительный контроль для ИФА к PepMV фирмы Loewe; 18 – отрицательный контроль (вода).

***Note:** Samples (isolates PepMV): 1 – PepMV PV-0554; 2 – PepMV PV-0577; 3 – PepMV PV-0578; 4 – PepMV PV-0632; 5 – PepMV PV-0674; 6 – PepMV PV-0716; 7 – PepMV PV-0730; 8 – PepMV PV-0750; 9 – PepMV PV-0751; 10 – PepMV PV-0973; 11 – PepMV PV-0975; 12 – PepMV PV-1022; 13 – PepMV PV-1110; 14 – PepMV PV-1125; 15 – positive control for PepMV ELISA from Bioreba; 16 – positive control for PepMV ELISA from Adgen; 17 – positive control for PepMV ELISA from Loewe; 18 – negative control (water).

**Рис. 5. Определение
штаммовой принадлежности
референтных изолятов вируса
мозаики пепино (PepMV)
с использованием праймеров
PepMVEUCPF/ PepMVEUCPR
и PepMVUS1CPF/PepMVUS1CPR
(Ling et al., 2013)**

**Fig. 5. Determination of
strain affiliation of reference
PepMV isolates using
the primers PepMVEUCPF/
PepMVEUCPR
and PepMVUS1CPF/
PepMVUS1CPR
(Ling et al., 2013)**

At the first stage of the work, the strain identity of 14 PepMV isolates from the DSMZ collection and positive controls for PepMV ELISA from Adgen, Bioreba and Loewe were determined using primers PepMVEUCPF/PepMVEUCPR, PepMVUS1CPF/PepMVUS1CPR and

В опыте с праймерами PepMVCH2CPF/ PepMVCH2CPR для целого ряда изолятов также наблюдалось образование различных продуктов амплификации. Однако большинство этих продуктов были величиной около 800 п.о., тогда как специфичный продукт для этих праймеров должен составлять 549 п.о. Наиболее интенсивный положительный сигнал имел место для изолятов PepMV PV-0632, PV-0716, PV-1022, PV-11125 и положительного контроля для ИФА фирмы Adgen (результаты не показаны).

Результаты проведенных экспериментов позволяют отнести изоляты DSMZ PepMV PV-0554, PV-0577, PV-0578, PV-0674, PV-0751, PV-0973, PV-1110, PV-1125 и положительных контролей для ИФА к PepMV фирм Bioreba и Loewe к штамму EU, а изолят PepMV PV-0975 – к штамму CH1/US1. Для изолята PepMV PV-0730 можно предположить наличие смешанной инфекции штаммов EU и CH1/US1. Не была определена точная штаммовая принадлежность изолятов DSMZ PepMV PV-0632, PV-0716, PV-0750, PV-0975, PV-1022 и положительного контроля для ИФА к PepMV фирмы Adgen. Ввиду отсутствия реакции этих изолятов с праймерами PepMVEUCPF/ PepMVEUCPR и PepMVUS1CPF/ PepMVUS1CPR и наличия положительного сигнала с праймерами PepMVCH2CPF/ PepMVCH2CPR, можно предположить их принадлежность к штамму CH2/US2.

Целью последующих экспериментов являлось определение штаммовой специфичности праймеров PepMV CP-7F/ PepMV CP-2R, разработанных в рамках данного исследования, а также праймеров из публикаций PepTGB-F/ PepUTR-R (Mumford, Metcalfe, 2001), PepCP-D/ PepCP-R (Pagan et al., 2006), pepF2/ pepR (Candresse et al., 2010) и Pep3/ Pep4 (Souiri et al., 2017). На предварительном этапе работы была установлена принципиальная возможность использования всех пяти испытываемых пар праймеров с наборами реагентов DreamTaq Green PCR Master Mix (ThermoScientific), 5x MasDDTaqMix-2025 (Диалат) и ScreenMix-HS (Евроген) (результаты не показаны). Последующие эксперименты проводили с набором реагентов 5x MasDDTaqMIX-2025 и двумя вариантами синтеза кДНК.

Для проведения тестов со всеми испытываемыми парами праймеров констатируется однозначное преимущество использования кДНК, синтезированной набором реагентов MMLV RT Kit фирмы Евроген по сравнению с набором реагентов для обратной транскрипции фирмы Агродиагностика (результаты не показаны). Для всех испытываемых пар праймеров не наблюдалось неспецифичной реакции с изолятами нецелевых потексвирусов желтой мозаики клевера (CIYMV), мозаики цимбидиума (CymMV), кольцевой пятнистости гортензии (HRSV), мозаики альтернатеры (AltMV), аукуба мозаики картофеля (PAMV) и X картофеля (PVX), что свидетельствует об их высокой специфичности к PepMV. Все праймеры реагировали с вакцинным препаратом V10 (Valto, Нидерланды), который содержит смесь слабопатогенных изолятов PepMV штаммов EU и CH2 (рис. 6).

По результатам проведенных экспериментов установлена возможность использования

PepMVCH2CPF/ PepMVCH2CPR (Ling et al., 2013), designed to detect strains EU, US-1 and CH-2, respectively. Experiments were carried out with a set of reagents 5x MasCFEMix-2025 by Dialat. For the vast majority of these isolates, strain affiliation was not studied (Shneyder et al., 2016).

In the experiment with primers PepMVEUCPF/ PepMVEUCPR, specific products of the expected size were obtained for PepMV isolates PV-0554, PV-0577, PV-0578, PV-0674, PV-0751, PV-0973, PV-1110, PV-1125 and positive controls for PepMV ELISA from Bioreba and Loewe (Fig. 5a). Two amplification products were obtained for the PepMV PV-0730 isolate, and multiple amplification products were obtained for the PepMV PV-0750 isolate.

In the experiment with primers PepMVCH1CPF/ PepMVCH1CPR, amplification products were obtained for isolates PepMV PV-0730 and PepMV PV-0975 (Fig. 5b).

In experiments with primers PepMVCH2CPF/ PepMVCH2CPR for some isolates, the formation of various amplification products was also observed. However, most of these products were around 800 bp in size, whereas the specific product for these primers should be 549 bp. The most intense positive signal was observed for PepMV isolates PV-0632, PV-0716, PV-1022, PV-11125 and the positive control for the Adgen ELISA (results not shown).

The results of the experiments allow us to classify the DSMZ PepMV isolates PV-0554, PV-0577, PV-0578, PV-0674, PV-0751, PV-0973, PV-1110, PV-1125 and positive controls for ELISA as PepMV from Bioreba and Loewe to the EU strain, and the PepMV isolate PV-0975 to the CH1/US1 strain. For the PepMV isolate PV-0730, a mixed infection of the EU and CH1/US1 strains can be assumed. The exact strain affiliation of the DSMZ PepMV PV-0632, PV-0716, PV-0750, PV-0975, PV-1022 isolates and the positive control for ELISA to PepMV from Adgen was not determined. Due to the lack of reaction of these isolates with primers PepMVEUCPF/ PepMVEUCPR and PepMVUS1CPF/ PepMVUS1CPR and the presence of a positive signal with primers PepMVCH2CPF/ PepMVCH2CPR, it can be assumed that they belong to the CH2/US2 strain.

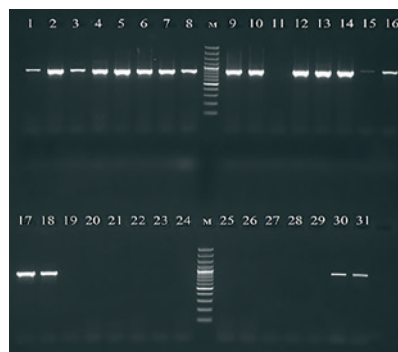
The purpose of subsequent experiments was to determine the strain specificity of the PepMV CP-7F/ PepMV CP-2R primers developed as part of this study, as well as primers from the publications PepTGB-F/ PepUTR-R (Mumford, Metcalfe, 2001), PepCP-D/ PepCP-R (Pagan et al., 2006), pepF2/ pepR (Candresse et al., 2010) and Pep3/ Pep4 (Souiri et al., 2017). At the preliminary stage of the work, the fundamental possibility of using all five tested primer pairs with the DreamTaq Green PCR Master Mix (ThermoScientific), 5x MasDDTaqMix-2025 (Dialat) and ScreenMix-HS (Evrogen) reagent kits was established (results not shown). Subsequent experiments were carried out with a set of reagents 5x MasDDTaqMIX-2025 and two options for cDNA synthesis.

To carry out tests with all the tested primer pairs, there was a clear advantage of using cDNA synthesized with the MMLV RT Kit reagent kit by Evrogen compared

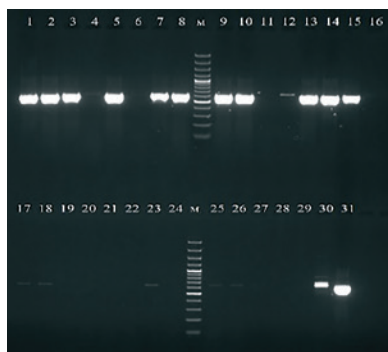
праймеров PepCP-D/PepCP-R (Pagan et al., 2006) для универсального выявления изолятов всех штаммов PepMV. Для праймеров PepTGB-F/PepUTR-R (Mumford, Metcalfe, 2001) характерна реакция со штаммами Peruviav, EU и CH2, но отсутствует реакция со штаммом CH1/US1. Праймеры Pep3/Pep4 (Souiri et al., 2017) реагировали лишь с изолятами штамма EU. Для праймеров PepMV CP-7F/PepMV CP-2R (НМОВ ВНИИКР) и pepF2/pepR (Candresse et al., 2010) установлена преимущественная реакция

к the reverse transcription reagent kit by Agrodiagnostica (results not shown). For all the primer pairs tested, no nonspecific reaction was observed with isolates of the non-targeted potexvirus isolates of CIYMV, CymMV, HRSV, AltMV, PAMV and PVX, indicating their high specificity for PepMV. All primers reacted with the vaccine preparation V10 (Valto, the Netherlands), which contains a mixture of weakly pathogenic PepMV isolates of strains EU and CH2 (Fig. 6).

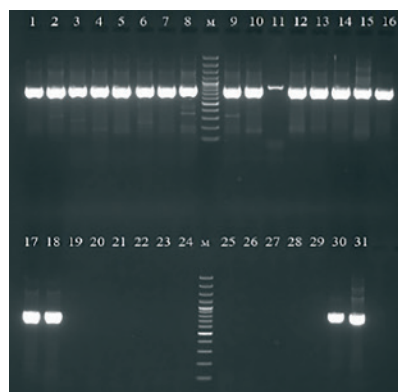
Based on the results of the experiments, the possibility of using primers PepCP-D/PepCP-R (Pagan et al., 2006) for universal detection of isolates of all PepMV strains was established. The PepTGB-F/PepUTR-R primers (Mumford and Metcalfe, 2001) are characterized by a reaction with the Peruviav, EU, and CH2 strains, but there is no reaction with the CH1/US1 strain. Pep3/Pep4 primers (Souiri et al., 2017) reacted only with EU strain isolateS. For primers PepMV CP-7F/PepMV CP-2R (НМОВ ВНИИКР) and pepF2/pepR (Candresse et al., 2010), a preferential reaction with PepMV isolates of strain CH2 was established, but the possibility of



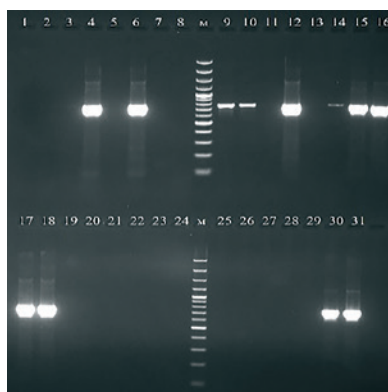
а) Праймеры PepTGB-F/PepUTR-R
а) Primers PepTGB-F/PepUTR-R



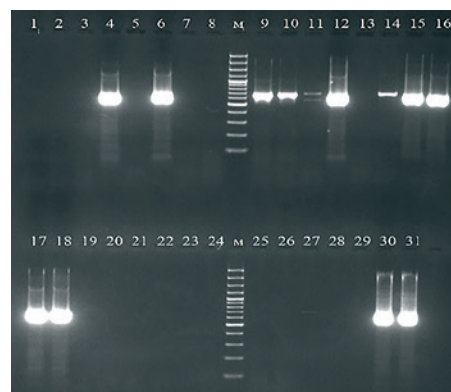
б) Праймеры Pep3/Pep4
b) Primers Pep3/Pep4



с) Праймеры PepCP-D/PepCP-R
с) Primers PepCP-D/PepCP-R



д) Праймеры pepF2/pepR
d) Primers pepF2/pepR



е) Праймеры PepMV CP-7F/PepMV CP-2R
e) Primers PepMV CP-7F/PepMV CP-2R

Образцы: 1. PepMV pv-0554 (EU/ Peruvian); 2. PepMV PV-0577 (EU); 3. PepMV PV-0578 (EU); 4. PepMV PV-0632 (CH2); 5. PepMV PV-0674 (EU); 6. PepMV PV-0716 (CH2); 7. PepMV PV-0730 (EU + CH1); 8. PepMV PV-0750 (EU); 9. PepMV PV-0751 (EU); 10. PepMV PV-0973 (EU); 11. PepMV PV-0975 (CH1/US1); 12. PepMV PV-1022 (CH2); 13. PepMV PV-1110 (EU); 14. PepMV PV-1125 (EU); 15. PepMV (вакцина V10); 16. Томат (с/п 34958435); 17. Томат (с/п 34958436); 18. Томат (с/п 34958437); 19. PVX PV-0014; 20. PVX PV-0020; 21. PVX PV-0847; 22. CIYMV PV-0851; 23. CymMV PV-0334; 24. HRSV PV-0372; 25. AltMV PV-0849; 26. PAMV PV-0007; 27–29. – отрицательный контроль (вода); 30. положительный контроль (смесь изолятов PepMV); 31. PepMV (вакцина V10).

Samples: 1. PepMV pv-0554 (EU/ Peruvian); 2. PepMV PV-0577 (EU); 3. PepMV PV-0578 (EU); 4/ PepMV PV-0632 (CH2); 5. PepMV PV-0674 (EU); 6. PepMV PV-0716 (CH2); 7. PepMV PV-0730 (EU + CH1); 8. PepMV PV-0750 (EU); 9. PepMV PV-0751 (EU); 10. PepMV PV-0973 (EU); 11. PepMV PV-0975 (CH1/US1); 12. PepMV PV-1022 (CH2); 13. PepMV PV-1110 (EU); 14. PepMV PV-1125 (EU); 15. PepMV (vaccine V10); 16. Tomato (s/p 34958435); 17. Tomato (s/p 34958436); 18. Tomato (s/p 34958437); 19. PVX PV-0014; 20. PVX PV-0020; 21. PVX PV-0847; 22. CIYMV PV-0851; 23. CymMV PV-0334; 24. HRSV PV-0372; 25. AltMV PV-0849; 26. PAMV PV-0007; 27–29. – negative control (water); 30. positive control (mixture of PepMV isolates); 31. PepMV (vaccine V10).

Рис. 6. Определение специфичности пяти пар праймеров к PepMV с использованием кДНК, синтезированной набором реагентов для обратной транскрипции фирм Евроген (верхний ряд гелей) и Агродиагностика (нижний ряд гелей)

Fig. 6. Determination of the specificity of five pairs of primers to PepMV using cDNA synthesized with a reagents kit for reverse transcription by Eurogen (top row of gels) and Agrodiagnostica (bottom row of gels)

Табл. 2. Выявление изолятов различных штаммов PepMV методом 2-этапной ОТ-ПЦР-РВ с праймерами KL05-48 F1/KL05-49 F2/KL05-51 R1/KL05-52 R2 и зондом KL05-50 probe (Ling 2007)

Table. 2. Detection of isolates of various PepMV strains by 2-step RT-RTR-RT with primers KL05-48 F1/KL05-49 F2/KL05-51 R1/KL05-52 R2 and probe KL05-50 probe (Ling 2007)

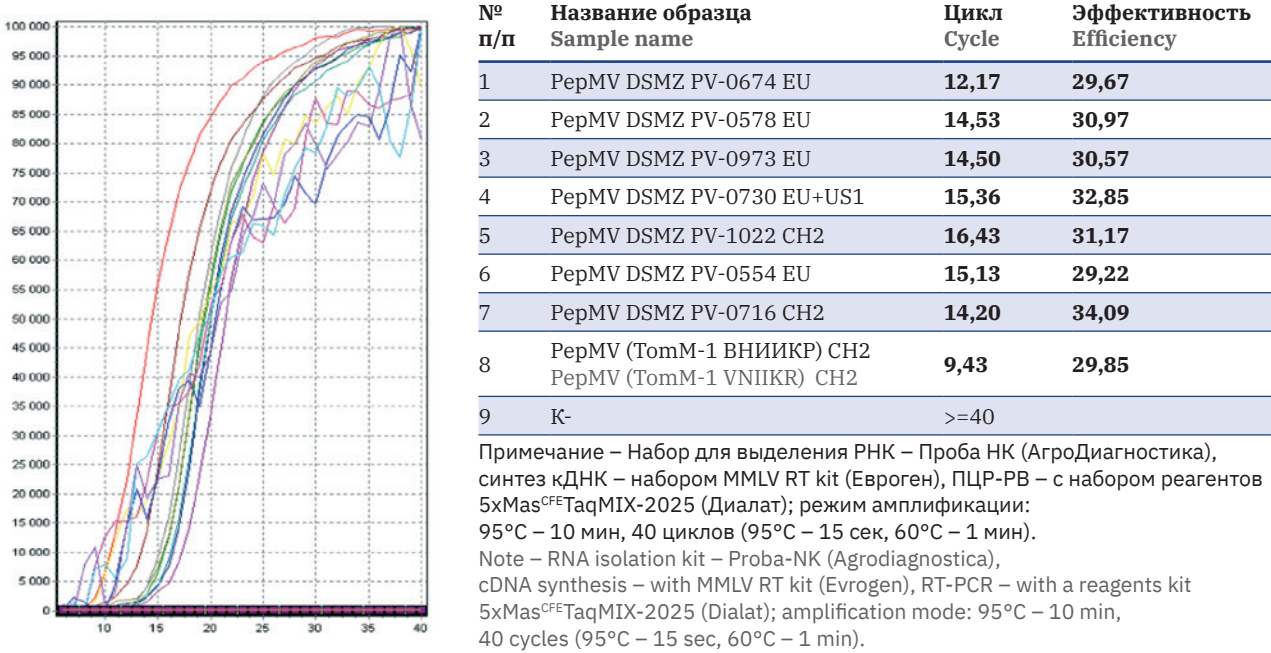


Табл. 3. Определение штаммспецифичности праймеров и зондов Eur-rep F/Eur-rep R/Eur-rep P, Ch2-US2-cp F/Ch2-US2-cp R/Ch2-US2-cp P и US1-cp F/US1-cp R/US1-cp P (Gutierrez-Aguirre et al., 2009)

Table 3. Determination of strain specificity of primers and probes Eur-rep F/Eur-rep R/Eur-rep P, Ch2-US2-cp F/Ch2-US2-cp R/Ch2-US2-cp P and US1-cp F/US1-cp R/US1-cp P (Gutierrez-Aguirre et al., 2009)

№ п/п	Изоляты PepMV PepMV isolates	Cq в экспериментах с праймерами: Cq in experiments with primers:		
		а) Eur-rep	б) Ch2-US2-cp	в) US1-cp
1	PV-0554 (Eu/Peru)	20,16	0,00	0,00
2	PV-0577 (Eu)	18,24	0,00	0,00
3	PC-0578 (Eu)	21,00	0,00	0,00
4	PV-0632 (Ch2)	0,00	14,34	0,00
5	PV-0674 (Eu)	18,48	0,00	0,00
6	PC-0716 (Ch2)	0,00	13,97	0,00
7	PV-0730 (EU+CH1/US1)	19,57	0,00	38,19
8	PV-0750 (Eu)	19,88	0,00	31,85
9	PV-0751 (Eu)	16,98	27,34	0,00
10	PV-0973 (Eu)	18,04	28,17	34,17
11	PV-0975 (Ch1/Us1)	0,00	38,49	11,27
12	PC-1022 (Ch2)	0,00	12,34	27,91
13	PV-1110 (Eu)	17,76	0,00	27,62
14	PV-1125 (Eu)	25,11	0,00	0,00
15	К- (вода)	0,00	0,00	0,00

*Примечание: выделение РНК – Проба-НК (Агродиагностика), синтез кДНК – MMLV RT Kit (Евроген), ПЦР-РВ – qPCRmix-HS (Евроген).
 * Note: RNA isolation – Proba-NK (Agrodiagnostica), cDNA synthesis – MMLV RT Kit (Evrogen), RT-PCR – qPCRmix-HS (Evrogen).

с изолятами ПерМВ штамма CH2, но констатирована также возможность реакции с отдельными изолятами штаммов EU и CH1/US1 (Рис. 2).

Было подтверждено также, что праймеры KL05-48 F1/ KL05-49 F2/ KL05-51 R1/ KL05-52 R2 и зонд KL05-50 probe (Ling et al., 2007), рекомендуемые в диагностическом протоколе ЕОКЗР РМ РМ 7/113 (1) (ЕРРО, 2013), позволяют диагностировать изоляты всех основных штаммов ПерМВ (таблица 2).

На заключительном этапе работы было проведено испытание праймеров и зондов Eur-rep F/Eur-rep R/Eur-rep P, Ch2-US2-cp F/Ch2-US2-cp R/Ch2-US2-cp P и US1-cp F/US1-cp R/US1-cp P (Gutierrez-Aguirre et al., 2009), разработанных в Испании для выявления и дифференциации штаммов EU, CH2 и CH1/US1 ПерМВ методом TaqMan ОТ-ПЦР-РВ. Эксперименты проводили с набором реагентов qPCRmix-HS (Евроген) и кДНК, синтезированной набором MMLV RT Kit (Евроген).

Установлена высокая штаммспецифичность праймеров и зонда Eur-rep F/Eur-rep R/Eur-rep P, которые реагировали лишь с изолятами штаммов EU/Peruvian (таблица 3).

В эксперименте с праймерами и зондом Ch2-US2-cp F/Ch2-US2-cp R/Ch2-US2-cp P, наряду с положительным сигналом для изолятов штамма CH2, наблюдалась также реакция с отдельными изолятами штаммов EU и Ch1/Us1. Праймеры и зонд US1-cp F/US1-cp R/US1-cp P также реагировали не только с изолятами целевого штамма CH1/US1, но и с некоторыми изолятами штаммов EU и CH2 (таблица 3). Не исключена возможность, что некоторые изоляты ПерМВ DSMZ представляют собой смешанную инфекцию штаммов этого вируса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведено испытание 13 пар праймеров для выявления вируса мозаики пегино (ПерМВ) в различных форматах ОТ-ПЦР. Установлено, что праймеры ПерСР-D/ПерСР-R (Pagan et al., 2006) и Пер5383F/Пер5584R (Groen Agro Control Lab), а также праймеры KL05-48 F1/KL05-49 F2/KL05-51 R1/KL05-52 R2 с зондом KL05-50 probe (Ling et al., 2007) позволяют осуществлять универсальное выявление изолятов всех штаммов ПерМВ. Для праймеров и зонда Eur-rep F/Eur-rep R/Eur-rep P (Gutierrez-Aguirre et al., 2009) и праймеров Пер3/Пер4 (Souiri et al., 2017) установлено наличие высокой специфичности к штаммам Eu/Peruvian этого вируса. Констатируется необходимость дальнейшего скрининга праймеров для высокоспецифичного определения штаммов CH1/US1 и CH2 ПерМВ. Определена штаммовая принадлежность ряда изолятов вируса мозаики пегино из коллекции DSMZ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шнейдер Ю.А., Каримова Е.В., Приходько Ю.Н., Лозовая Е.Н., Живаева Т.С. Вирусы томата, особо опасные для овощеводства России. // Картофель и овощи. – 2021. – № 6. – С. 3–8.
2. Candresse T., Marais A., Faure C., Dubrana M.P., Gombert J., Bendahmane A. Multiple coat protein mutations abolish recognition of Pepino mosaic potexvirus (PepMV) by the potato Rx resistance gene

reaction with individual isolates of strains EU and CH1/US1 was also stated (Fig. 2).

It was also confirmed that the primers KL05-48 F1/ KL05-49 F2/ KL05-51 R1/ KL05-52 R2 and the KL05-50 probe (Ling et al., 2007), recommended in the EPPO PM PM 7/113 diagnostic protocol (1) (EPPO, 2013), allow the diagnosis of isolates of all major PepMV strains (Table 2).

At the final stage of the work, primers and probes Eur-rep F/Eur-rep R/Eur-rep P, Ch2-US2-cp F/Ch2-US2-cp R/Ch2-US2-cp P and US1-cp F/US1-cp R/US1-cp P (Gutierrez-Aguirre et al., 2009), developed in Spain for the detection and differentiation of PepMV strains EU, CH2 and CH1/US1 using TaqMan RT-RT-PCR. Experiments were performed with the qPCRmix-HS reagent kit (Evrogen) and cDNA synthesized with the MMLV RT Kit (Evrogen).

High strain specificity of the primers and probe Eur-rep F/Eur-rep R/Eur-rep P was established, which reacted only with isolates of EU/Peruvian strains (Table 3).

In the experiment with primers and probe Ch2-US2-cp F/Ch2-US2-cp R/Ch2-US2-cp P, along with a positive signal for isolates of strain CH2, a reaction was also observed with individual isolates of strains EU and Ch1/Us1. The primers and probe US1-cp F/US1-cp R/US1-cp P also reacted not only with isolates of the target strain CH1/US1, but also with some isolates of strains EU and CH2 (Table 3). It is possible that some PepMV DSMZ isolates represent a mixed infection of strains of this virus.

CONCLUSION

Thirteen pairs of primers were tested for the detection of pepino mosaic virus (PepMV) in various RT-PCR formats. It was found that primers PepCP-D/PepCP-R (Pagan et al., 2006) and Pep5383F/Pep5584R (Groen Agro Control Lab), as well as primers KL05-48 F1/KL05-49 F2/KL05-51 R1/KL05-52 R2 with the KL05-50 probe (Ling et al., 2007) allow universal detection of isolates of all PepMV strains. For primers and probe Eur-rep F/Eur-rep R/Eur-rep P (Gutierrez-Aguirre et al., 2009) and primers Pep3/Pep4 (Souiri et al., 2017), high specificity for Eu/Peruvian strains of this virus was established. The need for further screening of primers for highly specific determination of PepMV CH1/US1 and CH2 strains was stated. The strain affiliation of some PepMV isolates from the DSMZ collection was determined.

REFERENCES

1. Shneyder Yu.A., Karimova E.V., Prikhodko Yu.N., Lozovaya E.N., Zhivaeva T.S. Tomato viruses especially dangerous for vegetable growing of Russia [Virusy tomata, osobo opasnyye dlya ovoshchevodstva Rossii]. // Potato and VegetableS. 2021; 6: 3–8. (In Russian)
2. Candresse T., Marais A., Faure C., Dubrana M.P., Gombert J., Bendahmane A. Multiple coat protein mutations abolish recognition of Pepino mosaic potexvirus (PepMV) by the potato Rx resistance gene in transgenic tomatoes// MPMI. – 2010. – Vol. 23 (4). – P. 376–383.
3. Córdoba-Sellés M.C., García-Rández A., Alfaro-Fernández A., Jordá-Gutiérrez C. Seed transmission

in transgenic tomatoes// MPMI. – 2010. – Vol. 23 (4). – P. 376–383.

3. Córdoba-Sellés M.C., García-Ráñez A., Alfaro-Fernández A., Jordá-Gutiérrez C. Seed transmission of Pepino mosaic virus and efficacy of tomato seed disinfection treatments // Plant Disease. – 2007. – Vol. 91 (10). – P. 1250–1254.

4. EPPO, 2013. PM 7/113 (1) Pepino mosaic virus. Diagnostics // Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. – 2013. – Vol.43 (1). – P.94–104.

5. Gutiérrez-Aguirre I., Mehle N., Delic D., Grudena K., Mumford R., Ravnika M. Real-time quantitative PCR based sensitive detection and genotype discrimination of Pepino mosaic virus // Journal of Virological Methods. – 2009. – Vol. 162. – P. 46–55.

6. Hanssen I.M., Mumford R., Blystad D.R., Cortez I., Hasiów-Ajaroszevska B., Hristova D., Pagán I., Pereira A.M., Peters J., Pospieszny H., Ravnika M., Stijger I., Tomassoli L., Varveri C., Vlugt R.A.A., Nielsen S.L. Seed transmission of Pepino mosaic virus in tomato // European Journal of Plant Pathology. – 2010. – Vol. 126. – P. 2010–2020.

7. Jones R.A.C., Koenig R., Lesemann D.E. Pepino mosaic virus, a new potexvirus from pepino (*Solanum muricatum*) // Annals of Applied Biology. – 1980. – Vol. 94. – P. 61–68.

8. Lacasa A., Guerrero M.M., Hita I., Martínez M.A., Jordá C., Bielza P., Contreras J., Alcázar A., Cano A. Implication of bumble bees (*Bombus* spp.) on Pepino mosaic virus (PepMV) spread on tomato crops // Plagas. – 2003. –Vol.29. – P. 393–403.

9. Ling K.-S., Li R. and Bledsoe M. Pepino mosaic virus genotype shift in North America and development of a loop-mediated isothermal amplification for rapid genotype identification // Virology Journal. – 2013. – Vol. 10. – P. 117–124.

10. Ling K.-S., Wechter W.P., Jordan R. Development of a one-step immunocapture real-time TaqMan RT-PCR assay for the broad spectrum detection of Pepino mosaic virus// Journal of Virological Methods. – 2007. – Vol. 144. – P. 65–72.

11. Mehle N., Gutiérrez-Aguirre I., Prezelj N., Delic D., Vidic U., Ravnika M. Survival and transmission of Potato virus Y, Pepino mosaic virus, and Potato spindle tuber viroid in water // Appl. Environ. Microbiol. – 2014. – Vol. 80 (4). – P. 1455–1462.

12. Moerkens R., Van Damme V., Berckmoes E., Ortega-Parra N. High population densities of *Macrolophus pygmaeus* on tomato plants can cause economic fruit damage: Interaction with Pepino mosaic virus? // Pest Management Science. – 2015. – Vol.72 (7). – P. 1350–1358.

13. Mumford R.A., Jones R.A.C. Pepino mosaic virus / CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses. – 2005. – №411. – 9 sp.

14. Mumford R.A., Metcalfe E.J. The partial sequencing of the genomic RNA of a UK isolate of Pepino mosaic virus and the comparison of the coat protein sequence with other isolates from Europe and Peru // Arch Virol. – 2001. – Vol. 146 (12). – P. 2455–2460.

15. Pagán I., Córdoba-Sellés M.C., Martínez-Priego L., Fraile A., Malpica J.M., Jordá C., García-Arenal F. Genetic structure of the population of Pepino mosaic virus infecting tomato crops in Spain // Phytopathology. – 2006. – Vol.96. – P.274–279.

of Pepino mosaic virus and efficacy of tomato seed disinfection treatments // Plant Disease. – 2007. – Vol. 91 (10). – P. 1250–1254.

4. EPPO, 2013. PM 7/113 (1) Pepino mosaic virus. Diagnostics // Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. – 2013. – Vol.43 (1). – P.94–104.

5. Gutiérrez-Aguirre I., Mehle N., Delic D., Grudena K., Mumford R., Ravnika M. Real-time quantitative PCR based sensitive detection and genotype discrimination of Pepino mosaic virus // Journal of Virological Methods. – 2009. – Vol. 162. – P. 46–55.

6. Hanssen I.M., Mumford R., Blystad D.R., Cortez I., Hasiów-Ajaroszevska B., Hristova D., Pagán I., Pereira A.M., Peters J., Pospieszny H., Ravnika M., Stijger I., Tomassoli L., Varveri C., Vlugt R.A.A., Nielsen S.L. Seed transmission of Pepino mosaic virus in tomato // European Journal of Plant Pathology. – 2010. – Vol. 126. – P. 2010–2020.

7. Jones R.A.C., Koenig R., Lesemann D.E. Pepino mosaic virus, a new potexvirus from pepino (*Solanum muricatum*) // Annals of Applied Biology. – 1980. – Vol. 94. – P. 61–68.

8. Lacasa A., Guerrero M.M., Hita I., Martínez M.A., Jordá C., Bielza P., Contreras J., Alcázar A., Cano A. Implication of bumble bees (*Bombus* spp.) on Pepino mosaic virus (PepMV) spread on tomato crops // Plagas. – 2003. –Vol.29. – P. 393–403.

9. Ling K.-S., Li R. and Bledsoe M. Pepino mosaic virus genotype shift in North America and development of a loop-mediated isothermal amplification for rapid genotype identification // Virology Journal. – 2013. – Vol. 10. – P. 117–124.

10. Ling K.-S., Wechter W.P., Jordan R. Development of a one-step immunocapture real-time TaqMan RT-PCR assay for the broad spectrum detection of Pepino mosaic virus// Journal of Virological Methods. – 2007. – Vol. 144. – P. 65–72.

11. Mehle N., Gutiérrez-Aguirre I., Prezelj N., Delic D., Vidic U., Ravnika M. Survival and transmission of Potato virus Y, Pepino mosaic virus, and Potato spindle tuber viroid in water // Appl. Environ. Microbiol. – 2014. – Vol. 80 (4). – P. 1455–1462.

12. Moerkens R., Van Damme V., Berckmoes E., Ortega-Parra N. High population densities of *Macrolophus pygmaeus* on tomato plants can cause economic fruit damage: Interaction with Pepino mosaic virus? // Pest Management Science. – 2015. – Vol.72 (7). – P. 1350–1358.

13. Mumford R.A., Jones R.A.C. Pepino mosaic virus / CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses. – 2005. – №411. – 9 sp.

14. Mumford R.A., Metcalfe E.J. The partial sequencing of the genomic RNA of a UK isolate of Pepino mosaic virus and the comparison of the coat protein sequence with other isolates from Europe and Peru // Arch Virol. – 2001. – Vol. 146 (12). – P. 2455–2460.

15. Pagán I., Córdoba-Sellés M.C., Martínez-Priego L., Fraile A., Malpica J.M., Jordá C., García-Arenal F. Genetic structure of the population of Pepino mosaic virus infecting tomato crops in Spain // Phytopathology. – 2006. – Vol.96. – P. 274–279.

16. Shipp J.L., Buitenhuis R., Stobbs L., Wang K., Kim W.S., Ferguson G. Vectoring of Pepino mosaic virus by bumble bees in tomato greenhouses // *Annals of Applied Biology*. – 2008. – Vol.153. – P. 149–155.

17. Shneyder Y., Morozova O., Tikhomirova M., Karimova E., Prikhodko Y. Methods of diagnostic of Pepino mosaic virus in Russian Federation / Abstracts of the V International Symposium on Tomato Diseases: Perspectives and Future Directions in Tomato Protection. Malaga, Spain. – 2016. – P. 91.

18. Souiri A., Zemzami M., Khataby K., Laatiris H., Amzazi S., Ennaji M.M. A simple, rapid and efficient method of Pepino mosaic virus RNA isolation from tomato fruit // *J Plant Pathol Microbiol*. – 2017. – 8: 395. doi: 10.4172/2157-7471.1000395.

19. Stobbs L.W., Greig N., Weaver S., Shipp L., Ferguson G. The potential role of native weed species and bumble bees (*Bombus impatiens*) on the epidemiology of Pepino mosaic virus // *Canadian Journal of Plant Pathology*. – 2010. – Vol. 31. – P. 254–261.

20. EPPO, 2024. Pepino mosaic virus. EPPO data-sheets on pests recommended for regulation. <https://gd.eppo.int> (дата обращения 2024-03-14).

21. Groen Agro Control Lab., 2013. Validation of qRT-PCR-assay to identify mild variants of PepMV and semi-quantify the ratio of mild variants relative to total PepMV. https://publications.gc.ca/collections/collection_2019/sc-hc/h113-9/H113-9-2019-10-eng.pdf (дата обращения 2024-02-14).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

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

Пручкина Мария Александровна, аспирант, агроном отдела фитосанитарных рисков и международного взаимодействия ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия; *e-mail: anadiamena@gmail.com*.

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

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

Каримова Елена Владимировна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, начальник научно-методического отдела вирусологии и бактериологии ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. о. Раменский, Московская обл., Россия; *ORCID 0000-0001-6474-8913, e-mail: elenavkar@mail.ru*.

16. Shipp J.L., Buitenhuis R., Stobbs L., Wang K., Kim W.S., Ferguson G. Vectoring of Pepino mosaic virus by bumble bees in tomato greenhouses // *Annals of Applied Biology*. – 2008. – Vol. 153. – P. 149–155.

17. Shneyder Y., Morozova O., Tikhomirova M., Karimova E., Prikhodko Y. Methods of diagnostic of Pepino mosaic virus in Russian Federation / Abstracts of the V International Symposium on Tomato Diseases: Perspectives and Future Directions in Tomato Protection. Malaga, Spain. – 2016. – P. 91.

18. Souiri A., Zemzami M., Khataby K., Laatiris H., Amzazi S., Ennaji M.M. A simple, rapid and efficient method of Pepino mosaic virus RNA isolation from tomato fruit // *J Plant Pathol Microbiol*. – 2017. – 8: 395. doi: 10.4172/2157-7471.1000395.

19. Stobbs L.W., Greig N., Weaver S., Shipp L., Ferguson G. The potential role of native weed species and bumble bees (*Bombus impatiens*) on the epidemiology of Pepino mosaic virus // *Canadian Journal of Plant Pathology*. – 2010. – Vol. 31. – P. 254–261.

20. EPPO, 2024. Pepino mosaic virus. EPPO data-sheets on pests recommended for regulation. <https://gd.eppo.int> (last accessed 2024-03-14).

21. Groen Agro Control Lab., 2013. Validation of qRT-PCR-assay to identify mild variants of PepMV and semi-quantify the ratio of mild variants relative to total PepMV. https://publications.gc.ca/collections/collection_2019/sc-hc/h113-9/H113-9-2019-10-eng.pdf (last accessed 2024-02-14).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

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

Maria Pruchkina, PhD student, Agronomist of Pest Risk and International Cooperation Department, FGBU “VNIICR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; *e-mail: anadiamena@gmail.com*.

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

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

Elena Karimova, PhD in Biology, Senior Researcher, Head of Research and Methodology Department of Virology and Bacteriology, FGBU “VNIICR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; *ORCID 0000-0001-6474-8913, e-mail: elenavkar@mail.ru*.

Сбор герботологического материала в Гонконге

*КУЛАКОВА Ю.Ю.¹, КУЛАКОВ В.Г.²

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

¹ ORCID 0000-0002-9973-7584,
e-mail: thymus73@mail.ru

² ORCID 0000-0002-7090-3139,
e-mail: vitaliyk2575@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Страны Юго-Восточной Азии могут являться источником распространения опасных инвазионных видов растений. Среди них могут быть как декоративные виды, широко используемые в городском озеленении, так и засорители семенного и посадочного материала. В числе последних часто встречаются виды, включенные в Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза: *Bidens pilosa* L., *Bidens bipinnata* L., *Ipomoea hederacea* Jacq., *Cuscuta* sp., *Striga* sp. Сбор диаспор этих видов с разных частей ареала необходим для разработки современных методов их идентификации. На сегодняшний день идентификация семян и плодов растений в сфере карантина растений проводится, как правило, по морфологическим признакам, что не всегда дает корректный результат. Развитие молекулярно-генетических методов позволит повысить правильность видовой идентификации и сократить время на проведение исследования.

Ключевые слова: карантинный организм, инвазионный вид, идентификация, *Bidens pilosa* L., череда волосистая, экспедиция.



Гонконг – специальный административный район Китайской Народной Республики, расположенный Цзюлунском полуострове, омываемый Южно-Китайским морем. Это один из ведущих глобальных городов и финансовых центров мира, действует как особая экономическая зона. Гонконг – бывшая колония Великобритании, а ныне специальный административный центр Китая. Благодаря выгодному географическому положению Гонконг стал крупнейшим транспортным узлом в Юго-Восточной Азии (рисунок 1). Гонконг принято делить на три части: остров Гонконг, Цзюлун и Новые Территории. На севере граничит с особой экономической зоной Шэньчжэнь в составе китайской провинции Гуандун.

Климат Гонконга – субтропический муссонный, с характерным прохладным сухим сезоном, который длится с декабря по март, и жарким сезоном дождей, который длится с апреля по ноябрь. Температура в Гонконге редко превышает 33 °С, однако влажность находится практически на уровне

Collection of herbological material in Hong Kong

* YULIANA YU. KULAKOVA¹, VITALY G. KULAKOV²

FGBU “All-Russian Plant Quarantine Center” (FGBU “VNIIEKR”), Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia, 140150

¹ ORCID 0000-0002-9973-7584,
e-mail: thymus73@mail.ru

² ORCID 0000-0002-7090-3139,
e-mail: vitaliyk2575@mail.ru

ABSTRACT

Countries in Southeast Asia may be a source of spread of dangerous invasive plant species. Among them can be both decorative species, widely used in urban landscaping, and weeds of seed and planting material. Among the latter, there are often species included in the Common List of Quarantine Pests of the Eurasian Economic Union: *Bidens pilosa* L., *Bidens bipinnata* L., *Ipomoea hederacea* Jacq., *Cuscuta* sp., *Striga* sp. Collection of diaspores of these species from different parts of the range is necessary for the development of modern techniques for their identification. Today, identification of seeds and fruits of plants in the field of plant quarantine is carried out, as a rule, by morphological characteristics, which does not always give the correct result. The development of molecular genetic methods will improve the accuracy of species identification and reduce the time required to conduct research.

Key words: quarantine pest, invasive species, identification, *Bidens pilosa* L., expedition.



Hong Kong is a special administrative region of the People's Republic of China, located on the Kowloon Peninsula, washed by the South China Sea. It is one of the world's leading global cities and financial centers and operates as a special economic zone. Hong Kong is a former British colony and now a special administrative center of China. Thanks to its favorable geographical location, Hong Kong has become the largest transport hub in Southeast Asia (Fig. 1). Hong Kong is usually divided into three parts: Hong Kong Island, Kowloon and the New Territories. In the north it borders the Shenzhen special economic zone as part of the Chinese province of Guangdong.

Hong Kong's climate is subtropical monsoon, with a characteristic cool dry season that lasts from December to March and a hot rainy season that lasts from April to November. Temperatures in Hong Kong



Рис. 1. Гонконг
(все фото авторов)

Fig. 1. Hong Kong
(all photos by the authors)



Рис. 2. Фикус бенгальский – баньян
(*Ficus benghalensis*)

Fig. 2. *Ficus benghalensis*



Рис. 3. Ходульные корни
у *Ficus variegata* Blume

Fig. 3. Stilt roots of *Ficus variegata* Blume



Рис. 4. Ройстоунья
кубинская (*Roystonea regia*)

Fig. 4. *Roystonea regia*

насыщения, что делает погоду труднопереносимой и чрезвычайно душной. Количество осадков может достигать 500 мм в месяц.

Такой климат благоприятствует развитию пышной тропической растительности. Здесь встречается более 2600 видов сосудистых растений. Естественными являются леса из дуба и лавра, которые в результате значительных вырубок стали редкими и в основном представлены китайской красной сосной, искусственно культивируемой человеком. В Гонконге более 90 разновидностей орхидей, растут магнолии, азалии. В озеленении города много декоративных фикусов и пальм (рисунок 2, 3, 4).

Каждое дерево имеет индивидуальную табличку с номером и названием на трех языках. Среди ярко цветущих деревьев – баухиния пурпурная, являющаяся национальным цветком Гонконга (рисунки 5, 6). Плоды фруктовых деревьев в изобилии представлены на рынках города (рисунок 7).

Агропромышленный сектор Гонконга состоит из около 2500 ферм, занимающихся выращиванием листовых овощей (капуста, шпинат, латук, зеленый лук), фруктов (преимущественно цитрусовые)

rarely exceed 33°C, but the humidity is near saturation levels, making the weather unbearable and extremely muggy. Precipitation can reach 500 mm per month.

This climate favors the development of lush tropical vegetation. More than 2,600 species of vascular plants are found here. Natural forests are oak and laurel, which, as a result of significant cuttings, have become rare and are mainly represented by Chinese red pine, artificially cultivated by humans. There are more than 90 varieties of orchids in Hong Kong, magnolias and azaleas grow. There are many decorative ficus and palm trees in the city's landscaping (Fig 2, 3, 4).

Each tree has an individual plaque with a number and name in three languages. Among the brightly flowering trees is *Bauhinia purpurea*, which is the national flower of Hong Kong (Fig. 5, 6). The fruits of fruit trees are presented in abundance in the city markets (Fig. 7).

Hong Kong's agro-industrial sector consists of about 2,500 farms producing leafy vegetables (cabbage, spinach, lettuce, green onions), fruits (mainly citrus fruits) and legumes (Fig. 8). Vegetable crops account for more than 90% of cultivated crop products. The area of actively cultivated land allocated for agriculture is about 700 hectares.

During the period from January 21 to February 2, 2024, specialists of FGBU "VNIIEK" conducted an



Рис. 5. Баухиния пурпурная
(*Bauhinia purpurea*)

Fig. 5. *Bauhinia purpurea*



Рис. 6. Баухиния пурпурная (*Bauhinia purpurea*) – национальный цветок Гонконга

Fig. 6. *Bauhinia purpurea* – national flower of Hong Kong



Рис. 7. Фрукты на рынках Гонконга

Fig. 7. Fruit on Hong Kong markets



Рис. 8. Платации
овощных культур

Fig. 8. Vegetable
plantations

и бобовых культур (рисунок 8). На овощные культуры приходится более 90% выращиваемой продукции растениеводства. Площадь активно обрабатываемых земель, отведенных под сельское хозяйство составляет около 700 га.

В период с 21 января по 2 февраля 2024 года сотрудниками ФГБУ «ВНИИКР» проведен экспедиционный выезд в Гонконг с целью сбора коллекционного материала карантинных и потенциально опасных для сельского хозяйства России растений, включенных в Единый перечень карантинных объектов ЕАЭС.

Наибольший интерес авторов был связан со сбором узкоплодных черед (*Bidens pilosa* L., *B. bipinnata* L., *B. subalternans* DC). Первые два вида являются карантинными объектами ЕПКО ЕАЭС. Различить их по плодам очень сложно, при этом растения черед неплохо отличаются по внешнему облику. Указанные виды являются сорными растениями-зоохорами и привязаны в своем распространении к потокам людей и транспорту.

Сотрудники ФГБУ «ВНИИКР» провели пешие маршруты в различных по хозяйственному использованию зон г. Гонконга общей протяженностью около 80 км (рисунок 9, 10).

В результате собран значительный гербарный и карпологический материал, который пополнит коллекционные фонды института. Всего было собрано 53 образца плодов и семян карантинных, инвазивных и сорных видов растений, а также 50 гербарных листов инвазивных растений в 30 географических точках этого государства.

В значительном количестве собраны образцы растений азиатского происхождения, включенные в ЕПКО ЕАЭС: Черда волосистая (*Bidens pilosa* L.) (рисунок 11, 12), Ипомея плющевидная (*Ipomoea hederacea* Jacq.), виды рода Повилика (*Cuscuta* spp.), которые ранее отсутствовали в коллекции ФГБУ «ВНИИКР»; инвазионные виды растений, близкие к карантинным: черда переменчивая (*Bidens subalternans* DC), ценхрус ежовый (*Cenchrus echinatus* L.), паслен страшный (*Solanum torvum* Sw.) (рисунок 13), паслен черный (*Solanum nigrum* L.), несколько некарантинных видов рода Ипомея (рисунок 14а, 14б, 15). Также впервые собраны растения, рекомендованные для включения в ЕПКО ЕАЭС по результатам АФР: *Ipomoea triloba* L., *Anoda cristata* (L.) Schltdl., *Cyperus rotundus* L. (рисунок 16).

Также была организована встреча с сотрудниками Гонконгского гербария при Агентстве сельского хозяйства, рыбоводства и заповедников



Рис. 9. Фотографирование
черды волосистой

Fig. 9. Taking photos
of *Bidens pilosa*



Рис. 10. Сбор черды
волосистой на брошенном
приусадебном участке

Fig. 10. Collecting *Bidens pilosa*
on an abandoned plot

expedition to Hong Kong in order to collect material of quarantine plants and plants potentially dangerous to Russian agriculture, included in the Common List of Quarantine Pests of the EAEU.

The authors' greatest interest was related to the collection of *Bidens* (*Bidens pilosa* L., *B. bipinnata* L., *B. subalternans* DC). The first two species are quarantine pests of the Common List of Quarantine Pests of the EAEU. It is very difficult to distinguish them by their fruits, although the plants quite differ in appearance. These species are zoochore weeds and their distribution is connected with the flow of people and transport.

The specialists of FGBU "VNIICR" conducted walking routes in various economic zones of Hong Kong with a total length of about 80 km (Fig. 9, 10).

As a result, significant herbarium and carpological material has been collected, which will replenish the collection funds of the institute. A total of 53 samples of fruits and seeds of quarantine, invasive and weedy plant species, as well as 50 herbarium leaves of invasive plants were collected from 30 geographical locations in this state.



Рис. 11. Черда
волосистая
(*Bidens pilosa*)

Fig. 11. *Bidens pilosa*



Рис. 12. Заросли черды
волосистой (*Bidens pilosa*)

Fig. 12. *Bidens pilosa*
plants



Рис. 13. Паслен страшный (*Solanum torvum* Sv.)

Fig. 13. *Solanum torvum* Sv.



Рис. 14 а, b. Ипомея кайрская (*Ipomoea cairica* (L.) Sweet

Fig. 14 а, b. *Ipomoea cairica* L. Sweet

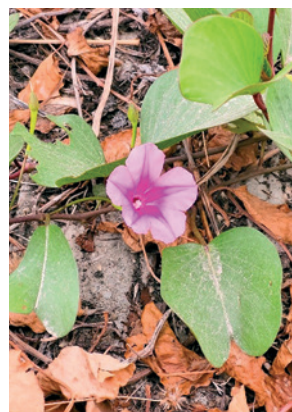


Рис. 15. Ипомея двуплодная (*Ipomoea pes-caprae*)

Fig. 15. *Ipomoea pes-caprae*



Рис. 16. Заросли сыти круглой (*Cyperus rotundus*) вокруг искусственных водоемов

Рис. 16. Plants of *Cyperus rotundus* around artificial reservoirs



Рис. 17. Рабочий визит сотрудников ФГБУ «ВНИИР» в Гонконгский гербарий при Агентстве сельского хозяйства, рыбоводства и заповедников Гонконга

Fig. 17. Working visit of the specialists of FGBU "VNIKR" to the Hong Kong Herbarium at the Agency of Agriculture, Fisheries and Nature Reserves of Hong Kong

Гонконга, которые показали уникальные коллекционные фонды растений, их семян и плодов (рис. 17).

Сборы, полученные в ходе данной экспедиции, будут вовлечены в научные исследования уже в этом году для разработки современных молекулярно-генетических методов идентификации сорных видов растений на основе RT-ПЦР, что позволит быстро и качественно проводить герботические исследования.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

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

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

A significant number of samples of plants of Asian origin included in the Common List of Quarantine Pests of the EAEU have been collected: *Bidens pilosa* L. (Fig. 11, 12), *Ipomoea hederacea* Jacq., *Cuscuta* spp., previously absent in the FGBU "VNIKR" collection; invasive plant species related to quarantine ones: *Bidens subalternans* DC, *Cenchrus echinatus* L., *Solanum torvum* Sw. (Fig. 13), *Solanum aff. Nigricans*, some non-quarantine species of the genus *Ipomoea* (Fig. 14a, 14b, 15). Plants recommended for inclusion in the Common List of Quarantine Pests of the EAEU have also been collected for the first time according to the PRA: *Ipomoea triloba*, *Anoda cf. cristata*, *Amaranthus cf. tuberculatus*, *Cyperus rotundus* (Fig. 16).

A meeting was also organized with employees of the Hong Kong Herbarium at the Hong Kong Agency of Agriculture, Fisheries and Nature Reserves, who showed unique collection funds of plants, their seeds and fruits (Fig. 17).

The collections obtained during this expedition will be involved in scientific research this year to develop modern molecular genetic methods for identifying weed species based on RT-PCR, which will allow herbological research to be carried out quickly and efficiently.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Yuliana Kulakova, PhD in Biology, Leading Researcher, Head of Research and Methodology Department of Invasive Plant Species, FGBU "VNIKR", Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; ORCID 0000-0002-9973-7584; e-mail: thymus73@mail.ru

Vitaliy Kulakov, Senior Researcher, Head of Inter-laboratory Comparisons Department, FGBU "VNIKR", Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; ORCID 0000-0002-7090-3139, e-mail: vitaliyk2575@mail.ru

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 EUPHRESKO II (European PHYtosanitary RESearch COordination)
- В ФГБУ «ВНИИКР» создан и действует Технический комитет по стандартизации ТК 42 «Карантин и защита растений»
- Ведущее научно-методическое учреждение в составе Координационного совета по карантину растений государств – участников СНГ
- 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>