



Жуки-короеды
Ips typographus
Ips typographus

17

Влияние микобиоты сои
на экспорт РФ

The impact of soybean
mycobiota on Russian exports 40

Определитель псевдопупариев
белокрылок рода *Aleurodicus*

Identification key for pseudopupa
of whiteflies of the genus *Aleurodicus* 78

ФИТОСАНИТАРИЯ. КАРАНТИН РАСТЕНИЙ

PLANT HEALTH AND QUARANTINE

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

Русско-английский научный журнал Russian-English scientific journal

Май № 2 (23) 2025

СТАТЬЯ НОМЕРА:

Национальный доклад
о карантинном
фитосанитарном состоянии
территории Российской
Федерации в 2024 г.

ARTICLE OF THE ISSUE:

National report on
the quarantine phytosanitary
state of the territory
of the Russian Federation
in 2024

2

**Вьюнок полевой
в подкарантинной продукции**

Convolvulus arvensis L.

in regulated articles 27

**Вирус полосатой мозаики
пшеницы (WSMV)**

Wheat streak mosaic virus
(WSMV)

62



Редакционная коллегия

Editorial board

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА:

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

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

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

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

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

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

ПРИДАННИКОВ М.В. – кандидат биологических наук, 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 ВНИИКХ им. А.Г. Лорха, д. п. Красково, г. Люберцы, Московская обл., Россия

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

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

РЕДАКЦИЯ:

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

ТУЛАЕВА К.С. – редактор-корректор

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

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

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

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

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

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

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 “VNIKIR”,
e-mail: solovievaa@vniikr.ru

EDITORIAL BOARD:

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 Rosselkhoznadzor, Moscow, Russia

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

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

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

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

I.T. BALASHOVA – Doctor of Advanced Studies in Biology, Chief Researcher of the Laboratory of New Technologies of FGBNU “Federal Scientific Center of Vegetable Growing”, VNISSOK, 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 “VNIKIR”, Bykovo, Urban district Ramensky, Moscow Oblast, Russia

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

EDITORSHIP:

S.G. ZINOVYEVA – Editor-in-Chief, PR specialist of Editorial and Publishing Department, FGBU “VNIKIR”

K.S. TULAEVA – Copy Editor

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

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

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

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

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

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

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 2024 г.

Изучение дальности разлёта жуков-короедов *Ips typographus* L., 1758 для оценки эффективности разных способов маркировки жуков

ЧАЛКИН А.А., ЛЯБЗИНА С.Н.

MONITORING

National report on the quarantine phytosanitary state of the territory of the Russian Federation in 2024 2

Study of dispersal of eight-toothed spruce bark beetle *Ips typographus* L., 1758 to evaluate the effectiveness of different beetles marking methods 17

CHALKIN A.A., LYABZINA S.N.

ФИТОСАНИТАРНЫЙ КОНТРОЛЬ

Фитосанитарные аспекты контроля *Convolvulus arvensis* L. (вьюнка полевого) в подкарантинной продукции

ОРЛОВА Ю.В., РАЗУМОВА Е.В.

PHYTOSANITARY CONTROL

Phytosanitary aspects of controlling *Convolvulus arvensis* L. (field bindweed) in regulated articles 27

ORLOVA YU.V., RAZUMOVA E.V.

АНАЛИТИКА

Микобиота сои как лимитирующий фактор экспортного потенциала Российской Федерации

ЦВЕТКОВА Ю. В.

ANALYTICS

Soybean mycobiota as a limiting factor in the export potential of the Russian Federation 40

TSVETKOVA YU. V.

ДИАГНОСТИКА

Разработка и валидация методов диагностики вируса полосатой мозаики пшеницы (WSMV)

ЖИВАЕВА Т.С., ПРИХОДЬКО Ю.Н., ЛОЗОВАЯ Е.Н., ШНЕЙДЕР Ю.А., БАШКИРОВА И.Г., КАРИМОВА Е.В.

DIAGNOSIS

Development and validation of diagnosis methods for wheat streak mosaic virus (WSMV) 62

ZHIVAYEVA T.S., PRIKHODKO YU.N., LOZOVAYA E.N., SCHNEIDER YU.A., BASHKIROVA I.G., KARIMOVA E.V.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ

Определитель псевдопупариев белокрылок рода *Aleurodicus* (Hemiptera: Homoptera: Aleyrodidae), регулируемых требованиями стран-импортеров российской продукции

УШКОВА М.В.

IDENTIFICATION

Identification key for pseudopupa of whiteflies of the genus *Aleurodicus* (Hemiptera: Homoptera: Aleyrodidae) regulated by the requirements of countries importing Russian products 78

USHKOVA M.V.

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: Вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.) в посеве ячменя, Республика Ингушетия, июнь 2024 года (фото Ю.В. Орловой).

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: 16.05.2025

Дата выхода в свет: 30.05.2025

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:

Field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) in barley sowing, Republic of Ingushetia, June 2024 (photo by Yu.V. Orlova).

Design & Composition: Mariya Bondar

Establisher: FGBU VNIICR,

140150, Moskovskaya oblast, Urban district Ramensky, r. p. Bykovo, Pogranichnaya ulitsa, 32

Publisher: ООО «Вейнард»

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: 16/05/2025

Issue date: 30/05/2025

К Национальному докладу о карантинном фитосанитарном состоянии территории Российской Федерации в 2024 г.



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 2024 г.

Приведены данные о фитосанитарном риске, связанном с импортируемыми в Российскую Федерацию партиями различной подкарантинной продукции и ручной кладью пассажиров. В продукции, импортированной из 61 страны, было выявлено 59 карантинных для Российской Федерации видов вредителей, возбудителей болезней и сорных растений в 12 118 случаях. 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 2024 г.

Описана структура и изменения в Едином перечне карантинных объектов ЕАЭС. По состоянию на 31 декабря 2024 г. Единый перечень ЕАЭС

включает в себя 249 карантинных объектов. На территории Российской Федерации по состоянию на 31 декабря 2024 г. установлены карантинные фитосанитарные зоны по 60 карантинным объектам Единого перечня ЕАЭС – 29 видам насекомых, 10 видам сорных растений, 7 видам грибов, 6 видам бактерий и фитоплазм, 5 вирусам и 1 вириоду, 2 видам нематод.

Раздел 2. Установление карантинных фитосанитарных зон на территории Российской Федерации в 2024 г.

Приведена краткая информация по 5 новым выявленным в 2024 г. 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 2024 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 2024 г.

Проведен анализ данных по упраздненным карантинным фитосанитарным зонам на территории Российской Федерации по видам карантинных вредных организмов.

Представлена информация в табличном виде об упраздненных на территории Российской Федерации карантинных фитосанитарных зонах (по состоянию на 31 декабря 2024 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 2024 г. при выполнении контрольных функций Россельхознадзором в импортируемой продукции было выявлено 59 видов карантинных объектов в 12 118 случаях.

На территории Российской Федерации по состоянию на 31 декабря 2024 г. установлены карантинные фитосанитарные зоны по 60 карантинным объектам, что составляет 24,1% от общего числа карантинных объектов Единого перечня ЕАЭС.

В результате проведенного в 2024 г. мониторинга территории Российской Федерации выявлены новые очаги и установлены новые карантинные фитосанитарные зоны по 50 видам карантинных объектов.

По результатам карантинного фитосанитарного мониторинга, проведенного в 2024 году, количество карантинных объектов, зарегистрированных на территории Российской Федерации, по сравнению с 2023 г. увеличилось на 4 вида – выявлено 5 ранее отсутствовавших в стране карантинных объектов: красный пальмовый долгоносик, японская восковая ложнощитовка, бурая гниль картофеля, вирус пятнистого увядания томата и череда дважды перистая. В то же время в 2024 г. в стране был ликвидирован единственный очаг и упразднена карантинная фитосанитарная зона бактериального увядания винограда.

Наиболее распространенными по количеству и площадям установленных карантинных фитосанитарных зон являются карантинные виды вредителей лесных и лесодекоративных культур. В 2024 г. Россельхознадзором установлены 583 новые карантинные фитосанитарные зоны по 12 видам вредителей лесных пород, что составляет 83% от общего количества новых карантинных фитосанитарных зон, установленных по карантинным видам насекомых.

Второй группой карантинных вредных объектов, выявленных на территории РФ, являются 10 видов сорных растений, из них наиболее распространены амброзия полыннолистная, повилки, амброзия трехраздельная и горчак ползучий.

Всего в 2024 г. упразднено 1058 карантинных фитосанитарных зон общей площадью 6545,9 тыс. га.

В результате обнаружения новых очагов карантинных вредных организмов и ликвидации ранее выявленных популяций в 2024 г. по сравнению с 2023 г. общие площади карантинных фитосанитарных зон не изменились по 9 ограниченно распространенным видам, уменьшились – по 6 видам, увеличились – по 41 виду, а также установлены карантинные фитосанитарные зоны по 5 новым видам.

По состоянию на 31 декабря 2024 г. по сравнению с 31 декабря 2023 г. общее количество карантинных фитосанитарных зон, установленных на территории Российской Федерации, увеличилось на 3307 единиц, а общая площадь карантинных фитосанитарных зон увеличилась на 27 664 688,4 га. Всего по состоянию на 31 декабря 2024 г. на территории Российской Федерации установлено 23 100 карантинных фитосанитарных зон в отношении 60 видов карантинных объектов на общей площади 860 985 315,8 га.

По результатам мониторингов, проведенных Россельхознадзором в течение последних 6 лет (2019–2024), фитосанитарное состояние территории Российской Федерации заметно ухудшается – растет общее количество выявленных в стране карантинных вредных организмов. За этот период установлены карантинные фитосанитарные зоны в отношении 23 новых ранее отсутствовавших карантинных объектов – по 8 видам вредителей, 4 видам бактерий, 4 вирусам, 2 видам грибов, 2 видам сорных растений, 2 видам фитоплазм и 1 вириду. Результаты мониторинга, проведенного в 2024 г., показали также значительное расширение ареалов карантинных объектов: в 57 субъектах Российской Федерации впервые был выявлен 41 карантинный вредный организм и были установлены новые карантинные фитосанитарные зоны.

Общее увеличение площадей КФЗ, несмотря на кажущийся на первый взгляд негативный эффект, на самом деле дает возможность улучшить в обозримые сроки фитосанитарное состояние территории страны, так как правовой режим законодательно обязывает собственников земельных участков проводить мероприятия по борьбе с вредоносными объектами в установленные и регламентированные сроки.

И здесь в первую очередь речь идет о реализуемых производителями сельскохозяйственной продукции агротехнических, механических, биологических, физических и химических мероприятиях, ведущих в том числе к улучшению культуры земледелия в стране в целом.

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

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ДОКЛАД о карантинном фитосанитарном состоянии территории Российской Федерации в 2024 г.

Москва, 2025 г.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
РАЗДЕЛ 1. РАСПРОСТРАНЕНИЕ КАРАНТИННЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2024 Г.	6
РАЗДЕЛ 2. УСТАНОВЛЕНИЕ КАРАНТИННЫХ ФИТОСАНИТАРНЫХ ЗОН НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2024 Г.	7
РАЗДЕЛ 3. УПРАЗДНЕНИЕ КАРАНТИННЫХ ФИТОСАНИТАРНЫХ ЗОН НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2024 Г.	13
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	14



ВВЕДЕНИЕ

Национальный доклад о карантинном фитосанитарном состоянии территории Российской Федерации в 2024 г. подготовлен Федеральной службой по ветеринарному и фитосанитарному надзору (далее – Россельхознадзор) в соответствии со статьей 12 Федерального закона «О карантине растений» (далее – Федеральный закон). Доклад содержит информацию о распространении карантинных объектов по территории Российской Федерации, об установлении и упразднении в 2024 г. карантинных фитосанитарных зон по каждому ограниченно распространенному карантинному объекту.

В соответствии со статьей 2 Федерального закона 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.

Охрану территории Российской Федерации от проникновения и распространения карантинных объектов обеспечивает Россельхознадзор, являющийся официальной национальной организацией по карантину и защите растений страны в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 29 мая 2006 г. № 329 «Об официальной национальной организации по карантину и защите растений». Кроме того,

Россельхознадзор осуществляет фитосанитарную сертификацию экспортируемой на мировой рынок подкарантинной продукции.

Основным путем непреднамеренной интродукции (проникновения, распространения и акклиматизации) карантинных вредных организмов на территорию Российской Федерации является импорт различных видов сельскохозяйственной продукции.

Наиболее высокий фитосанитарный риск связан с импортированием семян сельскохозяйственных растений и посадочного материала. В 2024 г. в результате выполнения Россельхознадзором контрольных (надзорных) функций при ввозе в страну различных видов семенного и посадочного материала выявлены возбудители карантинных заболеваний – антракноза земляники (*Colletotrichum acutatum*), вязкой гнили черники (*Diaporthe vaccinii*), пятнистости листьев кукурузы (*Cochliobolus carbonum*), фомопса подсолнечника (*Diaporthe helianthi*), пурпурного церкоспороза (*Cercospora kikuchii*), а также вирус коричневой морщинистости плодов томата (Tomato brown rugose fruit virus), фитоплазма истощения груши (*Candidatus Phytoplasma pyri*), красная померанцевая щитовка (*Aonidiella aurantii*), коричнево-мраморный клоп (*Halyomorpha halys*), золотистая картофельная нематода (*Globodera rostochiensis*), соевая нематода (*Heterodera glycines*), карантинные виды сорных растений и другие объекты. Всего в импортируемых партиях семенного и посадочного материала в 2024 г. выявлено 23 вида карантинных объектов в 69 случаях.

В целях реализации части 5 статьи 23 Федерального закона и положений Порядка введения временных ограничений на ввоз в Российскую Федерацию подкарантинной продукции и (или) установления дополнительных карантинных фитосанитарных требований к ввозимой в Российскую Федерацию подкарантинной продукции, утвержденного приказом Минсельхоза России от 2 марта 2020 г. № 99, Россельхознадзор при обнаружении карантинных объектов в импортируемом в Российскую Федерацию семенном и посадочном материале применяет в качестве временной фитосанитарной меры запрет на ввоз в страну данной подкарантинной продукции из определенных мест производства ряда стран. Так, с 16 января 2024 г. действует запрет на ввоз в Российскую Федерацию семян пасленовых культур из определенного места отгрузки Китая в связи с обнаружением вируса мозаики пегино, с 19 августа 2024 г. введен запрет на ввоз посадочного материала груши из итальянского питомника в связи с обнаружением карантинного для Российской Федерации и стран Евразийского экономического союза заболевания – фитоплазмы истощения груши. Всего в 2024 г. введены временные ограничения на ввоз ряда видов сельскохозяйственной продукции из различных мест производства 8 стран.

В связи с обнаружениями во ввозимой продукции карантинных объектов Россельхознадзором введены экстренные карантинные

фитосанитарные меры и запрещен ввоз семенного и посадочного материала из 40 зарубежных питомников и мест производства таких стран, как Франция, Канада, Германия, Израиль, Италия, Венгрия, США, Австрия, Чехия, Турция, Эстония, Сербия, Армения, Казахстан, Киргизия и Китай.

Введенные ограничения действуют до признания Россельхознадзором подкарантинной продукции из указанных мест производства соответствующей фитосанитарным требованиям Евразийского экономического союза.

Например, с 18 мая 2019 г. запрещен ввоз зерновой продукции со всей территории Пакистана, однако с 7 октября 2024 г. разрешены поставки риса с 28 рисопроизводящих предприятий Пакистана. С 10 апреля 2024 г. разрешен ввоз плодовоовощной продукции на территорию Российской Федерации с ряда территорий административно-территориальных единиц Республики Молдова.

Высокий фитосанитарный риск интродукции карантинных объектов на территорию Российской Федерации связан и с ввозом различных товарных партий подкарантинной продукции. Так, в партиях зерновых и зернобобовых культур обнаружены 10 видов карантинных объектов в 212 случаях, в партиях продовольственного картофеля – 4 вида карантинных объектов в 61 случае (возбудитель бурой гнили картофеля (*Ralstonia solanacearum*)), вириод веретенovidности клубней картофеля (*Potato spindle tuber viroid*), золотистая картофельная нематода (*Globodera rostochiensis*) и картофельная моль (*Phthorimaea operculella*).

Фитосанитарный риск интродукции карантинных объектов в Российскую Федерацию связан также с подкарантинной продукцией, содержащейся в ручной клади пассажиров и в продовольственных запасах на судах. В 2024 г. в багаже пассажиров, прибывших в Российскую Федерацию из 8 стран, Россельхознадзором выявлено 16 карантинных объектов в 465 случаях обнаружения, включая такие виды, как западный цветочный трипс (*Frankliniella occidentalis*), зерновки рода *Callosobruchus* spp., картофельная моль (*Phthorimaea operculella*), калифорнийская щитовка (*Quadraspidiotus perniciosus*), красная померанцевая щитовка (*Aonidiella aurantii*), повилики (*Cuscuta* spp.), амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia*), амброзия трехраздельная (*Ambrosia trifida*).

Всего в 2024 г. Россельхознадзором проконтролировано более 11,3 млн тонн и 2,7 млрд штук различной импортируемой в страну подкарантинной продукции. При этом в подкарантинной продукции, ввозимой из 61 страны, выявлено 59 карантинных для Российской Федерации видов вредителей, возбудителей болезней и сорных растений в 12 118 случаях.

Карантинная фитосанитарная безопасность, направленная на защиту территории Российской Федерации от рисков, связанных с проникновением и распространением карантинных вредных организмов, является важнейшей составной частью продовольственной безопасности Российской Федерации.

РАЗДЕЛ 1. РАСПРОСТРАНЕНИЕ КАРАНТИННЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2024 Г.

С 1 июля 2017 г. на территории государств – членов Евразийского экономического союза действует Единый перечень ЕАЭС. Единый перечень ЕАЭС 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.

В 2024 г. состав Единого перечня ЕАЭС по сравнению с 2023 г. не изменился. По состоянию на 31 декабря 2024 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.

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 2024 г. на территории Российской Федерации установлены карантинные фитосанитарные зоны по 60 карантинным объектам (24,1% общего числа карантинных объектов Единого перечня ЕАЭС), из них:

- 29 видов насекомых;
- 10 видов сорных растений;
- 7 видов грибов;
- 6 видов бактерий и фитоплазм;
- 5 вирусов и 1 виоид;
- 2 вида нематод.

Информация о наличии или отсутствии карантинных объектов на территории Российской Федерации основывается на результатах карантинных фитосанитарных обследований и мониторинга карантинного фитосанитарного состояния (далее соответственно – обследования, мониторинг).

Порядок организации мониторинга 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.

Результативность мониторинга во многом зависит от применяемых методов выявления вредных организмов, поэтому Россельхознадзор и подведомственные ему научные организации уделяют

большое внимание их совершенствованию. Так, для выявления насекомых – наиболее многочисленной группы вредных организмов Единого перечня ЕАЭС – ежегодно проводятся обследования и феромонный мониторинг территории Российской Федерации. Данный метод основывается на применении синтетических феромонов насекомых-вредителей.

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 их сезонную активность, определить сроки и объемы истребительных мероприятий.

В 2024 г. Россельхознадзором проведен мониторинг территории Российской Федерации с использованием более 148,4 тыс. феромонных и цветных ловушек в зонах фитосанитарного риска по 30 карантинным объектам, как ограниченно распространенным, так и отсутствующим на территории страны. Среди них такие виды, как американская белая бабочка, восточная плодожорка, персиковая плодожорка, яблонная муха, картофельная коровка, южноамериканская томатная моль, дубовая кружевница, западный кукурузный жук, капровый жук, четырехпятнистая зерновка и другие.

В 2024 г. площади обследований с использованием феромонных и цветных ловушек по сравнению с 2023 г. увеличились на 57,5 тыс. га (в 2024 г. обследовано 12 208 150 га, в 2023 г. – 12 150 700 га). Заметно увеличились обследованные площади на посевах кукурузы (на 98,7 тыс. га), на посадках картофеля (на 41,4 тыс. га), на посадках овощных и тепличных культур (на 16,8 тыс. га).

Всего в 2024 г. при использовании феромонных и цветных ловушек выявлены 16 видов карантинных объектов в 12 319 случаях обнаружения, что на 1275 случаев больше, чем в 2023 г. В 2024 г. по сравнению с 2023 г. наиболее существенное увеличение случаев выявления отмечено для коричнево-мраморного клопа (в 4,5 раза), картофельной моли (в 3 раза), южноамериканской томатной моли (в 2 раза), восточной плодожорки (в 1,5 раза), американской белой бабочки (на 103 случая) и черных хвойных усачей (на 434 случая).

Проведенный Россельхознадзором в 2024 г. мониторинг подтвердил, что территория Российской Федерации является зоной, свободной от таких опасных для сельского и лесного хозяйства патогенов, как азиатская хлопковая совка (*Spodoptera litura*), азиатская ягодная дрозифила (*Drosophila suzukii*), египетская хлопковая совка (*Spodoptera littoralis*), западный кукурузный жук (*Diabrotica virgifera virgifera*), капровый жук (*Trogoderma granarium*), лесной кольчатый шелкопряд (*Malacosoma disstria*), туговая щитовка (*Pseudaulacaspis pentagona*).

Успешное применение феромонных ловушек на территории Российской Федерации вызывает большой интерес у зарубежных коллег. Так, в 2024 г. в ходе реализации Договора о сотрудничестве с Государственной инспекцией по карантину

и защите растений Республики Абхазия проведены успешные испытания синтетических феромонов азиатской ягодной дрозофилы (*Drosophila suzukii*) и золотистой двухпятнистой совки (*Chrysodeixis chalcites*). Проведены также совместные испытания синтетического аттрактанта дынной мухи (*Myiopardalis pardalina*) в Республике Казахстан, феромонов западного цветочного трипса (*Frankliniella occidentalis*) и южноамериканской томатной моли (*Tuta absoluta*) в Республике Болгария.

В настоящее время Россельхознадзор уделяет особое внимание совершенствованию методов проведения мониторинга на выявление карантинных видов сорных растений – второй группы карантинных объектов по количеству обнаруженных на территории Российской Федерации (10 из 20 видов, включенных в Единый перечень ЕАЭС). Достоверная информация по распространению сорных растений на территории Российской Федерации имеет особое значение, так как страна является одним из мировых лидеров по экспорту различных видов зерна.

В целях совершенствования процесса фитосанитарных обследований территории страны на выявление сорных растений Россельхознадзор разрабатывает и проводит испытания системы автоматического карантинного фитосанитарного мониторинга полей, состоящей из беспилотных летательных аппаратов и программного обеспечения с использованием технологии компьютерного зрения. База данных искусственного интеллекта данной системы содержит все виды карантинных сорных растений Единого перечня ЕАЭС и обеспечивает быстрое и точное их распознавание. Модуль обработки информации анализирует полученные с помощью беспилотных летательных аппаратов изображения, распознавая карантинные виды сорных растений. На карте обследуемой территории сорные растения выделяются маркерами разных оттенков и соответствующими названиями, а также отображаются их географические координаты.

Проведенные испытания показали, что применение данной системы позволяет за один заряд аккумулятора беспилотного летательного аппарата получать достоверную информацию о засоренности карантинными видами сорных растений поля площадью не менее 200 га. Индикаторами фитосанитарного состояния обследуемой территории являются изображения листьев сорных растений, полученных при помощи беспилотного летательного аппарата. Точность детектирования листьев обученной нейронной сетью составляет не менее 85%, что является достаточным для выявления проблемных в карантинном отношении территорий. Таким образом, применение данного метода позволит сократить время проведения обследований в 2–3 раза, а также повысить их эффективность и точность.

По результатам мониторинга, проведенного в 2024 г., количество карантинных объектов, зарегистрированных на территории Российской Федерации, по сравнению с 2023 г. увеличилось на 4 вида – выявлены 5 ранее отсутствовавших

в стране карантинных объектов: красный пальмовый долгоносик (*Rhynchophorus ferrugineus*), японская восковая ложнощитовка (*Ceroplastes japonicus*), бурая гниль картофеля (*Ralstonia solanacearum*), вирус пятнистого увядания томата (*Tomato spotted wilt virus*) и череда дваждыперистая (*Bidens bipinnata*). В то же время в 2024 г. в стране ликвидирован единственный очаг и упразднена карантинная фитосанитарная зона по бактериальному увяданию винограда (*Xylophilus ampelinus*).

Следует отметить, что, несмотря на усилия национальной службы по карантину растений Российской Федерации по предотвращению проникновения в страну и распространения карантинных вредных организмов в течение последних 6 лет (2019–2024), фитосанитарное состояние территории страны заметно ухудшается – растет общее количество выявленных карантинных вредных организмов и увеличивается их ареал. За данный период на территории Российской Федерации установлены карантинные фитосанитарные зоны в отношении 23 новых, ранее отсутствовавших в стране карантинных объектов – 8 видов вредителей, 4 видов бактерий, 4 вирусов, 2 видов грибов, 2 видов сорных растений, 2 видов фитоплазм и 1 вириода.

Высокая фитосанитарная угроза связана с расширением ареалов карантинных вредных организмов на территории страны, их проникновением в ранее незараженные регионы. Так, только в 2024 г. на территории Российской Федерации выявлены очаги и установлены 174 новые карантинные фитосанитарные зоны по 41 карантинному объекту в ранее свободных от них регионах.

Сложившаяся тенденция ухудшения карантинного фитосанитарного состояния приводит к снижению урожайности и качества сельскохозяйственной продукции российского производства, увеличению ее себестоимости, может негативно отразиться на объемах экспорта продукции и состоянии окружающей среды.

РАЗДЕЛ 2. УСТАНОВЛЕНИЕ КАРАНТИННЫХ ФИТОСАНИТАРНЫХ ЗОН НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2024 Г.

По состоянию на 31 декабря 2024 г. на территории Российской Федерации установлены карантинные фитосанитарные зоны в отношении 60 видов из 249 видов карантинных объектов, включенных в Единый перечень ЕАЭС.

В результате проведенного в 2024 г. мониторинга территории Российской Федерации выявлены новые очаги и установлены 4364 новые карантинные фитосанитарные зоны общей площадью 34 210,5 тыс. га по 50 видам карантинных объектов, из них:

- 25 видов вредителей;
- 9 видов сорных растений;
- 4 вида грибов;
- 3 вида бактерий и 2 вида фитоплазм;
- 4 вида вирусов и 1 вириод;
- 2 вида нематод.

Наиболее распространенными по количеству и площади установленных карантинных фитосанитарных зон являются 29 видов карантинных вредителей. В 2024 г., как и в предыдущие годы, наибольшие площади карантинных фитосанитарных зон занимают вредители лесных культур, из которых наиболее распространены: большой черный еловый усач (*Monochamus urussovii*), черный сосновый усач (*Monochamus galloprovincialis*), малый черный еловый усач (*Monochamus sutor*), сибирский шелкопряд (*Dendrolimus sibiricus*), азиатский подвид непарного шелкопряда (*Lymantria dispar asiatica*), черный крапчатый усач (*Monochamus impluviatus*), черный бархатно-пятнистый усач (*Monochamus saltuarius*). Наибольшее количество новых карантинных фитосанитарных зон установлено по малому черному еловому усачу (*Monochamus sutor*) – 185 зон, черному сосновому усачу (*Monochamus galloprovincialis*) – 139 зон, большому черному еловому усачу (*Monochamus urussovii*) – 129 зон, уссурийскому полиграфу (*Polygraphus proximus*) – 73 зоны.

Всего в 2024 г. Россельхознадзором установлены 583 новые карантинные фитосанитарные зоны по 12 видам вредителей лесных растений, что составляет 83% общего количества новых карантинных фитосанитарных зон, установленных по карантинным видам насекомых.

В результате проведенного в 2024 г. мониторинга зафиксировано значительное расширение ареала ясеневой изумрудной златки (*Agrius planipennis*). Этот вид впервые выявлен в 10 регионах страны, в том числе в Тверской области (1350,4 тыс. га), Алтайском крае (1252,5 тыс. га), Астраханской области (1239 тыс. га), Пензенской области (804,6 тыс. га), Саратовской области (606,9 тыс. га). Общая площадь карантинных фитосанитарных зон, установленных по этому вредителю, в 2024 г. увеличилась на 9084,2 тыс. га.

Расширяется также ареал уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus*). Кормовыми растениями для этого вредителя служат различные виды пихт, сосен, в том числе кедр корейский, а также ель и лиственница. Доказано, 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 такие леса может расселиться данный карантинный объект. Больше всего пихты произрастает в Красноярском крае, где в настоящее время уже выявлены очаги уссурийского полиграфа. В связи с обнаружением данного вредителя в пяти ранее свободных от него регионах (Свердловская, Челябинская и Новосибирская области, республики Башкортостан и Бурятия) в 2024 г. установлены 14 карантинных фитосанитарных зон. Общая площадь карантинных фитосанитарных зон, установленных по данному вредителю, в 2024 г. увеличилась на 1503 тыс. га.

В 2024 г. на 3236,3 тыс. га увеличилась общая площадь карантинных фитосанитарных зон по большому черному еловому усачу (*Monochamus*

urussovii), очаги данного вредителя впервые выявлены в 5 регионах страны: в Ленинградской, Новосибирской, Омской и Тверской областях, Республике Хакасия. Значительно увеличились площади карантинных фитосанитарных зон по сибирскому шелкопряду (*Dendrolimus sibiricus*) (на 3112,1 тыс. га) и малому черному еловому усачу (*Monochamus sutor*) (на 2265 тыс. га).

Впервые в Российской Федерации на территории г. Сочи Краснодарского края в 2024 г. установлена одна карантинная фитосанитарная зона по новому вредителю – красному пальмовому долгоносику (*Rhynchophorus ferrugineus*).

Красный пальмовый долгоносик *Rhynchophorus ferrugineus* – азиатский вредитель, активно расширяющий в последнее десятилетие свой ареал. В настоящее время популяции вредителя выявлены во многих странах Азии, Африки, Америки, Европы, а также Океании. Вредоносность долгоносика связана с повреждением и гибелью многих видов пальм, включая финиковые, кокосовые и декоративные пальмы. Указанный вредитель обладает высокой способностью к распространению и расширению ареала: взрослые жуки способны пролетать до 5 км в день. Другой путь интродукции вредителя на новые территории – импорт зараженного посадочного материала пальм.

В результате проведенного анализа фитосанитарного риска установлено, что красный пальмовый долгоносик в условиях субтропической зоны Российской Федерации способен повреждать широкий ассортимент видов декоративных пальм. Наибольший биологический и экологический ущерб может быть нанесен при проникновении долгоносика на территорию Крымского полуострова.

Площади карантинных фитосанитарных зон вредителей лесных и лесодекоративных культур в 2024 г. не изменились по одному виду – восточной каштановой орехотворке (*Dryocosmus kuriphilus*). По двум видам – азиатскому подвиду непарного шелкопряда (*Lymantria dispar asiatica*) и черному сосновому усачу (*Monochamus galloprovincialis*) – они уменьшились, по всем остальным видам увеличились.

Существенную фитосанитарную угрозу для сельскохозяйственных, декоративных и лесных культур представляет опасный карантинный вредитель-полифаг – коричнево-мраморный клоп (*Halyomorpha halys*). Впервые на территории Российской Федерации этот вид обнаружен в 2018 г. Установлено, что данный вредитель питается на 300 видах растений, предпочитая плодовые, ягодные и овощные культуры. Кроме того, клоп повреждает зерновые и зернобобовые, а также декоративные древесные культуры. В 2024 г. зафиксировано значительное расширение ареала коричнево-мраморного клопа на территории Российской Федерации – очаги клопа выявлены в 22 районах 5 субъектов Российской Федерации, ранее свободных от этого вредителя. Общая площадь установленных карантинных фитосанитарных зон увеличилась на 4211,3 тыс. га.

Второй по численности группой карантинных объектов, выявленных на территории Российской Федерации, являются сорные растения. Распространение данных видов на территории Российской Федерации имеет особое значение, учитывая, что Российская Федерация в настоящее время является крупнейшим мировым производителем и экспортером зерновых и масличных культур. Страны – импортеры российского зерна предъявляют фитосанитарные требования по отсутствию в указанной продукции таких карантинных для государств – членов Евразийского экономического союза вредных организмов, как амброзия полыннолистная, горчак ползучий, возбудитель индийской (карнальской) головни пшеницы, капровый жук.

По состоянию на 31 декабря 2024 г. на территории Российской Федерации установлены карантинные фитосанитарные зоны по 10 видам сорных растений, что на один вид больше по сравнению с 2023 г. Впервые в стране выявлен очаг череды дваждыперистой (*Videns bipinnata*) на территории г. Сочи Краснодарского края. Этот вид засоряет все полевые и овощные культуры, сады, виноградники, огороды. Вредоносность череды дваждыперистой для сельского хозяйства обусловлена снижением общего плодородия почвы в местах массового развития сорняка. Одно растение череды способно сформировать около 2,5 тыс. плодов. Обладая высокой семенной продуктивностью, сорняк с каждым годом захватывает все новые территории, формируя сплошные заросли.

В соответствии с результатами мониторинга, проведенного в 2024 г., общая площадь карантинных фитосанитарных зон по всем зарегистрированным на территории Российской Федерации карантинным видам сорных растений, кроме сициоса угловатого (*Sicyos angulatus*), единственный очаг которого определен в 2022 г., увеличилась. Особую угрозу для сельского хозяйства, окружающей среды и экспортного потенциала представляют факты обнаружения новых очагов сорных растений в 21 регионе страны, ранее свободных от данных видов. Значительно расширился ареал таких видов, как амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia*), повилики (*Cuscuta* spp.), горчак ползучий (*Ascroptilon repens*) и амброзия трехраздельная (*Ambrosia trifida*). Всего в 2024 г. на территории Российской Федерации по карантинным видам сорных растений установлено 3515 новых карантинных фитосанитарных зон общей площадью 5832,5 тыс. га.

С зерновыми и зернобобовыми культурами связаны также 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 нематоде на территории Российской Федерации

впервые установлены в 2018 г. 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 2024 г. новые очаги соевой нематоды выявлены в 14 районах четырех регионов страны, при этом впервые – на территории Еврейской автономной области и в Приморском крае. Всего в 2024 г. по соевой нематоде установлено 32 новые карантинные фитосанитарные зоны на общей площади 42 002 га.

Фитосанитарная угроза в отношении урожайности и качества зерна сои российского производства связана также с ростом числа выявлений новых очагов грибного заболевания – пурпурного церкоспороза (*Cercospora kikuchii*) сои. Впервые две карантинные фитосанитарные зоны по данному грибу установлены в 2019 г. Мониторинг территории Российской Федерации, проведенный в последние годы, позволил выявить новые очаги заболевания. Проведенный в 2024 г. мониторинг показал значительное расширение ареала пурпурного церкоспороза сои на территории Российской Федерации – установлены 27 новых карантинных фитосанитарных зон на площади 72 905,3 га, в том числе очаги заболевания впервые выявлены на территории Приморского края. Кроме того, отмечено ухудшение карантинного фитосанитарного состояния посевов подсолнечника, важнейшей для сельского хозяйства Российской Федерации масличной культуры: установлены две новые карантинные фитосанитарные зоны грибного заболевания фомопсиса подсолнечника (*Diaporthe helianthi*) общей площадью 17 712,6 га.

Значительное количество карантинных объектов связано с плодовыми и ягодными культурами. Из этих видов на территории Российской Федерации наиболее распространены:

- американская белая бабочка (*Huphantria cunea*) (карантинные фитосанитарные зоны установлены в 112 муниципальных районах 19 субъектов Российской Федерации на площади 644,1 тыс. га);
- калифорнийская щитовка (*Quadraspidiotus perniciosus*) (карантинные фитосанитарные зоны установлены в 82 муниципальных районах 13 субъектов Российской Федерации на площади 17,3 тыс. га);
- восточная плодожорка (*Grapholita molesta*) (карантинные фитосанитарные зоны установлены в 81 муниципальном районе 16 субъектов Российской Федерации на площади 175,6 тыс. га);
- бактериальный ожог плодовых культур (*Erwinia amylovora*) (карантинные фитосанитарные зоны установлены в 71 муниципальном районе 19 субъектов Российской Федерации на площади 512,4 тыс. га).

Новые карантинные фитосанитарные зоны в 2024 г. установлены в отношении 11 видов карантинных объектов, связанных с плодовыми и ягодными культурами. Наибольшее их количество установлено в отношении восточной плодожорки и многоядного вредителя американской белой бабочки – соответственно 22 зоны и 18 зон.

Мониторинг, проведенный в 2024 г., показал рост ареала бактериального ожога плодовых культур – установлено 7 новых карантинных фитосанитарных зон на площади 71,1 тыс. га. Впервые данное заболевание выявлено в Нижегородской области.

В 2024 г. в Российской Федерации на территории Краснодарского края и Республики Крым выявлены 2 очага японской восковой ложнощитовки (*Ceroplastes japonicus*). Данный карантинный объект, как и японская палочковидная щитовка (*Lopholeucaspis japonica*), входит в раздел ограниченно распространенных карантинных объектов Единого перечня ЕАЭС.

Японская восковая ложнощитовка повреждает более 100 видов растений, относящихся к 40 родам и 24 семействам, среди которых много лесных, лесодекоративных, плодовых, цитрусовых, ягодных и декоративных культур. Этот вид наносит прямой вред поражаемым культурам, высасывая клеточный сок и угнетая растения, что приводит к пожелтению и увяданию листьев, снижению фотосинтеза, искривлению и усыханию побегов, снижению их ежегодного прироста. Наряду со снижением урожая японская восковая ложнощитовка вызывает гибель молодых пораженных растений. Основным путем распространения вредителя – посадочный материал поражаемых растений, включая горшечные культуры.

Проведенный в отношении японской восковой ложнощитовки анализ фитосанитарного риска показал, что отдельные районы Краснодарского и Ставропольского краев, республик Северного Кавказа, Ростовской и Астраханской областей, полуострова Крым, где произрастают кормовые культуры, имеют климатические условия, сравнимые с климатическими условиями зон распространения вредного организма, что способствует его интродукции в эти регионы.

Большое значение в обеспечении продовольственной безопасности Российской Федерации имеет картофель, являющийся одним из самых поражаемых вредными организмами сельскохозяйственных культур. С картофелем связано 42 вида карантинных объектов Единого перечня ЕАЭС. Из них по состоянию на 31 декабря 2024 г. на территории Российской Федерации карантинные фитосанитарные зоны установлены по 6 карантинным объектам: золотистой картофельной нематоде (*Globodera rostochiensis*), картофельной моли (*Phthorimaea operculella*), раку картофеля (*Synchytrium endobioticum*), картофельной коровке (*Epilachna vigintioctomaculata*), вириду веретеновидности клубней картофеля (*Potato spindle tuber viroid*) и бурой гнили картофеля (*Ralstonia solanacearum*).

В 2024 г. по сравнению с 2023 г. количество карантинных объектов, связанных с картофелем, увеличилось на один вид: в Астраханской области выявлен очаг и установлена карантинная фитосанитарная зона на площади 299,41 га в отношении вредоносного бактериального заболевания – бурой гнили картофеля. В предыдущие годы единичные

очаги бурой гнили картофеля выявлялись в ряде регионов страны, и последний очаг на территории Российской Федерации ликвидирован в 2019 г. Основной путь распространения данного заболевания на большие расстояния – зараженные клубни картофеля и почва. Ежегодно Россельхознадзор выявляет бурую гниль картофеля в импортируемых в страну партиях данной подкарантинной продукции. Так, в 2024 г. патоген выявлен в 11 импортируемых партиях продовольственного картофеля из Азербайджана и Китая.

Важное значение для картофеля имеет распространение золотистой картофельной нематоды, карантинные фитосанитарные зоны по которой установлены в 52 субъектах Российской Федерации на территории 345 муниципальных районов на общей площади 450,3 тыс. га. Несмотря на установление в 2024 г. 34 новых карантинных фитосанитарных зон по золотистой картофельной нематоде на площади 15,8 тыс. га, общая их площадь по сравнению с 2023 г. уменьшилась на 59 тыс. га.

Мониторинг территории страны, проведенный в 2024 г., показал расширение ареалов двух опасных вредителей картофеля – картофельной моли и картофельной коровки. По картофельной моли установлены две новые карантинные фитосанитарные зоны, общая площадь таких зон в стране увеличилась на 39,4 тыс. га. Значительно увеличилась площадь карантинных фитосанитарных зон и по картофельной коровке в связи с установлением двух новых зон. При этом впервые данный вредитель выявлен в Приморском крае.

В 2024 г. обнаружен один очаг и определена новая карантинная фитосанитарная зона по вириду веретеновидности клубней картофеля.

Площадь карантинных фитосанитарных зон по раку картофеля в 2024 г. увеличилась на 55,7 га в связи с корректировкой размеров буферных зон. Новые очаги заболевания не выявлены.

Фитосанитарная угроза для овощных культур и картофеля связана с выявлением на территории Российской Федерации в защищенном грунте вирусов – вируса мозаики пепино (*Pepino mosaic virus*), вируса коричневой морщинистости плодов томата (*Tomato brown rugose fruit virus*), вируса пятнистого увядания томата (*Tomato spotted wilt virus*) и тосповируса некротической пятнистости бальзамина (*Impatiens necrotic spot tospovirus*).

Следует отметить, что впервые выявленный в стране в 2022 г. вирус мозаики пепино (патоген, который может поражать и картофель) зарегистрирован только в защищенном грунте, на посадках картофеля не обнаружен. В 2023 г. установлены 4 новые карантинные фитосанитарные зоны вируса мозаики пепино, расположенные на предприятиях по производству продукции в защищенном грунте в субъектах Российской Федерации, где ранее такие карантинные фитосанитарные зоны отсутствовали (в Пермском крае, Калужской и Калининградской областях). В 2024 г. данный вирус обнаружен уже на территории Республики Дагестан, Республики Мордовия, Ставропольского края

и Липецкой области. По данному карантинному объекту всего установлено 12 новых карантинных фитосанитарных зон.

В 2024 г. расширился ареал вируса коричневой морщинистости плодов томата (*Tomato brown rugose fruit virus*), впервые выявленного в Российской Федерации в 2023 г. В отношении указанного вируса обнаружены очаги и зафиксированы 14 новых карантинных фитосанитарных зон. Вирус выявлен в 7 регионах страны, ранее свободных от этого патогена.

Впервые на территории Российской Федерации установлена карантинная фитосанитарная зона по вирусу пятнистого увядания томата в связи с обнаружением патогена на предприятии по производству продукции в защищенном грунте на территории Ленинградской области. Данный вирус распространен на всех континентах и способен заражать более 800 видов растений различных ботанических семейств. К числу основных растений – хозяев этого вируса относятся практически все овощные культуры, большинство бобовых и зернобобовых культур, более 100 видов цветочных культур, а также подсолнечник, картофель, хлопчатник, виноград, табак.

Вирус наиболее вредоносен для томата, перца, салата и целого ряда популярных цветочных

растений. На многих восприимчивых сельскохозяйственных культурах вирус пятнистого увядания томата вызывает сильное угнетение роста растений вплоть до их отмирания, существенное снижение урожая и его качества. Потери урожая плодов томата могут достигать 100%. Установлено, что ежегодные экономические потери для мирового сельского хозяйства от данного вируса составляют не менее 1 млрд долларов США.

Из карантинных вредителей защищенного грунта на территории Российской Федерации в 2024 г. установлены новые карантинные фитосанитарные зоны по западному цветочному трипсу (*Frankliniella occidentalis*) – 28 зон на площади 248,3 га и 3 зоны по табачной белокрылке (*Bemisia tabaci*) на площади 173,3 га.

По состоянию на 31 декабря 2024 г. на территории Российской Федерации установлено 23 100 карантинных фитосанитарных зон в отношении 60 видов карантинных объектов на общей площади 860 985 315,8 га. Следует отметить, что 41 карантинный вредный организм впервые обнаружен в 57 субъектах Российской Федерации, ранее свободных от этих видов.

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

Табл. 1. Установленные карантинные фитосанитарные зоны на территории Российской Федерации (по состоянию на 31 декабря 2024 г.)

Название карантинного объекта	Количество субъектов Российской Федерации	Количество муниципальных районов и городских округов	Площадь установленных карантинных фитосанитарных зон, га
I. НАСЕКОМЫЕ			
1. Американская белая бабочка (<i>Huphantria cunea</i>)	19	112	644 055,878
2. Азиатский подвид непарного шелкопряда (<i>Lymantria dispar asiatica</i>)	7	69	48 438 545,45
3. Большой черный еловый усач (<i>Monochamus urussovii</i>)	45	501	207 986 741,671
4. Восточная плодожорка (<i>Grapholita molesta</i>)	16	81	175 615,582
5. Восточная каштановая орехотворка (<i>Dryocosmus kuriphilus</i>)	1	1	22 351,2
6. Западный цветочный трипс (<i>Frankliniella occidentalis</i>)	35	58	1 080,471
7. Калифорнийская щитовка (<i>Quadraspidiotus perniciosus</i>)	13	82	17 342,1
8. Картофельная моль (<i>Phthorimaea operculella</i>)	7	35	101 457,738
9. Дубовая кружевница (<i>Corythucha arcuata</i>)	6	12	106 555,434
10. Клоп платановая кружевница (<i>Corythucha ciliata</i>)	4	7	20 743,463
11. Коричнево-мраморный клоп (<i>Halyomorpha halys</i>)	9	35	4 645 566,638
12. Картофельная коровка (<i>Epilachna vigintioctomaculata</i>)	2	1	17 469,78
13. Красный пальмовый долгоносик (<i>Rhynchophorus ferrugineus</i>)	1	1	12 000
14. Малый черный еловый усач (<i>Monochamus sutor</i>)	47	553	172 535 196,437

Табл. 1. Продолжение

Название карантинного объекта	Количество субъектов Российской Федерации	Количество муниципальных районов и городских округов	Площадь установленных карантинных фитосанитарных зон, га
15. Персиковая плодоярка (<i>Carposina sasakii</i>)	3	8	110,51
16. Сибирский шелкопряд (<i>Dendrolimus sibiricus</i>)	26	307	130 955 215,57
17. Сосновый семенной клоп (<i>Leptoglossus occidentalis</i>)	2	2	5857
18. Табачная белокрылка (<i>Bemisia tabaci</i>)	3	3	173,6029
19. Черный бархатно-пятнистый усач (<i>Monochamus saltuarius</i>)	8	84	30 829 801,5
20. Черный крапчатый усач (<i>Monochamus impluviatus</i>)	8	35	48 982 857,04
21. Черный сосновый усач (<i>Monochamus galloprovincialis</i>)	50	571	174 046 280,364
22. Филлоксера (<i>Viteus vitifoliae</i>)	6	23	295 611,75
23. Уссурийский полиграф (<i>Polygraphus proximus</i>)	14	95	4 187 909,04
24. Эхинотрипс американский (<i>Echinothrips americanus</i>)	1	1	27,40
25. Южно-американская томатная моль (<i>Tuta absoluta</i>)	11	21	29 086,513
26. Ясенева изумрудная златка (<i>Agrilus planipennis</i>)	20	102	11 836 659,57
27. Японский жук (<i>Popillia japonica</i>)	1	1	2000
28. Японская палочковидная щитовка (<i>Lopholeucaspis japonica</i>)	2	2	375
29. Японская восковая ложнощитовка (<i>Ceroplastes japonicus</i>)	2	2	88
II. НЕМАТОДЫ			
1. Золотистая картофельная нематода (<i>Globodera rostochiensis</i>)	52	345	450 312,991
2. Соевая нематода (<i>Heterodera glycines</i>)	4	7	115 996,65
III. ГРИБЫ			
1. Аскохитоз хризантем (<i>Didymella ligulicola</i>)	1	1	0,05
2. Антракноз земляники (<i>Colletotrichum acutatum</i>) (= <i>C. xanthii</i>)	2	4	205,62
3. Белая ржавчина хризантем (<i>Puccinia horiana</i>)	2	3	6,58
4. Пурпурный церкоспороз (<i>Cercospora kikuchii</i>)	2	8	81 574,83
5. Пятнистость листьев кукурузы (<i>Cochliobolus carbonum</i>)	2	3	1004
6. Рак картофеля (<i>Synchytrium endobioticum</i>)	4	10	694,911
7. Фомопсис подсолнечника (<i>Diaporthe helianthi</i>)	6	64	203 345,69
IV. БАКТЕРИИ И ФИТОПЛАЗМЫ			
1. Бактериальный ожог плодовых культур (<i>Erwinia amylovora</i>)	19	71	512 370,132
2. Бактериальное увядание (вилт) кукурузы (<i>Pantoea stewartii</i> subsp. <i>stewartii</i>)	1	1	438
3. Бурая гниль картофеля (<i>Ralstonia solanacearum</i>)	1	1	299,41
4. Бактериальная пятнистость тыквенных культур (<i>Acidovorax citrulli</i>)	2	2	172,6
5. Фитоплазма истощения груши (<i>Candidatus Phytoplasma pyri</i>)	2	6	6247
6. Фитоплазма пролиферации яблони (<i>Candidatus Phytoplasma mali</i>)	3	6	18 782,755

Табл. 1. Продолжение

Название карантинного объекта	Количество субъектов Российской Федерации	Количество муниципальных районов и городских округов	Площадь установленных карантинных фитосанитарных зон, га
V. ВИРУСЫ И ВИРОИДЫ			
1. Потивирус шарки (оспы) слив (Plum pox potyvirus)	20	45	13 081,693
2. Вирус коричневой морщинистости плодов томата (Tomato brown rugose fruit virus)	9	15	602,63
3. Вирус мозаики пегино (Pepino mosaic virus)	8	12	525,62
4. Вирус пятнистого увядания томата (Tomato spotted wilt virus)	1	1	6,5
5. Вирус веретеновидности клубней картофеля (Potato spindle tuber viroid)	1	1	3 539,08
6. Тосповирус некротической пятнистости бальзамина (Impatiens necrotic spot tospovirus)	1	1	3,38
VI. РАСТЕНИЯ			
1. Амброзия многолетняя (Ambrosia psilostachya)	7	16	11 976,164
2. Амброзия полыннолистная (Ambrosia artemisiifolia)	42	445	13 216 903,352
3. Амброзия трехраздельная (Ambrosia trifida)	22	128	2 448 280,076
4. Горчак ползучий (Acreptilon repens)	20	210	2 186 756,285
5. Паслен колючий (Solanum rostratum)	5	35	283 631,77
6. Паслен трехцветковый (Solanum triflorum)	5	12	89 739,62
7. Повилики (Cuscuta spp.)	72	852	5 399 287,292
8. Сициос угловатый (Sicyos angulatus)	1	1	7,168
9. Ценхрус длинноколючковый (Cenchrus longispinus)	8	15	2 570,64
10. Черда дваждыперистая (Bidens bipinnata)	1	1	179

**РАЗДЕЛ 3. УПРАЗДНЕНИЕ
КАРАНТИННЫХ ФИТОСАНИТАРНЫХ
ЗОН НА ТЕРРИТОРИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2024 Г.**

В соответствии со статьей 19 Федерального закона решение об отмене карантинного фитосанитарного режима и упразднении карантинных фитосанитарных зон принимается Россельхознадзором после ликвидации популяции карантинного объекта.

Борьба с карантинными объектами является длительным и трудоемким процессом. Одним из важных инструментов в этой борьбе является химическая защита растений. Однако бесконтрольное применение химических препаратов ведет к накоплению вредных веществ в почве и продуктах питания, что в конечном счете отрицательно отражается на здоровье человека. Поэтому Россельхознадзор в последние годы уделяет особое внимание развитию и использованию биологического метода борьбы с карантинными вредными организмами как альтернативы химическому методу, что позволяет сохранять природные экосистемы и обеспечивать безопасность сельскохозяйственной продукции. Особое значение биологический метод борьбы с карантинными видами вредителей имеет в хозяйствах, ориентированных на производство органической

продукции, а также в особо охраняемых природных территориях.

С этой целью по решению Россельхознадзора на базе федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский центр карантина растений» ведет активную деятельность отдел биометода, который осуществляет научные исследования по поиску и применению хищных и паразитических насекомых в качестве агентов биологической борьбы. Так, в 2024 г. проведены успешные опыты по применению в качестве энтомофага хищного клопа пикромеруса двузубчатого (*Picromerus bidens*) против карантинного вредителя американской белой бабочки (*Hyrphantria cunea*).

В 2024 г. в результате применения карантинных фитосанитарных мер и мероприятий по локализации очагов и ликвидации популяций карантинных объектов упразднены карантинные фитосанитарные зоны по 27 ограниченно распространенным видам из 60 видов, зарегистрированных на территории Российской Федерации по состоянию на 31 декабря 2024 г.:

- насекомые – 15 видов;
- растения – 5 видов;
- вирусы – 3 вида;
- бактерии – 2 вида;
- фитоплазмы – 1 вид;
- нематоды – 1 вид.

Из 15 видов насекомых, по которым в 2024 г. упразднены карантинные фитосанитарные зоны, 99,7% площадей упраздненных зон занимают 5 видов вредителей лесных культур: азиатский подвид непарного шелкопряда (*Lymantria dispar asiatica*) (8 зон общей площадью 3609,9 тыс. га), черный сосновый усач (*Monochamus galloprovincialis*) (27 зон общей площадью 1301 тыс. га), малый черный еловый усач (*Monochamus sutor*) (8 зон общей площадью 544,8 тыс. га), черный крапчатый усач (*Monochamus impulsivatus*) (1 зона площадью 317,1 тыс. га) и большой черный еловый усач (*Monochamus urussovii*) (11 зон общей площадью 229,2 тыс. га).

По 5 видам сорных растений в 2024 г. упразднены 823 карантинные фитосанитарные зоны общей площадью 438 965,9 га, при этом наиболее значительные площади упраздненных зон приходятся на 3 вида: паслен трехцветковый (*Solanum triflorum*) (3 зоны площадью 407 677,0 га), горчак ползучий (*Acroptilon repens*) (27 зон площадью 18 744,97 га) и амброзия трехраздельную (*Ambrosia trifida*) (2 зоны площадью 7668,43 га).

Из числа карантинных вредных организмов, связанных с культурой картофеля, в 2024 г. упразднены 48 зон площадью 74 804,8 га по золотистой картофельной нематоде (*Globodera rostochiensis*) и 1 зона площадью 850 га по картофельной моли (*Phthorimaea operculella*).

В 2024 г. упразднены 3 карантинные фитосанитарные зоны по бактериальному ожогу плодовых культур на общей площади 9893,1 га, что является важным фактором предотвращения дальнейшего распространения заболевания на территории Российской Федерации.

В 2024 г. в стране ликвидирован единственный очаг и упразднена карантинная фитосанитарная зона по бактериальному увяданию винограда (*Xylophilus ampelinus*).

Всего в 2024 г. упразднено 1058 карантинных фитосанитарных зон общей площадью 6545,9 тыс. га.

В целом в результате обнаружения новых очагов карантинных вредных организмов и ликвидации ранее выявленных популяций в 2024 г. общие площади карантинных фитосанитарных зон не изменились по 9 ограниченно распространенным видам, уменьшились по 6 видам, увеличились по 41 виду, установлены карантинные фитосанитарные зоны по 5 новым видам (по сравнению с 31 декабря 2023 г.).

По состоянию на 31 декабря 2024 г. по сравнению с 31 декабря 2023 г. общее количество карантинных фитосанитарных зон, установленных на территории Российской Федерации, увеличилось на 3307 единиц, а общая площадь зон увеличилась на 27 664 688,4 га. Количество распространенных на территории страны карантинных объектов увеличилось на 4 вида.

Информация об упразднении карантинных фитосанитарных зон на территории Российской Федерации в 2024 г. представлена в табл. 2.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Карантинное фитосанитарное состояние территории Российской Федерации предопределяет обеспечение продовольственной безопасности страны и развитие экспортного потенциала. Оно устанавливается в результате обследований и мониторинга, проводимых Россельхознадзором в отношении карантинных объектов, входящих в Единый перечень ЕАЭС.

В 2024 г. Россельхознадзором в импортируемой из 61 страны мира подкарантинной продукции выявлено 59 видов карантинных объектов в 12 118 случаях.

В 2024 г. по сравнению с 2023 г. состав Единого перечня ЕАЭС не изменился. По состоянию на 31 декабря 2024 г. он включает 249 карантинных объектов.

По состоянию на 31 декабря 2024 г. на территории Российской Федерации установлены карантинные фитосанитарные зоны по 60 карантинным объектам (24,1% общего числа карантинных объектов Единого перечня ЕАЭС), в том числе по 29 видам насекомых, 10 видам сорных растений, 7 видам грибов, 6 видам бактерий и фитоплазм, 5 вирусам и 1 вириоду, 2 видам нематод.

В 2024 г. по сравнению с 2023 г. количество карантинных объектов, зарегистрированных на территории Российской Федерации, увеличилось на 4 вида: выявлено 5 ранее отсутствовавших карантинных объектов (красный пальмовый долгоносик, японская восковая ложнощитовка, бурая гниль картофеля, вирус пятнистого увядания томата, череда дваждыперистая), ликвидирован единственный очаг и упразднена карантинная фитосанитарная зона по бактериальному увяданию винограда.

Россельхознадзором в 2024 г. установлены 583 новые карантинные фитосанитарные зоны по 12 видам вредителей лесных растений, что составляет 83% общего количества новых карантинных фитосанитарных зон, установленных по карантинным видам насекомых. Площади карантинных фитосанитарных зон вредителей лесных и лесодекоративных культур не изменились по одному виду (восточной каштановой орехотворке), уменьшились по двум видам (азиатскому подвиду непарного шелкопряда и черному сосновому усачу), по всем остальным видам они увеличились. В результате мониторинга выявлено значительное расширение ареала ясеневой изумрудной златки, уссурийского полиграфа, коричнево-мраморного клопа (площади карантинных фитосанитарных зон увеличились соответственно на 9084,2 тыс. га, 1503 тыс. га и 4211,3 тыс. га). Впервые на территории г. Сочи Краснодарского края установлена одна карантинная фитосанитарная зона по новому вредителю – красному пальмовому долгоносику.

По состоянию на 31 декабря 2024 г. на территории Российской Федерации установлены карантинные фитосанитарные зоны по 10 видам сорных растений, или на один вид больше, чем в 2023 г. Впервые выявлен очаг череды дваждыперистой

Табл. 2. Упразднение карантинных фитосанитарных зон на территории Российской Федерации в 2024 г.

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>)	2	8	577,71
2. Азиатский подвид непарного шелкопряда (<i>Lymantria dispar asiatica</i>)	2	19	3 609 884
3. Большой черный еловый усач (<i>Monochamus urussovii</i>)	6	21	229 161,34
4. Восточная плодожорка (<i>Grapholita molesta</i>)	1	1	25
5. Западный цветочный трипс (<i>Frankliniella occidentalis</i>)	2	2	13,87
6. Калифорнийская щитовка (<i>Quadraspidiotus perniciosus</i>)	1	8	3 254,79
7. Картофельная моль (<i>Phthorimaea operculella</i>)	1	1	850
8. Малый черный еловый усач (<i>Monochamus sutor</i>)	6	25	544 758,74
9. Персиковая плодожорка (<i>Carpocapsa sasakii</i>)	1	1	11,5
10. Черный бархатно-пятнистый усач (<i>Monochamus saltuarius</i>)	1	1	1 411,69
11. Черный сосновый усач (<i>Monochamus galloprovincialis</i>)	11	48	1 301 008,548
12. Черный крапчатый усач (<i>Monochamus impluviatus</i>)	1	1	317 052
13. Уссурийский полиграф (<i>Polygraphus proximus</i>)	3	6	11 413,5
14. Южноамериканская томатная моль (<i>Tuta absoluta</i>)	2	2	1 562,7
15. Ясенева изумрудная златка (<i>Agrilus planipennis</i>)	1	11	0
II. НЕМАТОДЫ			
1. Золотистая картофельная нематода (<i>Globodera rostochiensis</i>)	13	27	74 804,819
III. БАКТЕРИИ И ФИТОПЛАЗМЫ			
1. Бактериальный ожог плодовых культур (<i>Erwinia amylovora</i>)	3	3	9 893,099
2. Бактериальное увядание винограда (<i>Xylophilus ampelinus</i>)	1	1	15,5
3. Фитоплазма пролиферации яблони (<i>Candidatus Phytoplasma mali</i>)	1	1	942
IV. ВИРУСЫ И ВИРОИДЫ			
1. Потивирус шарки (оспы) слив (<i>Plum pox potyvirus</i>)	3	3	44,86
2. Вирус мозаики пепино (<i>Pepino mosaic virus</i>)	2	2	112,51
3. Вирус коричневой морщинистости плодов томата (<i>Tomato brown rugose fruit virus</i>)	1	1	143
V. РАСТЕНИЯ			
1. Амброзия полыннолистная (<i>Ambrosia artemisiifolia</i>)	5	35	191,734
2. Амброзия трехраздельная (<i>Ambrosia trifida</i>)	5	30	7 668,43
3. Горчак ползучий (<i>Acroptilon repens</i>)	5	45	18 744,97
4. Паслен трехцветковый (<i>Solanum triflorum</i>)	2	2	407 677
5. Повилики (<i>Cuscuta</i> spp.)	18	123	4 683,719

(на территории г. Сочи Краснодарского края), значительно расширился ареал амброзии полынно-листной, повилыки, горчака ползучего и амброзии трехраздельной. Всего в 2024 г. на территории Российской Федерации по карантинным видам сорных растений установлено 3515 новых карантинных фитосанитарных зон общей площадью 5832,5 тыс. га. В результате мониторинга выявлено расширение ареалов соевой нематоды и пурпурного церкоспороза сои. Новые очаги соевой нематоды выявлены в 14 районах четырех субъектов Российской Федерации (впервые – на территории Приморского края и Еврейской автономной области). В 2024 г. по соевой нематоды установлено 66 новых карантинных фитосанитарных зон на площади 57 775,3 га, пурпурному церкоспорозу сои – 27 новых карантинных фитосанитарных зон на площади 72 905,3 га.

Новые карантинные фитосанитарные зоны в 2024 г. установлены в отношении 11 видов карантинных объектов, связанных с плодовыми и ягодными культурами. Наибольшее их количество установлено в отношении восточной плодоярки и американской белой бабочки (соответственно 22 зоны и 18 зон). Результаты мониторинга свидетельствуют о росте ареала бактериального ожога плодовых культур – установлено 7 новых карантинных фитосанитарных зон. Впервые данное заболевание выявлено в Нижегородской области.

В 2024 г. по сравнению с 2023 г. количество карантинных объектов, связанных с картофелем, увеличилось на один вид: в Астраханской области выявлен очаг и установлена карантинная фитосанитарная зона на площади 299,41 га в отношении бактериального заболевания – бурой гнили картофеля. При этом выявлено расширение ареалов двух опасных вредителей картофеля – картофельной моли и картофельной коровки – и уменьшение (на 59 тыс. га) площади карантинных фитосанитарных зон, установленных по золотистой картофельной нематоды.

Для овощных культур фитосанитарная угроза связана с расширением ареала вируса мозаики пегино и вируса коричневой морщинистости плодов томата (установлено соответственно 12 и 14 новых карантинных фитосанитарных зон). Кроме того, впервые на территории Российской Федерации установлена одна карантинная фитосанитарная зона по вирусу пятнистого увядания томата.

Из карантинных вредителей защищенного грунта в 2024 г. установлены новые карантинные фитосанитарные зоны по западному цветочному трипсу – 28 зон на площади 248,3 га и 3 зоны по табачной белокрылке на площади 173,3 га.

В результате применения карантинных фитосанитарных мер и проведения мероприятий по локализации очагов и ликвидации популяций карантинных объектов в 2024 г. упразднены карантинные фитосанитарные зоны по 27 ограниченно распространенным видам из 60 видов, зарегистрированных на территории Российской Федерации по состоянию на 31 декабря 2024 г., ликвидирован единственный очаг и упразднена карантинная фитосанитарная зона по бактериальному увяданию винограда. Всего упразднено 1058 карантинных фитосанитарных зон общей площадью 6545,9 тыс. га.

В результате обнаружения новых очагов карантинных вредных организмов и ликвидации ранее выявленных популяций в 2024 г. общие площади карантинных фитосанитарных зон не изменились по 9 ограниченно распространенным видам, уменьшились по 6 видам, увеличились по 41 виду, установлены карантинные фитосанитарные зоны по 5 новым видам.

Всего по состоянию на 31 декабря 2024 г. на территории Российской Федерации установлено 23 100 карантинных фитосанитарных зон в отношении 60 видов карантинных объектов на общей площади 860 985 315,8 га. По сравнению с 31 декабря 2023 г. количество установленных карантинных фитосанитарных зон увеличилось на 3307 единиц, их площадь возросла на 27 664 688,4 га.

В соответствии с результатами проведенного Россельхознадзором в течение последних 6 лет (2019–2024) мониторинга фитосанитарное состояние территории Российской Федерации заметно ухудшается – растет количество выявленных в стране карантинных вредных организмов. За указанный период установлены карантинные фитосанитарные зоны в отношении 23 новых ранее отсутствовавших карантинных объектов – по 8 видам вредителей, 4 видам бактерий, 4 вирусам, 2 видам грибов, 2 видам сорных растений, 2 видам фитоплазм и 1 вириоду. В 2024 г. ареалы карантинных объектов значительно расширились: в 57 субъектах Российской Федерации впервые выявлен 41 карантинный вредный организм и установлены 174 новые карантинные фитосанитарные зоны.

Изучение дальности разлета короеда-типографа *Ips typographus* L., 1758 для оценки эффективности разных способов маркировки жуков

* ЧАЛКИН А.А.¹, ЛЯБЗИНА С.Н.²¹ ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), р. п. Быково, м. о. Раменский, Московская обл., Россия, 140150² Североморский филиал ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), г. Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185003² ФГБУ ВО «Петрозаводский государственный университет», г. Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185035¹ ORCID 0000-0002-7937-4667, e-mail: chalkin10@ya.ru² ORCID 0000-0003-3386-5724, e-mail: slyabzina@petsu.ru

АННОТАЦИЯ

Представлены исследования по изучению дальности разлета короеда-типографа *Ips typographus* L., 1758 как возможного переносчика фитопатогенных организмов (бактерии, грибы, нематоды). Направления миграции короедов рода *Ips* имеет важное значение для оценки рисков, связанных с их распространением и влиянием на экосистему. Для мечения имаго короеда-типографа были использованы два способа – окраска порошком люминофора и маркировка насечкой на скате надкрылий. Сбор имаго в лесном ценозе и повторный отлов меченых короедов проводили с применением феромонных ловушек барьерно-вороночного типа, внутри которых размещали видоспецифичный аттрактант для приманивания короеда-типографа. Эксперимент проводили в Республике Карелии в открытых биоценозах в период активного лёта насекомых. Как меченные порошком люминофора, так и насечкой имаго были зарегистрированы в ловушках при повторном отлове. При изучении дальности разлета короедов феромонные ловушки были размещены в юго-западном направлении до 6 шт с интервалом 2 км на протяжении 12 км. Всего в результате двухлетнего эксперимента из 2132 меченых особей короеда-типографа (насечкой 1350, порошком люминофора 782) повторно отловлено 137 жуков (7%). Наибольшее количество жуков, как окрашенных порошком, так и меченных насечкой, отлавливалось на расстоянии 1–2 км в юго-западном направлении, а максимальная дальность разлета

Study of dispersal of eight-toothed spruce bark beetle *Ips typographus* L., 1758 to evaluate the effectiveness of different beetles marking methods

* ANDREY A. CHALKIN¹, SVETLANA N. LYABZINA²¹ All-Russian Plant Quarantine Center (FGBU “VNIIKR”), Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia, 140150² Severomorsk branch of All-Russian Plant Quarantine Center (FGBU “VNIIKR”), Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russia, 185003² Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Petrozavodsk State University”, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russia, 185035¹ ORCID 0000-0002-7937-4667, e-mail: chalkin10@ya.ru² ORCID 0000-0003-3386-5724, e-mail: slyabzina@petsu.ru

ABSTRACT

The article presents studies on the dispersal of the eight-toothed spruce bark beetle *Ips typographus* L., 1758, as a possible vector of phytopathogenic organisms (bacteria, fungi, nematodes). The migration directions of the *Ips* genus bark beetles are important for assessing the risks associated with their spread and impact on the ecosystem. Two methods were used to mark the bark beetle imagoes: marking with fluorescent powder and marking with a notch on the elytra slope. Collection of imagoes in the forest cenosis and a secondary collection of the marked bark beetles were carried out using pheromone traps of the barrier-funnel type, inside which a species-specific attractant was placed to attract the bark beetle. The experiment was performed in the Republic of Karelia in open biocenoses during the active flight period. Both fluorescent powder-marked and notched adults were recorded in traps during the secondary collection. When studying the dispersal of bark beetles, pheromone traps were placed in the southwest direction up to 5 pieces at intervals of 2 km over a length of 12 km. In total, as a result of the two-year experiment, out of 2132 marked individuals of the eight-toothed spruce bark beetle (notch 1350, fluorescent powder 782), 137 beetles (7%) were recaptured. The greatest number of beetles, both powder-marked and notched,

зафиксирована в ловушке, установленной в этом направлении на 6 км. Жуки-короеды в значительной степени ориентированы на разлет в юго-западном направлении, что обусловлено преобладанием розы ветров в местности, где проводились исследования. Порошок люминофора и насечка на скате надкрылий жуков являются допустимым способом маркировки короедов для их идентификации.

Ключевые слова. Фитопатоген, распространение, короед-типограф, *Ips typographus*, феромонные ловушки, мечение с повторным отловом.

ВВЕДЕНИЕ



Короеды рода *Ips* De Geer, 1775 являются важной группой насекомых, относящихся к семейству Curculionidae и подсемейству Scolytinae жуков-короедов. Эти насекомые играют ключевую роль в экосистемах лесов, как в положительном, так и в отрицательном смысле.

В естественных условиях короеды могут способствовать разложению мертвой древесины и поддержанию биологического разнообразия, однако в условиях стресса, при ухудшении санитарного состояния леса их популяция может резко увеличиться, приведя к значительным повреждениям деревьев (Goodsman et al., 2016). Короеды, проникая в кору и древесину, ослабляют деревья, в результате чего они становятся более уязвимыми для других патогенов и вредителей (Лямцев, 2023). Поврежденные деревья создают условия для развития различных микроорганизмов, таких как грибы и бактерии, а также для других вредителей, включая ксилофильных нематод. Особенное значение имеют нематоды рода *Bursaphelenchus*, к которым относится карантинный организм – сосновая стволовая нематода *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner and Buhner, 1934) Nickle, 1970) вызывающая полную гибель деревьев хвойных пород. Лабораторные исследования показывают, что нематода *B. xylophilus* может локализоваться в имаго *Ips acuminatus* Gyllenhal, 1827 под элитрами (Чалкин и др., 2024а). Близкородственный к сосновой стволовой нематоде вид *Bursaphelenchus mucronatus* Mamiya and Enda, 1979 также отмечен под элитрами в короеде-типографе (Чалкин и др., 2024b).

Нематоды, обитающие в древесине, могут являться причиной усыхания деревьев, в результате чего лесные массивы могут стать менее продуктивными и более уязвимыми к экологическим изменениям (Ryss et al., 2018; Кулинич и др., 2025).

Изучение миграционных маршрутов короедов рода *Ips* имеет важное значение для оценки рисков, связанных с их распространением и влиянием на экосистему, позволяет выявлять наиболее уязвимые участки леса, которые могут подвергаться заражению нематодами.

were captured at a distance of 1–2 km in the southwest direction, and the maximum flight range was recorded in a trap installed in this direction at 6 km. Bark beetles are largely oriented towards flying in the southwest direction, which is due to the prevailing wind rose in the area where the studies were conducted. Fluorescent powder and notches on the the beetles' elytra slope are an acceptable method of marking bark beetles for their identification.

Key words. Phytopathogen, distribution, eight-toothed spruce bark beetle, *Ips typographus*, pheromone traps, mark-recapture.

INTRODUCTION

Bark beetles of the genus *Ips* De Geer, 1775 are an important group of insects belonging to the family Curculionidae and the subfamily Scolytinae of bark beetles. These insects play a key role in forest ecosystems, both positively and negatively. In natural conditions, bark beetles can contribute to the decomposition of dead wood and the maintenance of biological diversity, but under stress, when the health of the forest deteriorates, their population can increase sharply, leading to significant damage to trees (Goodsman et al., 2016). Bark beetles, penetrating the bark and wood, weaken trees, as a result of which they become more vulnerable to other pathogens and pests (Lyamcev, 2023). Damaged trees create conditions for the development of various microorganisms, such as fungi and bacteria, as well as for other pests, including xylophilic nematodes. Of particular importance are nematodes of the genus *Bursaphelenchus*, which includes the quarantine pest – pine wood nematode *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner and Buhner, 1934) Nickle, 1970), which causes complete death of coniferous trees. Laboratory studies show that the nematode *B. xylophilus* can be localized in the imago of *Ips acuminatus* Gyllenhal, 1827 under elytra (Chalkin et al., 2024a). A closely related species to the pine wood nematode, *Bursaphelenchus mucronatus* Mamiya and Enda, 1979, was also noted under elytra in the bark beetle (Chalkin et al., 2024b).

Wood-dwelling nematodes can cause tree decline, which can make forests less productive and more vulnerable to environmental change (Ryss et al., 2018; Kulinich et al., 2025).

Studying the migration routes of the *Ips* genus bark beetles is important for assessing the risks associated with their spread and impact on the ecosystem, and will help identify the most vulnerable areas of the forest that may be subject to nematode infestation.

In most cases, insects are marked for research purposes to determine the direction and distance of their migration. Most marking methods require

Насекомых метят в большинстве случаев для проведения исследований для определения направления и дальности их миграции. Большинство способов мечения требуют подготовки насекомых в лабораторных условиях перед выпуском в естественную среду ввиду необходимости применения специального оборудования (Forsse, Solbreck, 2009; Shegelski, Evenden, 2019). Немногие варианты маркировки доступны для выполнения в полевых условиях (Linton, 1987; Zumr, 1992; Franklin, Grégoire 1999). Некоторые из доступных полевых методов маркировки включают использование цветных меток или наклеек, которые прикрепляются к насекомым (Jactel, 1991; Duelli, 1997), что позволяет отслеживать перемещения насекомых в их естественной среде обитания, однако со временем метки стираются. В последнее десятилетие с развитием технологий для маркировки стала доступна телеметрия для отслеживания перемещения крупных особей насекомых. Датчики для дистанционного отслеживания устанавливаются на тело насекомых, которые продолжают свободное движение, что позволяет отметить их суточную активность, скорость перемещения и место их локализации (Růžicková, Elek, 2023). Развитие технологий позволяет применить миниатюрные GPS датчики, которые повышают точность данных об их миграции (Ju, Son, 2022).

Цель нашей работы заключается в установлении дальности полета короедов рода *Ips* как потенциальных переносчиков патогенных нематод и проведении сравнительной оценки различных методов маркировки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в Республике Карелия (Прионежский район, пос. Шуя) в 2022–2023 гг. Для проведения исследований подбирался открытый биотоп площадью более 100 га (61.89° с.ш., 34.21° в.д.). В эксперименте использовались барьерно-вороночные феромонные ловушки с аттрактантом *Ips typographus* (ФГБУ «ВНИИКР», Россия) как для отлова короедов в естественной среде до маркировки, так и при повторном отлове для изучения миграции и установления дальности разлета имаго короеда-типографа.

Наиболее эффективными для маркировки насекомых являются материалы, которые можно легко наносить методом орошения либо добавлять в приманку (Schellhorn et al., 2004). Нами использовался порошок люминофора, который ранее успешно тестировали для мечения короеда-типографа (Чалкин и др., 2024с). Окрашивание проводили люминофором синего и зеленого цвета, добавляя 0,5 г вещества в контейнер объемом 0,4 л для одновременного окрашивания 100–150 особей. Применение кисти для распределения порошка обеспечило глубокое проникновение мелких гранул в складки между сегментами тела жуков, под элитры и т. д. (см. рис. 2).

Для изучения дальности и направления полета маркировка имаго короеда-типографа проводилась двумя способами – порошок люминофора и индивидуальная насечка (см. рис. 1).

Второй способ мечения – насечкой – выполнялся скальпелем на skate надкрылий каждого жука. Эксперимент был разделен на несколько

laboratory preparation of insects before release into the wild, due to the need for specialized equipment (Forsse and Solbreck 2009; Shegelski and Evenden 2019). Few marking options are available for field use (Linton 1987; Zumr 1992; Franklin and Grégoire 1999). Some of the available field marking methods include the use of colored marks or stickers that are attached to insects (Jactel 1991; Duelli 1997), which allows tracking of insect movements in their natural habitat, but the marks wear off over time. In the last decade, with the development of marking technologies, telemetry has become available to track the movements of large insects. Remote tracking sensors are installed on the body of insects that continue to move freely, which allows to record their daily activity, speed of movement, and location (Růžicková, Elek, 2023). Advances in technology make it possible to use miniature GPS sensors that increase the accuracy of their migration (Ju, Son, 2022).

The aim of our work is to establish the dispersal of the *Ips* genus bark beetles as potential vectors of pathogenic nematodes, and to conduct a comparative assessment of various marking methods.

MATERIALS AND METHODS

The research was conducted in the Republic of Karelia (Prionezhsky District, Shuya village) in 2022–2023. An open biocenosis with an area of more than 100 hectares (61.89° N, 34.21° E) was selected for the research. The experiment used barrier-funnel pheromone traps with the attractant *Ips typographus* (FGBU “VNI IKR”, Russia) both for collecting bark beetles in the natural environment before marking and during repeated collecting to study migration and establish the flight range of the bark beetle imago.

The most effective materials for marking insects are those that can be easily applied by spraying or added to the bait (Schellhorn et al., 2004). We used fluorescent powder that had previously been successfully tested for marking the bark beetle (Chalkin et al., 2024c). Marking was carried out with a blue and green fluorescent, adding 0.5 g of the substance to a 0.4 l container for one-time marking of 100–150 individuals. Using a brush to distribute the powder ensured deep penetration of small granules into the folds between the segments of the beetles' bodies, under the elytra, etc. (Fig. 2).

To study the flight range and direction, marking of the adult bark beetle was carried out in two ways: fluorescent powder and individual notches (see Fig. 1).

The second marking method notches was performed with a scalpel on the elytra slope of each beetle. The experiment was divided into several stages. Initially, bark beetles were collected from a natural biocenosis using pheromone traps. The second stage consisted of marking the beetles and their subsequent release to study the range and dispersal direction. For this purpose, pheromone traps were hung at a distance of 0.2 to 2 km from each other in four directions. Repeated capture of marked bark beetles was carried out at a distance of up to 12 km from the place of release (Fig. 3).

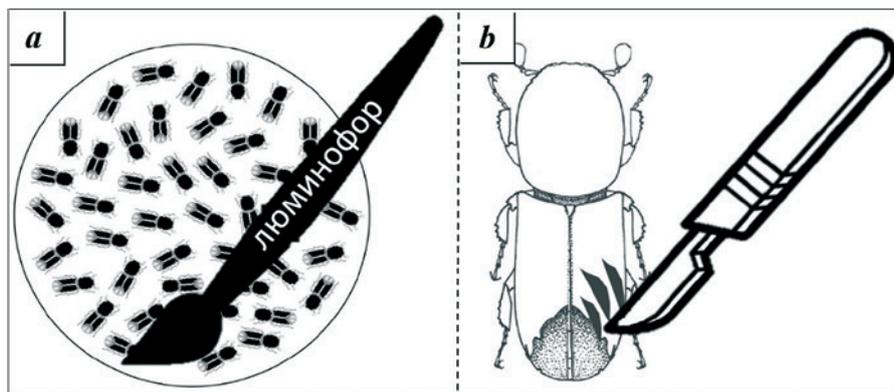


Рис. 1. Варианты мечения жуков *Ips typographus* для эксперимента: *a* – окраска порошком люминофора, *b* – насечки на надкрыльях

Fig. 1. *Ips typographus* marking options for the experiment: *a* – fluorescent powder, *b* – elytra notch

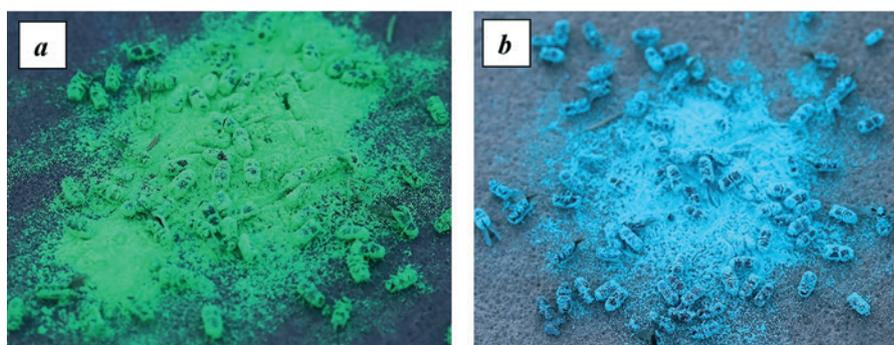


Рис. 2. Процесс окрашивания имаго *Ips typographus* люминофором различных цветов: *a* – зеленого, *b* – синего (фото авторов)

Fig. 2. Marking *Ips typographus* imagoes with fluorescent powder of different colors: *a* – green; *b* – blue (photos by authors)

этапов. Изначально короедов собирали из естественного биоценоза с помощью феромонных ловушек. Вторым этапом заключался в маркировке жуков и их последующем выпуске для изучения дальности и направления разлета. Для этой цели феромонные ловушки вывешивали на расстоянии от 0,2 до 2 км друг от друга в четырех направлениях. Повторный отлов меченых особей короедов осуществляли на расстоянии до 12 км от места выпуска (см. рис. 3).

Для изучения направления разлета в исследованиях 2022 г. ловушки размещали в четырех направлениях: северо-западном, северо-восточном, юго-западном, юго-восточном – по 6 шт с интервалом 0,2 км на протяжении 1,2 км от места выпуска. Всего было установлено 24 ловушки, учитывая розу ветров, где преобладающим является ветер юго-западного направления (Чалкин и др., 2024с). В исследованиях 2023 г. для изучения дальности разлета интервал между ловушек увеличили до 2 км, где максимальное расстояние составило 12 км; основываясь на результатах 2022 г., оставили только изучение разлета в юго-западном направлении как приоритетном для разлета короедов в данной местности. Всего в этом направлении установлено шесть феромонных ловушек.

Отловленных в феромонные ловушки жуков короеда-типографа просматривали под бинокляром Carl Zeiss Stemi 305 с УФ-осветителем для корректного обнаружения на поверхности имаго следов красящего вещества люминофора. Учет

In the 2022 studies, to study the dispersal direction, traps were placed in four directions: northwest, northeast, southwest and southeast, 6 pieces at intervals of 0.2 km over a distance of 1.2 km from the release site. A total of 24 traps were installed, taking into account the wind rose, where the prevailing wind is from the southwest (Chalkin et al., 2024c). In the 2023 studies, to study the dispersal range, the interval between traps was increased to 2 km, where the maximum distance was 12 km, based on the results of 2022, only the study of dispersal in the southwest direction was left, as a priority for the dispersal of bark beetles in this area. A total of 6 pheromone traps were installed in this direction.

The bark beetles collected in pheromone traps were examined under a Carl Zeiss Stemi 305 binocular with a UV illuminator to correctly detect traces of the fluorescent powder on the imago surface. The material from the traps was counted at intervals of 2–5 days.

The experiment included 5 releases of marked bark beetle imagoes. A total of 2,057 individuals

were marked over the course of two seasons, 1,275 of which were marked using the notch method and the rest using fluorescent powder (see Table 1).

During the study, weather conditions were taken into account – the release was carried out during the day in warm weather, without precipitation. The lure in the traps was replaced once every two weeks.

For the experiment, a three-level wooden stand with vertical and horizontal surfaces measuring 20x20x15 cm was mounted, which ensures the successful flight of insects (Fig. 4). Similar devices are used in other experiments (Meurisse, Pawson, 2017).

RESULTS AND DISCUSSION

A total of 137 bark beetles were recaptured during the study period, which is 7% of all marked individuals. According to Meurisse and Pawson (2017) and Hinze and John (2020), the optimal recapture rate for beetles is 6–15%. Limiting factors for recapture could be weather conditions, diseases, and predators, which can lead to a decrease in the number of beetles after their release.

118 individuals marked with fluorescent powder were recaptured (Fig. 5)

In recaptured bark beetles, the powder (at least 10%, according to visual assessment) remained on the

материала из ловушек производили с интервалом в 2–5 суток.

Эксперимент включал пять выпусков меченых имаго короледа-типографа. В течение двух сезонов всего было помечено 2132 особи, из них 1350 – методом насечки, остальные порошком люминофора (см. табл. 1).

При проведении исследования учитывались погодные условия – выпуск проводили днем в теплую погоду, без осадков. Замену аттрактанта в ловушках проводили раз в две недели.

Для эксперимента была смонтирована трехуровневая деревянная подставка с вертикальными и горизонтальными поверхностями размером 20 x 20 x 15 см, которая обеспечивает успешный взлет насекомых (см. рис. 4). В других экспериментах применяют аналогичные приспособления (Meurisse, Pawson, 2017).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Всего за период исследований повторно было отловлено 137 жуков короледа-типографа, что составляет 7% от всех меченых особей. По мнению Н. Мерисс и С. Поусона (Meurisse, Pawson, 2017), а также Дж. Хинце и Р. Джона (Hinze, John, 2020), оптимальным показателем повторного отлова жуков является 6–15%. Ограничивающими факторами повторного отлова могли быть погодные условия, болезни и хищники, что может приводить к снижению численности жуков после их выпуска.

Меченных люминофором повторно отловлено 118 особей (см. рис.5). У повторно отловленных короледов порошок (по визуальной оценке не менее 10%) оставался на теле, концентрируясь преимущественно в складках тергита брюшного отдела, а также на переднеспинке и надкрыльях (см. рис. 6, b). Интенсивность окраски зависела от продолжительности периода отлова, однако красящий пигмент отчетливо выявлялся на всех повторно отловленных жуках. Особи, пойманные в начале эксперимента, имели хорошо окрашенную порошок поверхность тела, тогда как у пойманных через две недели красящий пигмент просматривался только под элитрами. Кроме того, на наличие порошка на теле жука могут влиять дожди или длительные полеты насекомого, в результате

Табл. 1. Количество маркированных имаго *Ips typographus* в период исследования

Table 1. Number of marked *Ips typographus* imagoes during the studies

Год Year	Дата выпуска	Release date	Кол-во выпу- щенных жуков Number of released beetles	Способ маркировки Marking
2022	15 июня	15 June	387	Порошок Powder
	25 июня	25 June	395	
	28 июня	28 June	478	
2023	1 июля	01 July	563	Насечка Notch
	13 июля	13 July	309	
Всего Total			2132	

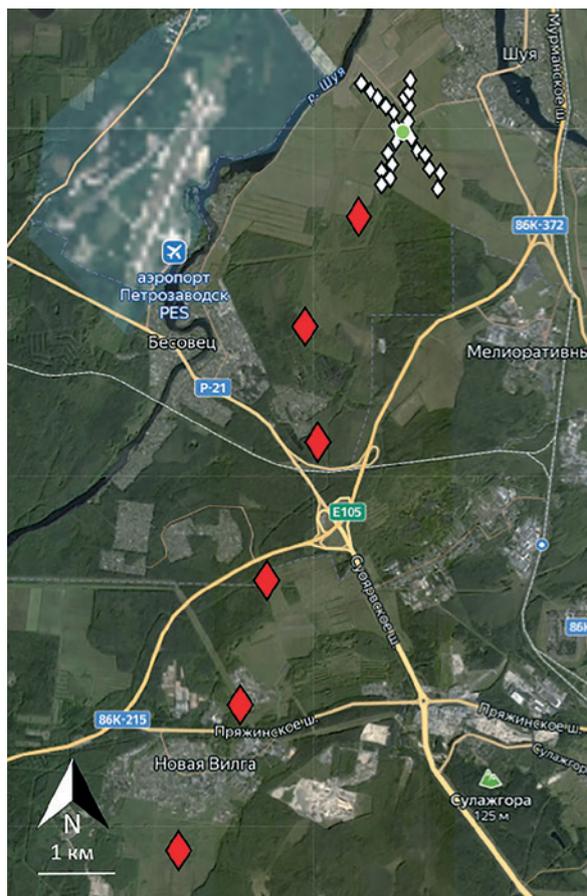


Рис. 3. Схема размещения ловушек в период проведения исследования: а – схема размещения ловушек на карте (круг – место выпуска *Ips typographus*, ромб – размещение барьерно-вороночных ловушек: белый ромб – 2022, красный – 2023) («Яндекс карты» <https://yandex.ru/maps>)

Fig. 3. Trap placement during the study period: a – trap placement on the map (circle – release location of *Ips typographus*, diamond – placement of barrier-funnel traps: white diamond – 2022, red – 2023) (Yandex Maps <https://yandex.ru/maps>)

body, concentrating mainly in the folds of the abdominal tergite, as well as the pronotum and elytra (Fig. 6, b). The coloration intensity depended on the capture period duration, but the coloring pigment was clearly visible on all recaptured beetles. Individuals caught at the beginning of the experiment had a body surface well colored with powder, while in those caught two weeks later, the coloring pigment was visible only under the elytra. In addition, the presence of powder on the beetle’s body can be affected by rain or long flights of the insect, as a result of which they can lose a significant part or even all of the powder. Thus, the results of the 2022 experiment indicate that the fluorescent powder marking method is effective for marking the *Ips typographus*, although its contrast may decrease over time. This highlights the importance of considering factors affecting marking retention when planning further research and monitoring of bark beetle populations.



Рис. 4. Трехуровневая деревянная подставка для взлета короедов (фото авторов)

Fig. 4. Three-level wooden stand for bark beetles flight (photo by the authors)

которых они могут потерять значительную часть или даже весь порошок. Таким образом, результаты эксперимента 2022 г. свидетельствуют о том, что метод окраски люминофором является эффективным для маркировки короеда-типографа, хотя его контрастность может снижаться со временем. Это подчеркивает важность учета факторов, влияющих на сохранность маркировки, при планировании дальнейших исследований и мониторинга популяций короедов.

Установлено, что максимальное количество жуков – 88 особей (74% от всех повторно пойманных в 2022 г.) – было зафиксировано в юго-западном направлении (см. рис. 7, а). Это свидетельствует о том, что короеды имеют тенденцию мигрировать в определенном направлении, что может быть связано с поиском подходящих растений-хозяев и условий для размножения.

Второй метод маркировки – насечка на надкрыльях всегда была заметна при повторном отлове меченых жуков. Однако для повышения надежности рекомендуется использовать лупу с увеличением не менее 10 раз, что позволяет более точно идентифицировать маркированных особей. Метод насечки является надежным и эффективным для маркировки насекомых, позволяя не только отслеживать их перемещения, но и оценивать численность популяций в экосистеме (Hagler, Jackson 2001). В 2023 г. было повторно отловлено 19 маркированных короедов, что составляет 1,4% от общего числа маркированных особей (см. рис. 5).

При изучении дальности разлета маркированные короеды были зафиксированы в трех из шести выставленных ловушек, расположенных в юго-западном направлении (см. рис. 7, b). Наибольшее количество особей (11 жуков) было поймано в ловушке, установленной на расстоянии 2 км. Это связано с беспрепятственным перемещением жуков

It was found that the maximum number of beetles, 88 individuals (74% of all recaptured in 2022), was recorded in the south-west direction (Fig. 7a). This indicates that bark beetles tend to migrate in a certain direction, which may be associated with the search for suitable host plants and conditions for reproduction.

The second marking method with notches on the elytra were always noticeable when recapturing the marked beetles. However, to increase reliability, it is recommended to use a magnifying glass with a magnification of at least 10 times, which allows for more accurate identification of the marked imagoes. The notch method is reliable and effective for marking insects, allowing not only to track their movements, but also to estimate the population size in the ecosystem (Hagler, Jackson 2001). In 2023, 19 marked bark beetles were recaptured, which is 1.4% of the total number of marked individuals (Fig. 5).

When studying the dispersal, marked bark beetles were recorded in three of the six traps set up in the south-west direction (Fig. 7, b). The largest number of individuals (11 beetles) was caught in a trap set at a distance of 2 km. This is due to the unimpeded

movement of beetles across open spaces such as meadows, agrocenoses, forest belts, where the traps were placed.

The greatest distance at which the beetles were noted was 6 km (Fig. 7, b). Three individuals were

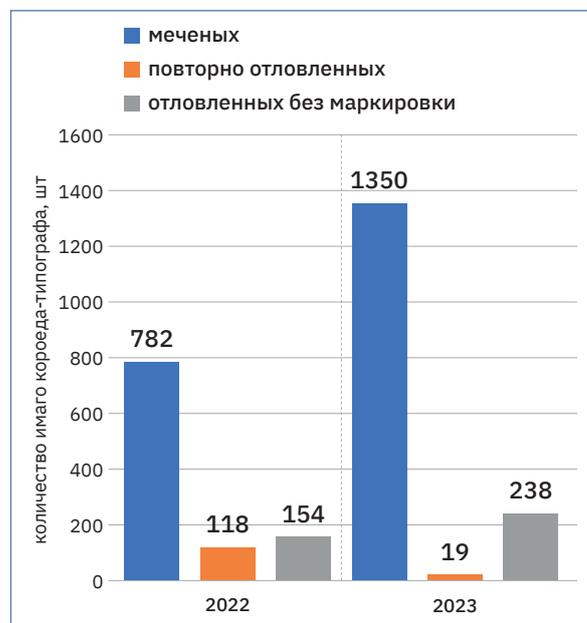


Рис. 5. Количество меченых (порошком люминофора 2022 г., насечкой 2023 г.) и повторно отловленных имаго *Ips typographus* в период исследования

Fig. 5. Number of marked (with fluorescent powder 2022, with a notch 2023) and recaptured *Ips typographus* imagoes during the study period

по открытому пространству, таким как луга, агроценозы, лесополосы, где были установлены ловушки.

Наибольшее расстояние, на котором были отмечены жуки, – 6 км (см. рис. 7, b). В ловушку, установленную на этом расстоянии, было отловлено в течение двух месяцев 3 особи. Длительный период отлова, вероятно, предполагает, что часть короедов останавливается на потенциальных деревьях-хозяевах, а затем продолжает расселение. Исследователи Е. Форсе и С. Солберг в своих экспериментах установили, что короед-типограф может летать над полом леса и перемещаться на значительные расстояния, превышающие десятки километров (Forsse, Solbreck, 2009).

В ловушки аттрактант привлекал как меченых, так и немеченых особей короеда-типографа. В течение двух лет отловлено 392 особи (см. рис. 5). Во время повторного отлова жуков нельзя исключать вероятность того, что крупинки порошка люминофора могут перенестись на тело немеченых особей при совместном длительном нахождении в ловчем стакане ловушки. Поэтому важно учитывать возможность перекрестного загрязнения и применять

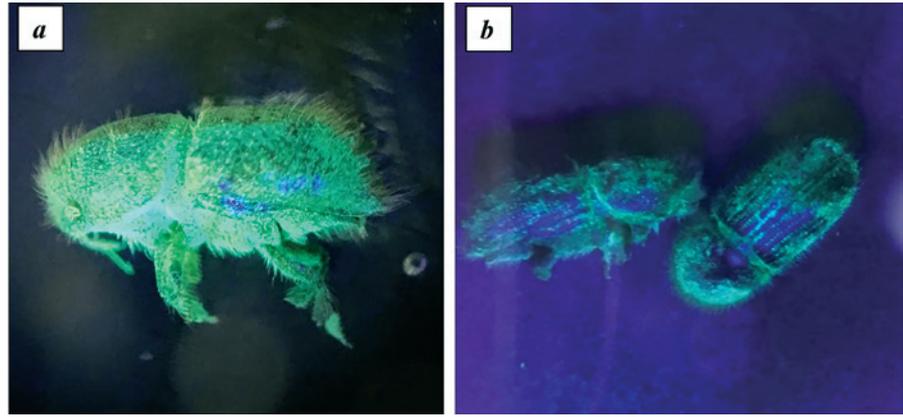


Рис. 6. Интенсивность распределения порошка люминофора на теле короеда-типографа *Ips typographus* порошком люминофора (под УФ-излучением): *a* – перед выпуском, *b* – после отлова (фото авторов)

Fig. 6. Intensity of fluorescent powder distribution on the body of *Ips typographus* (under UV radiation): *a* – before release, *b* – after capture (photo by the authors)

caught in a trap set at this distance over the course of two months. The long period of catching probably suggests that some of the bark beetles stop on potential host trees and then continue to disperse. Researchers E. Forsse and S. Solberg established in their experiments that the bark beetle can fly above the forest canopy and move significant distances, exceeding tens of kilometers (Forsse, Solbreck, 2009).

The lure attracted both marked and unmarked bark beetle specimens to the traps. Over the course of two years, 392 specimens were caught (Fig. 5). During repeated beetle catching, it is possible that fluorescent

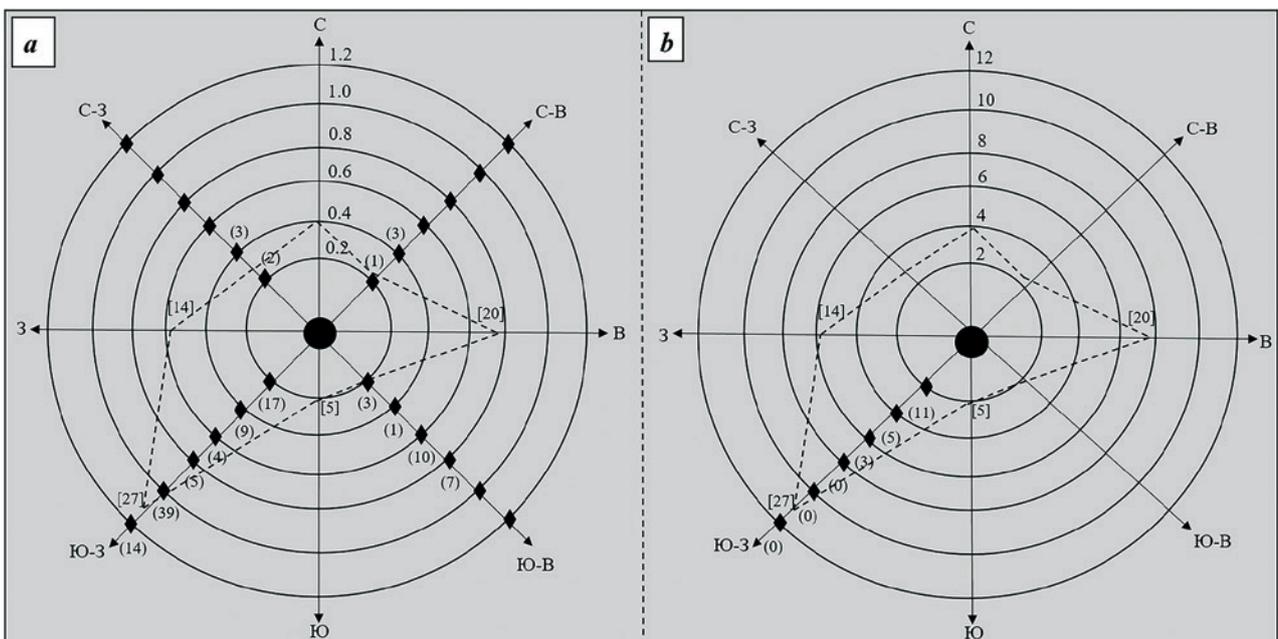


Рис. 7. Количество повторно отловленных в феромонные ловушки имаго *Ips typographus* на различном расстоянии от места выпуска: *a* – изучение направления разлета (2022 г.), *b* – изучение дальности разлета (2023 г.) (ромб – феромонная ловушка, круг – место выпуска имаго, пунктирная линия – роза ветра, (..) – отловлено имаго, шт; 1..12, 0.2..1.2 – расстояние от места выпуска имаго, км; [..] – повторяемость направлений ветра %)

Fig. 7. Number of *Ips typographus* imagoes recaptured in pheromone traps at different distances from the release site: *a* – dispersal direction study (2022); *b* – dispersal distance study (2023) (diamond – pheromone trap; circle – imagoes release place; dotted line – wind rose; (..) – adults captured, pcs; 1..12, 0.2..1.2 – distance from the place of imagoes release, km; [..] – wind directions frequency %)

дополнительные методы для минимизации погрешностей при использовании этого метода.

Несмотря на то что маркировка с помощью насечек является надежным методом, этот процесс достаточно трудоемкий. Кроме того, при изучении экологических характеристик невозможно пометить насечкой мелких жуков, таких как сосновый короед-крошка (*Crypturgus hispidulus* C.G. Thomson, 1870), гравер обыкновенный (*Pityogenes chalcographus* Linnaeus, 1761), размеры которых не превышают 1,5 мм. В таких случаях приемлемым вариантом остается только окраска порошком. Этот метод позволяет эффективно маркировать мелкие виды в большом количестве, минимизируя при этом риск повреждения насекомых и обеспечивая их сохранность.

Короеды могут переносить различные патогенные организмы, представляющие собой серьезную угрозу для растения-хозяина. Например, в древесине сосны обыкновенной были зарегистрированы различные виды нематод – *Bursaphelenchus paraburgeri*, *B. doui*, а также *Teratorhadtis synpapillata* и *Micoletzkyia synpapillata*, которые переносятся вершинным короедом *Ips acuminatus* (Чалкин и др., 2024а). Эти нематоды были отмечены в большом количестве под элитрами жуков. Проникая в древесину, короеды создают условия для расселения этих патогенов, наносящих вред проводящей системе деревьев. Патогенные нематоды могут вызывать как усыхание небольших участков древесины, так и гибель всего дерева.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение дальности и направления разлета короедов является важным инструментом для защиты лесных экосистем и предотвращения потерь лесного комплекса. Понимание направления их разлета может помочь в прогнозировании новых мест локализации вредителя, что позволит принять своевременные меры для их предотвращения, тем самым уменьшая риск вспышки численности короеда, и снизить вероятность прямого и сопутствующего ущерба.

Исследование показало возможность применения маркировки короеда-типографа двумя способами – порошком люминофора и насечкой на скате надкрылий – для изучения миграции жуков. Применение люминофора позволяет оценить направление разлета короеда. Такой способ маркировки позволяет быстро окрасить большое число особей короедов различного размера. К его недостаткам можно отнести способность к передаче крупиц порошка на немаркированных жуков, а также вероятность потери порошка насекомыми с течением времени.

Насечка является более надежным маркером, сохраняющимся в течение всей жизни насекомого, однако подходит для нанесения только на крупных особях. Этот метод приемлем для продолжительного периода исследований.

Порошок люминофора и насечка на скате надкрылий жуков являются допустимыми способами маркировки короедов и позволяют решить вопрос отслеживания миграционной активности короедов, а также распространения ассоциированных с ними опасных нематодных и грибных патогенов.

powder grains may be transferred to the body of unmarked specimens during their long-term presence in the trap's catching cup. Therefore, it is important to consider the possibility of cross-contamination and to use additional methods to minimize errors when using this method.

Although notch marking is a reliable method, it is quite a labor-intensive process. In addition, when studying ecological characteristics, it is impossible to mark small beetles with notches, such as *Crypturgus hispidulus* C.G. Thomson, 1870, *Pityogenes chalcographus* Linnaeus, 1761, whose sizes do not exceed 1.5 mm. In such cases, only powder marking remains an acceptable option. This method allows for the effective marking of small species in large quantities, while minimizing the risk of damage to insects and ensuring their safety.

Bark beetles can transmit various pathogens that pose a serious threat to the host plant. For example, various nematode species – *Bursaphelenchus paraburgeri*, *B. doui*, as well as *Teratorhadtis synpapillata* and *Micoletzkyia synpapillata* have been recorded in Scots pine wood, which are transmitted by *Ips acuminatus* (Chalkin et al., 2024a). These nematodes were noted in large numbers under the beetle elytra. By penetrating the wood, bark beetles create conditions for the dispersal of these pathogens, which damage the vascular system of trees. Pathogenic nematodes can cause drying of both small areas of wood and the death of the entire tree.

CONCLUSION

Studying the range and direction of bark beetle flight is an important tool for protecting forest ecosystems and preventing losses of the forest complex. Understanding the direction of their flight can help in predicting new locations of pest localization, which will allow timely measures to be taken to prevent them, thereby reducing the risk of bark beetle outbreaks and reducing the likelihood of direct and collateral damage.

The study showed the possibility of using two marking methods of the bark beetle (fluorescent powder and notches on the elytra slope) to study the beetle migration. The use of fluorescent powder allows to estimate the direction of the bark beetle's flight. This marking method allows to quickly color a large number of bark beetles of various sizes. Its disadvantages include the ability to transfer powder grains to unmarked beetles, as well as the likelihood of the insects losing powder over time.

The notch is a more reliable marker, which remains throughout the insect's life, but is only suitable for application to large specimens. This method is suitable for long-term studies.

Fluorescent powder and notches on the beetles' elytra slope are acceptable methods of marking bark beetles and make it possible to resolve the issue of tracking the migratory activity of bark beetles, as well as the spread of dangerous nematode and fungal pathogens associated with them.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кулинич О.А., Арбузова Е.Н., Козырева Н.И., Чалкин А.А., Щуковская А.Г., Ряскин Д.И. Изучение восприимчивости саженцев кедра сибирского (*Pinus sibirica*), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) к возбудителю вилта хвойных пород – сосновой стволовой нематоды *Bursaphelenchus xylophilus* // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 1. С. 125–138. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-125-138>
2. Лямцев Н.И. Мониторинг динамики популяции короёда-типографа // Леса России: политика, промышленность, наука, образование, 2023. С. 863–865.
3. Чалкин А.А., Кулинич О.А., Козырева Н.И., Арбузова Е.Н. К изучению роли вершинного короёда *Ips acuminatus* в трансмиссии фитопатогенных нематод рода *Bursaphelenchus* // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2024а. Вып. 251. С. 123–140. DOI: 10.21266/2079-4304.2024.251.123-140
4. Чалкин А.А., Кулинич О.А., Козырева Н.И., Арбузова Е.Н. О возможности переноса короёдами *Ips acuminatus* Gyll. Сосновой стволовой нематоды *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner) Nickle // Фитосанитария. Карантин растений. 2024b. № S1(18). С. 86–87.
5. Чалкин А.А., Лябзина С.Н., Кулинич О.А. Изучение направления разлета *Ips typographus* (Linnaeus, 1758) с помощью люминесцентного порошка // Лесной вестник / Forestry Bulletin. 2024с. Т. 28. № 5. С. 118–128. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-5-118-128
6. Duelli P., Zahradnik P., Knizek M., Kalinova B. Migration in spruce bark beetles (*Ips typographus* L.) and the efficiency of pheromone traps // Journal of Applied Entomology, 1997, № 121, pp. 297–303. doi.org/10.1111/j.1439-0418.1997.tb01409.x
7. Forsse E., Solbreck C.H. Migration in the bark beetle *Ips typographus* L.: Duration, timing and height of flight // Zeitschrift für Angewandte Entomologie. 2009. № 100. P. 47–57. DOI: 10.1111/j.1439-0418.1985.tb02756.x
8. Franklin A.J. Grégoire J.C. Flight behaviour of *Ips typographus* L. (Col., Scolytidae) in an environment without pheromones // Annals of Forest Science. 1999. № 56. P. 591–598. doi.org/10.1051/forest:19990706
9. Goodsman D.W., Koch D., Whitehouse C., Evenden M.L., Cooke B.J., Lewis M.A. Aggregation and a strong Allee effect in a cooperative outbreak insect // Ecological Applications. 2016. № 26(8). P. 2623–2636. doi.org/10.1002/eap.1404
10. Hagler J.R., Jackson C.G. Methods for marking insects: current techniques and future prospects // Annual review of entomology. 2001. Vol. 46. № 1. P. 511–543. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.46.1.511>
11. Hinze J., John R. Effects of heat on the dispersal performance of *Ips typographus* // Journal of Applied Entomology. 2020. № 144. P. 144–151. <https://doi.org/10.1111/jen.12718>
12. Jactel H. Dispersal and flight behaviour of *Ips sexdentatus* (Coleoptera: Scolytidae) in pine forest // Annales des Sciences Forestieres. 1991. № 48(4). P. 417–428. DOI: 10.1051/forest:19910405
13. Ju C., Son H. I. Investigation of an autonomous tracking system for localization of radio-tagged flying insects // Ieee Access. 2022. Vol. 10. P. 4048-4062.

REFERENCES

1. Kulinich O.A., Arbuzova E.N., Kozyreva N.I., Chalkin A.A., Shchukovskaya A.G., Ryaskin D.I. Study of susceptibility of siberian pine (*Pinus sibirica*), scots pine (*Pinus sylvestris*) and siberian larch (*Larix sibirica*) seedlings to the pine wilt disease. Russian Journal of Parasitology. 2025;19(1):125-138. (In Russ.). <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-125-138>
2. Lyamtsev N.I. Monitoring the dynamics of the bark beetle population // Forests of Russia: policy, industry, science, education, 2023: 863-865. (In Russ.)
3. Chalkin A.A., Kulinich O.A., Kozyreva N.I., Arbuzova E.N. The research of the role of the sharp-toothed bark beetle *Ips acuminatus* in the transmission of phytopathogenic nematodes of the genus *Bursaphelenchus* // Bulletin of the St. Petersburg Forest Engineering Academy. 2024a; 251: 123–140. (In Russ.) DOI: 10.21266/2079-4304.2024.251.123-140
4. Chalkin A.A., Kulinich O.A., Kozyreva N.I., Arbuzova E.N. About the possibility of transmission by bark beetles *Ips Acuminatus* Gyll. pine wood nematode *Bursaphelenchus Xylophilus* (Steiner & Buhner) Nickle // Plant Health and Quarantine. 2024b; S1(18): 86-87.
5. Chalkin A.A., Lyabzina S.N., Kulinich O.A. research of *Ips Typographus* (Linnaeus, 1758) flight behavior using luminescent powder // Forestry Bulletin. 2024c.; 28 (5): 118–128. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-5-118-128
6. Duelli P., Zahradnik P., Knizek M., Kalinova B. Migration in spruce bark beetles (*Ips typographus* L.) and the efficiency of pheromone traps // Journal of Applied Entomology, 1997, № 121, pp. 297–303. doi.org/10.1111/j.1439-0418.1997.tb01409.x
7. Forsse E., Solbreck C.H. Migration in the bark beetle *Ips typographus* L.: Duration, timing and height of flight // Zeitschrift für Angewandte Entomologie. 2009. № 100. P. 47–57. DOI: 10.1111/j.1439-0418.1985.tb02756.x
8. Franklin A.J. Grégoire J.C. Flight behaviour of *Ips typographus* L. (Col., Scolytidae) in an environment without pheromones // Annals of Forest Science. 1999. № 56. P. 591–598. doi.org/10.1051/forest:19990706
9. Goodsman D.W., Koch D., Whitehouse C., Evenden M.L., Cooke B.J., Lewis M.A. Aggregation and a strong Allee effect in a cooperative outbreak insect // Ecological Applications. 2016. № 26(8). P. 2623–2636. doi.org/10.1002/eap.1404
10. Hagler J.R., Jackson C.G. Methods for marking insects: current techniques and future prospects // Annual review of entomology. 2001. Vol. 46. № 1. P. 511–543. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.46.1.511>
11. Hinze J., John R. Effects of heat on the dispersal performance of *Ips typographus* // Journal of Applied Entomology. 2020. № 144. P. 144–151. <https://doi.org/10.1111/jen.12718>
12. Jactel H. Dispersal and flight behaviour of *Ips sexdentatus* (Coleoptera: Scolytidae) in pine forest // Annales des Sciences Forestieres. 1991. № 48(4). P. 417–428. DOI: 10.1051/forest:19910405
13. Ju C., Son H. I. Investigation of an autonomous tracking system for localization of radio-tagged flying insects // Ieee Access. 2022. Vol. 10. P. 4048-4062.

14. Linton D.A., Safranyik L., McMullen L.H., Bets R.A. Field techniques for rearing and marking mountain pine beetles for use in dispersal studies // Journal of the Entomological Society of British Columbia. 1987. № 84. P. 53–56.

15. Meurisse N., Pawson S. Quantifying dispersal of a non-aggressive saprophytic bark beetle // PloS one. 2017. № 12(4). e0174111 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174111>

16. Růžičková J., Elek Z. Beetles on the move: Not-just-a-technical review of beetles' radio-tracking // Entomologia Experimentalis et Applicata. 2023. Vol. 171. № 2. P. 82–93.

17. Ryss A. Y., Polyana K. S., Popovichev B. G., Krivets S. A., Kerchev I. A. Plant host range specificity of *Bursaphelenchus mucronatus* Mamiya et Enda, 1979 tested in the laboratory experiments // Паразитология. 2018. № 52. P. 32–40.

18. Schellhorn N., Siekmann G., Paull C., Furness G., Baker G. The use of dyes to mark populations of beneficial insects in the field // International Journal of Pest Management. 2004. Vol. 50. № 3. P. 153–159. <https://doi.org/10.1080/09670870410001731862>

19. Shegelski V.A., Evenden M.L., Sperling F.A.H. Morphological variation associated with dispersal capacity in a tree-killing bark beetle *Dendroctonus ponderosae* Hopkins // Agricultural and Forest Entomology. 2019. № 21(1). P. 79–87. <https://doi.org/10.1111/afe.12305>

20. Zumr V. Dispersal of the spruce bark beetle *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytidae) in spruce woods // Journal of Applied Entomology. 1992. № 114. P. 348–352. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1992.tb01138.x>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Чалкин Андрей Андреевич, научный сотрудник отдела лесного карантина ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, м. о. Раменский, Московская обл., Россия; *ORCID 0000-0002-7937-4667*, *e-mail: chalkin10@ya.ru*

Лябзина Светлана Николаевна, доктор биологических наук, доцент Петрозаводского государственного университета, младший научный сотрудник Североморского филиала ФГБУ «ВНИИКР», г. Петрозаводск, Республика Карелия, Россия; *ORCID 0000-0003-3386-5724*, *e-mail: slyabzina@petrsu.ru*

14. Linton D.A., Safranyik L., McMullen L.H., Bets R.A. Field techniques for rearing and marking mountain pine beetles for use in dispersal studies // Journal of the Entomological Society of British Columbia. 1987. № 84. P. 53–56.

15. Meurisse N., Pawson S. Quantifying dispersal of a non-aggressive saprophytic bark beetle // PloS one. 2017. № 12(4). e0174111 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174111>

16. Růžičková J., Elek Z. Beetles on the move: Not-just-a-technical review of beetles' radio-tracking // Entomologia Experimentalis et Applicata. 2023. Vol. 171. № 2. P. 82–93.

17. Ryss A. Y., Polyana K. S., Popovichev B. G., Krivets S. A., Kerchev I. A. Plant host range specificity of *Bursaphelenchus mucronatus* Mamiya et Enda, 1979 tested in the laboratory experiments // Паразитология. 2018. № 52. P. 32–40.

18. Schellhorn N., Siekmann G., Paull C., Furness G., Baker G. The use of dyes to mark populations of beneficial insects in the field // International Journal of Pest Management. 2004. Vol. 50. № 3. P. 153–159. <https://doi.org/10.1080/09670870410001731862>

19. Shegelski V.A., Evenden M.L., Sperling F.A.H. Morphological variation associated with dispersal capacity in a tree-killing bark beetle *Dendroctonus ponderosae* Hopkins // Agricultural and Forest Entomology. 2019. № 21(1). P. 79–87. <https://doi.org/10.1111/afe.12305>

20. Zumr V. Dispersal of the spruce bark beetle *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytidae) in spruce woods // Journal of Applied Entomology. 1992. № 114. P. 348–352. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1992.tb01138.x>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Andrey Chalkin, Researcher, Forest Quarantine Department, FGBU “VNIKR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; *ORCID 0000-0002-7937-4667*, *e-mail: chalkin10@ya.ru*

Svetlana Lyabzina, Advanced Doctor of Biology, Associate Professor, Petrozavodsk State University; Junior Researcher, Sevromorsk Branch, FGBU “VNIKR”, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russia; *ORCID 0000-0003-3386-5724*, *e-mail: slyabzina@petrsu.ru*

Фитосанитарные аспекты контроля *Convolvulus arvensis* L. (вьюнка полевого) в подкарантинной продукции

* ОРЛОВА Ю.В.¹, РАЗУМОВА Е.В.²

¹ ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), р. п. Быково, м. о. Раменский, Московская обл., Россия, 140150

² Воронежский филиал ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (Воронежский филиал ФГБУ «ВНИИКР»), г. Воронеж, Воронежская обл., Россия, 394042

¹ ORCID 0000-0002-3330-6976, e-mail: orl-jul@mail.ru

² ORCID 0000-0003-2485-6439, e-mail: ERazumova18@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Convolvulus arvensis L. (вьюнок полевой) – многолетний корнеотпрысковый сорняк, включенный в фитосанитарные требования и карантинные перечни ряда стран Ближнего Востока и Северной Америки. В России вьюнок полевой является практически космополитом, занимая обширные территории от южных степей до умеренных широт. Зона его распространения совпадает с ключевыми растениеводческими регионами, включая Поволжье, Северный Кавказ и Центральное Черноземье, где он конкурирует с зерновыми и техническими культурами. Глубокая корневая система (до 2–3 метров) обеспечивает сорняку исключительную устойчивость к механической обработке и большинству гербицидов, а высокая семенная продуктивность (до 500 семян на растение) и их долговечность (сохраняют всхожесть до 50 лет) формируют обширный почвенный банк диаспор. Это приводит к многолетним экономическим потерям из-за снижения урожайности на 20–30% и роста затрат на мероприятия по борьбе с *C. arvensis*. Для эффективного контроля требуются многолетние интегрированные меры: сочетание севооборота с культурами-конкурентами (например, люцерной), применение гербицидов пролонгированного действия. Особое значение имеет контроль диаспор вьюнка в подкарантинной продукции, включающий строгий анализ партий, оформление фитосанитарных сертификатов и обработку грузов, чтобы предотвратить непреднамеренную интродукцию вида в незараженные регионы, где он может нарушить локальные естественные экосистемы и агроценозы. В работе рассмотрены фитосанитарные аспекты экспорта зерновой продукции с возможным риском засорения вьюнком полевым. Для восьми государств вьюнок полевой является карантинным или регулируемым вредным организмом. Составлена оригинальная картосхема распространения

Phytosanitary aspects of controlling *Convolvulus arvensis* L. (field bindweed) in regulated articles

* YULIA V. ORLOVA¹, ELENA V. RAZUMOVA²

¹ All-Russian Plant Quarantine Center (FGBU “VNI IKR”), Bykovo, Ramenskoe, Moscow Oblast, Russia, 140150

² Voronezh Branch of All-Russian Plant Quarantine Center (Voronezh Branch of FGBU “VNI IKR”), Voronezh, Voronezh Oblast, Russia, 394042

¹ ORCID 0000-0002-3330-6976, e-mail: orl-jul@mail.ru

² ORCID 0000-0003-2485-6439, e-mail: ERazumova18@mail.ru

ABSTRACT

Convolvulus arvensis L. (field bindweed) – a perennial root-suckering weed included in the phytosanitary requirements and quarantine lists of some countries in the Middle East and North America. In Russia, field bindweed is practically cosmopolitan, occupying vast territories from the southern steppes to temperate latitudes. Its distribution area coincides with key crop-growing regions, including the Volga region, the North Caucasus and the Central Black Earth Region, where it competes with grain and industrial crops. The deep root system (up to 2–3 meters) provides the weed with exceptional resistance to mechanical processing and most herbicides, and high seed productivity (up to 500 seeds per plant) and their durability (retain germination for up to 50 years) form an extensive soil bank of diaspores. This leads to long-term economic losses due to a decrease in yield by 20–30% and an increase in the cost of control measures for *C. arvensis*. Effective control requires multi-year integrated measures: a combination of crop rotation with competing crops (e.g., alfalfa), and targeted application of slow-release herbicides. Of particular importance is the control of bindweed diaspores in regulated articles, including strict analysis of batches, registration of phytosanitary certificates and handling of cargo in order to prevent the unintentional introduction of the species into the weed free regions, where it can disrupt local natural ecosystems and agrocenoses. The paper considers phytosanitary aspects of grain exports with a possible risk of contamination with bindweed. For eight countries, bindweed is a quarantine or regulated pest. An original

C. arvensis на территории Российской Федерации. Выявлен круг основных видов продукции, засоряемой семенами *C. arvensis* L., и составлен перечень наименований видов подкарантинной продукции, подлежащей лабораторной экспертизе для выявления диаспор этого сорного растения.

Ключевые слова. Сорные растения, карантин растений, экспорт зерна.

ВВЕДЕНИЕ

Вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.) является одним из наиболее устойчивых и трудноискоренимых сорняков в мировом сельском хозяйстве (см. рис. 1) (Никитин, 1983, Zimdahl, 1995). Вид включен в российский Отраслевой классификатор сорных растений, как двудольный многолетний корнеотпрысковый сорняк, код 5420 (Отраслевой... 2018), а также в международную Базу данных Европейской и Средиземноморской организации по защите растений (EPPO Global Database), код CONAR (EPPO Global Database). Вьюнок полевой способен снижать урожайность сельскохозяйственных культур на 20–30% (Weaver et al., 1982), а также обладает высокой конкурентоспособностью за счет уникальных биологических особенностей его корневой системы, которая обеспечивает выживаемость даже в неблагоприятных условиях (Sosnoskie et al., 2020).

Корневая система *C. arvensis* залегает глубоко, главный корень достигает 3–6 м, а боковые корни распространяются горизонтально на 2–4 м. Разветвленная корневая система формирует множество вторичных корней и почек, способных к самостоятельному росту (Sosnoskie et al., 2020). Даже корневые фрагменты длиной 2–5 см могут дать новые побеги, что обеспечивает мощное вегетативное размножение вьюнка (Sosnoskie et al., 2020). *Convolvulus arvensis* размножается не только вегетативно, но и семенами, которые способны сохранять жизнеспособность в почве до 50 лет, что значительно усложняет борьбу с этим сорняком. Одно взрослое растение вьюнка может производить от 50 до 500 семян (Weaver et al., 1982). В благоприятных условиях семенная продуктивность может достигать до 1000 семян на растение (Weaver et al., 1982). Также многие сорные растения, в том числе и вьюнок полевой, служат резервуарами вредителей и болезней (Cortat, 2022). Этот широкий комплекс биологических особенностей позволяют вьюнку полевому быть во многих странах агрессивным сеgetальным сорняком, способным ограничивать экспортный потенциал сельскохозяйственной продукции (Сухолозова и др., 2023). Вместе с тем в последние годы в России наблюдается устойчивая тенденция к росту объема экспорта зерновых культур российского происхождения. Это требует усиления фитосанитарного контроля экспортных партий и установления их соответствия

map of *C. arvensis* distribution in the Russian Federation has been compiled. A range of the main types of products contaminated with *C. arvensis* L. seeds has been identified and a list of regulated articles subject to laboratory examination to identify diaspores of this weed has been compiled.

Key words. Weeds, plant quarantine, grain export.

INTRODUCTION

Field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) is one of the most persistent and difficult to eradicate weeds in global agriculture (Fig. 1) (Nikitin, 1983, Zimdahl, 1995). The species is included in the Russian Weed Classifier as a dicotyledonous perennial root-suckering weed, code 5420 (Russian... 2018), as well as in the international Database of the European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO Global Database), code CONAR (EPPO Global Database). Field bindweed is capable of reducing crop yields by 20–30% (Weaver et al., 1982), and is also highly competitive due to the unique biological characters of its root system, which ensures survival even in unfavorable conditions (Sosnoskie et al., 2020).

The root system of *C. arvensis* is deep, the main root reaches 3–6 m, and lateral roots spread horizontally for 2–4 m. The branched root system forms many secondary roots and buds capable of independent growth (Sosnoskie et al., 2020). Even root fragments 2–5 cm long can produce new shoots, which ensures powerful vegetative reproduction (Sosnoskie et al., 2020). *Convolvulus arvensis* reproduces not only vegetatively, but also by seeds, which can remain viable in the soil for up to 50 years, which significantly complicates the control of this weed. One adult bindweed plant can produce from 50 to 500 seeds (Weaver et al., 1982). Under favorable conditions, seed productivity can reach up to 1000 seeds per plant (Weaver et al., 1982). Also, many weeds, including field bindweed, serve as reservoirs of pests and diseases (Cortat, 2022). This wide range of biological characters allows field bindweed to be an aggressive segetal weed in many countries, capable of limiting the export potential of agricultural products (Sukholozova et al., 2023). At the same time, in recent years, Russia has seen a steady upwards trend in the exports of grain crops of Russian origin. This requires strengthening phytosanitary control of export batches and establishing their compliance with international phytosanitary standards. The laboratory-confirmed absence of quarantine weed diaspores in grain when issuing a phytosanitary certificate is a prerequisite for export. The authorized national organization for quarantine and plant protection in the Russian Federation is Rosselkhoznadzor. During the herbological



Рис. 1. Вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.) в посеве ячменя, Республика Ингушетия, июнь 2024 г. (фото Ю. В. Орловой)

Fig. 1. Field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) in barley sowing, Republic of Ingushetia, June 2024 (photo by Yulia V. Orlova)

международным фитосанитарным стандартам. Отсутствие диаспор карантинных сорняков в зерне, подтвержденное лабораторными исследованиями при оформлении фитосанитарного сертификата, является обязательным условием для экспорта. Уполномоченной национальной организацией по карантину и защите растений в Российской Федерации является Россельхознадзор. В ходе герботологической экспертизы, которую проводят испытательные лаборатории Россельхознадзора, аккредитованные в сфере карантина растений, устанавливается соответствие образцов или проб экспортных зерновых партий фитосанитарным требованиям государства-получателя. Целью нашей работы стало изучение фитосанитарных аспектов экспорта зерновой продукции с возможным риском засорения вьюнком полевым.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С целью установления распространения *Convolvulus arvensis* L. на территории РФ были использованы многочисленные флористические сводки: «Сорные растения СССР: руководство к определению сорных растений СССР» (1934), «Флора СССР» (1953), «Флора европейской части СССР» Т. 5 (1981), «Сорные

examination, which is carried out by the Rosselkhoz nadzor testing laboratories accredited in the field of plant quarantine, the compliance of samples or export grain lot samples with the phytosanitary requirements of the recipient state is established. The purpose of our work was to study the phytosanitary aspects of the grain products export with a possible risk of bindweed contamination.

MATERIALS AND METHODS

In order to establish the distribution of *Convolvulus arvensis* L. in the territory of the Russian Federation, numerous floristic summaries were used: Weeds of the USSR: a guide to the identification of weeds of the USSR (1934), Flora of the USSR (1953), Flora of the European part of the USSR Vol. 5 (1981); Weeds of the flora of the USSR (1983), Vascular plants of the Soviet Far East (1989), Flora of Siberia (1994), Vascular plants of Russia and adjacent states (within the former USSR) (1995), Flora of Siberia. Vol. 11 (1997), Flora of the middle zone of the European part of Russia (2014), Natural flora of the Crimean Peninsula (2012), Flora of the Northwest Caucasus (2006), etc., as well as articles on the finds of new adventitious species in various regions of the Russian Federation (Ulyanova, 1978; Luneva, 2008; Kozhevnikov, 2011); Aistova, 2015; Aistova, 2015; Chkhobadze et al., 2015; Muldashev et al., 2017; Chernyagina et al., 2018; Pis'markina et al., 2019; Rubtsova et al., 2020; Kozhin et al., 2020; GBIF). Informa-

tion from the following databases was used: EPPO Global Database, GBIF: Global Biodiversity Information Facility, CABI: Invasive Species Compendium, National Depository Bank of Living Systems, Agroecological Atlas of Russia and Adjacent States: Agricultural Plants, Their Pests, Diseases and Weeds.

The *C. arvensis* distribution map was constructed using the open geoinformation system QGIS 3.10.10.

When compiling the list of *C. arvensis* contaminated crops, the Reports of the FGBU "VNIKR" testing laboratories for the period 2020–2022 were used, as well as the guidelines: Weeds of the USSR: a guide to identifying weeds of the USSR, v. 2 (1934), Economic thresholds for the harmfulness of pests, diseases and weeds in agricultural crops (2016); Weed seeds (Dobrokhotov, 1961).

RESULTS AND DISCUSSION

Among importing countries, eight countries have restrictions on the presence of bindweed in products (Table 1).

Табл. 1. Фитосанитарный статус *Convolvulus arvensis* L. в странах – импортерах российской продукции (по состоянию на 2023 г.), по данным Россельхознадзора

Table 1. Phytosanitary status of *Convolvulus arvensis* L. in countries importing Russian products (as of 2023) according to Rosselkhoznadzor

Современное название сорного растения Modern weed name	Регулирующая страна-импортер	Regulating importing country	Фитосанитарный статус	Phytosanitary status	Указано под названием в стране-импортере Listed under the name in the importing country
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Арабская Республика Египет	Arab Republic of Egypt	Регулируемый некарантинный вредный организм (допустимое число семян ≤ 13 шт/кг)	Regulated non-quarantine pest (admitted number of seeds ≤ 13 pcs/kg)	<i>Convolvulus arvensis</i>
	Ливанская Республика	Lebanese Republic	Регулируемый некарантинный организм (допустимое число семян ≤ 20 шт/кг)	Regulated non-quarantine organism (admitted number of seeds ≤ 20 pcs/kg)	<i>Convolvulus arvensis</i>
	Соединенные Штаты Америки	United States of America	Регулируемый не карантинный вредный организм Допустимое содержание ≤ 2 семян / 2,5–500 г (в зависимости от культуры)	Regulated non-quarantine pest Admitted number of seeds ≤ 2 seeds / 2.5–500 g (depending on crop)	<i>Convolvulus arvensis</i>
	Китайская Республика (Тайвань)	Republic of China (Taiwan)	Карантинный вредный организм	Quarantine pest	<i>Convolvulus arvensis</i>
	Демократическая Социалистическая Республика Шри-Ланка	Democratic Socialist Republic of Sri Lanka	Карантинный вредный организм	Quarantine pest	<i>Convolvulus arvensis</i>
	Республика Никарагуа	Republic of Nicaragua	Карантинный вредный организм	Quarantine pest	<i>Convolvulus arvensis</i>
	Иорданское Хашимитское Королевство	Hashemite Kingdom of Jordan	Карантинный вредный организм (A2, ограниченно распространен)	Quarantine pest (A2, limitedly present)	<i>Convolvulus arvensis</i>

растения флоры СССР» (1983), «Сосудистые растения советского Дальнего Востока» (1989), «Флора Сибири» (1994), «Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР)» (1995), «Флора Сибири» Т. 11 (1997), «Флора средней полосы европейской части России» (2014), «Природная флора Крымского полуострова» (2012), «Флора Северо-Западного Кавказа» (2006) и др., а также статьи о находках новых адвентивных видов в различных регионах РФ (Ульянова, 1978; Лунева, 2008; Кожевников, 2011; Аистова, 2015; Аистова, 2015; Чхобадзе и др., 2015; Мулдашев и др. 2017; Чернягина и др. 2018; Письмаркина и др., 2019; Рубцова и др., 2020; Кожин и др., 2020; GBIF). Использовалась информация следующих баз данных: EPPO Global Database, GBIF: Global Biodiversity Information Facility, CABI: Invasive Species Compendium, «Национальный банк-депозитарий живых систем», «Агрэкологический атлас России и сопредельных государств: сельскохозяйственные растения, их вредители, болезни и сорняки».

Картосхема распространения *C. arvensis* построена с помощью открытой геоинформационной системы QGIS 3.10.10.

При составлении перечня засоряемой *C. arvensis* культур продукции использованы отчеты испытательных лабораторий ФГБУ «ВНИИКР» за период

In the countries of the Middle East (Egypt, Lebanon, Syria, Jordan), bindweed is limitedly present, although it is within its natural range (Fig. 2). This species has high ecological plasticity and is adapted to various climatic conditions. With a deep root system, bindweed easily survives in dry and hot climates, as well as on saline soils. (Luneva, 2008). Therefore, the restrictions on the number of bindweed seeds in grain products imposed by these countries are entirely justified.

Despite the proximity of its natural range, field bindweed has not yet been introduced into some Asian countries (Taiwan and Sri Lanka) and is a quarantine pest for them. Presumably, the unintentional introduction of *C. arvensis* beyond its natural range was associated with seed material of both agricultural and horticultural crops that were contaminated with bindweed (Cortat, 2022). In North and South America, *C. arvensis* was introduced and adapted over fairly large areas (Fig. 2). However, some countries avoided its introduction, so field bindweed has the status of a quarantine pest absent from the territory of these states, for example, in Nicaragua.

2020–2022 гг., а также руководства «Сорные растения СССР: руководство к определению сорных растений СССР» Т. 2 (1934), «Экономические пороги вредности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур» (2016); «Семена сорных растений» (Доброхотов, 1961).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Среди стран-импортеров восемь государств ограничивают присутствие вьюнка полевого в продукции (см. табл. 1).

В странах Ближнего Востока (Египет, Ливан, Сирия, Иордания) вьюнок полевой ограниченно распространен, хотя и находится в пределах своего естественного ареала (см. рис. 2). Этот вид обладает высокой экологической пластичностью и адаптирован к различным климатическим условиям. Обладая глубокой корневой системой, вьюнок легко выживает в условиях сухого и жаркого климата, а также на засоленных почвах (Лунева, 2008). Поэтому ограничения по количеству семян вьюнка в зерновой продукции, выставляемые этими странами, вполне оправданы.

Несмотря на близость естественного ареала, в некоторые азиатские страны (Тайвань и Шри-Ланка) вьюнок полевой еще не проник и является для этих государств карантинным вредным организмом. Предположительно, непреднамеренная интродукция *C. arvensis* за пределы своего естественного ареала была связана с семенным материалом как сельскохозяйственных, так и садовых культур,

In the territory of the Russian Federation, this species grows from the western borders to Transbaikalia and Primorye (Agroecological Atlas... Nadtochiy, 2005). When compiling an updated *C. arvensis* L. distribution map in Russia and determining the areas free from field bindweed, the available information on the species locations was specified and clarified taking into account the latest literary data (see Materials and Methods). Data on the *C. arvensis* L. distribution in Russia are shown in Fig. 3.

Thus, *C. arvensis* L. is a species of natural flora, which is ubiquitous, widespread or sporadic in Russia. The regions of the Far Eastern Federal District are free from field bindweed: Chukotka Autonomous Okrug and Kamchatka Krai (Table 2). It should be noted that

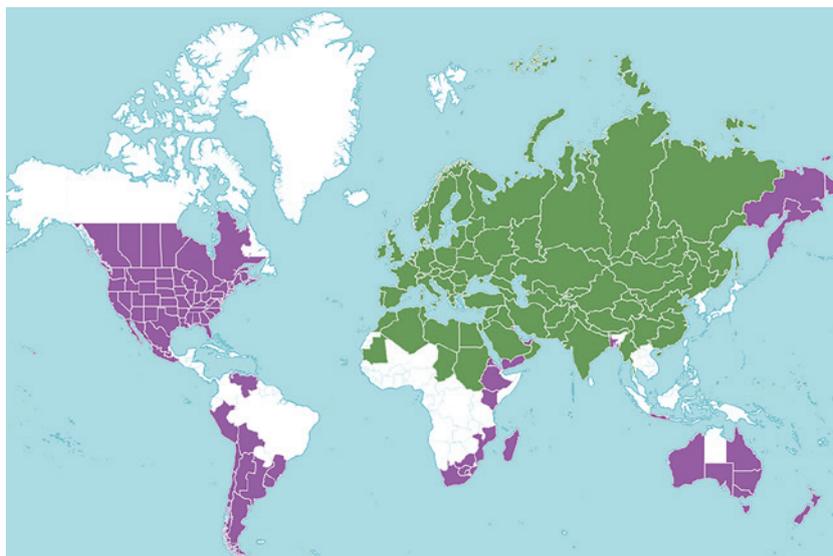


Рис. 2. Первичный (зеленый цвет) и вторичный ареалы (сиреневый цвет) *Convolvulus arvensis* L. по данным POWO KEW

Fig. 2. Primary (green) and secondary ranges (lilac) of *Convolvulus arvensis* L. according to POWO KEW

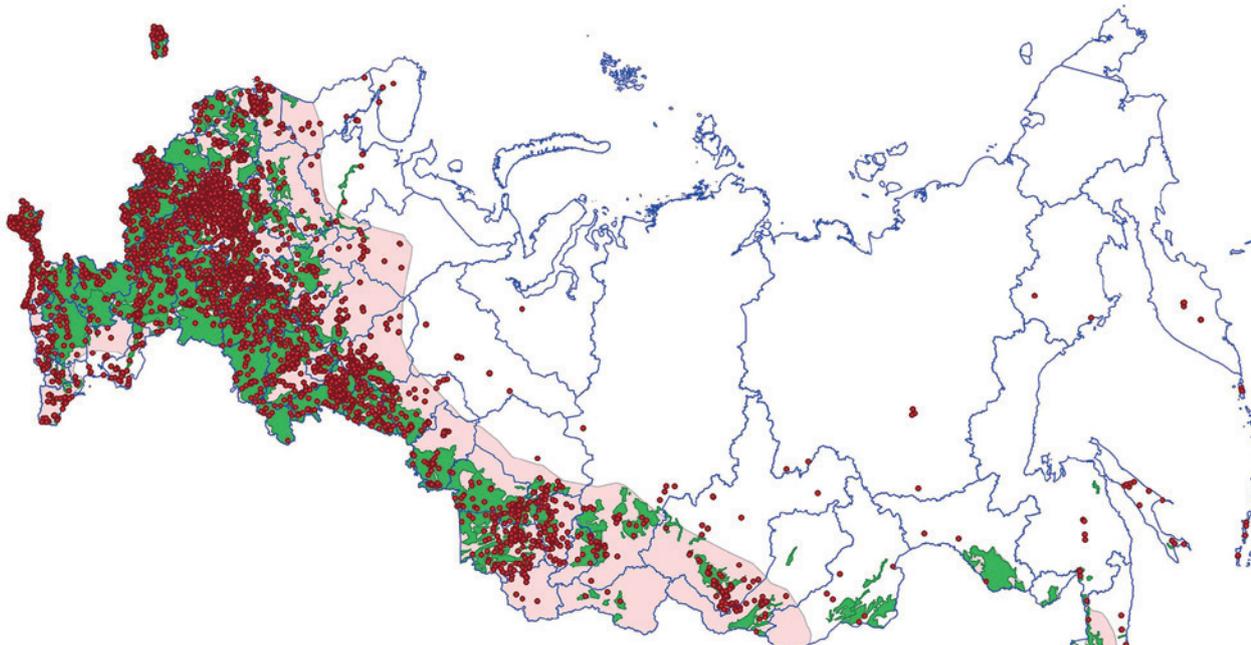


Рис. 3. Распространение *Convolvulus arvensis* L. на территории России (розовая заливка – зона сплошного распространения, красные точки – отдельные местонахождения, зеленая заливка – зона растениеводства)

Fig. 3. *Convolvulus arvensis* L. on the territory of Russia (pink – zone of continuous distribution, red dots – individual locations, green – plant growing areas)

Табл. 2. Географическое распространение *Convolvulus arvensis* L. по регионам России

Вид	Регион РФ (федеральный округ)	Характер распространения	Свободные зоны на территории РФ
Вьюнок полевой	Центральный	Широко и повсеместно	Чукотский автономный округ, Камчатский край
	Северо-Западный	Широко и спорадически	
	Южный	Повсеместно	
	Приволжский	Повсеместно	
	Северо-Кавказский	Повсеместно	
	Уральский	Спорадически	
	Сибирский	Широко и спорадически	
	Дальневосточный	Спорадически	

Table 2. Geographic distribution of *Convolvulus arvensis* L. by regions of Russia

Species	Region of the Russian Federation (federal district)	Distribution type	Free areas on the territory of the Russian Federation
<i>C. arvensis</i>	Central	Widely and everywhere	Chukotka Autonomous Okrug, Kamchatka Krai
	Northwestern	Widely and sporadically	
	Southern	Everywhere	
	Volga	Everywhere	
	North Caucasian	Everywhere	
	Ural	Sporadically	
	Siberian	Widely and sporadically	
	Far Eastern	Sporadically	

Табл. 3. Виды продукции с риском засорения *Convolvulus arvensis* L. (по данным ФГИС «Аргус-Фито») за 2020–2022 гг.

Table 3. Product types with the risk of contamination by *Convolvulus arvensis* L. (according to the FGIS “Argus-Fito”) for 2020–2022

Вид Species	Количество случаев обнаружения в год Number of detections per year			Наименование продукции Product
	2020	2021	2022	
Вьюнок полевой (<i>Convolvulus arvensis</i> L.) Field bindweed (<i>Convolvulus arvensis</i> L.)	772	3232	1268	Пшеница продовольственная, ячмень продовольственный, овес продовольственный, рожь продовольственная, семена подсолнечника продовольственные, чечевица продовольственная, соя продовольственная, горох продовольственный, просо продовольственное, сорго, пшеница фуражная, ячмень фуражный, кукуруза фуражная, овес фуражный, горох кормовой, подсолнечник товарный, лен товарный, нут товарный, горчица товарная, ячмень пивоваренный, соевые бобы, семена пшеницы, семена ячменя, семена горчицы, семена костреца, семена конопли, семена рыжика, семена льна, семена суданской травы, семена вики, семена редьки, семена сои, семена гороха, семена сахарной свеклы, семена овощных культур, семена горчицы продовольственные, семена нута, семена козлятника, семена клевера, семена овсяницы, семена люцерны, семена суданской травы, семена льна для переработки, семена кориандра для технических целей, семена сафлора для технических целей, семена рапса, лекарственное сырье, жмых соевый, жмых подсолнечный, шрот рапсовый, шрот подсолнечный, комбикорм, крупа гречневая, крупа овсяная, крупа пшеничная, крупа перловая, крупа из твердой пшеницы, полба, хлопья 4-зерновые, хлопья овсяные, крупа пшено и др.
				Food wheat, food barley, food oats, food rye, food sunflower seeds, food lentils, food soybeans, food peas, food millet; sorghum; feed wheat, feed barley, feed corn, feed oats, feed peas, commercial sunflower, commercial flax, commercial chickpeas, commercial mustard, brewing barley; soybeans; wheat seeds, barley seeds, mustard seeds, brome seeds, hemp seeds, camelina seeds, flax seeds, sudan grass seeds, vetch seeds, radish seeds, soybeans, pea seeds, sugar beet seeds, vegetable seeds, food mustard seeds, chickpea seeds, goat’s rue seeds, clover seeds, oat seeds, alfalfa seeds, sudan grass seeds, flax seeds for processing, coriander seeds for technical purposes, safflower seeds for technical purposes, rapeseed; medicinal raw materials; soybean cake; sunflower cake, rapeseed meal, sunflower meal; compound feed; buckwheat groats, oat groats, wheat groats, pearl barley groats, durum wheat groats, spelt, four-grain flakes, oat flakes, millet groats, etc.

Табл. 4. Перечень наименований видов подкарантинной продукции, подлежащей лабораторной экспертизе для выявления семян *Convolvulus arvensis* L.

Table 4. Quarantine products subject to laboratory testing to identify *Convolvulus arvensis* L. seeds

Код ТН ВЭД HS code	Наименования видов подкарантинной продукции	Regulated articles
0713	Овощи бобовые сушеные, лущенные, очищенные от семенной кожуры или неочищенные, колотые или неколотые	Dried leguminous vegetables, peeled, whether or not peeled, split
0904-0910	Кориандр	Coriander
1001	Пшеница и меслин	Wheat and meslin
1002	Рожь	Rye
1003	Ячмень	Barley
1004	Овес	Oats
1005	Кукуруза	Maize
1007	Сорго зерновое	Grain sorghum
1008	Гречиха, просо и семена канареечника, прочие злаки	Buckwheat, millet and canary seed; other cereals
1103	Крупа, мука грубого помола и гранулы из зерна злаков	Groats, meal and pellets of cereal grains
1107	Солод, поджаренный или неподжаренный	Malt, whether or not roasted
1201	Соевые бобы, дробленые или недробленые	Soya beans, whether or not broken
1204 00	Семена льна, дробленые или недробленые	Flaxseed, whether or not broken
1205	Семена рапса, или кользы, дробленые или недробленые	Rape or colza seed, whether or not broken
1206 00	Семена подсолнечника, дробленые или недробленые	Sunflower seeds, whether or not broken
1207	Семена и плоды прочих масличных культур, дробленые или недробленые	Seeds and fruits of other oil crops, whether or not broken
1209	Семена, плоды и споры для посева	Seeds, fruits and spores for sowing
1211	Растения и их части (включая семена и плоды), используемые главным образом в парфюмерии, фармации или инсектицидных, фунгицидных или аналогичных целях, свежие, охлажденные, мороженые или сушеные, целые или измельченные, дробленые или молотые	Plants and parts of plants (including seeds and fruits), of a kind used primarily in perfumery, pharmacy or for insecticidal, fungicidal or similar purposes, fresh, chilled, frozen or dried, whole or powdered, crushed or ground
2304 00 000	Жмыхи и другие твердые отходы, получаемые при извлечении соевого масла	Oil cakes and other solid residues from the extraction of soya bean oil
2306	Жмыхи и другие твердые отходы, получаемые при извлечении растительных жиров или масел, кроме отходов товарной позиции 2304 или 2305	Oil cakes and other solid residues from the extraction of vegetable fats or oils, other than those of heading 2304 or 2305
2308 009000	Комбикорм	Compound feed

которые были засорены вьюнком (Cortat, 2022). В Северную и Южную Америку *C. arvensis* проник и натурализовался на достаточно больших территориях (см. рис. 2). Однако в ряде стран этого проникновения удалось избежать, поэтому вьюнок полевой имеет статус карантинного объекта, отсутствующего на территории этих государств, например в Никарагуа.

На территории РФ этот вид произрастает от западных границ до Забайкалья и Приморья (Агрэкологический атлас... Надточий, 2005). При составлении актуализированной картосхемы распространения *C. arvensis* L. на территории России и определении свободных от вьюнка полевых зон имеющаяся информация о местах нахождения вида была конкретизирована и уточнена с учетом новейших литературных данных (см. материалы и методы). Данные о распространении *C. arvensis* L. в России приведены на рис. 3.

field bindweed was introduced into the Far East relatively recently; within its primary range, this species was absent in this territory. *C. arvensis* was first detected in Primorye in the summer of 1911 on the slopes of a railway embankment. In the region, field bindweed plants occur mainly in ruderal communities (railway embankments, wastelands, garbage sites, fields and vegetable gardens). Gradually, *C. arvensis* has been introduced into natural, semi-natural communities and agrocenoses. It is detected in soybean, corn and grain crops (Ulyanova, 1978). According to the invasive characteristics' expression degree, this species in the Far Eastern region is assigned status 3 (alien species that are currently being introduced and adapted)

Таким образом, *C. arvensis* L. является видом природной флоры, который повсеместно, широко или спорадически распространен на территории России. Свободными зонами от вьюнка полевого являются регионы Дальневосточного федерального округа: Чукотский автономный округ и Камчатский край (см. табл. 2). Следует отметить, что на Дальний Восток вьюнок полевой проник сравнительно недавно – в пределах своего первичного ареала этот вид отсутствовал на данной территории. Впервые *C. arvensis* был найден в Приморье летом 1911 г. на склонах насыпи железнодорожного полотна. На территории региона растения вьюнка полевого встречаются преимущественно в рудеральных сообществах (железнодорожные насыпи, пустыри, мусорные места, поля и огороды). Постепенно *C. arvensis* внедряется в естественные, полусельскохозяйственные сообщества и агроценозы, встречается в посевах сои, кукурузы и зерновых (Ульянова, 1978). Согласно степени выраженности инвазивных характеристик этому виду в дальневосточном регионе присвоен статус 3 (чужеродные виды, которые расселяются и натурализуются в настоящее время) и статус 4 (потенциально инвазивные виды, способные к возобновлению в местах первичной интродукции) (Черная книга... 2021). Поскольку вьюнок полевой обладает широкой экологической амплитудой, фактор достаточной и даже избыточной влагообеспеченности, не влияет отрицательно на его распространение (Лунева, 2008). Поэтому, вероятно, на Дальнем Востоке этот вид продолжит расширение своего вторичного ареала, внедряясь в новые сообщества, в том числе и агроценозы.

Следует отметить, что ареал *C. arvensis* совпадает с основными растениеводческими зонами России. Растения вьюнка полевого плодоносят в период уборки озимых и яровых культур, в связи с чем вероятность засорения базовой продукции определена нами как высокая, а связь вида с продукцией, особенно зерновыми, как сильная. Это подтверждает проведенный анализ отчетов испытательных лабораторий ФГБУ «ВНИИКР» за период 2020–2022 гг. В табл. 3 представлены основные виды продукции, засоряемой семенами *C. arvensis* L., и общее число ежегодных обнаружений.

На основании анализа встречаемости вьюнка полевого в различных видах продукции определены основные позиции подкарантинной продукции, образцы которой подлежат исследованию в лаборатории с целью выявления семян вьюнка полевого (см. табл. 4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Широкое распространение вьюнка полевого на территории России создает серьезные фитосанитарные риски, связанные с попаданием его семян в сельскохозяйственную продукцию, особенно в семенной и экспортный зерновой материал. *Convolvulus arvensis* L. – сеgetальный и рудеральный сорняк, практически космополит на территории РФ. Вьюнок полевой встречается во всех ключевых аграрных регионах России. Его плодоношение происходит в период сбора урожая озимых и яровых культур, что, согласно нашим оценкам, создает значительный риск засорения основной сельскохозяйственной продукции семенами данного сорняка.

and status 4 (potentially invasive species capable of regeneration in places of primary introduction) (Black Book..., 2021). Field bindweed has a wide ecological amplitude and the factor of sufficient and even excessive moisture supply does not negatively affect its distribution (Luneva, 2008). Therefore, it is likely that in the Far East this species will continue to expand its secondary range, being introduced into new communities, including agrocenoses.

It should be noted that the range of *C. arvensis* coincides with the main crop-growing areas of Russia. Field bindweed plants bear fruit during the harvesting of winter and spring crops, and therefore we have determined the basic products contamination probability as high, and the relationship of the species with products, especially grain, as strong. This is confirmed by the analysis of the reports of the FGBU “VNIICR” testing laboratories for the period of 2020–2022. Table 3 presents the main types of products contaminated with *C. arvensis* L. seeds and the total number of annual detections.

Based on the analysis of the field bindweed occurrence in various product types, the main quarantine products have been determined, samples of which are subject to laboratory testing in order to identify field bindweed seeds (Table 4).

CONCLUSION

The widespread distribution of field bindweed in Russia poses serious phytosanitary risks associated with the its seeds introduction into agricultural products, especially into seed and export grain material. *Convolvulus arvensis* L. is a segetal and ruderal weed, practically cosmopolitan in the territory of the Russian Federation. Field bindweed occurs in all key agricultural regions of Russia. Its fruiting is during the harvest of winter and spring crops, which, according to our estimates, creates a significant contamination risk of the main agricultural products with seeds of this weed. Our assessment of product contamination according to data from testing laboratories showed that diaspores of this species are very often (about 1800 detections on average per year) detected in regulated articles. Thus, a significant correlation has been shown between the spread of the weed and crop contamination, especially in the grain production sector. To reduce the risk of products contamination with field bindweed seeds, it is necessary to follow a comprehensive approach, including: 1) strengthening phytosanitary monitoring: regular inspections of crops, analysis of grain and seed lots for contamination; 2) application of modern cleaning and sorting methods: use of modern specialized equipment for effective separation of weed seeds from cultivated plants; 3) development of a regulatory phytosanitary framework: reduction of permissible levels of weed seeds in products and certification of seed material; 4) agrotechnical and chemical control measures: crop rotation, treatment with slow-release herbicides and biological methods of weed suppression. For example, inclusion of perennial legumes, such as alfalfa (*Medicago sativa*), in crop rotation is an effective

Проведенный нами анализ засорения продукции, по данным испытательных лабораторий, показал, что диаспоры данного вида очень часто (порядка 1800 обнаружений в среднем в год) встречаются в подкарантинной продукции. Таким образом, показана существенная взаимосвязь между распространением сорного растения и загрязнением урожая, особенно в секторе зернового производства. Для снижения риска засорения продукции семенами вьюнка полевого требуется соблюдение комплексного подхода, включающего: 1) усиление фитосанитарного мониторинга: регулярные обследования посевов, анализ партий зерна и семян на засоренность; 2) применение современных методов очистки и сортировки: использование современного специализированного оборудования для эффективного отделения семян сорняков от культурных растений; 3) развитие нормативной фитосанитарной базы: снижение допустимых норм содержания сорных семян в продукции и сертификация семенного материала; 4) агротехнические и химические меры борьбы: севообороты, обработка гербицидами пролонгированного действия и биологические методы подавления сорняков. Например, включение в севооборот многолетних бобовых трав, таких как люцерна (*Medicago sativa*), является эффективным агротехническим приемом для подавления роста вьюнка полевого. Корневая система вьюнка чувствительна к гербицидам пролонгированного действия (пиклорам, флумиоксазин, тиенкарбазон-метил, топrameзон), которые предназначены для длительного подавления роста сорняков и сохраняют активность в почве или на обработанных растениях в течение недель, месяцев или даже лет (Рекомендации... 2022). Таким образом, эффективный контроль за фитосанитарным состоянием экспортной зерновой продукции возможен только при взаимодействии производителей, контролирующих органов и научных учреждений, что позволит минимизировать экономические и экологические потери. Фитосанитарный контроль *Convolvulus arvensis* L. должен быть системным и многоуровневым, учитывающим как текущее состояние засоренности посевов и продукции, так и потенциальные риски для сельскохозяйственных агроценозов и естественных экосистем. Важно отметить, что отсутствие комплексного подхода в борьбе с вьюнком полевым приводит к его быстрому восстановлению и сохранению способности подавлять развитие сельскохозяйственных культур в агроценозах.

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания № ЕГИСУ НИОКТР 123022100111-2.

Благодарность. Авторы выражают глубокую благодарность рецензентам и редколлегии журнала «Фитосанитария. Карантин растений» за внимательное отношение к статье и ценные замечания, которые позволили значительно улучшить качество научной статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аистова Е.В. Чужеродные виды растений флоры Амурской области: возможности практического применения: учеб. пособие. – Благовещенск: Дальневосточный ГАУ, 2015. – 130 с.

agrotechnical technique for suppressing the growth of field bindweed. The bindweed root system is sensitive to long-acting herbicides (picloram, flumioxazine, thiencarbazone-methyl, topamezone), which are designed to suppress weed growth for a long time and remain active in the soil or on treated plants for weeks, months or even years (Recommendations... 2022). Thus, effective control over the phytosanitary condition of export grain products is possible only through the interaction of producers, regulatory authorities and scientific institutions, which will minimize economic and environmental losses. Phytosanitary control of *Convolvulus arvensis* L. should be systemic and multi-level, taking into account both the current state of weed contamination of crops and products, and potential risks to agricultural agrocenoses and natural ecosystems. It is important to understand that field bindweed will quickly recover and continue to suppress cultivated plants without a systematic approach.

Financing. The work was carried out within the framework of the state assignment No. EGISU NIOKTR 123022100111-2.

Acknowledgments. The authors express their deep gratitude to the reviewers and the editorial board of the journal “Plant Health and Quarantine” for their attentive attitude to the article and valuable comments, which allowed them to significantly improve the quality of the research paper.

REFERENCES

1. Aistova E.V. Alien plant species of the Amur region flora: possibilities of practical application: textbook [Chuzherodnyye vidy rasteniy flory Amurskoy oblasti: vozmozhnosti prakticheskogo primeneniya: ucheb. posobiye]. – Blagoveshchensk: Far Eastern State Agrarian University, 2015. – 130 p. (In Russ.)
2. Aistova E.V. Annotated list of vascular plants of disturbed territories of the south-eastern part of the Transbaikal Krai [Annotirovanny spisok sosudistykh rasteniy narushennykh territoriy yugo-vostochnoy chasti Zabaykal'skogo kraya] // Bulletin of the Irkutsk State University. Series “Biology. Ecology”. 2016; 16: 15–36. (In Russ.)
3. Vinogradova Yu. K., Antonova L. A., Darman G. F. et al. Black Book of the Flora of the Far East: Invasive Plant Species in the Ecosystems of the Far Eastern Federal District [Chernaya kniga flory Dal'nego Vostoka: invazionnyye vidy rasteniy v ekosistemakh Dalnevostochnogo federalnogo okruga] // M.: KMK. – 2021. – 510 p. (In Russ.)
4. Dobrokhotoy V.N. Weed seeds [Semena sornykh rasteniy]. Moscow: Agricultural Publishing House. 1961. 414 pp. (In Russ.)
5. Kozhevnikov A.E., Kozhevnikova Z.V. Complex of adventive plant species as a component of the natural flora of the Russian Far East: diversity and spatial changes in the taxonomic structure [Kompleks adventivnykh vidov rasteniy kak komponent prirodnoy flory Dal'nego Vostoka Rossii: raznobraziye i prostranstvennyye izmeneniya taksonomicheskoy struktury]// Komarov readings. – Vladivostok: Dalnauka. 2011; 58: 5–36. (In Russ.)

2. Аистова Е.В. Аннотированный список сосудистых растений нарушенных территорий юго-восточной части Забайкальского края // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Биология. Экология». – 2016. – Т. 16. – С. 15–36.
3. Виноградова Ю. К., Антонова Л.А., Дарман Г.Ф. и др. Черная книга флоры Дальнего Востока: инвазионные виды растений в экосистемах Дальневосточного федерального округа // М.: КМК. – 2021. – 510 с.
4. Доброхотов В.Н. Семена сорных растений. М.: Сельхозиздат. – 1961. – 414 с.
5. Кожевников А.Е., Кожевникова З.В. Комплекс адвентивных видов растений как компонент природной флоры Дальнего Востока России: разнообразие и пространственные изменения таксономической структуры // Комаровские чтения. – Владивосток: Дальнаука. – 2011. – Вып. 58. – С. 5–36.
6. Кожин М.Н., Боровичев Е.А., Кравченко А.В., Попова К.Б., Разумовская А.В. Дополнение к адвентивной флоре Мурманской области // Turczaninowia. 2020. Т. 23, № 4. С. 111–126. DOI: 10.14258/turczaninowia.23.4.11.
7. Лунева Н.Н., Ли Ю.С. Влияние экологических факторов на распределение вьюнка полевого *Convolvulus arvensis* L. // Вестник защиты растений. – 2008. – № 4. – С. 53–56.
8. Мулдашев А.А., Абрамова Л.М., Голованов Я.М. Конспект адвентивных видов растений Республики Башкортостан. Уфа: Башкирская энциклопедия. – 2017. – 168 с.
9. Надточий И.Н. Вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.) // Ареалы и зоны вредоносности основных сорных растений, вредителей и болезней сельскохозяйственных культур. СПб.: ВИЗР. – 2005. – С. 40–42.
10. Никитин В.В. Сорные растения флоры СССР. – Л.: Наука. – 1983. – 454 с.
11. Отраслевой классификатор сорных растений: информ. издание. – М.: ФГБНУ «Росинформгротех». – 2018. – 52 с.
12. Письмаркина Е.В., Хитун О.В. Чужеродные виды растений в Ямало-Ненецком автономном округе (Россия): дополнения к флоре // Turczaninowia. 2019. Т. 22. – № 1. – С. 26–34.
13. Рекомендации по фитомониторингу и мерам борьбы с вредными организмами, карантинными для стран импортеров российского зерна // Филиал ФГБУ «Россельхозцентр» по Омской области. – 2022. – 98 с.
14. Рубцова Т.А., Антонова Л.А. Адвентивный компонент флоры Еврейской автономной области: современный список видов, дополнения // Региональные проблемы. – 2020. – № 2. – С. 12–22.
15. Сорные растения СССР: руководство к определению сорных растений СССР / Б.А. Келлер, В.Н. Любименко, А.И. Мальцева и др. Т. 3. Л.: Изд-во АН СССР. – 1934. – 448 с.
16. Сухолозова Е.А., Сухолозов Е.А., Сафонов А.В. Методы учета видового состава сорных растений при мониторинге посевов пшеницы для оценки экспортного потенциала регионов (на примере Пензенской области) // Теоретические и прикладные аспекты организации, проведения и использования мониторинговых наблюдений. – 2023. – С. 101–105.
6. Kozhin M.N., Borovichev E.A., Kravchenko A.V., Popova K.B., Razumovskaya A.V. Supplement to the adventitious flora of Murmansk Oblast [Dopolneniye k adventivnoy flore Murmanskoy oblasti] // Turczaninowia. 2020. Vol. 23, No. 4. Pp. 111–126. DOI: 10.14258/turczaninowia.23.4.11. (In Russ.)
7. Luneva N.N., Li Yu.S. Influence of environmental factors on the distribution of field bindweed *Convolvulus arvensis* L. [Vliyaniye ekologicheskikh faktorov na raspredeleniye v'yunka polevogo Convolvulus arvensis L.] // Plant Protection Bulletin. 2008; 4: 53–56. (In Russ.)
8. Muldashev A.A., Abramova L.M., Golovanov Ya.M. Abstract of adventive plant species of the Republic of Bashkortostan [Konspekt adventivnykh vidov rasteniy Respubliki Bashkortostan]. Ufa: Bashkir Encyclopedia. 2017. 168 p. (In Russ.)
9. Nadochiy I.N. Field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) [V'yunok polevoy (*Convolvulus arvensis* L.)] // Areas and zones of harmfulness of the main weeds, pests and diseases of agricultural crops. St. Petersburg: VIZR. 2005; 40–42. (In Russ.)
10. Nikitin V.V. USSR weeds flora [Sornyye rasteniya flory SSSR]. L.: Science. 1983. 454 p. (In Russ.)
11. Weeds classifier: information publication. – M.: FGBNU “Rosinformagrotech”. – 2018. – 52 p. (In Russ.)
12. Pismarkina E.V., Khitun O.V. Alien plant species in the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug (Russia): additions to the flora [Chuzherodnyye vidy rasteniy v Yamalo-Nenetskom avtonomnom okruge (Rossiya): dopolneniya k flore]// Turczaninowia. 2019; 22 (1): 26–34. (In Russ.)
13. Recommendations for phytomonitoring and measures to control pests which are quarantine for countries importing Russian grain // Branch of the Federal State Budgetary Institution “Rosselkhozsentr” in Omsk Oblast. 2022. 98 p. (In Russ.)
14. Rubtsova T.A., Antonova L.A. Adventive component of the flora of the Jewish Autonomous Region: a modern list of species, additions // Regional problems. – 2020. – No. 2. – P. 12–22.
15. Weeds of the USSR: a guide to identifying weeds of the USSR [Sornyye rasteniya SSSR: rukovodstvo k opredeleniyu sornykh rasteniy SSSR] / B.A. Keller, V.N. Lyubimenko, A.I. Maltseva, et al. T. 3. L.: Publishing house of the USSR Academy of Sciences. 1934. 448 p. (In Russ.)
16. Sukholozova E.A., Sukholozov E.A., Safonov A.V. Methods for accounting for the species composition of weeds when monitoring wheat crops to assess the export potential of regions (the case of Penza Oblast) [Metody ucheta vidovogo sostava sornykh rasteniy pri monitoringe posevov pshenitsy dlya otsenki eksportnogo potentsiala regionov (na primere Penzenskoy oblasti)] // Theoretical and applied aspects of organizing, conducting and using monitoring observations. 2023: 101–105. (In Russ.)
17. Ulyanova T.N. Segetal flora of Primorsky Krai [Segetalnaya flora Primorskogo kraja] // Botanical journal. 1978; 63 (7): 1004–1016. (In Russ.)

17. Ульянова Т.Н. Сегетальная флора Приморского края // Ботанический журнал. – 1978. – Т. 63. – № 7. – С. 1004–1016.

18. Черныгина О.А., Девятова Е.А. Адвентивные растения Камчатского края: распространение и разнообразие // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Доклады XVII–XVIII международных научных конференций. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2018.

19. Чхобадзе А.Б., Филиппов Д.А. Материалы к флоре городов и районных центров Вологодской области: Вытегра // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 2–2. – С. 324–330.

20. Экономические пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур: справочник. М.: ФГБНУ «Росинформагротех». – 2016. – 76 с.

21. Sosnoskie L.M., Hanson B.D., Steckel L.E. Field bindweed (*Convolvulus arvensis*): «all tied up» // Weed Technology. – 2020. – Vol. 34. – No 6. – P. 916–921. DOI: 10.1614/WS-D-15-00063.1.

22. Weaver S.E., Riley W.R. The biology of Canadian weeds. 53. *Convolvulus arvensis* L. // Canadian Journal of Plant Science. – 1982. – Vol. 62. – No 2. – P. 461–472.

23. Zimdahl R.L. Fundamentals of Weed Science // Acta Physiologiae Plantarum. – 1995. – Vol. 17. – P. 106.

24. Агроэкологический атлас России и сопредельных государств: сельскохозяйственные растения, их вредители, болезни и сорняки [Электронный ресурс]. URL: <http://www.agroatlas.ru/ru/gis/index.html> (дата обращения: 03.02.2023).

25. Национальный банк-депозитарий живых систем. Направление «Растения» [Электронный ресурс]. URL: <http://depository.msu.ru/category-project/rasteniya> (дата обращения: 26.04.2023).

26. Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор) [Электронный ресурс]. URL: <https://fsvps.gov.ru> (дата обращения 03.02.2023).

27. Cortat G. *Convolvulus arvensis* (bindweed) // CABI Compendium. Wallingford: CABI International, 2022. DOI: 10.1079/cabicompendium.15101.

28. EPPO Global Database [Электронный ресурс]. – URL: <https://gd.eppo.int/taxon/CONAR> (дата обращения: 01.04.2025).

29. GBIF (Global Biodiversity Information Facility) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gbif.org> (дата обращения: 03.04.2025).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Орлова Юлия Викторовна, старший научный сотрудник научно-методического отдела инвазивных видов растений ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, м. о. Раменский, Московская обл., Россия; ORCID 0000-0002-3330-6976, e-mail: orl-jul@mail.ru

Разумова Елена Владимировна, старший научный сотрудник научно-методического отдела Воронежского филиала ФГБУ «ВНИИКР», г. Воронеж, Россия; ORCID 0000-0003-2485-6439, e-mail: ERazumova18@mail.ru

18. Chernyagina O.A., Devyatova E.A. Adventitious plants of Kamchatka Krai: distribution and diversity [Adventivnyye rasteniya Kamchatskogo kraja: rasprostraneniye i raznoobrazie] // Conservation of biodiversity of Kamchatka and adjacent seas: Reports of the XVII–XVIII international scientific conferences. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2018. (In Russ.)

19. Chkhobadze A.B., Filippov D.A. Materials on the cities and district centers flora of Vologda Oblast: Vytegra [Materialy k flore gorodov i rayonnykh tse ntrov Vologodskoy oblasti: Vytegra] // International Journal of Applied and Fundamental Research. 2015; 2–2: 324–330. (In Russ.)

20. Economic thresholds of harmfulness of pests, diseases and weeds in crops of agricultural crops: reference book. Moscow: Federal State Budgetary Scientific Institution “Rosinformagrotech”. 2016. 76 p. (In Russ.)

21. Sosnoskie L.M., Hanson B.D., Steckel L.E. Field bindweed (*Convolvulus arvensis*): “all tied up” // Weed Technology. – 2020. – Vol. 34. – No 6. – P. 916–921. DOI: 10.1614/WS-D-15-00063.1.

22. Weaver S.E., Riley W.R. The biology of Canadian weeds. 53. *Convolvulus arvensis* L. // Canadian Journal of Plant Science. – 1982. – Vol. 62. – No 2. – P. 461–472.

23. Zimdahl R.L. Fundamentals of Weed Science // Acta Physiologiae Plantarum. – 1995. – Vol. 17. – P. 106.

24. Agroecological atlas of Russia and adjacent countries: agricultural plants, their pests, diseases and weeds [Electronic resource]. URL: <http://www.agroatlas.ru/ru/gis/index.html> (last accessed: 03.02.2023).

25. National Depository Bank of Living Systems. Direction “Plants” [Electronic resource]. URL: <http://depository.msu.ru/category-project/rasteniya> (last accessed: 26.04.2023).

26. Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Surveillance (Rosselkhoz nadzor) [Electronic resource]. URL: <https://fsvps.gov.ru> (last accessed 03.02.2023).

27. Cortat G. *Convolvulus arvensis* (bindweed) // CABI Compendium. Wallingford: CABI International, 2022. DOI: 10.1079/cabicompendium.15101.

28. EPPO Global Database [Electronic resource]. – URL: <https://gd.eppo.int/taxon/CONAR> (last accessed: 01.04.2025).

29. GBIF (Global Biodiversity Information Facility) [Electronic resource]. URL: <https://www.gbif.org> (last accessed: 03.04.2025).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Yulia Orlova, Senior Researcher, Research and Methodology Department of Invasive Plant Species, FGBU “VNI IKR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; ORCID 0000-0002-3330-6976, e-mail: orl-jul@mail.ru

Elena Razumova, Senior Researcher, Research and Methodology Department, Voronezh Branch of FGBU “VNI IKR”, Voronezh, Russia; ORCID 0000-0003-2485-6439, e-mail: ERazumova18@mail.ru

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



АССОРТИМЕНТ ФЕРОМОННЫХ ЛОВУШЕК

ВРЕДИТЕЛИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Азиатская хлопковая совка
Восклицательная совка
Дынная муха
Западный кукурузный жук
Западный цветочный (калифорнийский) трипс
Зеленая садовая совка
Капустная совка
Картофельная моль
Малая наземная совка
Озимая совка
Совка-ипсилон
Хлопковая совка
Червец Комстока
Щелкун полосатый посевной
Южноамериканская томатная моль

ВРЕДИТЕЛИ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР

Азиатская ягодная дроздофила
Восточная плодоярка
Гроздевая листовертка
Древесница вьедливая
Калифорнийская щитовка
Коричнево-мраморный клоп
Новозеландская листовертка
Персиковая плодоярка
Померанцевая щитовка
Сливовая плодоярка
Смородиновая стеклянница
Средиземноморская плодовая муха
Тутовая щитовка
Фруктовая полосатая моль
Яблонная плодоярка
Яблонная муха

ВРЕДИТЕЛИ ЗАПАСОВ

Амбарный долгоносик
Большой мучной хрущак
Зерновая огневка
Зерновая моль
Капровый жук
Кукурузный долгоносик
Мельничная огневка
Платяная моль
Рисовый долгоносик
Трогодерма изменчивая
Трогодерма черная
Хлебный точильщик
Хлопковая моль
Хрущаки рода *Tribolium*
Четырехпятнистая зерновка
Южная амбарная огневка

ВРЕДИТЕЛИ ЛЕСА

Азиатский усач
Американская белая бабочка
Американский коконопряд
Гравер обыкновенный
Золотистая двухпятнистая совка
Каштановая минирующая моль
Короед-типограф
Лесной кольчатый шелкопряд
Непарный шелкопряд
Самшитовая огневка
Сибирский шелкопряд
Сосновая совка
Сосновый шелкопряд
Усачи рода *Monochamus*
Шелкопряд-монашенка
Шестизубый короед

ЭКОЛОГИЯ И ЗАЩИТА



ФЕРОМОНЫ СОВЕРШЕННО БЕЗОПАСНЫ ДЛЯ МЛЕКОПИТАЮЩИХ И ПЧЕЛ

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



АССОРТИМЕНТ КЛЕЕВЫХ ЛОВУШЕК

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



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



Использование шмелиных семей позволяет значительно увеличить рентабельность садоводческих и тепличных хозяйств

ПРИНИМАЕМ ЗАЯВКИ НА
ПОСТАВКУ ШМЕЛИНЫХ СЕМЕЙ



ПОЗАБОТЬТЕСЬ О БЕЗОПАСНОСТИ УРОЖАЯ СЕГОДНЯ!

По вопросам сотрудничества:
ФГБУ «ВНИИКР»

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



www.shop.vniikr.ru



Микобиота сои как лимитирующий фактор экспортного потенциала Российской Федерации

ЦВЕТКОВА Ю. В.

ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), р. п. Быково, м. о. Раменский, Московская обл., Россия, 140150 Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова (МГУ им. М. В. Ломоносова), г. Москва, Россия, 119991
ORCID ID: 0000-0002-4334-9224, e-mail: yutska@mail.ru

АННОТАЦИЯ

В работе проведен анализ динамики производства сои в России, объемов экспорта и фитосанитарных требований основных стран – импортеров российской сои. В тройку стран, импортирующих российскую сою, входит Китайская Народная Республика, Республика Беларусь и Республика Казахстан. По результатам обследования посевов данной культуры на территории Алтайского края и Приморского края представлены экспериментальные данные о выявлении микобиоты, ассоциированной с растениями сои. Эти данные дополнены обобщенными литературными сведениями о фитопатогенах, получивших широкое распространение на территории страны, в частности на Дальнем Востоке – основном соеяющем регионе России.

В ходе фитосанитарного мониторинга было отобрано 82 образца растений сои, выделено 239 изолятов культивируемых микромицетов, определен видовой состав с помощью морфологических (макро- и микропризнаки) и генетических (определение нуклеотидных последовательностей участка ITS1-5.8S-ITS2) методов. Описана видовая структура патогенного микоценоза вегетирующих растений сои, которая представлена грибами родов *Fusarium* (43%), *Alternaria* (23%), *Diaporthe* (6,5%), *Colletotrichum* (6,5%), *Sclerotinia* (4%) и др. Впервые на растениях сои на территории страны отмечены такие виды, как *Colletotrichum lineola* и *Colletotrichum incanum*. Еще одной находкой, выявленной в ходе обследования Алтайского края, является возбудитель фомопсиса сои – *Diaporthe cf. cucurbitae*. В статье приведены иллюстрации симптомов болезней, макро- и микроскопические характеристики основных фитопатогенов. Показано, что грибные патогены сои, регулируемые странами-импортерами, широко распространены в посевах сои Российской Федерации, что может отрицательно сказываться на возможностях экспорта.

Ключевые слова. Микозы сои, фитопатогенные грибы, *Fusarium*, *Diaporthe*, *Colletotrichum*, фитосанитария.

Soybean mycobiota as a limiting factor in the export potential of the Russian Federation

YULIA V. TSVETKOVA

All-Russian Plant Quarantine Center (FGBU “VNI IKR”), Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia, 140150 Lomonosov Moscow State University (MSU), Moscow, Russia, 119991
ORCID ID: 0000-0002-4334-9224, e-mail: yutska@mail.ru

ABSTRACT

The paper analyzes the dynamics of soybean production in Russia, export volumes and phytosanitary requirements of the main countries importing Russian soybeans. The top three countries importing Russian soybeans include the People’s Republic of China, the Republic of Belarus and the Republic of Kazakhstan. Based on the results of a survey of this crop in Altai Krai and Primorsky Krai, experimental data on the detection of mycobiota associated with soybean plants are presented. These data are supplemented by generalized literary information on phytopathogens that have become widespread in the country, in particular in the Far East – the main soybean-growing region of Russia.

During the phytosanitary monitoring, 82 samples of soybean plants were selected, 239 isolates of cultivated micromycetes were isolated, and the species composition was determined using morphological (macro- and microcharacters) and genetic (determination of nucleotide sequences of the ITS1-5.8S-ITS2 region) methods. The species structure of the pathogenic mycocenosis of vegetative soybean plants, which is represented by fungi of the genera *Fusarium* (43%), *Alternaria* (23%), *Diaporthe* (6,5%), *Colletotrichum* (6,5%), *Sclerotinia* (4%) etc., is described. Such species as *Colletotrichum lineola* as *Colletotrichum incanum* have been reported for the first time on soybean plant in Russia. Another detection made during the survey of the Altai Krai is *Diaporthe cf. cucurbitae*. The article provides illustrations of the disease symptoms, macro- and microscopic characters of the main phytopathogens. It is shown that fungal pathogens of soybeans, regulated by importing countries, are widespread in soybean crops in the Russian Federation, which may negatively affect export opportunities.

Key words. Soybean mycoses, phytopathogenic fungi, *Fusarium*, *Diaporthe*, *Colletotrichum*, phytosanitary.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время соя занимает 5-е место по площади возделывания в доле посевных площадей страны, уступая лишь пшенице, ячменю, кормовым культурам и подсолнечнику. За 14 лет доля сои в посевах увеличилась в 3,57 раза, обогнав кукурузу, картофель и другие культуры, в том числе зернобобовые (см. табл. 1; см. рис. 1).

Увеличение доли сои в структуре посевных площадей связано с рядом факторов:

1. Высокая рентабельность.

2. Высокая пластичность. Ареал сои широк, культуру возделывают в 70 странах мира на пяти континентах в умеренном, субтропическом и тропическом поясах (Петибская, 2012). В Государственном реестре сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию, зарегистрировано 374 сорта сои различных экотипов, рекомендованных к возделыванию во всех регионах, кроме Северного (см. табл. 3) (Госсортреестр, 2025).

3. Хороший предшественник. Сою можно возвращать на поле спустя 2–3 года, она является хорошим предшественником для большинства культур (кроме бобовых, с которыми имеется много общих заболеваний и вредителей).

4. Способность к азотфиксации. Соя относится к бобовым культурам, для которых характерно наличие симбиотических бактерий в их корневой системе, обеспечивающих ассимиляцию азота, что способствует питанию сои и накоплению азота в почве, что в итоге может снизить использование азотных удобрений.

5. Биохимический состав. Соя отличается высоким содержанием витаминов группы В, белка и масла (Поморова, 2023). Белковая фракция включает незаменимые аминокислоты (лизин, треонин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин, триптофан), а масло содержит оптимальное соотношение жирных кислот и содержит высокую долю полиненасыщенных незаменимых жирных кислот (линоленовая и линолевая) (Петибская, 2012). Обработка семян биологическими препаратами, содержащими высокоэффективные штаммы азотфиксирующих бактерий, позволяет увеличить продуктивность и улучшить биохимические показатели состава семян, увеличивая выход белка.

INTRODUCTION

Currently, soybeans occupy 5th place in terms of cultivation area in the share of Russian sown areas, second only to wheat, barley, forage crops and sunflower. Over 14 years, the share of soybeans in crops has increased by 3.57 times, overtaking corn, potatoes and other crops, including legumes (Table 1, Fig. 1).

The increase in the share of soybeans in the structure of sown areas is associated with some factors:

1. High profitability.

2. High plasticity. The range of soybeans is wide, the crop is cultivated in 70 countries of the world, on five continents in the temperate, subtropical and tropical zones (Petibskaya, 2012). In the State Register of Varieties and Hybrids of Agricultural Plants Approved for Use, 374 soybean varieties of various ecotypes are registered, recommended for cultivation in all regions except the Northern (Table 3) (State Register, 2025).

3. Good predecessor. Soybeans can be returned to the field after 2–3 years, it is a good predecessor for most crops (except legumes, which have many common diseases and pests).

4. Nitrogen fixation ability. Soybeans are legumes characterized by the presence of symbiotic bacteria in their root system that provide nitrogen assimilation, which contributes to the nutrition of soybeans and the

Табл. 1. Площади возделывания сельскохозяйственных культур (Росстат, 2024)

Table 1. Cultivation areas of agricultural crops (Rosstat, 2024)

№ п/п	Возделываемая культура	Cultivated crop	2010 г., тыс. га	2024 г., тыс. га
			thousand ha	thousand ha
1	пшеница озимая и яровая	winter and spring wheat	26 623	28 523
2	кормовые культуры	forage crops	18 046	12 474
3	подсолнечник на зерно	sunflower for grain	7159	9794
4	ячмень озимый и яровой	winter and spring barley	7214	6942
5	соя	soybeans	1209	4327
6	зернобобовые культуры	grain legumes	1305	3888
7	рапс (озимый и яровой)	rape (winter and spring)	857	2740
8	кукуруза на зерно	corn for grain	1410	2696
9	овес	oats	2900	1683
10	сахарная свекла	sugar beet	1159	1169
11	гречиха	buckwheat	1080	1104
12	картофель	potatoes	1948	1021
13	рожь озимая и яровая	winter and spring rye	1762	631
14	овощи	vegetables	603	473
15	плодово-ягодные насаждения	fruit and berry plantings	486	435
16	просо	millet	521	284,4
17	рис	rice	203	208,9
18	тритикале озимая и яровая	winter and spring triticale	165	96,4
19	лен-долгунец	fiber flax	51	39,8

6. Широкое использование с малым количеством отходов. Соя является как высокобелковой, так и высокомасличной культурой. Содержание белка и масла в семенах может достигать ~50 и ~27% соответственно. Продукты переработки сои (жмых, шрот) идут на кормовые цели в животноводстве. Сою также используют для косметологических и фармакологических целей (Литвиненко, 2023; Лаврентьева, 2024).

Российская Федерация является крупнейшим производителем сои и входит в десятку лидеров по возделыванию данной культуры. Несмотря на высокую потенциальную продуктивность, в среднем урожайность сои составляет 1,9 т/га, в то время как в Турции, Италии, Бразилии, США данный показатель достигает 4,2; 3,5; 3,4; 3,3 т/га соответственно (ФАО, 2023, 2024). По данным на 2023 г., валовый сбор сои в России достиг 6,6 млн тонн (см. табл. 2).

Лидерами по производству сои являются Центральный федеральный округ – 3574,3 тыс. тонн, Дальневосточный федеральный округ – 1916,5 тыс. тонн (см. табл. 3).

Важной особенностью российской сои является отсутствие генных модификаций, что делает ее наиболее востребованной на мировом рынке (№ 454-ФЗ, 2021; № 358-ФЗ, 2016).

Соея является перспективным направлением, которое позволяет наращивать экспортный потенциал Российской Федерации. В последние несколько лет российская соя экспортируется в более чем 20 стран, объемы экспорта за 2022–2023 гг. составили 2547 млн тонн. В табл. 4 представлены основные страны – импортеры сои (без учета продуктов переработки – жмыха, шрота).

Основными импортерами российской сои являются КНР, Беларусь и Казахстан.

Вместе с тем каждая страна предъявляет ряд фитосанитарных требований, без исполнения которых невозможен экспорт продукции. Ниже приведены карантинные перечни видов стран-импортеров, ассоциированных с растениями сои. Страны ЕС и ЕАЭС (Казахстан, Беларусь и др.) имеют схожие

Табл. 2. Производство сои в мире (ФАО, 2023)

Table 2. Soybean production in the world (FAO, 2023)

№ п/п	Страна	Country	Площадь, тыс. га Area, thousand ha	Валовый сбор, тыс. тонн Gross harvest, thousand tons
1	Бразилия	Brazil	44 447,6	152 144,2
2	США	USA	33 348,6	113 343,4
3	Аргентина	Argentina	14 356,9	25 044,9
4	Индия	India	13 084,1	14 984,9
5	Китай	China	9984,6	19 496,3
6	Парагвай	Paraguay	3608,0	10 197,0
7	Россия	Russia	3500,0	6600,0
8	Канада	Canada	2 261 200	6980,5
9	Украина	Ukraine	1 834 000	4742,6
10	Боливия	Bolivia	1 824 029	3670,5

accumulation of nitrogen in the soil, which can ultimately reduce the use of nitrogen fertilizers.

5. Biochemical composition. Soybeans have a high content of B vitamins, protein and oil (Pomorova, 2023). The protein fraction includes essential amino acids (lysine, threonine, valine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine, tryptophan), and the oil contains an optimal ratio of fatty acids and contains a high proportion of polyunsaturated essential fatty acids (linolenic and linoleic) (Petibskaya, 2012). Seed treatment with biological preparations containing highly effective strains of nitrogen-fixing bacteria can increase productivity and improve the biochemical parameters of seed composition, increasing protein yield.

6. Wide use with low waste. Soybean is both a high-protein and high-oil crop. The protein and oil content in seeds can reach ~50 and ~27%, respectively. Soybean processing products (cake, meal) are used for feed purposes in animal husbandry. Soybeans are also used for cosmetic and pharmaceutical purposes (Litvinenko, 2023; Lavrentyeva, 2024).

The Russian Federation is the largest soybean producer and is among the top ten leaders in the cultivation of this crop. Despite the high potential productivity, the average soybean yield is 1.9 t/ha, while in Turkey, Italy, Brazil, the USA this figure reaches 4.2; 3.5; 3.4; 3.3 t/ha, respectively (FAO, 2023, 2024). According to 2023 data, the gross soybean harvest in Russia reached 6.6 million tons (Table 2).

The leaders in soybean production are the Central Federal District – 3574.3 thousand tons and the Far Eastern Federal District – 1916.5 thousand tons (Table 3).



Рис. 1. Динамика доли посевных площадей, занимаемых соей на территории РФ

Fig. 1. Dynamics of the share of sowing areas occupied by soybeans in the territory of the Russian Federation

Табл. 3. Регионы возделывания сои в России (Росстат, 2024)
Table 3. Soybean cultivation regions in Russia (Rosstat, 2024)

№ п/п	Регион	Region	Федеральный округ	Федеральный округ	Валовый сбор, тыс. тонн, 2023 г.	Валовый сбор, тыс. тонн, 2024 г.	Количество сортов, рекомендуемых Госсортеестром
				Federal District	Gross harvest, thousand tons, 2023	Gross harvest, thousand tons, 2024	Number of varieties recommended by the State Register of Varieties
1	Амурская область	Amur Oblast			1428,7	1398,6	135
2	Еврейская автономная область	Jewish Autonomous Region	Дальневосточный	Far Eastern	169,5	156,9	135
3	Приморский край	Primorsky Krai			369,3	211,5	135
4	Белгородская область	Belgorod Oblast			731,3	520,3	156
5	Брянская область	Bryansk Oblast			65,5	100,6	36
6	Воронежская область	Voronezh Oblast			440,1	452,1	156
7	Курская область	Kursk Oblast			872,7	793,1	156
8	Липецкая область	Lipetsk Oblast	Центральный	Central	344,6	354,5	156
9	Орловская область	Oryol Oblast			332,6	413,6	36
10	Рязанская область	Ryazan Oblast			2085	251,9	36
11	Тамбовская область	Tambov Oblast			439	513,9	156
12	Тульская область	Tula Oblast			114	148,8	36
13	Краснодарский край	Krasnodar Krai	Южный	Southern	3272,9	222,4	109
14	Алтайский край	Altai Krai	Сибирский	Siberian	271,1	449,1	24
15	Саратовская область	Saratov Oblast	Приволжский	Volga Federal District	92,7	125,8	58
16	Пензенская область	Penza Oblast			141,5	181,9	58

списки, и среди карантинных видов, паразитирующих на сое, отмечен единственный вид – *Cercospora kikuchii* (Matsumoto & Tomoyasu) Gardner.

Турция: *Phialophora gregata* (Allington et Chamberlain) W.Gams.

Китай: *Diaporthe phaseolorum* (Cooke et Ell.) Sacc., *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid, *Fusarium oxysporum* (в том числе *fusarium oxysporum* f. sp. pisi (Linford) Snyder & Hansen), *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) S. Hughes, *Diaporthe longicolla* (Hobbs) J.M. Santos, Vrandecic & A.J.L. Phillips, *Phoma exigua* Desm., *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthold, *Verticillium dahlia* Kleb., *Phytophthora sojae* Kaufmann et Gerdemann, *Cylindrocladium parasiticum* Crous, Wingfield et Alfenas, *Didymella pinodella* (L.K. Jones), *Fusarium virguliforme* O' Donnell et T.Aoki, *Phialophora gregata* (Allington et Chamberlain) W.Gam.

Несмотря на то что в карантинном перечне ЕС отсутствуют виды *D. longicolla* и *D. phaseolorum*, они внесены в перечень некарантинных регулируемых видов (Регламент Комиссии (ЕС) 2019/2072, 2019).

Япония: *F. oxysporum* f. sp. pisi, *Phytophthora phaseoli* Thaxt.

Чили: *Colletotrichum truncatum* (Schwein.) Andrus & W.D. Moore.

Египет: *Colletotrichum dematium* (Pers.) Grove, *C. truncatum*, *D. phaseolorum*, *Sclerotinia sclerotorum* (S. sclerotiorum (Lib.) de Bary) V. dahlia, *C. parasiticum* («Фитосанитарные требования стран-импортеров», сайт Россельхознадзора, IndexFungorum, 2025).

An important feature of Russian soybeans is the absence of genetic modifications, which makes them the most in demand on the world market (No. 454-FZ, 2021; No. 358-FZ, 2016).

Soybean cultivation is a promising area that allows increasing the export potential of the Russian Federation. In the last few years, Russian soybeans have been exported to more than 20 countries, the export volumes for 2022–2023 amounted to 2,547 million tons. Table 4 presents the main soybean importing countries (excluding processed products: cake, meal).

The main importers of Russian soybeans are China, Belarus and Kazakhstan.

At the same time, each country imposes some phytosanitary requirements, without the fulfillment of which it is impossible to export products. Below are the quarantine lists of species of importing countries associated with soybean plants. The EU and EAEU countries (Kazakhstan, Belarus, etc.) have similar lists and among the quarantine species parasitizing on soybeans, only one species is noted – *Cercospora kikuchii* (Matsumoto & Tomoyasu) Gardner.

Turkey: *Phialophora gregata* (Allington et Chamberlain) W.Gams

China: *Diaporthe phaseolorum* (Cooke et Ell.) Sacc., *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid, *Fusarium*

Табл. 4. Экспорт сои из России
Table 4. Soybean export from Russia

№ п/п	Страны-импортеры	Importing countries	Импорт, тыс. т Import, thousand tons
1	Китайская Народная Республика	People's Republic of China	1325,04
2	Республика Беларусь	Republic of Belarus	151,8
3	Республика Казахстан	Republic of Kazakhstan	87,8
4	Турецкая Республика	Republic of Turkey	21,35
5	Латвийская Республика	Republic of Latvia	8,27
6	Республика Корея	Republic of Korea	4,13
7	Королевство Нидерландов	Kingdom of the Netherlands	3,54
8	Федеративная Республика Германия	Federal Republic of Germany	3,53
9	Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии	United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	2,81
10	Королевство Швеция	Kingdom of Sweden	2,31
11	Киргизская Республика	Kyrgyz Republic	1,74
12	Япония	Japan	1,09
13	Монголия	Mongolia	0,473
14	Республика Армения	Republic of Armenia	0,26
15	Арабская Республика Египет	Arab Republic of Egypt	0,012
16	Республика Чили	Republic of Chile	0,000084

Важно отметить существующие различия в национальных требованиях к семенному материалу и продовольственной продукции. Так, виды, перечисленные выше отмечены в «Каталоге карантинных вредных организмов для растений, импортируемых в КНР» (Карантинные требования к импорту растений или растительной продукции в Китайскую Республику, 2024). Для сои, предназначенной для переработки и не предназначенной для культивации, действует другой регламент, обозначенный в «Фитосанитарных требованиях к сое, кукурузе, заливному рису и рапсу, ввозимым из Российской Федерации», куда входят *D. phaseolorum* var. *caulivora*, *P. longicolla*, *Ph. sojae*, *V. albo-atrum*, *V. dahliae*. При этом территория производства сои, а также кукурузы и заливного риса ограничивается Хабаровским, Приморским и Забайкальским краями, Амурской областью и Еврейской автономной областью («Фитосанитарные требования к сое, кукурузе, заливному рису и рапсу, ввозимым из Российской Федерации», 2016). В связи с этим оценка и прогнозирование динамики распространения патогенных видов также представляет собой значимую научно-практическую задачу.

Целью данного исследования являлось изучение видового разнообразия фитопатогенов сои, имеющих фитосанитарное значение, на территории отдельных регионов России.

Ниже будут рассмотрены основные возбудители заболеваний сои, которые были выявлены на территории Российской Федерации в результате полевых исследований и анализа литературных данных.

oxysporum (incl. *fusarium oxysporum* f. sp. *pisi* (Linford) Snyder & Hansen), *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) S. Hughes, *Diaporthe longicolla* (Hobbs) J.M. Santos, Vrandečić & A.J.L. Phillips, *Phoma exigua* Desm., *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthold, *Verticillium dahlia* Kleb., *Phytophthora sojae* Kaufmann et Gerdemann, *Cylindrocladium parasiticum* Crous, Wingfield et Alfenas, *Didymella pinodella* (L.K. Jones), *Fusarium virguliforme* O' Donnell et T.Aoki, *Phialophora gregata* (Allington et Chamberlain) W.Gam.

Although the EU quarantine list does not include the species *D. longicolla* and *D. phaseolorum*, they are included in the list of non-quarantine regulated species (Commission Regulation (EU) 2019/2072, 2019).

Japan: *F. oxysporum* f. sp. *pisi*, *Phytophthora phaseoli* Thaxt.

Chile: *Colletotrichum truncatum* (Schwein.) Andrus & W.D. Moore

Egypt: *Colletotrichum dematium* (Pers.) Grove, *C. truncatum*, *D. phaseolorum*, *Sclerotinia sclerotorum* (S. sclerotiorum (Lib.) de Bary) *V. dahlia*, *C. parasiticum* (Phytosanitary requirements of importing countries, Rosselkhoz-nadzor website, IndexFungorum, 2025).

It is important to note the existing differences in national requirements for seed material and food products. Thus, the species listed above are noted in the “Catalogue of quarantine pests for plants imported into the PRC” (Quarantine requirements for the import of plants or plant products into the Republic of China, 2024). For soybeans intended for processing and not intended for cultivation, another regulation applies, indicated in the “Phytosanitary requirements for soybeans, corn, flooded rice and rapeseed imported from the Russian Federation”, which includes *D. phaseolorum* var. *caulivora*, *P. longicolla*, *Ph. sojae*, *V. albo-atrum*, *V. dahliae*. At the same time, the territory of soybean production, as well as corn and flooded rice, is limited to Khabarovsk Krai, Primorsky Krai, Zabaikalsky Krai, Amur Oblast and the Jewish Autonomous Oblast (Phytosanitary requirements for soybeans, corn, flooded rice and rapeseed imported from the Russian Federation, 2016). In this regard, assessing and forecasting the dynamics of the spread of pathogenic species is also a significant scientific and practical task.

The aim of this study was to investigate the species diversity of soybean phytopathogens of phytosanitary importance in certain regions of Russia.

Below will be considered the main pathogens of soybean diseases that were identified in the territory of the Russian Federation as a result of field research and analysis of literary data.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Лабораторные исследования проводились в ФГБУ «ВНИИКР», в лаборатории микологии. В период июнь – август 2021 г. были проведены обследования полей Приморского края совместно с сотрудниками Приморского филиала ФГБУ «ВНИИКР» (Хорольский, Черниговский, Уссурийский районы, Артемовский городской округ) и Алтайского края (Первомайский, Алтайский, Петропавловский, Чарышский, Солонешенский районы) совместно с сотрудниками Алтайского филиала ЦОКЗ, в ходе которых были собраны образцы растений сои (см. рис. 2).

Выделение грибов из растительного материала проводили по стандартной методике с использованием классических биологических методов – влажной камеры и питательной среды (картофельно-глюкозный агар 2%) (Благовещенская, 2017; «Методические рекомендации...», 2022). Определение грибов проводили по культурально-морфологическим характеристикам, видовую принадлежность подтверждали определением нуклеотидных последовательностей участков внутренних транскрибируемых спейсеров ITS1-5.8S-ITS2 с универсальными праймерами ITS5/ITS4. Для возбудителей антракноза были дополнительно определены последовательности участков гена бета-тубулина (β -tub), хитин синтазы 1 (CHS1), актлина (ACT), гистона (HIS3) и глицеральдегид-3-фосфат-дегидрогеназы (GAPDH). ДНК выделяли из отобранного мицелия чистых культур набором «Фитосорб» производства ООО «НПФ Синтол» (Россия), амплификацию проводили с температурой отжига 52 °C (для ITS) на термоджиклере T100 Touch Thermal Cycler (Bio-Rad, США),

MATERIALS AND METHODS

Laboratory studies were carried out in the mycology laboratory at FGBU “VNIIKR”. In the period June – August 2021, surveys of the fields of Primorsky Krai were carried out jointly with employees of the Primorsky branch of FGBU “VNIIKR” (Khorolsky, Chernigovsky, Ussuriysky districts, Artemovsky urban district) and Altai Krai (Pervomaysky, Altaisky, Petropavlovsky, Charyshsky, Soloneshensky districts) together with employees of the Altai branch of the Central Health Center, during which samples of soybean plants were collected (Fig. 2).

Fungi were isolated from plant material using a standard technique by classical biological methods – a moist chamber and a nutrient medium (potato dextrose agar 2%) (Blagoveshchenskaya, 2017; Methodical recommendations 2022). Fungi were identified based on their cultural and morphological characters; species identity was confirmed by determining the nucleotide sequences of the internal transcribed spacers ITS1-5.8S-ITS2 with universal primers ITS5/ITS4. For anthracnose pathogens, sequences of the beta-tubulin (β -tub), chitin synthase 1 (CHS1), actin (ACT), histone (HIS3), and glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (GAPDH) gene regions were additionally determined. DNA was isolated from the selected mycelium of pure cultures using the PhytoSorb kit manufactured by NPF Synthol (Russia), amplification was carried out with an annealing temperature of 52 °C (for ITS) on a T100 Touch Thermal Cycler (Bio-Rad, USA), visualization of the products was carried out by electrophoresis in 1% agarose gel using the ChemiDoc XRS+ gel-documenting system (BioRad, USA). Then, the samples were purified from the reaction mixture and sequencing was performed according to Sanger on a 3500 Applied Biosystems genetic analyzer. After determination, the

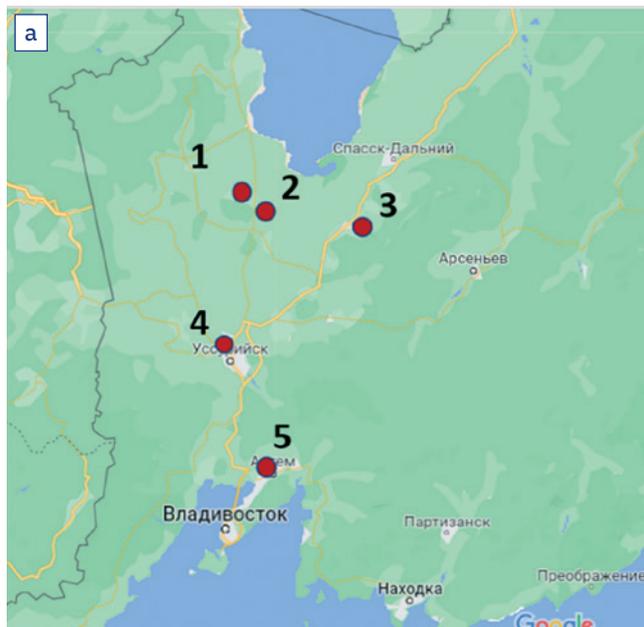


Рис. 2. Места отбора образцов в Приморском (а) и Алтайском (б) краях. 1, 2 – Хорольский район, 3 – Черниговский район, 4 – Уссурийский район, 5 – Артемовский городской округ, 6 – Первомайский район, 7 – Алтайский район, 8 – Петропавловский район, 9 – Чарышский район, 10 – Солонешенский район

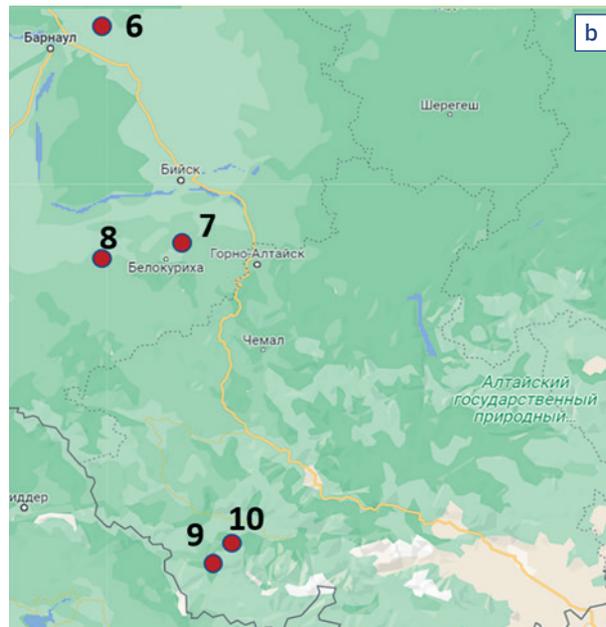


Fig. 2. Sampling locations in Primorsky Krai (a) and Altai (b) Krai. 1, 2 – Khorolsky District, 3 – Chernigov District, 4 – Ussuriysky District, 5 – Artemovsky Urban District; 6 – Pervomaysky District, 7 – Altaisky District, 8 – Petropavlovsky District, 9 – Charyshsky District, 10 – Soloneshensky District

визуализацию продуктов осуществляли методом электрофореза в 1%-м агарозном геле с использованием гель-документирующей системы ChemiDoc XRS+ (BioRad, США). Далее образцы очищали от реакционной смеси и проводили секвенирование по Сэнгеру на генетическом анализаторе 3500 Applied Biosystems. После определения полученные последовательности обрабатывали в BioEdit, сравнивали с базой данных в GenBank NCBI, анализ осуществляли в программе MEGA 10.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В Приморском крае было отобрано 34 образца сои в виде вегетирующих растений на стадии образования бобов с симптомами поражения, в Алтайском крае – 48 образцов. После анализа образцов было выделено 239 изолятов мицелиальных культивируемых грибов: 136 изолятов из Алтайского края, 103 – из Приморского края.

Уссурийский и Черниговский районы Приморского края, согласно Кеппену (Köppen–Geiger Climate Classification, 2025), относятся к территориям с теплым влажным континентальным климатом с выраженным муссонным влиянием (Dwb), Хорольский район имеет континентальный климат с теплым влажным летом (Dwc). Июль 2021 г. характеризовался аномально жаркими температурами. В среднем по ДФО аномалия температуры составила +1,99 °C (Мезенцева, 2022; Gismeteo, 2021). Температуры достигали 35–40 °C, что сочеталось с отсутствием осадков на протяжении полутора месяцев (см. табл. 5).

obtained sequences were processed in BioEdit, compared with the database in GenBank NCBI, the analysis was carried out in the MEGA 10 program.

RESULTS AND DISCUSSION

In Primorsky Krai, 34 soybean samples were collected in the form of vegetative plants at the stage of bean formation with symptoms of damage, in Altai Krai – 48 samples. After analyzing the samples, 239 isolates of mycelial cultivated fungi were isolated: 136 isolates from Altai Krai, 103 from Primorsky Krai.

According to Köppen (Köppen–Geiger Climate Classification, 2025), the Ussuri and Chernigov districts of Primorsky Krai belong to areas with a warm, humid continental climate with a pronounced monsoon influence (Dwb), the Khorol district has a continental climate with a warm, humid summer (Dwc). July 2021 was characterized by abnormally hot temperatures. On average, the temperature anomaly in the Far Eastern Federal District was +1.99 °C (Mezentseva, 2022; Gismeteo, 2021). Temperatures reached 35–40 °C, which was combined with the absence of precipitation for one and a half months (Table 5).

The steppe region of Altai Krai (Petropavlovsky) is classified as dry, steppe, cold (BSk); the plain and forest-steppe regions (Pervomaysky, partially Altaisky) are continental, without a dry season with warm summers (Dfb); the foothill and mountain regions (Charyshsky, Soloneshensky) are continental with warm or cold summers (Dfb/Dfc) (Table 5).

The largest share of the total number of isolates of the pathocomplex of micromycetes is occupied by

Табл. 5. Основные климатические показатели изучаемых районов

Table 5. Main climatic indicators of the studied areas

№ п/п	Район	District	Средняя температура июнь – август 2003–2023 гг., °C Average temperature June-August 2003–2023, °C	Средняя температура июнь – август 2021 г., °C Average temperature June-August 2021, °C	Среднее количество осадков июнь – август 2003–2023 гг., мм Average precipitation June-August 2003–2023, mm	Среднее количество осадков июнь – август 2021 г., мм Average precipitation June-August 2021, mm	Источник Source
ПРИМОРСКИЙ КРАЙ PRIMORSKY KRAI							
1	Хорольский	Khorolsky	+18,5	+19,1	450	420	Примгидромет Primhydromet, Nasa Power climate data, gismeteo, Weather Spark
2	Черниговский	Chernigovsky	+19,0	+19,5	500	460	
3	Уссурийский	Ussuriysky	+19,2	+19,8	520	480	
4	Артёмовский г. о.	Artemovsky urban district	+18,0	+18,6	550	500	
АЛТАЙСКИЙ КРАЙ ALTAI KRAI							
5	Первомайский	Pervomaysky	+19,5	+20,3	250	210	Алтайский ЦГМС Altai Central Hydrometeorological Center, climate data, gismeteo, RP5, Weather Spark
6	Алтайский	Altaisky	+18,0	+18,7	350	320	
7	Петропавловский	Petropavlovsky	+20,0	+21,0	200	180	
8	Чарышский	Charyshsky	+16,5	+17,2	400	370	
9	Солонешенский	Soloneshensky	+15,0	+15,8	450	420	

Табл. 6. Доля возбудителей заболеваний в патокомплексе агроценозов сои Алтайского и Приморского краев

Table 6. The share of pathogens in the pathocomplex of soybean agroceases in Altai Krai and Primorsky Krai

№ п/п	Возбудитель Pathogen	Приморский край, % Primorsky Krai, %	Алтайский край, % Altai Krai, %
1	<i>Fusarium</i> spp.	45,63	39,76
2	<i>Alternaria</i> spp.	15,5	30,82
3	<i>Diaporthe</i> spp.	11,65	1,47
4	<i>Colletotrichum</i> spp.	1,96	11,14

Табл. 7. Встречаемость различных видов рода *Fusarium* при обследовании посевов сои двух регионов России

Table 7. Occurrence of different species of the genus *Fusarium* during the survey of soybean crops in two regions of Russia

Вид возбудителя Pathogen species	Алтайский край, % Altai Krai, %	Приморский край, % Primorsky Krai, %
<i>Fusarium avenaceum</i>	11,43	20
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	31,43	13,33
<i>Fusarium oxysporum</i>	5,71	6,67
<i>Fusarium equiseti</i>	20	13,33
<i>Fusarium acuminatum</i>	29,41	30
<i>Fusarium graminearum</i>	-	16,67
<i>Fusarium tricinctum</i>	2,94	-

Степной район Алтайского края (Петропавловский) классифицируется как сухой, степной, холодный (BSk); равнинные и лесостепные районы (Первомайский, частично Алтайский) – континентальный, без сухого сезона с теплым летом (Dfb); предгорные и горные (Чарышский, Солонешенский) – континентальный с теплым или холодным летом (Dfb/Dfc) (см. табл. 5).

Наибольшую долю от общего числа выделенных изолятов патокомплекса микромицетов занимают грибы рода *Fusarium* – 43%, далее следуют *Alternaria* – 23%, *Diaporthe* – 6,5%, *Colletotrichum* – 6,5%, *Sclerotinia* – 4%. Остальные 17% представлены видами, относящимися к р. *Septoria* spp., *Aspergillum* spp., *Penicillium* spp., *Epicoccum* spp. (в том числе *E. nigrum*), *Myrothecium* sp., *Botrytis* sp. (в том числе *B. cinerea*), *Cladosporium* spp., *Cercospora* sp., *Trichoderma* spp. и виды *Clonostachys rosea*, *Nigrospora oryzae* *Biscogniauxia mediterranea*, *Sarocladium strictum*. (см. табл. 6; см. рис. 9–10).

Возбудители фузариоза, выявленные в ходе обследований и вызывающие поражения сои, являются доминирующими в обоих регионах (см. табл. 6; см. рис. 3). Видовой состав возбудителей фузариоза в Приморском крае представлен: *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. sporotrichioides* Sherb., *F. oxysporum* Schlecht., *F. equiseti* (Corda) Sacc., *F. acuminatum* Ellis & Everh., *F. tricinctum* (Corda) Sacc., *F. graminearum* Schwabe. В образцах Алтайского края видовой состав аналогичный, за исключением *F. graminearum*

fungi of the genus *Fusarium* – 43%, followed by – *Alternaria*– 23%, *Diaporthe* – 6,5%, *Colletotrichum* – 6,5%, *Sclerotinia* – 4%. The remaining 17% are represented by species belonging to *Septoria* spp., *Aspergillum* spp., *Penicillium* spp., *Epicoccum* spp. (including *E. nigrum*), *Myrothecium* sp., *Botrytis* sp. (including *B. cinerea*), *Cladosporium* spp., *Cercospora* sp., *Trichoderma* spp. and the species *Clonostachys rosea*, *Nigrospora oryzae* *Biscogniauxia mediterranea*, *Sarocladium strictum*. (Table 6, Fig. 9–10).

The causative agents of fusarium wilt identified during the surveys and causing soybean lesions are dominant in both regions (Table 6, Fig. 3). The species composition of fusarium pathogens in Primorsky Krai is represented by: *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. sporotrichioides* Sherb., *F. oxysporum* Schlecht., *F. equiseti* (Corda) Sacc., *F. acuminatum* Ellis & Everh., *F. tricinctum* (Corda) Sacc., *F. graminearum* Schwabe. In the samples of Altai Krai, the species composition is similar with the exception of *F. graminearum* (Table 7). The predominant species in both regions is *F. acuminatum*, for Altai Krai, *F. sporotrichioides* is also often detected. Isolates were obtained from the above-ground parts of soybean plants.

In different years (Gorobey, 2011; Dudchenko, 2023; Zaostrovnykh, 2018; Orina, 2019, Saenko, 2022) in the Far East were noted *F. oxysporum*, *F. semitectum* Berk. et Rav., *F. solani* (Mart.) App. et Wr., *F. avenaceum*, *F. gibbosum* App. et emend. Bilai, *F. moniliforme* Sheldon, *F. sambucinum*, Fuckel. *F. poae* (Peck)

Wollenw, *F. acuminatum*, *F. equiseti.*, *F. graminearum*, *F. proliferatum* (Matsush.).

The number of detections of fungi of the genus *Alternaria* differs by region by 2 times, the species composition is represented by species: *A. alternata*, *A. tenuissima* (Fig. 9, 10).

The infestation of soybean plants with anthracnose in Primorsky Krai was ~2%, in Altai Krai – 9.56%. (Fig. 4.) Fungi isolated from samples in Altai Krai belong to the species *C. incanum* H.C. Yang, Haudensh. & G.L. Hartm. и *C. lineola* Corda. Only isolates of *C. lineola* were isolated from samples from Primorsky Krai. *C. incanum* was detected in soybean crops in Russia for the first time (Tsvetkova, 2022). Currently, the species has a limited distribution in the world; a few detections of *C. incanum* are known in the USA, Canada, and Japan (Yang, 2014). This species was detected relatively recently, in 2014. It was first isolated from Japanese daikon (*Raphanus sativus*) and was initially identified as *C. dematium* due to morphological similarities. Sequence analysis of CHS, ACT, ITS, and TUB gene regions showed that this species belongs to the *C. spaethianum* species complex. The species affects soybeans, tomatoes, beans, garden radishes, and thale cress (Jayawardena, 2016, Yang, 2014).

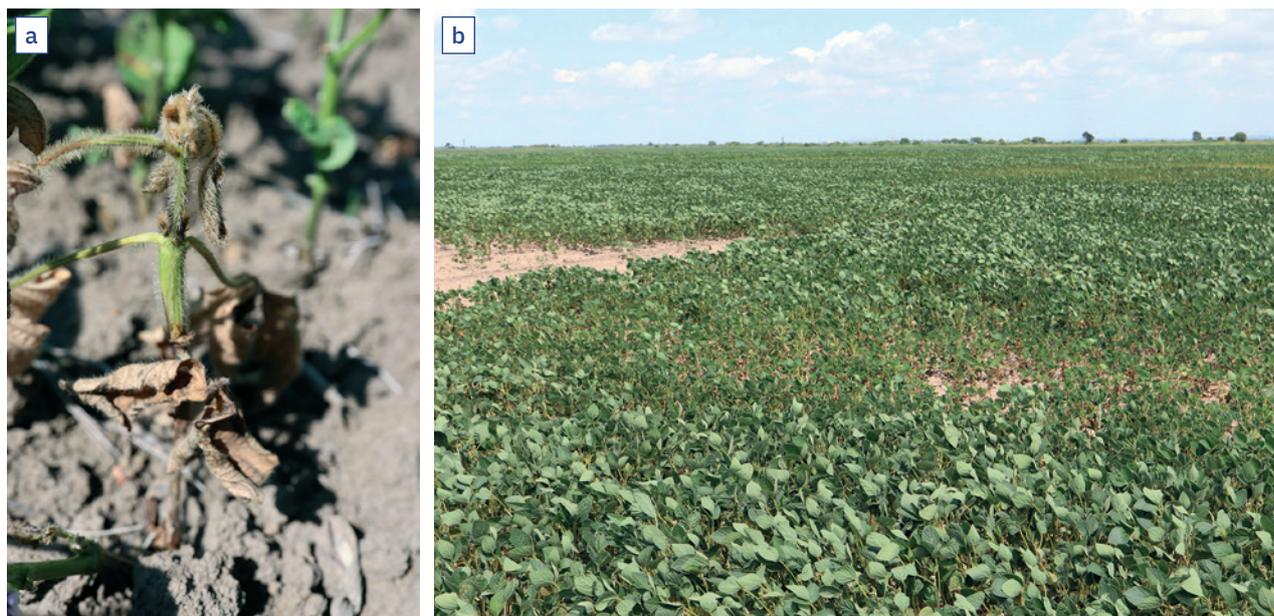


Рис. 3. а – симптомы фузариозного высыхания; б – выпадения растений, образованные вследствие поражения фузариозом (здесь и далее – фото автора, если не указано иное)

Fig. 3. Symptoms of Fusarium wilt (a). Fig. 3b shows plant wilts caused by Fusarium wilt (Photos by the author here and below, unless otherwise stated)

(см. табл. 7). Преобладающим видом в обоих регионах является *F. acuminatum*, для Алтайского края также часто отмечен *F. sporotrichioides*. Изоляты были выделены из надземных частей растений сои.

В разные года (Горобей, 2011; Дудченко, 2023; Заостровных, 2018; Орина, 2019, Саенко, 2022) на Дальнем Востоке отмечены *F. oxysporum*, *F. semitectum* Berk. et Rav., *F. solani* (Mart.) App. et Wr., *F. avenaceum*, *F. gibbosum* App. et emend. Bilai, *F. moniliforme* Sheldon, *F. sambucinum*, Fuckel. *F. poae* (Peck) Wollenw., *F. acuminatum*, *F. equiseti.*, *F. graminearum*, *F. proliferatum* (Matsush.).

Количество выявлений грибов р. *Alternaria* отличается по регионам в 2 раза, видовой состав представлен видами *A. alternata*, *A. tenuissima* (см. рис. 9, 10).

Зараженность растений сои антракнозом в Приморском крае составила ~2%, в Алтайском – 9,56% (см. рис. 4). Грибы, выделенные из образцов Алтайского края, относятся к видам *C. incanum* H.C. Yang, Haudensh. & G.L. Hartm. и *C. lineola* Corda. Из образцов Приморского края были выделены только изоляты *C. lineola*. На территории России в посевах сои *C. incanum* обнаружен впервые (Цветкова, 2022). В настоящее время вид имеет ограниченное распространение в мире: известны немногочисленные обнаружения *C. incanum* в США, Канаде и Японии (Yang, 2014). Данный вид открыт относительно недавно, в 2014 г., впервые был выделен из японского дайкона (*Raphanus sativus*) и изначально определен как *C. dematium* из-за морфологического сходства. Анализ последовательностей участков генов CHS, ACT, ITS и TUB показали, что данный вид относится к комплексу видов *C. spathianum*. Вид поражает сою, томат, фасоль, редьку посевную, резуховидку Таля (Jayawardena, 2016, Yang, 2014).

Позднее, в 2022 г. (Дудченко, 2023), данный вид был обнаружен и в Амурской области при обследовании посевов сои.

Later, in 2022 (Dudchenko, 2023), this species was also detected in the Amur region during a survey of soybean crops.

C. lineola is a widespread pathogen, but has not been previously recorded on soybean plants (Fig. 9, 10). This phenomenon may be due to the fact that the species *C. dematium* and *C. lineola* have similar morphological and genetic characters, and often isolates initially identified as *C. dematium* are *C. lineola*. The most suitable regions for differentiating these two species are the actin, histone, and glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase gene regions (Tsvetkova 2022), (Fig. 5).

The main causative agent of soybean anthracnose in the world and in the territory of the Russian Federation is considered to be *C. truncatum* (Bouffleur 2021; Tsvetkova, Saenko, 2022). During this survey, this species was not detected, but we isolated it from soybean samples in 2019, there are also repeated references to its widespread distribution in the literature in Kemerovo Oblast (Zaostrovskikh, 2018; Tsvetkova, 2022), in Krasnodar Krai (Saenko 2019), in the Far East (Amur Oblast, Primorsky Krai) (Saenko, 2021, 2022). Isolates of *C. destructivum* were isolated from soybean samples of the Far East in 2020, and in 2021, *C. sojae* Damm & Alizadeh was detected in crops of Amur Oblast (Dudchenko, 2023).

Another important group are fungi of the genus *Diaporthe* – pathogens of soybean phomopsis. For Primorsky Krai, the species *D. longicolla* and *D. caulivora* are typical (Kuzmin, 2023, Zaostrovnykh, 2018, Ruchkov, 2021, Saenko, 2022, Toropova, 2024) (current name *Diaporthe phaseolorum* (Cooke & Ellis) Sacc.), recently detections have been recorded annually (Fig. 6). In 2019, both pathogens were isolated from soybean samples of Primorsky Krai during routine laboratory diagnostics.

C. lineola – широко распространенный патоген, но на растениях сои ранее также не был зафиксирован (см. рис. 9, 10). Данный феномен может быть связан с тем, что виды *C. dematium* и *C. lineola* имеют схожие морфологические и генетические признаки и зачастую изоляты, первично идентифицированные как *C. dematium*, являются *C. lineola*. Наиболее подходящими для дифференциации этих двух видов являются участки гена актина, гистона и гена глицеральдегид-3-фосфат-дегидрогеназы (Цветкова, 2022) (см. рис. 5).

Основным возбудителем антракноза сои в мире и на территории РФ считается *C. truncatum* (Bouffleur 2021; Цветкова, Саенко, 2022). В ходе данного обследования этот вид выявлен не был, однако был выделен нами из образцов сои 2019 г., также имеются неоднократные упоминания о его широком распространении в литературных данных в Кемеровской области (Заостровных, 2018; Цветкова, 2022), в Краснодарском крае (Саенко 2019), на Дальнем Востоке (Амурская обл., Приморский край) (Саенко, 2021, 2022). Из образцов сои Дальнего Востока 2020 г. были выделены изоляты *C. destructivum*, а в 2021 г. в посевах Амурской области был обнаружен *C. sojae* Damm & Alizadeh (Дудченко, 2023).

Другой важной группой являются грибы рода *Diaporthe* – возбудители фомопсиса сои. Для Приморского края характерными являются виды *D. longicolla* и *D. caulivora* (Кузьмин, 2023, Заостровных, 2018, Ручков, 2021, Саенко, 2022, Торопова, 2024) (актуальное название *Diaporthe phaseolorum* (Cooke & Ellis) Sacc.), в последнее время выявление фиксируют ежегодно (см. рис. 6). В 2019 г. оба патогена были выделены из образцов сои Приморского края при рутинной лабораторной диагностике.

В 2020 г. *D. longicolla* был выявлен при фитосанитарном обследовании районов Приморского края и Амурской области, доля выявлений в первом регионе выше, чем во втором, на 10% (Ручков, 2021). При обследовании 2021 г. этот вид был выделен из образцов сои Приморского края (см. рис. 10),

In 2020, *D. longicolla* was detected during a phytosanitary survey of the Primorsky Krai and Amur Oblast, with the proportion of detections in the first region being 10% higher than in the second (Ruchkov, 2021). During the 2021 survey, this species was isolated from soybean samples in Primorsky Krai (Fig. 10), and in 2022–2023, in soybean crops in Amur Oblast (Dudchenko, 2023; Kuzmin, 2023).

D. longicolla has a wide range and was reported in Krasnodar Krai in 2016 (Smolyanaya, 2017).

Previously, *D. caulivora* was reported only in Primorsky Krai, and it should be noted that its frequency of occurrence (in 2019 and 2021) is 10 times lower than that of *D. longicolla*. In 2023, the species was also noted in Amur Oblast (Kuzmin, 2023).

In the crops of Altai Krai, only 2 isolates of fungi of the genus *Diaporthe* were isolated, the pathogens belong to the species *D. eres* Nitschke and, presumably, *D. cucurbitae* (McKeen) Udayanga & Castl. The species *D. cucurbitae* and *D. novem* are difficult to differentiate by the region of the internal transcribed spacer; when constructing a dendrogram, the studied isolate (Y46) falls into the *D. cucurbitae* clade (Fig. 7). At the same time, this group also has high intraspecific differences, and the type strain DAOM 42078 differs significantly from the studied one (PI = 91). Both species are capable of parasitizing soybean plants (Slovaeva, 2022; Shumilova, 2024).

During the surveys, white mould – *S. sclerotiorum* – was also detected. Infected plants quickly dry out, turn brown and thus are clearly visible in the crop (Fig. 8). *S. sclerotiorum* is detected mainly in Altai Krai, in Primorye – isolated singly. In addition to the Far East, this pathogen is widespread throughout Russia, including the forest-steppes of Western Siberia, the Kemerovo Oblast and Krasnodar Krai (Smolyanaya, 2017; Saenko, 2019, 2021, Zaostrovnykh 2017).

The quarantine lists of many countries, including the EAEU, contain the fungus *C. kikuchii*. The pathogen was not detected during this survey, but was repeatedly recorded in similar studies. In Amur Oblast, *C. kikuchii* is one of the dominant species in soybean crops (Zaostrovskikh, 2018; Kuzmin 2023).



Рис. 4. Симптомы поражения стеблей сои возбудителями антракноза р. *Colletotrichum* (b – увел. x32)



Fig. 4. Symptoms of soybean stem damage by anthracnose pathogens of the genus *Colletotrichum* (b-magn. x32)

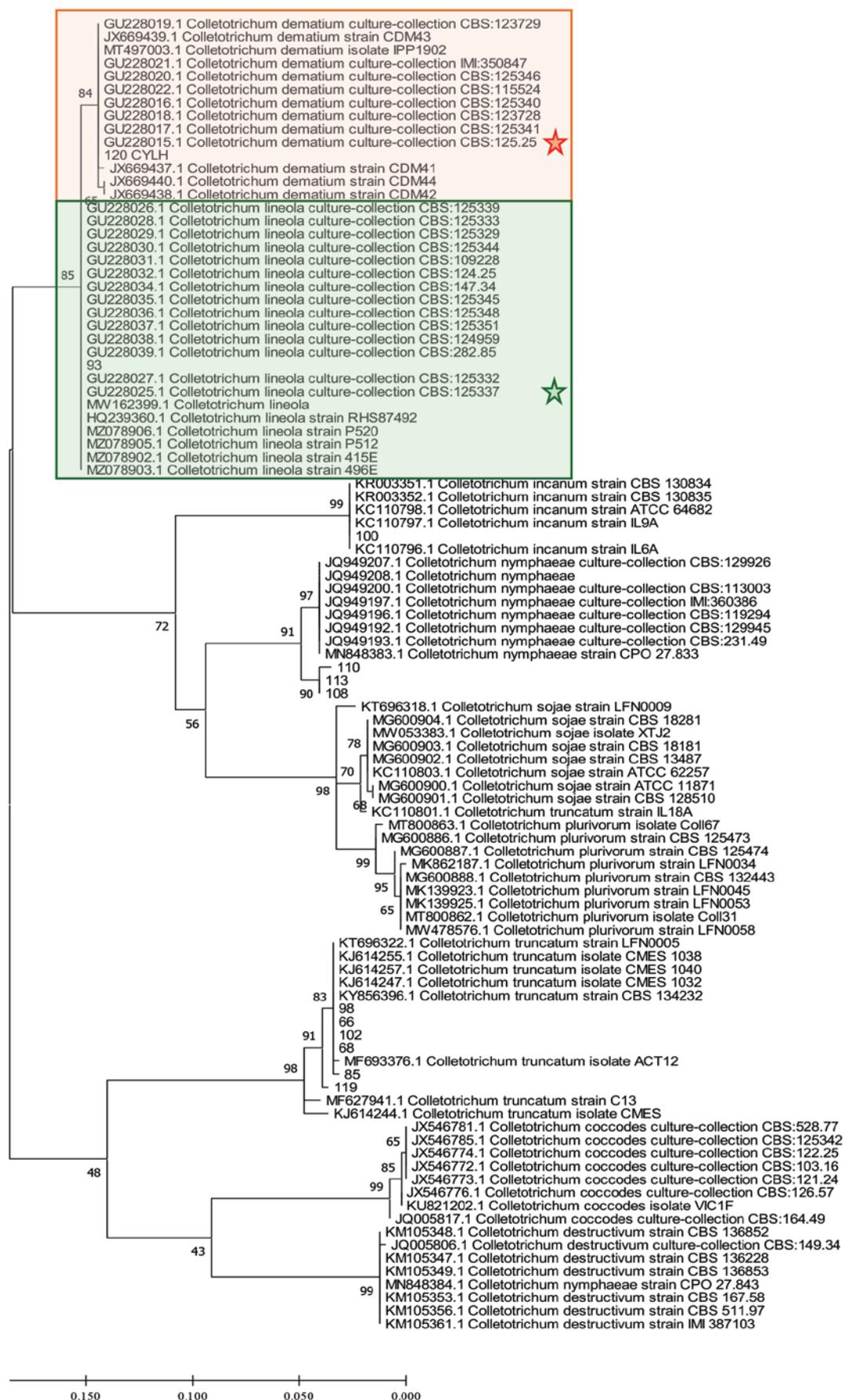


Рис. 5. Дендрограмма, построенная на основе нуклеотидных последовательностей участка HIS 3, ☆ отмечены последовательности типовых штаммов (метод Maximum Likelihood, модель TN93+G)

Fig. 5. Dendrogram constructed based on the nucleotide sequences of the HIS 3 region, ☆ sequences of type strains are marked (Maximum Likelihood method, model TN93+G)



Рис. 6. Симптомы поражения сои возбудителями фомопсиса сои **Fig. 6.** Symptoms of soybean damage caused by *Phomopsis* soybean pathogens

2022–2023 гг. – в посевах сои Амурской области (Дудченко, 2023; Кузьмин, 2023).

D. longicolla имеет широкий ареал и был отмечен в Краснодарском крае в 2016 г. (Смоляная, 2017).

Ранее *D. caulivora* был отмечен только в Приморском крае, при этом необходимо отметить, что частота его встречаемости (в 2019 и в 2021 гг.) в 10 раз ниже, чем *D. longicolla*. В 2023 г. вид отмечен и в Амурской области (Кузьмин, 2023).

В посевах Алтайского края было выделено всего два изолята грибов р. *Diaporthe*, возбудители принадлежат к видам *D. eres* Nitschke и, предположительно, *D. cucurbitae* (McKeen) Udayanga & Castl. Виды *D. cucurbitae* и *D. novem* затруднительно дифференцировать по участку внутреннего транскрибируемого спейсера, при построении

In Primorsky Krai, this species is also regularly detected on plants during the growing season and on soybean seeds (website of FGBU “VNIKR”, 2024). In addition to the Far East, the pathogen has been recorded in crops of Krasnodar Krai (Smolyanaya 2017; Saenko 2019).

Along with the causative agent of purple seed stain of soybean, *Cercospora sojina* Hara is also widespread in the Far East and other regions of the country.

Below is a list of micromycetes that are widespread (Toropova, 2024; Zaostrovnykh, 2017; Saenko 2008, 2022, IndexFungorum, 2025) in the Far East and mentioned in the literature:

- *Peronospora manshurica* Sydow;
- *Septoria glycines* T.Hemmi;
- *Ascochyta phaseolorum* Sacc. Synonym – *Phoma exigua* Desm., Annls Sci. Nat, many lists indicate

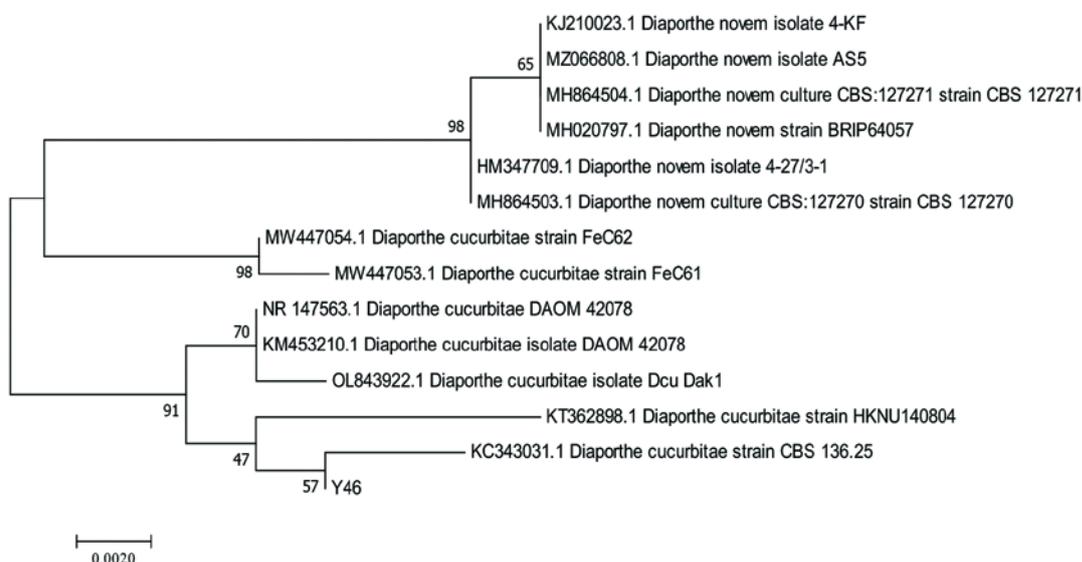


Рис. 7. Дендрограмма, построенная на основе нуклеотидных последовательностей участка ITS1-5,8S-ITS2 (метод Maximum Likelihood, модель K-2)

Fig. 7. Dendrogram constructed based on the nucleotide sequences of the ITS1-5.8S-ITS2 region (Maximum Likelihood method, K-2 model)

дендрограммы исследуемый изолят (Y46) попадает в кладу *D. cucurbitae* (см. рис. 7). Вместе с тем эта группа имеет и высокие внутривидовые различия, и типовой штамм DAOM 42078 значительно отличается от исследуемого (ИП = 91). Оба вида способны паразитировать на растениях сои (Словарева, 2022; Шумилова, 2024).

В ходе обследований также была выявлена белая гниль сои – *S. sclerotiorum*. Зараженные растения быстро усыхают, буреют и таким образом отчетливо выделяются в посевах (см. рис. 8). Выявление склеротинии приходится в основном на Алтайский край, в Приморье выделена единично. Помимо Дальнего Востока, этот патоген широко распространен по всей России, включая лесостепи Западной Сибири, Кемеровскую область и Краснодарский край (Смоляная, 2017; Саенко, 2019, 2021; Заостровных, 2017).

В карантинные перечни многих стран, включая ЕАЭС, входит гриб *C. kikuchii*. В ходе данного обследования патоген выявлен не был, но неоднократно был зафиксирован при аналогичных исследованиях. В Амурской области *C. kikuchii* входит в число доминирующих видов в посевах сои (Заостровных, 2018; Кузьмин 2023). В Приморском крае также происходят регулярные выявления данного вида на растениях в период вегетации и на семенах сои (сайт ФГБУ «ВНИИКР», 2024). Помимо Дальнего Востока, патоген зафиксирован в посевах Краснодарского края (Смоляная 2017; Саенко 2019).

exactly this name. Current name: *Boeremia exigua* (Desm.) Aveskamp, Gruyter & Verkley;

- Some sources indicate the species *Ascochyta sojaecola* Abramoff. (also *sojicola*) (Köviics, 1999). Current name: *Didymella pinodella* (L.K. Jones) Qian Chen & L. Cai;

- *Rhizoctonia solani* Kuehn;

- *Thielaviopsis basicola* (Berk.et Br.) Ferr., Current name: *Berkeleyomyces basicola* (Berk. & Broome) W.J. Nel, Z.W. de Beer, T.A. Duong & M.J. Wingf., Synonyms: *Chalara elegans* Nag Raj & W.B. Kendr., *Trichocladium basicola* (Berk. & Broome) J.W. Carmich., *Torula basicola* Berk. & Broome, Ann. Mag. nat. Hist., Ser.;

- *Corynespora cassiicola* (Berk. et Curt.) Wei.;

- *Cylindrocarpon destructans* (Zins.) Scholten., Current name: *Ilyonectria destructans* (Zinssm.) Rossman, L. Lombard & Crous;

- *Pythium ultimum* Trow Current name: *Globisporangium ultimum* (Trow) Uzuhashi, Tojo & Kakish.;

- *Stilbum bulbicola* (Henn.) Sacc. & D. Sacc., Current name: *Stilbella bulbicola* Henn.;

- *Gliocladium roseum* (Lk.) Thom., Current name: *Clonostachys rosea* (Link) Schroers, Samuels, Seifert & W. Gams;

- *Phyllosticta sojaecola* Mass Current name: *Pleosphaerulina sojicola* Miura, Bull. S. Manchur.;

- *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link.;

- *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd.;

- *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.

Purple seed stain of soybean and soybean stem cancer have been known in Russia for over 40 years:



Рис. 8. Симптомы поражения сои патогеном *S. sclerotium*

Fig. 8. Soybean damage symptoms by *S. sclerotium*

Наряду с возбудителем пурпурного церкоспороза, также широкое распространение на Дальнем Востоке и других регионах страны имеет *Cercospora sojina* Hara.

Ниже приведен список микроорганизмов, широко распространенных (Торопова, 2024; Заостровных, 2017; Саенко 2008, 2022; IndexFungorum, 2025) на территории Дальнего Востока и упоминаемых в литературных данных:

- *Peronospora manshurica* Sydow;
- *Septoria glycines* T.Hemmi;
- *Ascochyta phaseolorum* Sacc. Синоним: *Phoma exigua* Desm., Annl. Sci. Nat, во многих перечнях указано именно такое название. Актуальное название: *Boeremia exigua* (Desm.) Aveskamp, Gruyter & Verkley;

- в некоторых источниках указан вид *Ascochyta sojaecola* Abramoff. (также *sojicola*) (Kövcis, 1999). Актуальное название: *Didymella pinodella* (L.K. Jones) Qian Chen & L. Cai;

- *Rhizoctonia solani* Kuehn;
- *Thielaviopsis basicola* (Berk. et Br.) Ferr., актуальное название: *Berkeleyomyces basicola* (Berk. & Broome) W.J. Nel, Z.W. de Beer, T.A. Duong & M.J. Wingf., Другие названия: *Chalara elegans* Nag Raj & W.B. Kendr., *Trichocladium basicola* (Berk. & Broome) J.W. Carmich., *Torula basicola* Berk. & Broome, Ann. Mag. nat. Hist., Ser.;

- *Corynespora cassiicola* (Berk. et Curt.) Wei.;

- *Cylindrocarpon destructans* (Zins.) Scholten., Актуальное название: *Plyonectria destructans* (Zinssm.) Rossman, L. Lombard & Crous;

- *Pythium ultimum* Trow Актуальное название: *Globisporangium ultimum* (Trow) Uzuhashi, Tojo & Kakish.;

- *Stilbum bulbicola* (Henn.) Sacc. & D. Sacc., Актуальное название: *Stilbella bulbicola* Henn.;

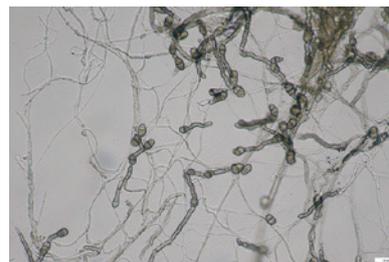
- *Gliocladium roseum* (Lk.) Thom., Актуальное название: *Clonostachys rosea* (Link) Schroers, Samuels, Seifert & W. Gams;

- *Phyllosticta sojaecola* Mass Актуальное название: *Pleosphaerulina sojicola* Miura, Bull. S. Manchur;
- *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link.;
- *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd.;
- *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.

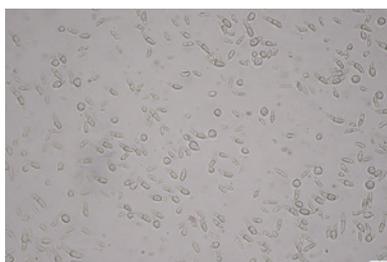
Пурпурный церкоспороз сои и рак стеблей сои известны на территории России более 40 лет: возбудители входили в III список «Экономически опасные организмы», согласно Соглашению между Правительством Союза Советских Социалистических Республик и Правительством Французской Республики о сотрудничестве в области карантина и защиты растений от 11.03.1987 («Соглашение...», 1987). Согласно Конвенции между Правительством Российской Федерации и Правительством



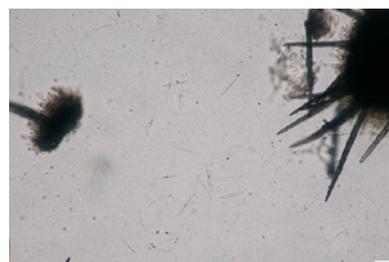
а – конидии *C. kikuchii*
а – *C. kikuchii* conidia



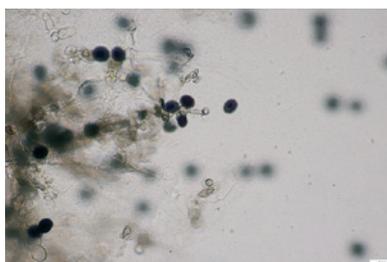
б – конидии *Alternaria* sp. Y42
б – *Alternaria* sp. Y42 conidia



с – макро- и микроконидии *F. sporotrichioides* Y11
с – *F. sporotrichioides* Y11 macro- and microconidia



д – конидии и ацервулы с щетинками *C. lineola* Y32
д – *C. lineola* Y32 Conidia and acervuli with setae



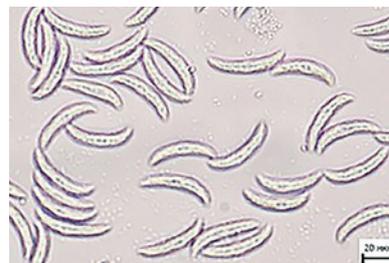
е – конидии *N. oryzae* Y47
е – *N. oryzae* Y47 conidia



ф – конидии *F. equiseti* Y78
ф – *F. equiseti* Y78 conidia



г – конидии *Myrothecium* sp. Y19
г – *Myrothecium* sp. Y19 conidia



h – конидии *C. truncatum* 66
h – *C. truncatum* 66 conidia

Рис. 9. Микроскопические признаки грибов возбудителей болезней сои.
Рис. 9а – фото А. В. Камченкова

Fig. 9. Microscopic characters of fungi causing soybean diseases.
Fig. 9a – author A. V. Kamchenkov

the pathogens were included in List III “Economically dangerous organisms” according to the Agreement between the Government of the Union of Soviet Socialist Republics and the Government of the French Republic on cooperation in the field of quarantine and plant protection dated 11.03.1987 (Agreement, 1987). According to the Convention between the Government of the Russian Federation and the Government of the People’s Republic of China on quarantine and plant protection dated 26.06.1995, List II. “Quarantine organisms



a – *D. longicolla* Y92



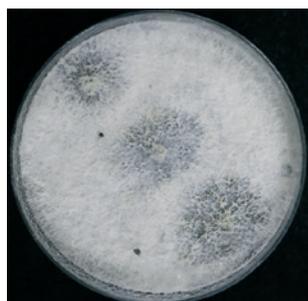
b – *D. longicolla* Y77



c – *D. cucurbitatae* Y46



d – *D. eres* Y68



e – *D. longicolla* Y94



f – *D. phaseolorum* y113



g – *D. phaseolorum*



h – *D. longicolla*



i – *F. graminearum* Y101



j – *F. oxysporum* Y110



k – *F. avenaceum* Y81



l – *F. acumintum* Y56



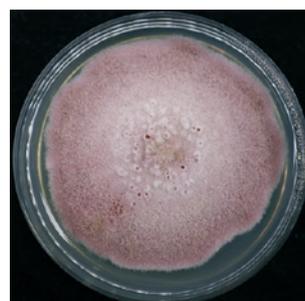
m – *F. acumintum* y49



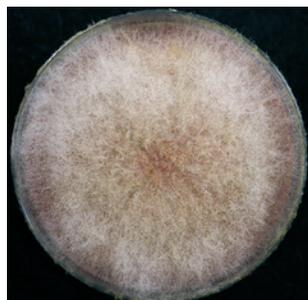
n – *F. equiseti* Y24



o – *F. avenaceum* Y9



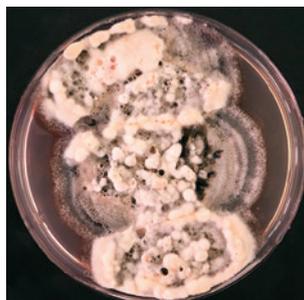
p – *F. acumintum* Y111



q – *F. sporotrichioides* Y11



r – *Alternaria* sp. Y70



s – *C. sojae*



t – *S. sclerotium*

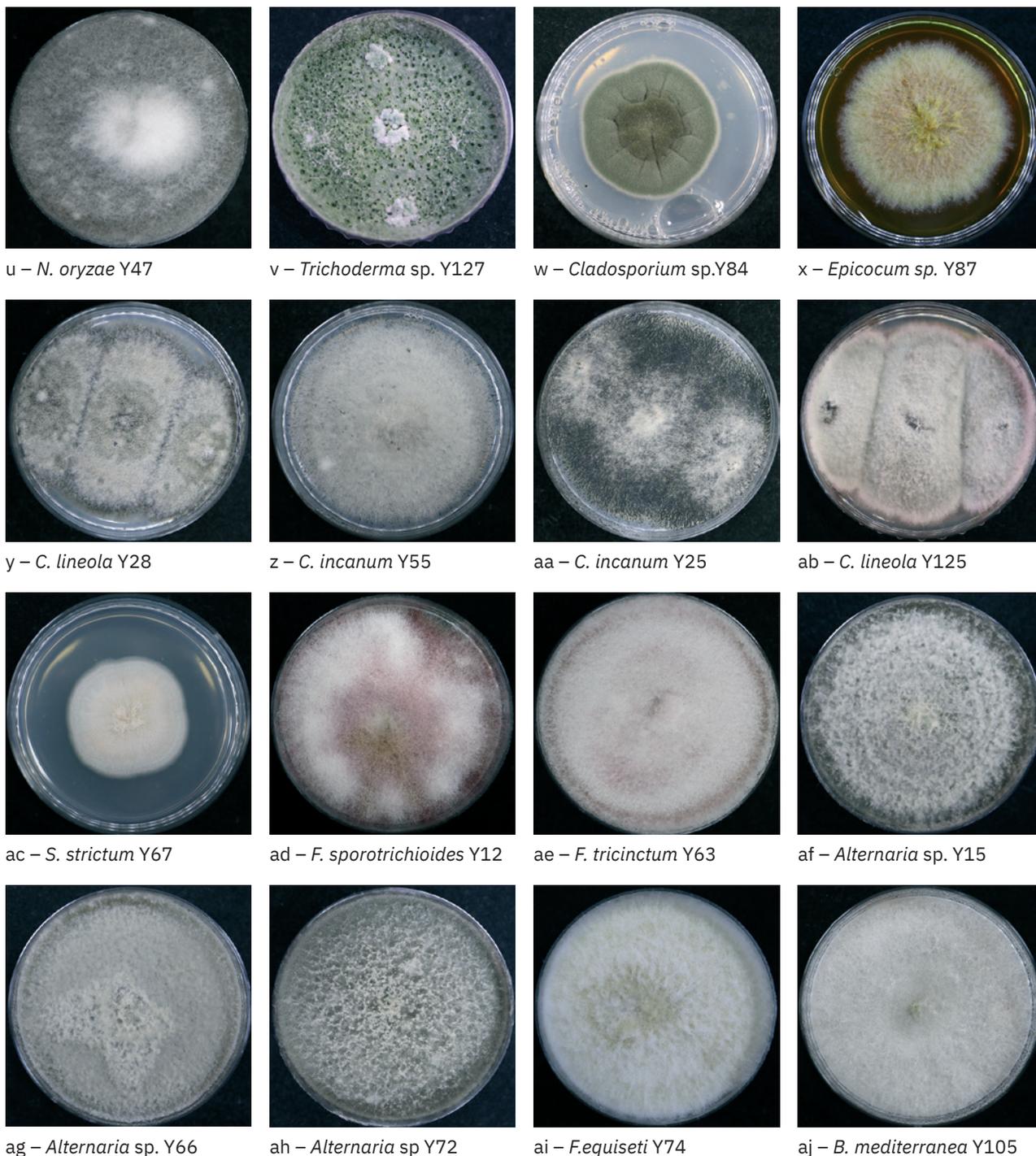


Рис. 10. Макроскопические признаки грибов возбудителей болезней сои. Рис. 10g, 10h – фото А. В. Камченкова

Fig. 10. Macroscopic characters of fungi causing soybean diseases. Fig. 10g, 10h – photos by A. V. Kamchenkov

Китайской Народной Республики по карантину и защите растений от 26.06.1995 в перечне «II. Карантинные организмы, ограниченно распространенные на территории Российской Федерации» указан *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora* (Athow et Cald.), а в перечне «III. Потенциально опасные организмы для Российской Федерации» значится *C. kikuchii* («Конвенция...», 1995). Наряду с этим требования Китая к поставке продукции из РФ увеличились более чем в 10 раз. В 1995 г. весь карантинный перечень включал 42 вида, в том числе 10 представителей грибов и грибоподобных организмов. Нынешние требования содержат 435 (439) позиций, 124 из которых – микологические объекты.

with limited distribution in the territory of the Russian Federation” includes *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora* (Athow et Cald.), and List III. “Potentially dangerous organisms for the Russian Federation” includes *C. kikuchii* (Convention, 1995). Along with this, China’s requirements for the supply of products from the Russian Federation have increased more than 10 times. In 1995, the entire quarantine list included 42 species, including 10 representatives of fungi and fungus-like

Эти данные, вероятнее всего, связаны, с одной стороны, с объемами экспорта продукции: до 1998 г. поставок сои в другие страны не осуществлялось (не зафиксировано), общий объем экспорта сои из России составил ~65 тыс. тонн (КНР, КНДР, Филиппины и Узбекистан), объем экспорта в КНР составил 60 тыс. тонн (ФАО). Вместе с тем с 1990 г. по настоящее время сильно развились методы выявления идентификации патогенов, количество специалистов, возможности, которые позволили более детально разбираться в проблемах фитосанитарии.

На территории Российской Федерации встречаются и другие виды, включенные в карантинные перечни стран-импортеров, зачастую они не ассоциированы с растениями сои. Так, *C. coccodes* широко представлен на картофеле в том числе и в Приморском крае (Yarmeeva, 2023). *Phoma exigua* Desm. также выявлен на клубнях картофеля в Северо-Западном, Центральном, Приволжском, Сибирском, Дальневосточном и других округах (Gannibal, 2024).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Состав фитопатогенов сои на территории Российской Федерации насчитывает не менее 35 видовых таксонов, преимущественно относящихся к отделу Ascomycota, порядкам Нуроскреales, Pleosporales, Glomerellales, Diaporthales, Mycosphaerellales, а также представители отдела Oomycota, порядков Peronosporales и Pythiales. Грибы и грибоподобные организмы активно заражают все части растений: листья, вызывая различные пятнистости (*Septoria*, *Cercospora*, *Fusarium*, *Perenospora*, *Phakopsora*, *Ascochyta*); стебли (*Colletotrichum*, *Diaporthe*, *Fusarium*, *Sclerotinia*), где образуются некрозы, язвы, развивается вторичная инфекция, болезнь, распространяясь, приводит к усыханию; прикорневые части стебля и непосредственно корни (*Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Corynespora*, *Cylindrocarpon*); нередко возбудители болезней поражают всходы и вызывают их гибель. Несмотря на засушливые условия 2021 г., болезни, вызываемые грибами, активно развивались во время вегетационного сезона.

Многие грибы могут переноситься с семенным материалом: *Fusarium*, *Diaporthe*, *Colletotrichum*, *Cercospora*, *Ascochyta Aspergillum.*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Myrothecium*, *Nigrospora*, *Sarocladium*, *Botrytis*, *Sclerotinia*.

Несмотря на увеличение объемов производства сои и наращивание экспортного потенциала, наличие в подкарантинной продукции карантинных объектов может стать ограничивающим фактором в торговых взаимодействиях стран.

Фитосанитарные мониторинги и обследования полей, включающие идентификацию не только симптомов, но и культурально-морфологическую и генетическую оценку (как минимум с использованием первичного баркодинга по участку ITS1-5,8S-ITS2) являются более надежным инструментом работы фитосанитарной службы. Такой подход позволяет определить видовой состав с большей достоверностью, в результате снижения частоты ложноположительных и ложноотрицательных результатов при выявлении грибов патоконплекса сои, что в дальнейшем положительно скажется на экспортном потенциале РФ.

organisms. Current requirements contain 435 (439) positions, 124 of which are mycological objects. These data are most likely related, on the one hand, to the volumes of product exports: until 1998, soybeans were not supplied to other countries (not recorded), the total volume of soybean exports from Russia amounted to ~65 thousand tons (China, North Korea, the Philippines and Uzbekistan), the volume of exports to China amounted to 60 thousand tons (FAO). At the same time, from the 1990s to the present, methods for identifying pathogens, the number of specialists, and opportunities have greatly developed, which made it possible to understand phytosanitary problems in more detail.

There are also other species on the territory of the Russian Federation that are included in the quarantine lists of importing countries; they are often not associated with soybean plants. Thus, *C. coccodes* is widely represented on potatoes, including in Primorsky Krai (Yarmeeva, 2023). *Phoma exigua* Desm. was also detected on potato tubers in the Northwestern, Central, Volga, Siberian, Far Eastern and other districts (Gannibal, 2024).

CONCLUSION

The composition of soybean phytopathogens in the Russian Federation includes at least 35 species taxa, mainly belonging to the Ascomycota phylum, the orders Hypocreales, Pleosporales, Glomerellales, Diaporthales, Mycosphaerellales, as well as representatives of the Oomycota phylum, the order Peronosporales and Pythiales. Fungi and fungus-like organisms actively infect all parts of plants: leaves, causing various spots (*Septoria*, *Cercospora*, *Fusarium*, *Perenospora*, *Phakopsora*, *Ascochyta*), stems (*Colletotrichum*, *Diaporthe*, *Fusarium*, *Sclerotinia*), where necrosis and cankers form, secondary infection develops, the disease spreads and leads to drying out; the basal parts of the stem and the roots themselves (*Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Corynespora*, *Cylindrocarpon*). Often pathogens damage seedlings and cause their death. Despite the dry conditions of 2021, diseases caused by fungi actively developed during the growing season.

Many fungi can be transmitted by seed: *Fusarium*, *Diaporthe*, *Colletotrichum*, *Cercospora*, *Ascochyta Aspergillum.*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Myrothecium*, *Nigrospora*, *Sarocladium*, *Botrytis*, *Sclerotinia*.

Despite the increase in soybean production volumes and the growth of export potential, the presence of quarantine objects in quarantine products may become a limiting factor in trade interactions between countries.

Phytosanitary monitoring and field surveys, including identification of not only symptoms, but also cultural morphological and genetic assessment, at least using primary barcoding for the ITS1-5.8S-ITS2 region, are a more reliable tool for the phytosanitary service. This approach allows us to determine the species composition with greater reliability, as a result of reducing the frequency of false positive and false negative results in identifying fungal pathocomplex of soybean, which will further have a positive impact on the export potential of the Russian Federation. Data confirmed by

Подтвержденные молекулярными методами данные позволяют своевременно выявлять новые и инвазивные виды, а также проводить систематизацию накопленного материала, который может нуждаться в реклассификации, особенно близкородственных видов. Так, в ходе обследований было показано распространение *C. incanum* и *C. lineola*, которые явились единственными видами возбудителями антракноза, выявленными при анализе состава микромицетов соевых полей в 2021 г. Также впервые на территории страны был обнаружен вид, предварительно определенный как *D. cf. cucurbitae*.

Формирование региональных перечней фитопатогенов и сопутствующей микофлоры, выявленных в результате обследований, представляет собой важную задачу. Такой перечень является первичным документом, на основании которого могут быть проведены более точные оценка и анализ фитосанитарного риска. Такой подход позволяет не только оценивать динамику распространения микобиоты, но и своевременно разрабатывать эффективные меры контроля.

Карантинно-значимые патогены, включенные в регламентирующие перечни стран-импортеров, были неоднократно выявлены в посевах сои на территории РФ в течение последних пяти лет. Некоторые из них имели статус ограниченно распространенных и встречались в отдельных регионах, но получили широкое распространение. Отдельные виды являются основными компонентами патогенного комплекса сои, их ареал напрямую связан с расширением площадей возделывания этой культуры.

Таким образом, существует потенциальный риск, связанный с расширением экспорта, особенно по направлению семеноводства, ввиду широкого распространения патогенов сои, которые могут быть выявлены в подкарантинной продукции, – и это, как следствие, может привести к ограничительным мерам со стороны стран-импортеров.

Благодарность. Автор выражает благодарность зав. лаб. микологии ИЛЦ ФГБУ «ВНИИКР» А. В. Камченкову за помощь в отборе образцов, а также за предоставление фотографии конидий *C. kikuchii* и культур *D. phaseolorum* и *D. longicolla*. Автор благодарит рецензентов и редакторов за кропотливый труд и работу по улучшению статьи.

Научное исследование выполнено в рамках государственного задания, рег. № ЕГИСУ НИОКТР 223011600042–7.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Благовещенская Е. Ю. Микологические исследования: Основы лабораторной техники. М.: Ленанд, 2017. 96 с. ISBN: 978-5-9710-4375-1
2. Горобей И. М., Ашмарина Л. Ф., Коняева Н. М. Фузариозы зернобобовых культур в лесостепной зоне Западной Сибири // Защита и карантин растений. 2011. №2. С. 14–16.
3. Дудченко И. П., Кузнецова А. А., Дудченко Г. Н., Копина М. Б., Костин Н. К. Грибные заболевания сои на Дальнем Востоке // Фитосанитария. Карантин растений. 2023. №4. С. 2–16. <https://doi.org/10.69536/r8790-8454-5124-k>

molecular methods allow for the timely identification of new and invasive species, as well as the systematization of accumulated material that may need to be reclassified due to incorrect primary identification, especially closely related species. Thus, during the surveys, the spread of *C. incanum* and *C. lineola* was shown, which were the only species of anthracnose pathogens identified during the analysis of the composition of micromycetes in soybean fields in 2021. Also, for the first time in the country, a species was discovered, preliminarily identified as *D. cf. cucurbitae*.

Formation of regional lists of phytopathogens and associated mycoflora identified as a result of surveys is an important task. Such a list is a primary document on the basis of which a more accurate assessment and analysis of phytosanitary risk can be carried out. This approach allows not only to assess the dynamics of the spread of mycobiota, but also to develop effective control measures in a timely manner.

Quarantine-significant pathogens included in the regulatory lists of importing countries have been repeatedly identified in soybean crops in the Russian Federation over the past five years. Some of them had the status of limited distribution and were found in certain regions, but have become widespread. Certain species are the main components of the soybean pathogenic complex, their range is directly related to the expansion of the cultivation area of this crop.

Thus, there is a potential risk associated with the expansion of exports, especially in the seed sector, due to the widespread distribution of soybean pathogens that may be detected in quarantine products and, as a result, may lead to restrictive measures on the part of importing countries.

Acknowledgements

The author expresses her gratitude to the head of the mycology laboratory of the Testing Laboratory Center of FGBU “VNIKCR” A. V. Kamchenkov for assistance in collecting samples, as well as for providing a photograph of *C. kikuchii* conidia and *D. phaseolorum* and *D. longicolla* cultures. The author thanks the reviewers and editors for their painstaking work and work to improve the article.

The scientific research was carried out within the framework of the State assignment, reg. No. EGISU NIOKTR 223011600042–7.

REFERENCES

1. Blagoveshchenskaya E. Yu. Mycological studies: Fundamentals of laboratory technology. Moscow: Lenand, 2017. 96 p. ISBN: 978-5-9710-4375-1 (In Russ.)
2. Gorobey I. M., Ashmarina L. F., Konyaeva N. M. Fusarium diseases of grain legumes in the forest-steppe zone of Western Siberia // Plant Health and Quarantine. 2011; 2: 14–16. (In Russ.)
3. Dudchenko I. P., Kuznetsova A. A., Dudchenko G. N., Kopina M. B., Kostin N. K. Fungal diseases of soybeans in the Far East // Plant Health and Quarantine. 2023; 4: 2–16. <https://doi.org/10.69536/r8790-8454-5124-k> (In Russ.)

4. Заостровных В. И., Кадуров А. А., Дубовицкая Л. К., Рязанова О. А. Мониторинг видового состава болезней сои в различных зонах соеосеяния // Дальневосточный аграрный вестник. 2018. №4 (48). С. 51–67.
5. Заостровных В. И., Рязанова О. А., Кадуров А. А. Фитосанитарный мониторинг видового состава болезней сои в различных зонах соеосеяния // Современные тенденции сельскохозяйственного производства в мировой экономике: Сборник статей. – Кемерово: Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт, 2017. С. 21–32. EDN XGNVQY.
6. Кузьмин А. А. Особенности распространения заболеваний сои на территории Амурской области // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. №2. С. 31–44. DOI: 10.22450/19996837_2023_2_31
7. Лаврентьева С. И., Иваченко Л. Е. Биохимический состав семян сои Дальневосточного региона // Вестник КрасГАУ. 2024. №1 (202). С. 47–55.
8. Литвиненко О. В., Корнева Н. Ю., Кодирова Г. А., Кубанкова Г. В. Результаты сравнительного изучения сортов сои по показателям биохимического состава зерна // Агронаука. 2023. №1(4). С. 62–70.
9. Мезенцева, Л. И. Генезис необычайно жаркого лета 2021 г. на Дальнем Востоке, в том числе на акватории дальневосточных морей // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: Материалы VII Международной научно-технической конференции, Владивосток: Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 2022. С. 269–275. – EDN NBSJAE.
10. Методические рекомендации по выявлению и идентификации возбудителей антракноза сои *Colletotrichum truncatum* (Schweinitz) Andrus & W.D. Moore и *Colletotrichum dematium* (Persoon) Grove, 2022, 61 с.
11. Орина А. С., Шипилова Н. П., Гасич Е. Л., Гагкаева Т. Ю. Действие фунгицидов на рост патогенов сои из рода *Fusarium* // Защита и карантин растений. 2019. №3. С. 17–19. – EDN PRLVPI.
12. Петибская В. С. Соя: химический состав и использование. – Краснодар: ВНИИ масличных культур им. В. С. Пустовойта, 2012. – 432 с. – ISBN 978-5-7992-0733-5. – EDN SIXAUP.
13. Поморова Ю. Ю., Пятовский В. В., Серова Ю. М. Биохимический состав семян сортов сои, возделываемых в различных регионах России, и аспекты его биологической ценности (обзор) // Масличные культуры. 2023. № 4. С. 84–96. DOI: 10.25230/2412-608X-2023-4-196-84-96
14. Ручков Е. Р. Оценка экспортного потенциала сои Дальнего Востока России, основанная на фитосанитарных требованиях стран-импортеров // Защита растений от вредных организмов: Материалы X международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2021. С. 312–314. EDN MXNRUR.
15. Саенко Г. М. Фитосанитарный мониторинг основных болезней сои в Краснодарском крае // Масличные культуры. 2019. № 3 (179). С. 106–113.
16. Саенко Г. М. Фитосанитарный мониторинг сои на Дальнем Востоке // Известия НВ АУК. 2022. №4 (68). С. 120–133.
4. Zaostrovnykh V. I., Kadurov A. A., Dubovitskaya L. K., Ryazanova O. A. Monitoring the species composition of soybean diseases in different soybean growing zones // Far Eastern Agrarian Bulletin. 2018; 4 (48): 51–67. (In Russ.)
5. Zaostrovnykh V. I., Ryazanova O. A., Kadurov A. A. Phytosanitary monitoring of the species composition of soybean diseases in various soybean cultivation zones // Modern trends in agricultural production in the global economy: Collection of articles. – Kemerovo: Kemerovo State Agricultural Institute, 2017; 21–32. EDN XGNVQY. (In Russ.)
6. Kuzmin A. A. Features of the spread of soybean diseases in Amur Oblast // Far Eastern Agrarian Bulletin. 2023. No. 2. P. 31–44. DOI: 10.22450/19996837_2023_2_31 (In Russ.)
7. Lavrentyeva S. I., Ivachenko L. E. Biochemical composition of soybean seeds of the Far Eastern region // Bulletin of KrasSAU. 2024; 1 (202): 47–55. (In Russ.)
8. Litvinenko O. V., Korneva N. Yu., Kodirova G. A., Kubankova G. V. Results of a comparative study of soybean varieties by indicators of the biochemical composition of grain // Agrosience. 2023; 1 (4): 62–70. (In Russ.)
9. Mezentseva, L. I. Genesis of the unusually hot summer of 2021 in the Far East, including the waters of the Far Eastern seas // Actual problems of development of biological resources of the World Ocean: Proceedings of the VII International Scientific and Technical Conference, Vladivostok: Far Eastern State Technical Fisheries University, 2022; 269–275. – EDN NBSJAE. (In Russ.)
10. Guidelines for detection and identification of soybean anthracnose pathogens *Colletotrichum truncatum* (Schweinitz) Andrus & W.D. Moore and *Colletotrichum dematium* (Persoon) Grove, 2022, 61 p. (In Russ.)
11. Orina A. S., Shipilova N. P., Gasich E. L., Gagkaeva T. Yu. Effect of fungicides on the growth of soybean pathogens of the genus *Fusarium* // Plant Health and Quarantine. 2019; 3: 17–19. – EDN PRLVPI. (In Russ.)
12. Petibskaya V. S. Soybean: chemical composition and use. – Krasnodar: All-Russian Research Institute of Oilseeds named after V. S. Pustovoit, 2012. – 432 p. – ISBN 978-5-7992-0733-5. – EDN SIXAUP. (In Russ.)
13. Pomorova Yu. Yu., Pyatovsky V. V., Serova Yu. M. Biochemical composition of seeds of soybean varieties cultivated in various regions of Russia and aspects of its biological value (review) // Oilseed crops. 2023; 4: 84–96. DOI: 10.25230/2412-608X-2023-4-196-84-96 (In Russ.)
14. Ruchkov E. R. Assessment of the export potential of soybeans in the Russian Far East based on the phytosanitary requirements of importing countries // Plant protection from pests: Proceedings of the X international scientific and practical conference. – Krasnodar, 2021; 312–314. EDN MXNRUR. (In Russ.)
15. Saenko G. M. Phytosanitary monitoring of the main diseases of soybeans in the Krasnodar Territory // Oilseed crops. 2019; 3 (179): 106–113. (In Russ.)
16. Saenko G. M. Phytosanitary monitoring of soybeans in the Far East // Izvestia NV AUK. 2022; 4 (68): 120–133. (In Russ.)

17. Саенко Г. М., Зеленцов С. В., Ливень В. Т. Роль водного стресса в формировании микросклеротиев *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. в тканях сои // Масличные культуры. 2008. №1 (138). С. 53–56.
18. Саенко Г. М., Мустафина М. А. Фитосанитарное обследование сои в Центральном Черноземье // Известия НВ АУК. 2021. № 2(62). С. 175–185. DOI: 10.32786/2071-94852021-02-19.
19. Словарева О. Ю., Бондаренко Г. Н. Анализ фитосанитарного риска *Diaporthe cucurbitae* и *Stagonosporopsis citrulli* для семян тыквенных культур // Фитосанитария. Карантин растений. 2022. №1. С. 40–47. <https://doi.org/10.69536/e2257-1164-9169-x>
20. Смоляная Н. М. Видовое разнообразие фитопатогенов в агроценозе сои в условиях Славянского района Краснодарского края // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2017. – С. 249–250. – EDN ZAUUIB.
21. Торопова Е. Ю., Колесникова Т. П., Царькова М. Ф. Листостебельные болезни сои на сортах разных групп спелости в условиях Амурской области // Вестник НГАУ. 2024. №3. С. 104–112. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2024-72-3-104-112>
22. Цветкова Ю. В., Хрипко И. Г. Результаты изучения видового состава грибов рода *Colletotrichum* в посевах сои отдельных регионов России // V (XIII) Международная ботаническая конференция молодых ученых в Санкт-Петербурге: Материалы конференции, Санкт-Петербург, 25–29 апреля 2022 года. – СПб.: БИН РАН, 2022. – С. 140–141.
23. Цветкова Ю. В. Внутривидовое разнообразие *Colletotrichum truncatum* (Schweinitz) Andrus & W. S. Moore // Инновационные процессы в сельском хозяйстве: Материалы XIV Международной научно-практической конференции. Москва, 21–22 апреля 2022 г. / под ред. Э. А. Довлетяровой. – Москва: РУДН, 2022. – С. 166–173. – ISBN 978-5-209-11291-4.
24. Шумилова Л. П., Каботов Е. Э. Заражение сои в условиях *in vivo* грибами *Diaporthe eres* // Российская сельскохозяйственная наука. 2024. №3. С. 56–61. DOI: 10.31857/S2500262724030118
25. Bouffleur T. R., Ciampi-Guillard M., Tikami Í., et al. Soybean anthracnose caused by *Colletotrichum* species: Current status and future prospects // Molecular Plant Pathology. 2021. Vol. 22. P. 393–409. <https://doi.org/10.1111/mpp.13036>
26. Gannibal P., Poluektova E., Gagkaeva T., Gomzhina M., Khyutti A. Fungi associated with potato and their significance as pathogens in Russia // Plant Protection News (Vestnik Zashchity Rasteniy). 2024. №107(4). P. 148–164. <https://doi.org/10.31993/2308-6459-2024-107-4-16711>
27. Jayawardena R. S., Hyde K. D., Damm U., Cai L., Liu M., Li X. H., Zhang W., Zhao W. S., Yan J. Y. Notes on currently accepted species of *Colletotrichum* // Mycosphere. 2016. №7(8). P. 1192–1260. DOI: 10.5943/mycosphere/si/2c/9.
28. Kövics G. J., De Gruyter J., Van Deraa H. A. *Phoma sojicola* comb. nov. and other hyaline-spored coelomycetes pathogenic on soybean // Mycological
17. Saenko G. M., Zelentsov S. V., Liven V. T. The role of water stress in the formation of microsclerotia of *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. in soybean tissues // Oilseed crops. 2008; 1 (138): 53–56. (In Russ.)
18. Saenko G. M., Mustafina M. A. Phytosanitary inspection of soybeans in the Central Black Earth Region // Izvestia NV AUK. 2021; 2 (62): 175–185. DOI: 10.32786/2071-94852021-02-19. (In Russ.)
19. Slovareva O. Yu., Bondarenko G. N. PRA of *Diaporthe cucurbitae* and *Stagonosporopsis citrulli* for pumpkin seeds // Plant Health and Quarantine. 2022; 1: 40–47. <https://doi.org/10.69536/e2257-1164-9169-x> (In Russ.)
20. Smolyanaya N. M. Species diversity of phytopathogens in the soybean agroecocenosis in the Slayvansky district of Krasnodar Krai // Scientific support of the agro-industrial complex: Collection of articles. – Krasnodar: Kuban State Agrarian University, 2017; 249–250. – EDN ZAUUIB. (In Russ.)
21. Toropova E. Yu., Kolesnikova T. P., Tsarkova M. F. Leaf-stem diseases of soybean on varieties of different maturity groups in the conditions of Amur Oblast // Bulletin of NSAU. 2024; 3: 104–112. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2024-72-3-104-112> (In Russ.)
22. Tsvetkova Yu. V., Khripko I. G. Results of the study of the species composition of fungi of the genus *Colletotrichum* in soybean crops of individual regions of Russia // V (XIII) International Botanical Conference of Young Scientists in St. Petersburg: Conference Proceedings, St. Petersburg, April 25–29, 2022. – SPb.: BIN RAS, 2022; 140–141. (In Russ.)
23. Tsvetkova Yu. V. Intraspecific diversity of *Colletotrichum truncatum* (Schweinitz) Andrus & W. S. Moore // Innovative processes in agriculture: Proceedings of the XIV International scientific and practical conference. Moscow, April 21–22, 2022 / edited by E. A. Dovletyarova. – Moscow: RUDN, 2022; 166–173. – ISBN 978-5-209-11291-4. (In Russ.)
24. Shumilova L. P., Kabotov E. E. Infection of soybeans *in vivo* with *Diaporthe eres* fungi // Russian Agricultural Science. 2024; 3: 56–61. DOI: 10.31857/S2500262724030118 (In Russ.)
25. Bouffleur T. R., Ciampi-Guillard M., Tikami Í., et al. Soybean anthracnose caused by *Colletotrichum* species: Current status and future prospects // Molecular Plant Pathology. 2021. Vol. 22. P. 393–409. <https://doi.org/10.1111/mpp.13036>
26. Gannibal P., Poluektova E., Gagkaeva T., Gomzhina M., Khyutti A. Fungi associated with potato and their significance as pathogens in Russia // Plant Protection News (Vestnik Zashchity Rasteniy). 2024. №107(4). P. 148–164. <https://doi.org/10.31993/2308-6459-2024-107-4-16711>
27. Jayawardena R. S., Hyde K. D., Damm U., Cai L., Liu M., Li X. H., Zhang W., Zhao W. S., Yan J. Y. Notes on currently accepted species of *Colletotrichum* // Mycosphere. 2016. №7(8). P. 1192–1260. DOI: 10.5943/mycosphere/si/2c/9.
28. Kövics G. J., De Gruyter J., Van Deraa H. A. *Phoma sojicola* comb. nov. and other hyaline-spored coelomycetes pathogenic on soybean // Mycological

Research. 1999. Vol. 103(8). P. 1065–1070. <https://doi.org/10.1017/S0953756298007990>

29. Yang H. C., Haudenschild J. S., Hartman G. L. *Colletotrichum incanum* sp. nov., a curved-conidial species causing soybean anthracnose in USA // *Mycologia*. 2014. №106(1). P. 32–42. DOI: 10.3852/13-013.

30. Yarmeeva M., Kutuzova I., Kurchaev M., Chudinova E., Kokaeva L., Belosokhov A., Belov G., Elansky A., Pobedinskaya M., Tsindeliani A., et al. *Colletotrichum* Species on Cultivated Solanaceae Crops in Russia // *Agriculture*. 2023. Vol. 13. P. 511. <https://doi.org/10.3390/agriculture13030511>

31. Алтайский ЦГМС [Электронный ресурс]. <https://meteo22.ru/>

32. Гисметео [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gismeteo.ru/weather-khorol-4871/archive/>

33. Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию [Электронный ресурс]. URL: <https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyu-reestr-selektionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni> (дата обращения: 05.04.2025).

34. Карантинные требования к импорту растений или растительной продукции в Китайскую Республику [Электронный ресурс]. URL <https://fsvps.gov.ru/files/karantinnye-trebovaniya-k-importu-rastenij-ili-rastitelnoj-produkcii-v-kitajskuju-respubliku/>

35. Климат: Приморский край [Электронный ресурс]. URL <https://ru.climate-data.org>

36. Конвенция между Правительством Российской Федерации и Правительством Китайской Народной Республики по карантину и защите растений [Электронный ресурс]. URL: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/bi-64483.pdf> (дата обращения: 08.04.2025).

37. Примгидромет [Электронный ресурс]. URL: <https://www.primgidromet.ru/weather/>

38. Регламент Комиссии (ЕС) 2019/2072 от 28 ноября 2019 года [Электронный ресурс]. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2019/2072/oj#d1e32-216-1 (дата обращения: 08.04.2025).

39. Россельхознадзор. Экспорт/импорт [Электронный ресурс]. URL: <https://fsvps.gov.ru/importexport/>

40. Россельхознадзор. Экспорт/импорт_Китай [Электронный ресурс]. URL: <https://fsvps.gov.ru/importexport/kitay/>

41. Росстат (официальный сайт) [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/opendata> (дата обращения: 05.02.2025).

42. Соглашение между Правительством Союза Советских Социалистических Республик и Правительством Французской Республики о сотрудничестве в области карантина и защиты растений (Париж, 11 марта 1987 г.) [Электронный ресурс]. URL: <https://faolex.fao.org/docs/texts/bi-61856.doc> (дата обращения: 08.04.2025).

43. ФГБУ «ВНИИКР» [Электронный ресурс]. URL: <https://vniikr.ru/search/?q=%D0%BF%D1%83%D1%80%D0%BF%D1%83%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9+%D1%86%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B7&how=r>

Research. 1999. Vol. 103(8). P. 1065–1070. <https://doi.org/10.1017/S0953756298007990>

29. Yang H. C., Haudenschild J. S., Hartman G. L. *Colletotrichum incanum* sp. nov., a curved-conidial species causing soybean anthracnose in USA // *Mycologia*. 2014. №106(1). P. 32–42. DOI: 10.3852/13-013.

30. Yarmeeva M., Kutuzova I., Kurchaev M., Chudinova E., Kokaeva L., Belosokhov A., Belov G., Elansky A., Pobedinskaya M., Tsindeliani A., et al. *Colletotrichum* Species on Cultivated Solanaceae Crops in Russia // *Agriculture*. 2023. Vol. 13. P. 511. <https://doi.org/10.3390/agriculture13030511>

31. Altai Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring [Electronic resource]. <https://meteo22.ru/>

32. Gismeteo [Electronic resource]. URL: <https://www.gismeteo.ru/weather-khorol-4871/archive/>

33. State register of varieties and hybrids of agricultural plants approved for use [Electronic resource]. URL: <https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyu-reestr-selektionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni> (дата обращения: 05.04.2025).

34. Quarantine requirements for the import of plants or plant products into the Republic of China [Electronic resource]. URL <https://fsvps.gov.ru/files/karantinnye-trebovaniya-k-importu-rastenij-ili-rastitelnoj-produkcii-v-kitajskuju-respubliku/>

35. Climate: Primorsky Krai [Electronic resource]. URL <https://ru.climate-data.org>

36. Convention between the Government of the Russian Federation and the Government of the People's Republic of China on Plant Quarantine and Protection [Electronic resource]. URL: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/bi-64483.pdf> (last accessed: 08.04.2025).

37. Primgidromet [Electronic resource]. URL: <https://www.primgidromet.ru/weather/>

38. Commission Regulation (EU) 2019/2072 of 28 November 2019 [Electronic resource]. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2019/2072/oj#d1e32-216-1 (last accessed: 08.04.2025).

39. Rosselkhoznadzor. Export/import [Electronic resource]. URL: <https://fsvps.gov.ru/importexport/>

40. Rosselkhoznadzor. Export/import_China [Electronic resource]. URL: <https://fsvps.gov.ru/importexport/kitay/>

41. Rosstat (official website) [Electronic resource]. URL: <https://rosstat.gov.ru/opendata> (last accessed: 05.02.2025).

42. Agreement between the Government of the Union of Soviet Socialist Republics and the Government of the French Republic on cooperation in the field of quarantine and plant protection (Paris, March 11, 1987) [Electronic resource]. URL: <https://faolex.fao.org/docs/texts/bi-61856.doc> (last accessed: 08.04.2025).

43. FGBU “VNIIKR” [Electronic resource]. URL: <https://vniikr.ru/search/?q=%D0%BF%D1%83%D1%80%D0%BF%D1%83%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9+%D1%86%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B7&how=r>

44. Федеральный закон от 30.12.2021 № 454-ФЗ «О семеноводстве» [Электронный ресурс]. URL: <https://fsvps.gov.ru/files/federalnyj-zakon-ot-30-12-2021-454-fz-o-semeno/>

45. Федеральный закон от 3 июля 2016 г. N 358-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования государственного регулирования в области генно-инженерной деятельности» [Электронный ресурс] URL: <https://64.fsvps.gov.ru/files/federalnyj-zakon-ot-3-ijulja-2016-g-n-358-fz-o-vnesenii-izmenenij-v-otdelnye-zakonodatelnye-akty-rossijskoj-federacii-v-chasti-sovershenstvovaniya-gosudarstvennogo-regulirovaniya-v-oblasti-genno-inzh/>

46. Фитосанитарные требования к сое, кукурузе, заливному рису и рапсу, ввозимым из Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: https://fsvps.gov.ru/fsvps-docs/ru/importExport/china/files/china_soya_grain2016.pdf

47. FAOSTAT (официальная база данных ФАО) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data> (дата обращения: 05.04.2025).

48. IndexFungorum [Электронный ресурс]. URL: <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>

49. Köppen–Geiger Climate Classification [Электронный ресурс]. URL <https://www.koppen-map.com/>

50. Nasa Power [Электронный ресурс]. URL: <https://power.larc.nasa.gov/>

51. NCBI *Diaporthe cucurbitae* DAOM 42078 [Электронный ресурс]. URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/NR_147563.1

52. RP5 архив погоды [Электронный ресурс]. URL: https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%A5%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%B5

53. Weather Spark [Электронный ресурс]. URL <https://ru.weatherspark.com/>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Цветкова Юлия Владиславовна, научный сотрудник лаборатории микологии ИЛЦ ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, м. о. Раменский, Московская обл., Россия; аспирант кафедры микологии и альгологии, МГУ им. М. В. Ломоносова, Биологический факультет, г. Москва, Россия; *ORCID ID: 0000-0002-4334-9224, e-mail: yutska@mail*

44. Federal Law of 30.12.2021 No. 454-FZ “On Seed Production” [Electronic resource]. URL: <https://fsvps.gov.ru/files/federalnyj-zakon-ot-30-12-2021-454-fz-o-semeno/>

45. Federal Law of July 3, 2016 N 358-FZ “On Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation in Terms of Improving State Regulation in the Field of Genetic Engineering Activities” [Electronic resource] URL: <https://64.fsvps.gov.ru/files/federalnyj-zakon-ot-3-ijulja-2016-g-n-358-fz-o-vnesenii-izmenenij-v-otdelnye-zakonodatelnye-akty-rossijskoj-federacii-v-chasti-sovershenstvovaniya-gosudarstvennogo-regulirovaniya-v-oblasti-genno-inzh/>

46. Phytosanitary requirements for soybeans, corn, paddy rice and rapeseed imported from the Russian Federation [Electronic resource]. URL: https://fsvps.gov.ru/fsvps-docs/ru/importExport/china/files/china_soya_grain2016.pdf

47. FAOSTAT (official FAO database) [Electronic resource]. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data> (last accessed: 05.04.2025).

48. IndexFungorum [Electronic resource]. URL: <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>

49. Köppen–Geiger Climate Classification [Electronic resource]. URL <https://www.koppen-map.com/>

50. Nasa Power [Electronic resource]. URL: <https://power.larc.nasa.gov/>

51. NCBI *Diaporthe cucurbitae* DAOM 42078 [Electronic resource]. URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/NR_147563.1

52. RP5 weather archive [Electronic resource]. URL: https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%A5%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%B5

53. Weather Spark [Electronic resource]. URL <https://ru.weatherspark.com/>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Yulia Tsvetkova, Researcher, Laboratory of Mycology, Testing Laboratory Center, FGBU “VNIIEKR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; Postgraduate student, Department of Mycology and Algology, Lomonosov Moscow State University, Faculty of Biology, Moscow, Russia; *ORCID ID: 0000-0002-4334-9224, e-mail: yutska@mail*

Разработка и валидация методов диагностики вируса полосатой мозаики пшеницы (WSMV)

* ЖИВАЕВА Т.С.¹, ПРИХОДЬКО Ю.Н.², ЛОЗОВАЯ Е.Н.³, ШНЕЙДЕР Ю.А.⁴, БАШКИРОВА И.Г.⁵, КАРИМОВА Е.В.⁶

^{1, 2, 3, 4, 5, 6} ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), р. п. Быково, м. о. Раменский, Московская обл., Россия, 140150

¹ e-mail: zhivaeva.vniikr@mail.ru

² e-mail: prihodko_yuri59@mail.ru

³ e-mail: evgeniyaf@mail.ru

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

⁵ e-mail: bashkirova@mail.ru

⁶ ORCID ID: 0000-0001-6474-8913, e-mail: elenavkar@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Вирус полосатой мозаики пшеницы (Wheat streak mosaic virus, или *Tritimovirus tritici*; акроним – WSMV) является вредоносным патогеном пшеницы, кукурузы, овса, проса, ржи, сорго, тритикале, ячменя и многочисленных видов многолетних злаковых трав. Потери урожая пшеницы в результате заражения этим вирусом могут достигать 100%. WSMV распространяется контактным способом, с семенами и пшеничным завитушным клещом *Aceria tosichella* Keifer. Положение об отсутствии этого вируса содержится в фитосанитарных требованиях 16 стран – импортеров российской зерновой продукции.

Для разработки методических рекомендаций по выявлению и идентификации WSMV было проведено испытание трех тест-систем для ИФА ведущих фирм-производителей, четырех тест-систем для ПЦР в «реальном времени» (ОТ-ПЦР-РВ) и восьми пар праймеров для классической ОТ-ПЦР. Установлен достаточно высокий уровень специфичности к целевому объекту у тест-систем для ИФА к WSMV фирм Agdia, DSMZ и Loewe. Совпадения результатов серологических тестов с тест-системой фирмы Agdia и результатов молекулярных тестов составило 90,5–100%, что позволяет рекомендовать данную тест-систему для проведения скрининговых тестов на наличие WSMV. Установлено, что наборы реагентов для ПЦР-РВ к WSMV отечественных фирм-производителей могут быть рекомендованы для проведения скрининговых тестов на наличие WSMV при проведении фитосанитарного мониторинга посевов и для анализа семян зерновых культур, предназначенных для использования внутри Российской Федерации. Для анализа зерновой продукции, предназначенной для экспорта, альтернативой методу ИФА может

Development and validation of diagnosis methods for wheat streak mosaic virus (WSMV)

*TATIANA S. ZHIVAEVA¹, YURI N. PRIKHODKO², EVGENIYA N. LOZOVAYA³, IDA G. BASHKIROVA⁴, ELENA V. KARIMOVA⁵, YURI A. SHNEYDER⁶

¹ e-mail: zhivaeva.vniikr@mail.ru

² e-mail: prihodko_yuri59@mail.ru

³ e-mail: evgeniyaf@mail.ru

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

⁵ e-mail: bashkirova@mail.ru

⁶ ORCID ID: 0000-0001-6474-8913, e-mail: elenavkar@mail.ru

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

ABSTRACT

Wheat streak mosaic virus, or *Tritimovirus tritici*; acronym – WSMV, is a harmful pest of wheat, corn, oats, millet, rye, sorghum, triticale, barley and numerous species of perennial cereal grasses. It can lead to wheat yield losses of up to 100%. WSMV is spread by contact, seed and the wheat curl mite *Aceria tosichella* Keifer. 16 countries importing Russian grain products include the absence of this virus as a prerequisite in the phytosanitary requirements.

To develop methodological guidelines for the detection and identification of WSMV, three ELISA test systems from leading manufacturers, four RT-PCR test systems in “real time” (real-time RT-PCR) and 8 pairs of primers for classical RT-PCR were tested. A sufficiently high level of specificity to the target object was established for the ELISA test systems for WSMV from Agdia, DSMZ and Loewe. The coincidence of the results of serological tests with the test system of Agdia and the results of molecular tests was 90.5–100%, which allows us to recommend this test system for screening tests for the presence of WSMV. It was established that reagent kits for RT-PCR to WSMV from Russian manufacturers can be recommended for screening tests for the presence of WSMV during phytosanitary monitoring of crops and for the analysis of grain seeds intended for use within the Russian

являться тест в формате одноэтапной ОТ-ПЦР-РВ с праймерами и зондом WSMV F1/WSMV R1/WSMV P. Для проведения подтверждающих тестов на наличие WSMV отработан протокол одноэтапной классической ОТ-ПЦР с праймерами PMB-70/PMB-71, не уступающий по чувствительности тестам методом ПЦР в «реальном времени». Установлена возможность использования праймеров WSMV-F/WSMV-R и WSMVL2/WSMVR2 в качестве подтверждающих тестов. Для изучения генетических особенностей у выявляемых изолятов в качестве дополнительных тестов целесообразно использовать праймеры WSMV-CP-AM-F2/WSMV-CP-AM-R и WSMV-CP-Czech-F/WSMV-CP-Czech-R, которые амплифицируют полные последовательности нуклеотидов генов белка оболочки изолятов штаммов WSMV-D и WSMV-B соответственно.

Ключевые слова. *Wheat streak mosaic virus, ИФА, ПЦР, праймеры, секвенирование.*

ВВЕДЕНИЕ



пшеница является ведущей зерновой культурой Российской Федерации. Сборы урожая пшеницы в нашей стране в 2024 г., по предварительным данным Росстата, составили 82 419,3 тыс. тонн, что на 11,2% меньше (на 10 431,8 тыс. тонн), чем в 2023 г. Снижение сборов

произошло как за счет сокращения площадей (на 4,1% – до 28 523,1 тыс. га), так и за счет снижения урожайности (на 7,9% – до 29,3 ц/га). Одной из причин снижения урожайности могли стать вирусные болезни. В настоящее время на пшенице известно более 50 видов фитопатогенных вирусов, относящихся к 23 родам 12 таксономических семейств (CABI, 2025).

Одним из наиболее вредоносных патогенов пшеницы является вирус полосатой мозаики пшеницы (Wheat streak mosaic virus, или *Tritimovirus tritici*; акроним – WSMV). WSMV считается вторым по значимости вирусом пшеницы после вируса желтой карликовости ячменя (BYDV) и вызывает не только спорадические, но и катастрофические эпифитотии на пшенице в различных регионах мира (Jones, 2021). На Украине потери урожая пшеницы в результате заражения WSMV оценивались в 20–63% (Демьяненко и др., 1998), а в Австралии – до 83% (Coutts et al. 2008; Lanoiselet et al. 2008). Для условий Великих равнин США констатировано, что потери урожая восприимчивых сортов пшеницы могут достигать 100% (Coutts et al., 2014).

Растениями – хозяевами WSMV являются также кукуруза, овес, просо, рожь, сорго, тритикале, ячмень и не менее 28 видов культивируемых и дикорастущих злаковых трав. Вирус распространен на всех континентах (кроме Антарктиды), включая 14 стран Европы и 9 стран Азии (CABI, 2025). В СССР болезнь полосатой мозаики пшеницы была впервые идентифицирована в 1963 г. в Краснодарском крае (Равязкина и др., 1963),

Federation. For the analysis of grain products intended for export, an alternative to the ELISA method may be a test in the format of a 1-stage real-time RT-PCR with primers and probe WSMV F1/WSMV R1/WSMV P. For conducting confirmatory tests for the presence of WSMV, a protocol of 1-stage classical RT-PCR with primers PMB-70/PMB-71 has been developed, which is not inferior in sensitivity to tests using the PCR method in “real time”. The possibility of using primers WSMV-F/WSMV-R and WSMVL2/WSMVR2 as confirmatory tests has been established. To study the genetic characteristics of the detected isolates, it is advisable to use the primers WSMV-CP-AM-F2/WSMV-CP-AM-R and WSMV-CP-Czech-F/WSMV-CP-Czech-R as additional tests, which amplify the complete nucleotide sequences of the coat protein genes of the isolates of the WSMV-D and WSMV-B strains, respectively.

Key words. *Wheat streak mosaic virus, ELISA, PCR, primers, sequencing.*

INTRODUCTION



Wheat is the leading grain crop of the Russian Federation. According to preliminary data from Rosstat, wheat harvests in our country amounted to 82,419.3 thousand tons in 2024, which is 11.2% (10,431.8 thousand tons) less than in 2023. The decrease in harvests occurred both due to a reduction in area (by 4.1% to 28,523.1 thousand hectares) and due to a decrease in yield (by 7.9% to 29.3 c/ha). One of the reasons for the decrease in yield could be viral diseases. Currently, more than 50 phytopathogenic virus species belonging to 23 genera of 12 taxonomic families are known on wheat (CABI, 2025).

One of the most harmful wheat pests is the Wheat streak mosaic virus (*Tritimovirus tritici*; acronym – WSMV). WSMV is considered to be the second most important wheat virus after the barley yellow dwarf virus (BYDV) and causes sporadic but catastrophic epiphytotic on wheat in various world regions (Jones, 2021). In Ukraine, wheat yield losses due to WSMV infection were estimated at 20–63% (Demyanenko et al., 1998), and in Australia – up to 83% (Coutts et al. 2008; Lanoiselet et al. 2008). For the conditions of the Great Plains of the USA, it was stated that yield losses of susceptible wheat varieties can reach 100% (Coutts et al., 2014).

WSMV host plants also include corn, oats, millet, rye, sorghum, triticale, barley and at least 28 species of cultivated and wild cereal grasses. The virus is distributed on all continents except Antarctica, including 14 European countries and 9 Asian countries (CABI, 2025). In the USSR, wheat stripe mosaic disease was first detected in 1963 in Krasnodar Krai (Ravizkina et al., 1963), and was later noted in the North Caucasus, Ukraine, Moldova and Central Asia (Vlasov,

а затем была отмечена на Северном Кавказе, Украине, в Молдавии и Средней Азии (Власов, Ларина, 1982). В современный период в Российской Федерации WSMV регистрировали на Южном Урале (Глинушкин, 2013), в Среднем Поволжье (Богоутдинов и др., 2017), Краснодарском крае (Аблова и др., 2012), Республике Крым, Республике Бурятия, Алтайском, Краснодарском и Ставропольском краях, Волгоградской, Воронежской и Ростовской областях (Живаева и др., 2024; Приходько и др., 2024).

Распространение WSMV возможно тремя способами: механическим путем контакта между растениями, семенами и посредством переносчика – пшеничным завитушным клещом *Aceria tosichella* Keifer. Передача WSMV с семенами пшеницы варьирует от 0,5 до 2%, а передача с семенами кукурузы обычно не превышает 0,1% (Jones, 2021). Положение об отсутствии этого вируса содержится в фитосанитарных требованиях 16 стран – импортеров российской зерновой продукции.

WSMV является типовым видом рода *Tritimovirus* семейства *Potyviridae*. Вирионы WSMV представляют собой гибкие нитевидные частицы со спиральной симметрией длиной 750 нм и диаметром 15 нм, не имеющие оболочки. Каждый вирион состоит из молекулы РНК и примерно 2 тыс. копий белка оболочки, окружающих РНК. Геном WSMV состоит из единственной молекулы одноцепочечной линейной плюс-смысловой РНК, состоящей из 9339–9384 нуклеотидов. РНК транслируется с образованием полипротеина с молекулярной массой 350 кДа, состоящего из 3035 аминокислот. Этот полипротеин процессируется тремя кодируемыми вирусом протеазами (P1, HC-Pro и NIa-Pro) на 10 функционально активных белков: P1, HC-Pro, P3, 6K1, CI, 6K2, VPg, NIa-Pro, NIb и белок оболочки (CP). Имеется также дополнительная открытая рамка считывания (ORF) P3N-PIPO, которая экспрессируется как слитый белок с N-концевого участка гена P3 (Tatineni, Hein, 2020).

По различиям в последовательности нуклеотидов на геномной РНК мировая популяция WSMV подразделяется на четыре филогенетические группы, или штамма (A, B, C и D) (Redila et al., 2021; Jones et al., 2022). Штамм WSMV-A включает изоляты, распространенные в Мексике. Штамм WSMV-B объединяет изоляты WSMV из различных стран Европы, Ирана и Турции. Штамм WSMV-C ограничивается несколькими изолятами WSMV из Ирана, которые были выявлены в одном небольшом регионе этой страны. Штамм WSMV-D объединяет изоляты этого вируса из США и Канады, некоторые из которых распространились затем в Южную Америку, Австралию, Европу, Иран и Турцию.

Помимо WSMV, в род *Tritimovirus* входят следующие вирусы: мозаики пшеницы эклид (Wheat Eqlid mosaic virus, WEqMV), полосатой мозаики костра (Brome streak mosaic virus, BrSMV), некротической крапчатости овса (Oat necrotic mottle virus, ONMV), мозаики трищетинника желтоватого (Yellow oat-grass mosaic virus, YOgMV) и мозаики райграса высокого (Tall oatgrass mosaic virus, TOgMV) (Inoue-Nagata et al, 2022).

На генетическом и серологическом уровнях WSMV наиболее близок к ONMV, который преимущественно распространен на овсе в Канаде

(Larina, 1982). Currently, WSMV has been registered in the Russian Federation in the Southern Urals (Glinushkin, 2013), the Middle Volga region (Bogoutdinov et al., 2017), Krasnodar Krai (Ablova et al., 2012), the Republic of Crimea, the Republic of Buryatia, Altai Krai, Krasnodar Krai and Stavropol Krai, Volgograd Oblast, Voronezh Oblast and Rostov Oblast (Zhivaeva et al., 2024; Prikhodko et al., 2024).

WSMV has three pathways: mechanically through contact between plants, seeds, and via the vector, the wheat curl mite *Aceria tosichella* Keifer. Transmission of WSMV with wheat seeds varies from 0.5 to 2%, while transmission with corn seeds usually does not exceed 0.1% (Jones, 2021). 16 countries importing Russian grain products include the absence of this virus as a prerequisite in the phytosanitary requirements.

WSMV is the type species of the genus *Tritimovirus* of the family *Potyviridae*. WSMV virions are flexible, filamentous, helically symmetrical particles 750 nm long and 15 nm in diameter that do not have an envelope. Each virion consists of an RNA molecule and approximately 2,000 copies of the envelope protein surrounding the RNA. The WSMV genome consists of a single molecule of single-stranded linear plus-sense RNA consisting of 9339–9384 nucleotides. The RNA is translated to form a polyprotein with a molecular weight of 350 kDa, consisting of 3035 amino acids. This polyprotein is processed by three virus-encoded proteases (P1, HC-Pro, and NIa-Pro) into 10 functionally active proteins: P1, HC-Pro, P3, 6K1, CI, 6K2, VPg, NIa-Pro, NIb, and envelope protein (CP). There is also an additional open reading frame (ORF) P3N-PIPO, which is expressed as a fusion protein from the N-terminal region of the P3 gene (Tatineni, Hein, 2020).

Based on differences in the nucleotide sequence of the genomic RNA, the global WSMV population is divided into four phylogenetic groups, or strains (A, B, C, and D) (Redila et al., 2021; Jones et al., 2022). Strain WSMV-A includes isolates distributed in Mexico. Strain WSMV-B includes WSMV isolates from various European countries, Iran, and Turkey. Strain WSMV-C is limited to a few WSMV isolates from Iran that were detected in a small region of this country. Strain WSMV-D includes isolates of this virus from the United States and Canada, some of which have then spread to South America, Australia, Europe, Iran, and Turkey.

Apart from WSMV, the genus *Tritimovirus* includes the following viruses: Wheat Eqlid mosaic virus, WEqMV, Brome streak mosaic virus, BrSMV, Oat necrotic mottle virus, ONMV, Yellow oat-grass mosaic virus, YOgMV and Tall oatgrass mosaic virus, TOgMV (Inoue-Nagata et al, 2022).

On the genetic and serological levels, WSMV is most closely related to ONMV, which is predominantly distributed on oats in Canada (Navia et al., 2013). There is only one report of this virus in Europe: in Germany on meadow grass (Rabenstein et al., 2002). In terms of the complex of biological and genetic properties, WSMV is also similar to WEqMV, which is distributed in the north of Fars Province in Iran, and WEqMV, which is often found in mixed infection with WSMV

(Navia et al., 2013). Имеется единственное сообщение о выявлении этого вируса на территории Европы: в Германии на мятлике луговом (Rabenstein et al., 2002). По комплексу биологических и генетических свойств WSMV сходен также с WEqMV, который распространен на севере провинции Фарс в Иране и часто встречается в смешанной инфекции с WSMV (Masumi et al., 2005). Сообщения о выявлении WEqMV в каких-либо иных зерноводческих регионах мира отсутствуют. На растениях пшеницы, ячменя и некоторых видах злаковых трав WSMV может встречаться в смешанной инфекции с тритимовирусом BrSMV, который распространен в нескольких европейских странах (Navia et al., 2013). Высока вероятность присутствия этого вируса и в Российской Федерации. На растениях овса и некоторых видах злаковых трав WSMV потенциально может встречаться также в смешанной инфекции с тритимовирусами YOgMV и TOgMV.

Помимо тритимовирусов, растения зерновых культур заражает также целый ряд других вирусов семейства *Potyviridae*, относящихся к родам *Bymovirus*, *Poacevirus*, *Potyvirus* и *Rymovirus*. В Российской Федерации существует высокая вероятность наличия коинфекции WSMV с потививирусом мозаичной карликовости кукурузы (MDMV) на кукурузе, бимовирусом веретеновидной полосатой мозаики пшеницы (WSSMV) на пшенице и бимовирусами желтой мозаики ячменя (BaYMV) и слабой мозаики ячменя (BaMMV) на ячмене.

Разрабатываемые методы диагностики должны обеспечивать надежную дифференциацию WSMV от близкородственных тритимовирусов и других вирусов семейства *Potyviridae*, заражающих зерновые культуры, а также эффективно диагностировать изоляты штаммов WSMV-B и WSMV-D, доминирующие в мировой популяции вируса полосатой мозаики пшеницы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований являлись:

- референтные изоляты WSMV PV-0356 (DSMZ, Германия) и 07048 PC (Loewe, Германия);
- изоляты WSMV, выявленные в 2024 г. в посевах пшеницы на территории Краснодарского края;
- референтные изоляты бимовируса слабой мозаики ячменя (BaMMV), бимовируса желтой мозаики ячменя (BaYMV), бимовируса веретеновидной полосатой мозаики пшеницы (WSSMV), бромовируса мозаики костра (BMV), высокоравнинного емаравируса мозаики пшеницы (HPWMoV), лютеовируса желтой карликовости ячменя (BYDV), мастревируса карликовости пшеницы (WDV), махломовируса хлоротической крапчатости кукурузы (MCMV), полеровируса желтой карликовости злаков (CYDV), потививируса мозаичной карликовости кукурузы (MDMV), потививируса мозаики сахарного тростника (SCMV), потививируса мозаики сорго (SrMV), потививируса сорго алеппского (JGMV), почвообитающего фурувируса мозаики злаков (SBCMV), почвообитающего фурувируса мозаики пшеницы (SBWMV), тритимовируса полосатой мозаики костра (BStMV), хордеивируса штриховатой мозаики ячменя (BSMV), которые использовали в экспериментах по оценке специфичности испытуемых тест-систем.

(Masumi et al., 2005). There are no reports of WEqMV in any other grain-growing regions of the world. On wheat, barley and some cereal grasses, WSMV can be detected in mixed infection with trithymovirus BrSMV, which is distributed in several European countries (Navia et al., 2013). There is a high presence probability of this virus in the Russian Federation. On oat plants and some cereal grasses, WSMV can also potentially occur in mixed infection with tritymoviruses YOgMV and TOgMV.

In addition to tritymoviruses, cereal crops are also infected by other viruses of the family *Potyviridae*, belonging to the genera *Bymovirus*, *Poacevirus*, *Potyvirus* and *Rymovirus*. In the Russian Federation, there is a high probability of co-infection of WSMV with maize mosaic dwarf potyvirus (MDMV) on maize, wheat spindle streak mosaic virus (WSSMV) on wheat, and barley yellow mosaic virus (BaYMV) and barley weak mosaic virus (BaMMV) on barley.

The diagnostic methods being developed should ensure reliable differentiation of WSMV from closely related tritymoviruses and other viruses of the *Potyviridae* family that infect grain crops, as well as effectively diagnose isolates of WSMV-B and WSMV-D strains that dominate the world population of wheat streak mosaic virus.

MATERIALS AND METHODS

The objects of the study were:

- reference isolates WSMV PV-0356 (DSMZ, Germany) and 07048 PC (Loewe, Germany);
- WSMV isolates identified in 2024 in wheat crops in Krasnodar Krai;
- reference isolates of barley weak mosaic bymovirus (BaMMV), barley yellow mosaic bymovirus (BaYMV), wheat spindle streak mosaic bymovirus (WSSMV), brome mosaic virus (BMV), high plains wheat mosaic emaravirus, barley yellow dwarf virus (BYDV), wheat dwarf virus (WDV), maize chlorotic mottle virus (MCMV), cereal yellow dwarf virus (CYDV), maize dwarf mosaic virus (MDMV), sugarcane mosaic virus (SCMV), sorghum mosaic virus (SrMV), Johnsongrass mosaic virus (JGMV), Soil-Borne Cereal Mosaic Virus (SBCMV), Soil-borne wheat mosaic virus (SBWMV), Brome Streak Mosaic Tritimovirus (BStMV), barley streak mosaic virus (BSMV), which were used in experiments to assess the specificity of the tested test systems.

Surveys of wheat crops in Krasnodar Krai were conducted jointly with employees of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Lukyanenko National Grain Center”.

For serological tests, test systems for ELISA for WSMV from Agdia (USA), DSMZ and Loewe (both Germany) were tested. These test systems were used according to the instructions supplied with the kits by the manufacturers.

RNA extraction for the polymerase chain reaction with reverse transcription (RT-PCR) was carried out using commercial reagent kits “Proba-NK” (Agro-Diagnostica, Russia) and “FitoSorb” (Synthol, Russia) according to the instructions of the manufacturers.

Обследования посевов пшеницы в Краснодарском крае проводили совместно с сотрудниками ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко».

Для проведения серологических тестов испытывали тест-системы для ИФА к WSMV фирм Agdia (США), DSMZ и Loewe (обе – Германия). Эти тест-системы использовали согласно прилагаемым к наборам инструкциям фирм-производителей.

Экстракцию РНК для проведения полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией (ОТ-ПЦР) проводили коммерческими наборами реагентов «Проба-НК» («Агродиагностика», Россия) и «ФитоСорб» («Синтол», Россия) согласно инструкциям фирм-производителей.

Синтез кДНК осуществляли отечественными наборами реагентов для обратной транскрипции: Easy RT («Диалат»), MMLV RT kit («Евроген»), ОТ-1 («Синтол») и «Комплект реагентов проведения для обратной транскрипции» («Агродиагностика») согласно инструкциям фирм-производителей.

Для выявления WSMV методом ПЦР в «реальном времени» (ОТ-ПЦР-РВ) испытывали наборы реагентов «Вирус полосатой мозаики пшеницы (Wheat streak mosaic virus, WSMV)»

Synthesis of cDNA was carried out using Russian reagent kits for reverse transcription “Easy RT” (Dialat), “MMLV RT kit” (Evrogen), “OT-1” (Synthol) and “Kit of reagents for conducting reverse transcription” (Agro-Diagnostica) according to the instructions of the manufacturers.

To detect WSMV using the real-time PCR (real-time RT-PCR) method, the reagent kits “Wheat streak mosaic virus (WSMV)” (AgroDiagnostica) and “Wheat streak mosaic virus-Real-Time” (Synthol) were tested, which were used according to the instructions of the manufacturers.

The WSMV diagnosis was also done using the primers and probes presented in Table 1.

The obtained amplicons were sequenced using a modified Sanger method on an AB-3500 genetic analyzer (Applied Biosystems, USA). The BioEdit 7.0.5.3 software (Hall, 1999) and the BLASTN and Needleman-Wunsch Global Align Nucleotide Sequences (blast.ncbi.nlm.nih.gov) alignment algorithms were used to analyze the obtained nucleotide sequences. Phylogenetic analysis was performed using the MEGA11 program. (Tamura et al., 2021).

The following reagent kits were used to perform PCR: – 5x Mas^{DD}Mix-2025 (Dialat, Russia);

Табл. 1. Праймеры и зонды, используемые для отработки диагностики WSMV

Table 1. Primers and probes used for WSMV diagnostic testing

Название праймера Primer name	Последовательность 5'→3' Sequence 5'→3'	Целевой участок генома	Genome target region	Продукт (п.о.) Product (bp)	Автор Author
PMB-70	AAGGGAAGCGAGAGGAAGC	Гены 6K1-CI	Genes 6K1-CI	748	Jones, 2008
PMB-71	CGTTGTGCTCTTAAGCCAGTTG				
WSMV-CP1-Czech-F	CGAACTGATCTGGGAGAGGAA	Ген CP	Gene CP	1147	Bennypaul et al., 2019
WSMV-CP2-Czech-R	CGCTCAAACCCTGGTACT				
WSMV-CP-AM-F2	CTGGGACCCGAACGGATTTAG	Ген CP	Gene CP	1117	Bennypaul et al., 2019
WSMV-CP-AM-R	GCTCACGCAAGAGCGTTTAC				
WSMV-F	TGGCGATGAAGATGTCAG	Гены CI/N1a	Genes CI/N1a	834	Lee et al., 2013
WSMV-R	CCATTTCTGTGAAGGCTTT				
WSMV-F1	AAGTGCAGAACAGCGTTG				
WSMV-R1	AAACTGTGCGTGTCTCC	Ген CP	Gene CP	139	Tatinene et al., 2010
WSMV- Probe	FAM-ACTGAGTGCGGTACTAAT GAGGAC-BHQ1				
WsmF-7288	CAAAGCTGTGGTTGATGAGTTCA				
WsmR-7343	TTGATTCGACAGTCCATGGT	Ген NIb	Gene NIb	75	Price et al., 2010
WsmP-7312	FAM-CAAATCTTCTACACAAAGCA TTTGCGCG-BHQ1				
WSMV L2	CGACAATCAGCAAGAGACCA	Ген NIa	Gene NIa	193	Deb and Anderson, 2008
WSMV R2	TGAGGATCGCTGTGTTTCAG				
WSMV-C1	TACTTGACTGGGACCCGAA	Ген CP	Gene CP	1255	Rogers et al., 2012
WSMV-XC1	AACCCACATAGCTACCAAG				
WS8166F	GAGAGCAATACTGCGTGTACG	Ген CP	Gene CP	740	Kudela et al., 2008
WS8909R	GCATAATGGCTCGAAGTGATG				



Рис. 1. Растение озимой пшеницы с симптомами заражения вирусом полосатой мозаики пшеницы (WSMV) (фото И. Б. Абловой, печатается с разрешения автора)

Fig. 1. Winter wheat plant showing infection symptoms of wheat streak mosaic virus (WSMV) (photo by I.B. Ablova, published with permission of the author)



Рис. 2. Растение озимой пшеницы с симптомами заражения вирусом желтой карликовости ячменя (BYDV) (фото И. Б. Абловой, печатается с разрешения автора)

Fig. 2. Winter wheat plant showing infection symptoms of barley yellow dwarf virus (BYDV) (photo by I.B. Ablova, published with permission of the author)



Рис. 3. Растение озимой пшеницы с симптомами комплексного заражения WSMV+BYDV (фото И. Б. Абловой, печатается с разрешения автора)

Fig. 3. Winter wheat plant with symptoms of complex infection with WSMV+BYDV (photo by I.B. Ablova, published with permission of the author)

(«Агродиагностика») и Wheat streak mosaic virus-PB («Синтол»), которые использовали согласно инструкциям фирм-производителей.

Обработку диагностики WSMV проводили также с праймерами и зондами, представленными в табл. 1.

Полученные ампликоны секвенировали по модифицированному методу Сенгера на генетическом анализаторе AB-3500 (Applied Biosystems, США). Для анализа полученных нуклеотидных последовательностей использовали программное обеспечение BioEdit 7.0.5.3 (Hall, 1999) и алгоритмы выравнивания BLASTN и Needleman-Wunsch Global Align Nucleotide Sequences (blast.ncbi.nlm.nih.gov). Филогенетический анализ проводили с помощью программы MEGA11 (Tamura et al., 2021).

Для проведения ПЦР использовали следующие наборы реагентов:

- 5x Mas^{DD}Mix-2025 («Диалат», Россия);
- 5x Mas^{CFG}MIX-2025 («Диалат», Россия);
- OneTube RT-PCR TaqMan («Евроген», Россия);
- One Tube RT-PCR mix («Евроген», Россия);
- 5x Genta Single-tube RT-PCR master mix («Ген-Терра», Россия);
- «2,5x реакционная смесь для ПЦР-РВ» («Синтол», Россия).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе проведения обследований в Краснодарском крае наблюдались многочисленные растения озимой пшеницы с симптомами заражения WSMV, BYDV и комплекса WSMV+ BYDV (см. рис. 1–3). Образцы таких растений отбирали для последующего проведения серологических тестов. Предварительно была проведена оценка специфичности тест-систем для ИФА к WSMV фирм Agdia, DSMZ и Loewe в отношении комплекса вирусов, заражающих растения зерновых культур (см. табл. 2).

- 5x Mas^{CFG}MIX -2025 (Dialat, Russia);
- OneTube RT-PCR TaqMan (Evrogen, Russia);
- One Tube RT-PCR mix (Evrogen, Russia);
- 5x Genta Single-tube RT-PCR master mix (Gen-Terra, Russia);
- 2.5x Reaction mixture for real-time-PCR (Synthol, Russia).

RESULTS AND DISCUSSION

During the surveys in Krasnodar Krai, numerous winter wheat plants with infection symptoms of WSMV, BYDV, and the WSMV+ BYDV complex were observed (Fig. 1–3). Samples of such plants were collected for subsequent serological tests. A preliminary assessment was made of the specificity of the WSMV ELISA test systems from Agdia, DSMZ, and Loewe with respect to the complex of viruses infecting grain crops (Table 2).

According to the results of the experiments, it was found that the DSMZ WSMV test system has the highest specificity. However, when using this test system, it should be taken into account that a positive signal with extinction values of 100–150 optical units (o.u.) may indicate a non-specific reaction with non-target objects – BaMMV and MDMV. The Agdia WSMV test system is characterized by a cross-reaction with isolates of wheat dwarf virus (WDV) observed at very high extinction values (1220–1486 o.u.). Therefore, the use of this test system will not allow differentiating WSMV and WDV in case of their joint infection. The Loewe WSMV test system reacted only with one isolate of the target object out of three tested with low extinction values, the DSMZ test system reacted with two isolates, and

По результатам проведенных экспериментов констатировано, что наиболее высокой специфичностью характеризуется тест-система к WSMV фирмы DSMZ. Однако при использовании этой тест-системы надо учитывать, что положительный сигнал со значениями экстинкции 100–150 оптических единиц (о.е.) может означать неспецифичную реакцию с нецелевыми объектами – VaMMV и MDMV. Для тест-системы к WSMV фирмы Agdia характерно наличие перекрестной реакции с изолятами мастревируса карликовости пшеницы (WDV), наблюдающееся при очень высоких

only the Agdia test system reacted with all three isolates (Table 2). In preliminary experiments, we found that the WSMV isolates PV-0356 DSMZ and 07048 PC Loewe belong to the WSMV-B strain, while the Agdia isolate belongs to the WSMV-D strain. Consequently, the Agdia and DSMZ ELISA test systems allow us to diagnose isolates of the WSMV-B and WSMV-D strains, while the Loewe test system only diagnoses isolates of the WSMV-B strain.

To test the WSMV diagnosis using the real-time PCR method (real-time RT-PCR), the reagent kits “Wheat streak mosaic virus (WSMV)” (AgroDiagnostica,

Табл. 2. Определение специфичности трех тест-систем для ИФА к вирусу полосатой мозаики пшеницы (WSMV)

Table 2. Determination of the specificity of three ELISA test systems for wheat streak mosaic virus (WSMV)

№ образц обр. Sample	WSMV (DSMZ)			WSMV (Loewe)			WSMV (Agdia)		
	X Ao	Ao/Ak	**	X Ao	Ao/Ak	**	X Ao	Ao/Ak	**
1 WSMV PV-0356 DSMZ	0,455	10,34	+	0,173	4,02	+	3,086	36,3	+
2 WSMV +K, Agdia	0,819	18,61	+	0,057	1,33	-	0,575	6,76	+
3 WSMV +K, Loewe 07048PC	0,083	1,89	-	0,061	1,42	-	2,249	26,5	+
4 CYDV +K, Agdia C2307	0,059	1,34	-	0,057	1,33	-	0,099	1,16	-
5 WDV PC-0840 DSMZ	0,045	1,02	-	0,049	1,14	-	1,220	14,4	+
6 WDV +K, Loewe 07082PC	0,043	1,00	-	0,045	1,05	-	1,486	17,5	+
7 WSSMV PC-0541 DSMZ	0,098	2,23	-	0,078	1,81	-	0,109	1,28	-
8 WSSMV +K, Agdia	0,070	1,59	-	0,051	1,19	-	0,091	1,07	-
9 WSSMV +K, Loewe	0,054	1,23	-	0,053	1,23	-	0,081	1,00	-
10 SBWMV PC-0748 DSMZ	0,073	1,66	-	0,089	2,07	-	0,127	1,49	-
11 SBWMV +K, Agdia C2697	0,071	1,61	-	0,054	1,26	-	0,087	1,02	-
12 SBCMV PC-0552 DSMZ	0,045	1,02	-	0,056	1,30	-	0,087	1,02	-
13 BYDV +K, Loewe 07005PC	0,048	1,09	-	0,056	1,30	-	0,093	1,09	-
14 BYDV-MAV +K, Agdia	0,054	1,23	-	0,043	1,00	-	0,097	1,14	-
15 BYDV-PAV +K, Agdia	0,065	1,48	-	0,062	1,44	-	0,112	1,32	-
16 BSMV PC-0330 DSMZ	0,044	1,00	-	0,047	1,09	-	0,087	1,02	-
17 BMV PV-0178 DSMZ	0,036	1,00	-	0,060	1,40	-	0,070	1,00	-
18 VaMMV +K, Loewe 07006PC	0,046	1,05	-	0,044	1,02	-	0,085	1,00	-
19 VaMMV PC-0329 DSMZ	0,150	3,41	+-	0,081	1,88	-	0,143	1,68	-
20 BrSMV +K, Loewe 07123PC	0,053	1,20	-	0,053	1,23	-	0,096	1,13	-
21 MCMV PC-1087 DSMZ	0,047	1,07	-	0,056	1,30	-	0,111	1,31	-
22 MDMV PC-0802 DSMZ	0,100	2,27	+-	0,043	1,00	-	0,096	1,13	-
23 PMTV +K, Adgen	0,040	1,00	-	0,039	1,00	-	0,084	1,00	-
24 TMV (МГУ)	0,043	1,00	-	0,048	1,12	-	0,095	1,12	-
Отрицательный контроль Negative control	0,044			0,043			0,085		

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

** Conclusion on the virus presence:
 - the virus is absent (Ao/Ak<2,0);
 +- unreliable virus presence (Ao/Ak=2,0-3,0)
 + reliable virus presence (Ao/Ak>3,0),
 где Ao – average extinction value of the sample,
 Ak – average extinction value of negative control.

значениях экстинкции (1220–1486 о.е.). Следовательно, использование данной тест-системы не позволит дифференцировать WSMV и WDV в случае их совместной инфекции. Тест-система к WSMV фирмы Loewe реагировала лишь с одним изолятом целевого объекта из трех испытуемых с невысокими значениями экстинкции, тест-система фирмы DSMZ – с двумя изолятами, и лишь тест-система фирмы Agdia – со всеми тремя изолятами (см. табл. 2). В предварительных экспериментах нами было установлено, что изоляты WSMV PV-0356 DSMZ и 07048 PC Loewe относятся к штамму WSMV-B, тогда как изолят Agdia – к штамму WSMV-D, следовательно, тест-системы для ИФА фирм Agdia и DSMZ позволяют диагностировать изоляты штаммов WSMV-B и WSMV-D, тогда как тест-система фирмы Loewe – лишь изоляты штамма WSMV-B.

Для отработки диагностики WSMV методом ПЦР в «реальном времени» (ОТ-ПЦР-РВ) было проведено испытание наборов реагентов «Вирус полосатой мозаики пшеницы (Wheat streak mosaic virus, WSMV)» («Агродиагностика», Россия) и Wheat streak mosaic virus-РВ («Синтол», Россия), а также праймеров и зондов WSMV-F1/WSMV-R1/WSMV-Probe (Tatinene et al., 2010) и WsmF-7288/WsmR-7343/WsmP-7312 (Price et al., 2010).

Было установлено, что все эти тест-системы характеризуются 100%-й специфичностью к целевому объекту. Не наблюдалось перекрестной реакции этих тест-систем с изолятами иных вирусов, заражающих зерновые культуры, – BaMMV, BMV, BSMV, BStMV, BYDV-MAV, BYDV-PAV, CYDV, HPWMoV, MCMV, MDMV, SBCMV, SBWMV, SCMV, WDV и WSSMV. Однако при этом было констатировано, что праймеры и зонд WsmF-7288/WsmR-7343/WsmP-7312 позволяют диагностировать лишь изоляты штамма WSMV-D, тогда как три другие тест-системы позволяют выявлять изоляты штаммов WSMV-B и WSMV-D (результаты не показаны).

В последующих экспериментах по оценке аналитической чувствительности было установлено, что выявление изолята WSMV PC-0356 в тестах с набором реагентов Wheat streak mosaic virus-РВ («Синтол») и с праймерами и зондом WSMV-F1/WSMV-R1/WSMV-Probe (Tatinene et al., 2010) возможно при разведениях соответственно в 10^3 и 10^6 со 100%-й повторяемостью результатов. При этом в тестах с праймерами и зондом WSMV-F1/WSMV-R1/WSMV-Probe использование набора реагентов One Tube RT-PCR Taq Man («Евроген») имело некоторое преимущество по сравнению с использованием набора реагентов 5x Genta Single-tube RT-PCR master mix («ГенТерра») в плане более низких значений пороговых циклов для высоких разведений.

Чувствительность тестов с набором реагентов «Вирус полосатой мозаики пшеницы (WSMV)» («Агродиагностика») существенно зависела от варианта синтеза кДНК. При использовании для синтеза кДНК набора реагентов ОТ-1 («Синтол») выявление изолята WSMV наблюдалось при разведении в 10^3 и нестабильно – при разведении в 10^4 , тогда как при использовании наборов реагентов для обратной транскрипции фирм «Агродиагностика» и «Евроген» – лишь для исходных неразбавленных образцов (см. табл. 3).

Russia) and “Wheat streak mosaic virus-Real-Time” (Synthol, Russia), as well as primers and probes WSMV-F1/WSMV-R1/WSMV-Probe (Tatinene et al., 2010) and WsmF-7288/WsmR-7343/WsmP-7312 were tested (Price et al., 2010).

It was found that all these test systems are characterized by 100% specificity to the target object. No cross-reaction of these test systems with isolates of other viruses infecting grain crops was observed – BaMMV, BMV, BSMV, BStMV, BYDV-MAV, BYDV-PAV, CYDV, HPWMoV, MCMV, MDMV, SBCMV, SBWMV, SCMV, WDV and WSSMV. However, it was also found that the WsmF-7288/WsmR-7343/WsmP-7312 primers and probe allow diagnosing only isolates of the WSMV-D strain, while the other three test systems allow detecting isolates of the WSMV-B and WSMV-D strains (results not shown).

In subsequent experiments to assess the analytical sensitivity, it was found that the detection of the WSMV PC-0356 isolate in tests with the Wheat streak mosaic virus-Real-Time reagent kit (Synthol) and with primers and probe WSMV-F1/WSMV-R1/WSMV-Probe (Tatinene et al., 2010) is possible at dilutions of 10^3 and 10^6 , respectively, with 100% repeatability of the results. At the same time, in tests with primers and probe WSMV-F1/WSMV-R1/WSMV-Probe, the use of the One Tube RT-PCR Taq Man reagent kit (Evrogen) had some advantage over the use of the 5x Genta Single-tube RT-PCR master mix reagent kit (GenTerra) in terms of lower threshold cycle values for high dilutions.

The sensitivity of tests with the reagent kit “Wheat stripe mosaic virus (WSMV)” (AgroDiagnostica) significantly depended on the variant of cDNA synthesis. When using the reagent kit “OT-1” (Synthol) for cDNA synthesis, the detection of the WSMV isolate was observed at a dilution of 10^3 and unstable – at a dilution of 10^4 , while when using the reagent kits for reverse transcription from AgroDiagnostica and Evrogen - only for the original undiluted samples (Table 3).

Confirmatory tests for the presence of WSMV using classical RT-PCR were performed with primers PMB-70/PMB-71 (Jones et al., 2018), WSMV-CP-AM-F2/WSMV-CP-AM-R (Bennypaul et al., 2019), WSMV-CP-Czech-F/WSMV-CP-Czech-R (Bennypaul et al., 2019), WSMV-F/WSMV-R (Lee et al., 2013), WSMVL2/WSMVR2 (Deb and Anderson, 2008), WSMV-C1/WSMV-XC1 (Rogers et al., 2012) and WS8166F/WS8909R (Kudela et al., 2008). Preliminary testing of these primers was carried out in a 1-step RT-PCR format with the One Tube RT-PCR TaqMan reagent kit (Evrogen, Russia).

It was found that the primers WSMV-CP-AM-F2/WSMV-CP-AM-R (Bennypaul et al., 2019) and WSMV-C1/WSMV-XC1 (Rogers et al., 2012) are specific to the WSMV-D strain, the primers WSMV-CP-Czech-F/WSMV-CP-Czech-R (Bennypaul et al., 2019) detect only isolates of the WSMV-B strain, and the primers PMB-70/PMB-71 (Jones et al., 2018), WSMV-F/WSMV-R (Lee et al., 2013), WSMVL2/WSMVR2 (Deb, Anderson, 2008) and WS8166F/WS8909R (Kudela et al.,

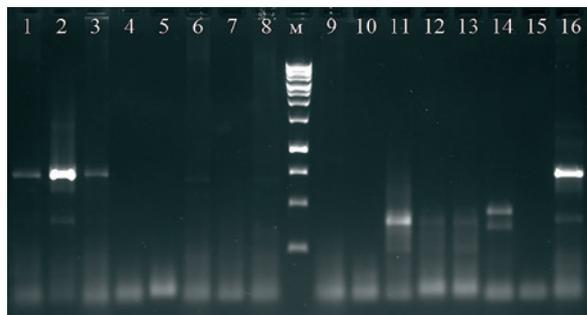
Обработку подтверждающих тестов на наличие WSMV методом классической ОТ-ПЦР проводили с праймерами PMB-70/PMB-71 (Jones et al., 2018), WSMV-CP-AM-F2/WSMV-CP-AM-R (Bennypaul et al., 2019), WSMV-CP-Czech-F/WSMV-CP-Czech-R (Bennypaul et al., 2019), WSMV-F/WSMV-R (Lee et al., 2013), WSMVL2/WSMVR2 (Deb and Anderson, 2008), WSMV-C1/WSMV-XC1 (Rogers et al., 2012) и WS8166F/WS8909R (Kudela et al., 2008). Предварительное испытание этих праймеров проводили в одноэтапном формате ОТ-ПЦР с набором реагентов One Tube RT-PCR TaqMan («Евроген», Россия).

Было установлено, что праймеры WSMV-CP-AM-F2/WSMV-CP-AM-R (Bennypaul et al., 2019) и WSMV-C1/WSMV-XC1 (Rogers et al., 2012) характеризуются специфичностью к штамму WSMV-D, праймеры WSMV-CP-Czech-F/WSMV-CP-Czech-R (Bennypaul et al., 2019) выявляют лишь изоляты штамма WSMV-B, а праймеры PMB-70/PMB-71 (Jones et al., 2018), WSMV-F/WSMV-R (Lee et al., 2013), WSMVL2/WSMVR2 (Deb, Anderson, 2008) и WS8166F/WS8909R (Kudela et al., 2008) позволяют диагностировать оба этих штамма. Для всех изучаемых праймеров не наблюдалось перекрестной реакции с нецелевыми вирусами зерновых культур, относящихся к семейству *Potyviriidae*: тритимовирусу BrSMV, бимовирусам BaMMV, VaYMV, WSSMV, потивирусам MDMV, JGMV, SCMV и SrMV. Принадлежность всех полученных продуктов амплификации к целевому объекту была подтверждена их секвенированием. Результаты испытания некоторых праймеров представлены на рис. 4.

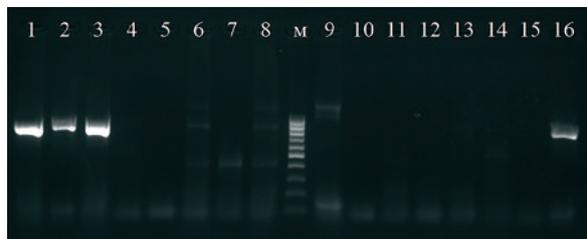
Для последующих испытаний, ввиду полного отсутствия неспецифичных продуктов амплификации, были выбраны праймеры PMB-70/PMB-71 (Jones et al., 2018), комплементарные пограничному участку генов 6K1 и CI генома WSMV. Установлена возможность использования этих праймеров как в одноэтапном формате ОТ-ПЦР (см. табл. 3), так и в двухэтапном формате ОТ-ПЦР с набором реагентов 5x Mas^{DP}Mix-2025 («Диалат», Россия), но преимущество имеет использование одноэтапного формата. Установлено, что чувствительность теста в формате одноэтапной ОТ-ПЦР с праймерами PMB-70/PMB-71 и набором реагентов One Tube RT-PCR TaqMan («Евроген», Россия) является очень высокой. Выявление изолята WSMV PV-0356 достигалось вплоть до разведения 10^6 со 100%-й повторяемостью результатов (см. рис. 5). Чувствительность теста с этими праймерами и набором реагентов 5x Genta Single-tube RT-PCR master mix («ГенТерра», Россия) оказалось значительно менее высокой: стабильное выявление изолята WSMV PV-0356 наблюдалось лишь для разведения 10^2 , а для разведения 10^{-3} было нестабильным (результаты не показаны).

С целью апробации разработанной методики 95 образцов зерновых культур, отобранных в 2024 г. на территории Краснодарского края, были протестированы методом ИФА с тест-системой фирмы Agdia, методом ОТ-ПЦР-РВ с праймерами и зондом WSMV-F1/WSMV-R1/WSMV-Probe (Tatineni et al., 2010) и методом классической ОТ-ПЦР с праймерами PMB-70/PMB-71

2008) allow diagnosing both of these strains. For all the primers studied, no cross-reaction was observed with non-target cereal viruses belonging to the *Potyviriidae* family: tritymovirus BrSMV, bimoviruses BaMMV,



а) Праймеры WS8166F/WS8909R (Kudela et al., 2008), 740 п.о.
a) Primers WS8166F/WS8909R (Kudela et al., 2008), 740 bp.



б) Праймеры WSMV-F/WSMV-R (Lee et al., 2013), 834 п.о.
b) Primers WSMV-F/WSMV-R (Lee et al., 2013), 834 bp.



в) Праймеры PMB-70/PMB-71 (Jones et al., 2018), 748 п.о.
c) Primers PMB-70/PMB-71 (Jones et al., 2018), 748 bp.

Рис. 4. Результаты испытаний праймеров WS8166F/WS8909R (Kudela et al., 2008), WSMV-F/WSMV-R (Lee et al., 2013) и PMB-70/PMB-71 (Jones et al., 2018). Образцы: 1 – WSMV PV-0356 DSMZ (штамм WSMV-B), 2 – WSMV +K, Agdia C3101 (штамм WSMV-D), 3 – WSMV +K, Loewe 07048PC (штамм WSMV-B), 4 – WSMV -K, N/D SP1521, 5 – BrSMV, +K Loewe 07123PC, 6 – WSSMV PC-0541, 7 – WSSMV +K, Agdia C2682, 8 – WSSMV +K, Loewe 07171PC, 9 – BaMMV PC-0329, VaYMV +K, Loewe 07006PC, 11 – MDMV PC-0802, 12 – SCMV PC- 0731, 13 - SrMV PC-0801, 14 - JGMV +K, Agdia, 15 – -K (вода), 16 – +K (смесь изолятов WSMV)

Fig. 4. Results of testing primers WS8166F/WS8909R (Kudela et al., 2008), WSMV-F/WSMV-R (Lee et al., 2013) and PMB-70/PMB-71 (Jones et al., 2018). Samples: 1 – WSMV PV-0356 DSMZ (strain WSMV-B), 2 – WSMV +K, Agdia C3101 (strain WSMV-D), 3 – WSMV +K, Loewe 07048PC (strain WSMV-B), 4 – WSMV -K, N/D SP1521, 5 - BrSMV, +K Loewe 07123PC, 6 – WSSMV PC-0541, 7 – WSSMV +K, Agdia C2682, 8 – WSSMV +K, Loewe 07171PC, 9 – BaMMV PC-0329, VaYMV +K, Loewe 07006PC, 11 – MDMV PC-0802, 12 – SCMV PC- 0731, 13 - SrMV PC-0801, 14 - JGMV +K, Agdia, 15 – -K (water), 16 – +K (WSMV isolate mixture).

Табл. 4. Сравнение результатов ИФА, ОТ-ПЦР-РВ и классической ОТ-ПЦР в выявлении WSMV в образцах зерновых культур Краснодарского края

Table 4. Comparison of the results of ELISA, real-time RT-PCR and classical RT-PCR in the detection of WSMV in samples of grain crops of Krasnodar Krai

Образец	Sample	ИФА (о.е.)* ELISA (o.u.)*	WSMV F1/WSMV R1/WSMV P***	PMB70/PMB-71 1-step***
Пшеница, с. Алексеич	Wheat, Alekseich	0,715	20,84^a	+^B
Пшеница с. Алексеич, поле № 2122	Wheat, Alekseich, field No. 2122	0,214	24,55	+
Пшеница с. Алексеич, поле № 0205	Wheat, Alekseich, field No. 0205	0,633	23,56	+
Пшеница с. Алексеич, поле № 0205	Wheat, Alekseich, field No. 0205	0,893	18,51	+
Пшеница с. Алексеич	Wheat, Alekseich	0,298	22,13	+
Пшеница с. Вызов	Wheat, Vyzov	0,057	32,45	-^r
Пшеница с. Хит	Wheat, Hit	0,412	20,90	+
Пшеница с. Таня	Wheat, Tanya	0,320	17,40	+
Пшеница с. Эмма	Wheat, Emma	0,557	19,50	+
Пшеница с. Таврида	Wheat, Tavrida	0,446	17,62	+
Пшеница с. Гном	Wheat, Dwarf	0,061	H/O ^b	-
Пшеница с. Еланчик	Wheat, Elanchik	0,481	18,77	+
Пшеница с. Вызов	Wheat, Call	0,459	21,23	+
Пшеница с. Тимирязевка-150	Wheat, Timiryazevka 150	0,306	23,29	+
Пшеница с. Кольчуга	Wheat, Kolchuga	0,719	17,78	+
Пшеница с. Стил-18	Wheat, Stil 18	0,350	30,43	+
Пшеница с. Баграт, поле № 16	Wheat, Bagrat, field No. 16	0,333	17,96	+
Пшеница с. Баграт, поле № 16	Wheat, Bagrat, field No. 16	0,065	H/O	-
Пшеница с. Таня, поле № 35	Wheat, Tanya, field No. 35	0,304	17,82	+
Пшеница с. Таня, поле № 35	Wheat, Tanya, field #35	0,524	18,53	+
Пшеница с. Еланчик, поле № 5K82	Wheat, Elanchik, field #5K82	0,362	18,25	+
Пшеница с. Победа-75, поле № 5K82	Wheat, Pobeda 75, field #5K82	0,071	H/O	-
Пшеница с. Стил-18, поле № 5K82	Wheat, Stil 18, field #5K82	0,378	18,13	+
Пшеница с. Стил-18, образец 3/6	Wheat, Stil 18, sample 3/6	0,241	23,58	+
Пшеница с. Эмма, образец 4/10	Wheat, Emma, sample 4/10	0,748	23,79	+
Пшеница с. Век, образец 3/11	Wheat, Vek, sample 3/11	2,542	19,19	+
Пшеница с. Еланчик, образец 3/11	Wheat, Elanchik, sample 3/11	1,988	19,92	+
Пшеница с. Стил, образец 3/17	Wheat, Stil, sample 3/17	0,496	21,61	+
Пшеница с. Победа-75, образец 3/11	Wheat, Pobeda 75, sample 3/11	2,734	20,35	+
Отрицательный контроль	Negative control	0,063	H/O	-
Положительный контроль	Positive control	2,753	19,48	+

* Результаты ИФА (в оптических единицах) с тест-системой к WSMV фирмы Agdia;
 ** ПЦР в «реальном времени» с праймерами и зондом WSMV F1/WSMV R1/WSMV P (Tatinene et al., 2010) и набором реагентов One Tube RT-PCR TaqMan («Евроген», Россия);
 *** Классическая ПЦР с праймерами PMB70/PMB-71 (Jones, 2008) и набором реагентов One Tube RT-PCR mix («Евроген», Россия);
 а – пороговый цикл, при котором произошло выявление целевого объекта;
 б – целевой объект не выявлен;
 в – наличие специфической полосы планируемой величины в геле, означающее выявление целевого объекта;
 г – отсутствие специфической полосы в геле, означающее отсутствие целевого объекта

* **Results of ELISA (in optical units) with the test system for WSMV from Agdia**
 ** **Real-time PCR with primers and probe WSMV F1/WSMV R1/WSMV P (Tatinene et al., 2010) and One Tube RT-PCR TaqMan reagent kit (Evrogen, Russia)**
 *** **Classical PCR with primers PMB70/PMB-71 (Jones, 2008) and the reagent kit “One Tube RT-PCR mix” (Evrogen, Russia)**
 a – threshold cycle at which the target object was detected
 б – target object was not detected
 c – presence of a specific band of the planned value in the gel, indicating detection of the target object
 d – absence of a specific band in the gel, indicating the absence of the target object

(Jones et al., 2008). Некоторые партии образцов были протестированы также наборами для ОТ-ПЦР-РВ к WSMV фирм «Агродиагностика» и «Синтол» и методом классической ОТ-ПЦР с праймерами WSMV-F/WSMV-R (Lee et al., 2013). Результаты тестирования одной из партий образцов представлены в табл. 4.

Полное совпадение результатов во всех трех тестах наблюдалось для 28 образцов из 29 протестированных, или в 96,6% случаев. Лишь в образце пшеницы с. Вызов выявление WSMV методом ОТ-ПЦР-РВ не было подтверждено тестами методом ИФА и методом классической ОТ-ПЦР. Тем самым совпадение результатов ИФА и классической ОТ-ПЦР составило 100%, совпадение результатов ИФА и ОТ-ПЦР-РВ – 96,5%, совпадение результатов ОТ-ПЦР-РВ и классической ОТ-ПЦР – 96,5% (см. табл. 4).

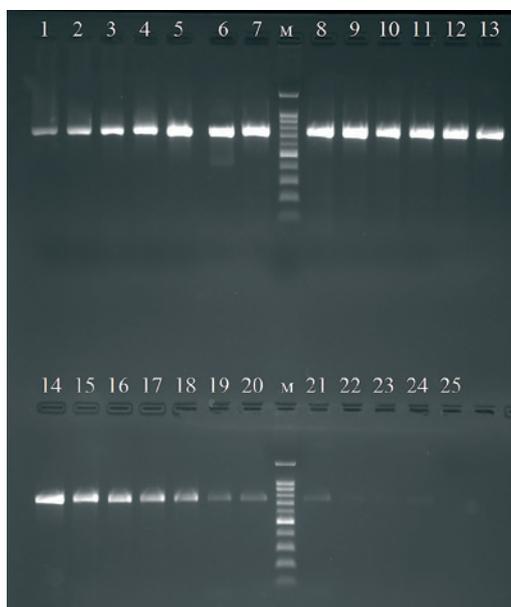


Рис. 5. Определение аналитической чувствительности теста с праймерами PMB-70/PMB-71 (Jones et al., 2018) и набором реагентов One Tube RT-PCR TaqMan («Евроген», Россия)

Fig. 5. Determination of analytical sensitivity of the test with primers PMB-70/PMB-71 (Jones et al., 2018) and the One Tube RT-PCR TaqMan reagent kit (Evrogen, Russia)

Схема опыта Experiment scheme:	no dilution – без разведения dilution – разведение
1 WSMV PV-0356, no dilution	14 WSMV PV-0356, dilution 10 ⁻⁴
2 WSMV PV-0356, no dilution	15 WSMV PV-0356, dilution 10 ⁻⁴
3 WSMV PV-0356, no dilution	16 WSMV PV-0356, dilution 10 ⁻⁵
4 WSMV PV-0356, dilution 10 ⁻¹	17 WSMV PV-0356, dilution 10 ⁻⁵
5 WSMV PV-0356, dilution 10 ⁻¹	18 WSMV PV-0356, dilution 10 ⁻⁵
6 WSMV PV-0356, dilution 10 ⁻¹	19 WSMV PV-0356, dilution 10 ⁻⁶
7 WSMV PV-0356, dilution 10 ⁻²	20 WSMV PV-0356, dilution 10 ⁻⁶
8 WSMV PV-0356, dilution 10 ⁻²	21 WSMV PV-0356, dilution 10 ⁻⁶
9 WSMV PV-0356, dilution 10 ⁻²	22 WSMV PV-0356, dilution 10 ⁻⁷
10 WSMV PV-0356, dilution 10 ⁻³	23 WSMV PV-0356, dilution 10 ⁻⁷
11 WSMV PV-0356, dilution 10 ⁻³	24 WSMV PV-0356, dilution 10 ⁻⁷
12 WSMV PV-0356, dilution 10 ⁻³	25 -K (water)
13 WSMV PV-0356, dilution 10 ⁻⁴	

BaYMV, WSSMV, potyviruses MDMV, JGMV, SCMV and SrMV. The belonging of all the obtained amplification products to the target object was confirmed by their sequencing. The results of testing some primers are presented in Figure 4.

For subsequent testing, due to the complete absence of non-specific amplification products, primers PMB-70/PMB-71 (Jones et al., 2018) complementary to the border region of the 6K1 and CI genes of the WSMV genome were selected. It was established that these primers can be used both in the 1-step RT-PCR format (Table 3) and in the 2-step RT-PCR format with the 5x Mas^{DP}Mix-2025 reagent kit (Dialat, Russia), but the 1-step format has an advantage. It was found that the sensitivity of the test in the 1-step RT-PCR format with primers PMB-70/PMB-71 and the One Tube RT-PCR TaqMan reagent kit (Evrogen, Russia) is very high. Detection of the WSMV PV-0356 isolate was achieved up to a dilution of 10⁶ with 100% repeatability of the results (Fig. 5). The sensitivity of the test with these primers and the reagent kit “5x Genta Single-tube RT-PCR master mix” (GenTerra, Russia) was significantly lower: stable detection of the WSMV PV-0356 isolate was observed only for a dilution of 10², and for a dilution of 10⁻³ it was unstable (results not shown).

In order to test the developed methodology, 95 samples of grain crops collected in 2024 in Krasnodar Krai were tested using the ELISA method with the Agdia test system, real-time RT-PCR method with primers and probe WSMV-F1/WSMV-R1/WSMV-Probe (Tatinei et al., 2010) and the classical RT-PCR method with primers PMB-70/PMB-71 (Jones et al., 2008). Some batches of samples were also tested with real-time RT-PCR kits for WSMV by AgroDiagnostica and Synthol and the classical RT-PCR method with primers WSMV-F/WSMV-R (Lee et al., 2013). The testing results of one of the sample batches of are presented in Table 4.

Complete match of the results in all three tests was observed for 28 samples out of 29 tested, or in 96.6% of cases. Only in the wheat sample from Vyzov village, the detection of WSMV by the real-time RT-PCR method was not confirmed by the tests by the ELISA method and the classical RT-PCR method. Thus, the agreement of the ELISA and classical RT-PCR results was 100%, the agreement of the ELISA and real-time RT-PCR results was 96.5%, the agreement of the real-time RT-PCR and classical RT-PCR results was 96.5% (Table 4).

Similar results were obtained when testing other sample batches. In addition, it was found that the ELISA method and the classical RT-PCR method, as a rule, do not confirm the presence of the target object in samples in which WSMV was detected by the real-time RT-PCR method at high threshold cycles (Cq > 35).

In this series of experiments, the possibility of effective use of primers and probe WSMV F1/WSMV R1/WSMV P with the reagent kit “2.5x Reaction mixture for RT-PCR” (Synthol, Russia) was also established. A high level of coincidence of test results by the classical RT-PCR method with primers PMB-70/PMB-71 (Jones et al., 2008) and WSMV-F/WSMV-R (Lee et al., 2013).

Сходные результаты были получены и при тестировании других партий образцов. Наряду с этим было констатировано, что метод ИФА и метод классической ОТ-ПЦР, как правило, не подтверждают наличие целевого объекта в образцах, в которых WSMV был выявлен методом ОТ-ПЦР-РВ на высоких пороговых циклах ($C_q > 35$).

В данной серии экспериментов установлена также возможность эффективного использования праймеров и зонда WSMV F1/WSMV R1/WSMV P с набором реагентов 2,5х реакционная смесь для ПЦР-РВ («Синтол», Россия). Констатирован также высокий уровень совпадения результатов тестов методом классической ОТ-ПЦР с праймерами PMB-70/PMB-71 (Jones et al., 2008) и WSMV-F/WSMV-R (Lee et al., 2013).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволили разработать методические рекомендации по выявлению и идентификации вируса полосатой мозаики пшеницы (WSMV), в которых для проведения отборочных (скрининговых) тестов рекомендуется использовать один из следующих тестов: методом ИФА с тест-системой к WSMV фирмы Agdia (США), методом ПЦР в «реальном времени» с набором реагентов для ОТ-ПЦР-РВ к WSMV фирм «Агродиагностика» и «Синтол», или методом ПЦР в «реальном времени» с праймерами и зондом WSMV-F1/WSMV-R1/WSMV-probe (Tatinene et al., 2010). Наборы реагентов для ПЦР-РВ к WSMV фирм «Агродиагностика» и «Синтол» целесообразно использовать для выявления WSMV при проведении фитосанитарного мониторинга посевов и для анализа семян зерновых культур, предназначенных для использования внутри Российской Федерации. Для анализа зерновой продукции, предназначенной для экспорта, в качестве скринингового теста более целесообразно использовать метод ИФА или одноэтапную ОТ-ПЦР-РВ с праймерами и зондом WSMV F1/WSMV R1/WSMV P (Tatinene et al., 2010). Подтверждающий тест рекомендуется проводить с праймерами PMB-70/PMB-71 (Jones, 2008) в формате одноэтапной классической ОТ-ПЦР.

Исследования выполнены в рамках государственного задания (рег. № НИОКТР 123022100120-4).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аблова И.Б., Беспалова Л.А., Мокроусов В.В., Аблова О.С., Бойко А.П. Вирусные болезни зерновых культур в Краснодарском крае// Защита и карантин растений. – 2012. – № 6. – С. 14–17.
2. Богоутдинов Д.З., Кастальева Т.Б., Гирсова Н.В. Вирусные заболевания зерновых культур в Самарской области// Вестник Оренбургского государственного университета. – 2017. – № 4 (204). – С. 46–52.
3. Власов Ю.И., Ларина Э.И. Сельскохозяйственная вирусология// М., Колос. – 1982. – 240 с.
4. Глинушкин А.П. Фитопатогенный комплекс пшеницы и меры борьбы с ним// Автореферат дисс... доктора с.-х. наук. – М., 2013. – 38 с.
5. Демьяненко Ф.П., Будзанивска И.Х., Полищук В.П., Холоненко О.Л. Использование математических моделей для оценки распространенности фитовирусов в некоторых регионах Украины//

CONCLUSION

The conducted studies allowed to develop methodological guidelines for the detection and identification of wheat streak mosaic virus (WSMV), in which for conducting selection (screening) tests it is recommended to use one of the following tests: ELISA method with the test system for WSMV from Agdia (USA), PCR method in “real time” with a set of reagents for real-time RT-PCR for WSMV by AgroDiagnostica and Synthol, or real-time PCR with primers and probe WSMV-F1/WSMV-R1/WSMV-probe (Tatinene et al., 2010). It is advisable to use reagent kits for RT-PCR for WSMV by AgroDiagnostica and Synthol to detect WSMV during phytosanitary monitoring of crops and for analysis of grain crop seeds intended for use within the Russian Federation. For the analysis of grain products intended for export, it is more appropriate to use the ELISA method or a 1-step real-time RT-PCR with primers and probe WSMV F1/WSMV R1/WSMV P as a screening test (Tatinene et al., 2010). The confirmatory test is recommended to be carried out with primers PMB-70/PMB-71 (Jones, 2008) in the format of a 1-step classical RT-PCR.

The research was carried out within the framework of the State assignment (Reg. No. R&D 123022100120-4).

REFERENCES

1. Ablova I.B., Bepalova L.A., Mokrousov V.V., Ablova O.S., Boyko A.P. Viral diseases of cereal crops in Krasnodar Krai [Virusnyye bolezni zernovykh kultur v Krasnodarskom kraye] // Plant protection and quarantine. 2012; 6: 14–17. (In Russ.)
2. Bogoutdinov D.Z., Kastalyeva T.B., Girsova N.V. Viral diseases of grain crops in Samara Oblast [Virusnyye zabolevaniya zernovykh kultur v Samarskoy oblasti] // Bulletin of the Orenburg State University. 2017; 4 (204): P. 46–52. (In Russ.)
3. Vlasov Yu.I., Larina E.I. Agricultural virology [Selskokhozyaystvennaya virusologiya] // М., Kolos. 1982; 240 p. (In Russ.)
4. Glinushkin A.P. Phytopathogenic complex of wheat and control measures [Fitopatogennyy kompleks pshehitsy i mery borby s nim] // Abstract of diss... doctor of agricultural sciences. – М., 2013; 38 p. (In Russ.)
5. Demyanenko F.P., Budzhanivska I.Kh., Polischuk V.P., Kholonenko O.L. Using mathematical models to assess the prevalence of phytoviruses in some regions of Ukraine [Ispolzovaniye matematicheskikh modeley dlya otsenki rasprostranennosti fitovirusov v nekotorykh regionakh Ukrainy] // Abstracts of the 2nd international conference “Bioresources and viruses”. Kyiv, 1998; 4-5. (In Russ.)
6. Zhivaeva T.S., Prikhodko Yu.N., Shneyder Yu.A., Lozovaya E.N., Pruchkina M.A., Selyavkin S.N., Khorina N.A., Karimova E.V. Seromonitoring of viruses in wheat crops on the territory of the Russian Federation [Seromonitoring virusov v posevakh pshehitsy na territorii Rossiyskoy Federatsii] // V All-Russian Congress on Plant Protection. Collection of abstracts of reports. SPb.: FGBNU VIZR, 2024; 44. (In Russ.)

Тезисы докладов 2-й международной конференции «Биоресурсы и вирусы». – Киев, 1998. – С. 4–5.

6. Живаева Т.С., Приходько Ю.Н., Шнейдер Ю.А., Лозовая Е.Н., Пручкина М.А., Селявкин С.Н., Хорина Н.А., Каримова Е.В. Серомониторинг вирусов в посевах пшеницы на территории Российской Федерации// V Всероссийский конгресс по защите растений. Сборник тезисов докладов. СПб.: ФГБНУ ВИЗР, 2024. – С. 44.

7. Приходько Ю. Н., Живаева Т. С., Лозовая Е. Н., Шнейдер Ю. А., Пручкина М. А., Башкирова И. Г., Каримова Е. В., Селявкин С. Н., Касаткин Д. Г., Комаров Д. А., Кобзарь В. Ф., Аблова И. Б., Пузырная О. Ю., Керимов Р. В. Видовой состав и распространенность вирусов пшеницы в Российской Федерации// Фитосанитария. Карантин растений. – 2024. – №4S (20B). – С. 71–72. <https://doi.org/10.69536/FKR.2024.38.66.001>.

8. Приходько Ю.Н., Живаева Т.С., Лозовая Е.Н., Селявкин С.Н., Шнейдер Ю.А., Пручкина М.А., Каримова Е.В. Серомониторинг вирусов пшеницы (2021–2023 гг.) Фитосанитария. Карантин растений. 2024. № S2-1 (18). С. 44.

9. Развязкина Г.М., Калкова Е.А., Белянчикова Ю.В. Вирус полосатой мозаики пшеницы // Защита растений от вредителей и болезней. – 1963. – № 9. – С. 54–55.

10. Bennypaul H., Abdullahi I., Harding M.W., Aboukhaddour R. First detection of European isolates of Wheat streak mosaic virus in Canada// Plant Disease. – 2019. – Vol.103. – P. 1442. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-18-2193-PDN>.

11. Coutts B.A., Banovic M., Kehoe M.A., Severtson D.L., Jones R.A.C. Epidemiology of Wheat streak mosaic virus in wheat in a Mediterranean-type environment// Eur. J. Plant Pathol. – 2014 a. – Vol. 140. – P. 797–813. DOI:10.1007/s10658-014-0510-x.

12. Coutts B.A., Hammond N.E.B., Kehoe M.A., Jones, R.A.C. Finding Wheat streak mosaic virus in southwest Australia// Aust. J. Agric. Res. – 2008 a. – Vol. 59. – P. 836–843. <https://doi.org/10.1071/AR08034>.

13. Deb M., Anderson J.M. Development of a multiplexed PCR detection method for Barley and Cereal yellow dwarf viruses, Wheat spindle streak virus, Wheat streak mosaic virus and Soil-borne wheat mosaic virus// J. Virol. Methods. – 2008. – Vol. 148. – P. 17–24. DOI: 10.1016/j.jviromet.2007.10.015.

14. Hall T.A. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. Nucl. Acids. Symp. Ser.41: 95–98.

15. Inoue-Nagata A.K., Jordan R., Kreuze J., Li F., López-Moya J.J., Mäkinen K., Ohshima K., Wylie S.J. ICTV Virus Taxonomy Profile: Potyviridae// Journal of General Virology. – 2022. – 103:001738.

16. Jones A.C. Global plant virus disease pandemics and epidemics// Plants. – 2021, 10, 233. – <https://doi.org/10.3390/plants10020233>.

17. Jones R. A.C. Developing a sensitive dry seed test to detect seed-borne viruses in bulk seed samples of wheat// Project DAW00141, Department of Agriculture and Food Western Australia. – (DAFWA). – 2008. – 56 s.

18. Jones R.A.C., Vazquez-Iglesias I., Hajizadeh M., McGreig S., Gibbs A.J. Phylogenetics and

7. Prikhodko Yu. N., Zhivaeva T. S., Lozovaya E. N., Shneyder Yu. A., Pruchkina M. A., Bashkirova I. G., Karimova E. V., Selyavkin S. N., Kasatkin D. G., Komarov D. A., Kobzar V. F., Ablova I. B., Puzyrnaya O. Yu., Kerimov R. V. Species composition and prevalence of wheat viruses in the Russian Federation [Vidovoy sostav i rasprostranennost virusov pshenitsy v Rossiyskoy Federatsii] // Plant Health and Quarantine. 2024; 4S (20B): 71-72.<https://doi.org/10.69536/FKR.2024.38.66.001>. (In Russ.)

8. Prikhodko Yu.N., Zhivaeva T.S., Lozovaya E.N., Selyavkin S.N., Shneyder Yu.A., Pruchkina M.A., Karimova E.V. Seromonitoring of wheat viruses (2021–2023) [Seromonitoring virusov pshenitsy (2021–2023 gg.)] // Plant Health and Quarantine. 2024; S2-1 (18): 44. (In Russ.)

9. Razvyazkina G.M., Kalkova E.A., Belyanchikova Yu.V. Wheat stripe mosaic virus [Virus polosatoy mozaiki pshenitsy] // Plant protection from pests and diseases. 1963; 9: 54-55. (In Russ.)

10. Bennypaul H., Abdullahi I., Harding M.W., Aboukhaddour R. First detection of European isolates of Wheat streak mosaic virus in Canada// Plant Disease. – 2019. – Vol.103. – P. 1442. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-18-2193-PDN>.

11. Coutts B.A., Banovic M., Kehoe M.A., Severtson D.L., Jones R.A.C. Epidemiology of Wheat streak mosaic virus in wheat in a Mediterranean-type environment// Eur. J. Plant Pathol. – 2014 a. – Vol. 140. – P. 797–813. DOI:10.1007/s10658-014-0510-x.

12. Coutts B.A., Hammond N.E.B., Kehoe M.A., Jones, R.A.C. Finding Wheat streak mosaic virus in southwest Australia// Aust. J. Agric. Res. – 2008 a. – Vol. 59. – P. 836–843. <https://doi.org/10.1071/AR08034>.

13. Deb M., Anderson J.M. Development of a multiplexed PCR detection method for Barley and Cereal yellow dwarf viruses, Wheat spindle streak virus, Wheat streak mosaic virus and Soil-borne wheat mosaic virus// J. Virol. Methods. – 2008. – Vol. 148. – P. 17–24. DOI: 10.1016/j.jviromet.2007.10.015.

14. Hall T.A. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. Nucl. Acids. Symp. Ser.41: 95–98.

15. Inoue-Nagata A.K., Jordan R., Kreuze J., Li F., López-Moya J.J., Mäkinen K., Ohshima K., Wylie S.J. ICTV Virus Taxonomy Profile: Potyviridae// Journal of General Virology. – 2022. - 103:001738.

16. Jones A.C. Global plant virus disease pandemics and epidemics// Plants. – 2021, 10, 233. – <https://doi.org/10.3390/plants10020233>.

17. Jones R. A.C. Developing a sensitive dry seed test to detect seed-borne viruses in bulk seed samples of wheat// Project DAW00141, Department of Agriculture and Food Western Australia. – (DAFWA). – 2008. – 56 s.

18. Jones R.A.C., Vazquez-Iglesias I., Hajizadeh M., McGreig S., Gibbs A.J. Phylogenetics and evolution of Wheat streak mosaic virus: Its global origin and the source of the Australian epidemic// Plant Pathology. – 2022. – Vol.71. – P.1660-1673. <https://doi.org/10.1111/ppa.13609>.

evolution of Wheat streak mosaic virus: Its global origin and the source of the Australian epidemic// *Plant Pathology*. – 2022. – Vol.71. – P. 1660–1673. <https://doi.org/10.1111/ppa.13609>.

19. Kúdela O., Kúdelová M., Nováková S., Glasa M. First report of Wheat streak mosaic virus in Slovakia// *Plant Disease*. – 2008. – Vol. 92, No. 9. – P. 1365. DOI: 10.1094/PDIS-92-9-1365C.

20. Lanoiselet V.M., Hind-Lanoiselet T.L., Murray G.M. Studies on the seed transmission of Wheat streak mosaic virus// *Australasian Plant Pathology*. – 2008. – Vol.37. – P. 584–588. <https://doi.org/10.1071/AP08059>.

21. Lee S., Kang E.-H., Chu Y.M., Shin Y.-G., Ahn T.-Y. Development of PCR diagnosis system for plant quarantine seed-borne Wheat streak mosaic virus// *Korean Journal of Microbiology*. – 2013. – Vol. 49, No. 2. – P. 112–117. <https://doi.org/10.7845/kjm.2013.3013>.

22. Masumi M., Rastegar M., Zare A., Lese-mann D.E., Ebrahim-Nesbat F., Izadpanah K. Wheat eqliid mosaic virus: a novel Potyviridae in Iran// *Parasitica*. – 2005. – Vol. Vol 61 (1). – P. 101–104.

23. Mishchenko L.T., Dunich S.A., Mishchenko I.A., Petrenkova V.P., Mukha T.I. Monitoring of economically important wheat viruses under weather conditions change in Ukraine and investigation of seed transmission of Wheat streak mosaic virus// *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. – 2018. – Vol. 24 (No 4). – P. 660–669.

24. Navia D., de Mendonça R.S., Skoracka A., Szydo W., Knihinicki D., Hein G.L., da Pereira P.R.V., Truol G., Lau D. Wheat curl mite, *Aceria tosichella*, and transmitted viruses: an expanding pest complex affecting cereal crops// *Experimental and Applied Acarology*. – 2013. – Vol.59 (1/2). – P. 95–143. <https://doi.org/10.1007/s10493-012-9633-y>.

25. Price J.A., Smitha J., Simmons A., Fellers J., Rusha C.M. Multiplex real-time RT-PCR for detection of Wheat streak mosaic virus and *Triticum mosaic virus*// *Journal of Virological Methods*. – 2010. – Vol. 165. – P. 198–201. DOI: 10.1016/j.jviromet.2010.01.019.

26. Rabenstein F., Seifers D.L., Schubert J., French R., Stenger D.C. Phylogenetic relationships, strain diversity and biogeography of tritimoviruses// *Journal of General Virology*. – 2002. – Vol.83 (4). – P. 895–906. DOI: 10.1099/0022-1317-83-4-895.

27. Redila C.D., Prakash V., Nouri S. Metagenomics analysis of the wheat virome identifies novel plant and fungal-associated viral sequences// *Viruses*. – 2021. – 13, 2457. <https://doi.org/10.3390/v13122457>.

28. Rogers S.M., Payton M., Allen R.W., Melcher U., Carver J., Fletcher J. Method: a single nucleotide polymorphism genotyping method for Wheat streak mosaic virus// *Genetics* 2012, 3:10. – <http://www.investigativegenetics.com/content/3/1/10>.

29. Tamura K., Stecher G., and Kumar S. (2021) MEGA11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 11. *Molecular Biology and Evolution* 38:3022–3027.

30. Tatineni S., Graybosch R.A., Hein G.L., Wegulo S.N., French R. Wheat cultivar-specific disease synergism and alteration of virus accumulation during co-infection with Wheat streak mosaic virus and *Triticum mosaic virus*// *Phytopathology*. – 2010. – Vol. 100 (3). – P. 230–238. DOI: 10.1094/PHYTO-100-3-0230.

19. Kúdela O., Kúdelová M., Nováková S., Glasa M. First report of Wheat streak mosaic virus in Slovakia// *Plant Disease*. – 2008. – Vol. 92, No. 9. – P. 1365. DOI: 10.1094/PDIS-92-9-1365C.

20. Lanoiselet V.M., Hind-Lanoiselet T.L., Murray G.M. Studies on the seed transmission of Wheat streak mosaic virus// *Australasian Plant Pathology*. – 2008. – Vol.37. – P. 584–588. <https://doi.org/10.1071/AP08059>.

21. Lee S., Kang E.-H., Chu Y.M., Shin Y.-G., Ahn T.-Y. Development of PCR diagnosis system for plant quarantine seed-borne Wheat streak mosaic virus// *Korean Journal of Microbiology*. – 2013. – Vol. 49, No. 2. – P.112–117. <https://doi.org/10.7845/kjm.2013.3013>.

22. Masumi M., Rastegar M., Zare A., Lese-mann D.E., Ebrahim-Nesbat F., Izadpanah K. Wheat eqliid mosaic virus: a novel Potyviridae in Iran// *Parasitica*. – 2005. – Vol. Vol 61 (1). – P.101–104.

23. Mishchenko L.T., Dunich S.A., Mishchenko I.A., Petrenkova V.P., Mukha T.I. Monitoring of economically important wheat viruses under weather conditions change in Ukraine and investigation of seed transmission of Wheat streak mosaic virus// *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. – 2018. – Vol. 24 (No 4). – P. 660–669.

24. Navia D., de Mendonça R.S., Skoracka A., Szydo W., Knihinicki D., Hein G.L., da Pereira P.R.V., Truol G., Lau D. Wheat curl mite, *Aceria tosichella*, and transmitted viruses: an expanding pest complex affecting cereal crops// *Experimental and Applied Acarology*. – 2013. – Vol. 59 (1/2). – P. 95–143. <https://doi.org/10.1007/s10493-012-9633-y>.

25. Price J.A., Smitha J., Simmons A., Fellers J., Rusha C.M. Multiplex real-time RT-PCR for detection of Wheat streak mosaic virus and *Triticum mosaic virus*// *Journal of Virological Methods*. – 2010. – Vol. 165. – P. 198–201. DOI: 10.1016/j.jviromet.2010.01.019.

26. Rabenstein F., Seifers D.L., Schubert J., French R., Stenger D.C. Phylogenetic relationships, strain diversity and biogeography of tritimoviruses// *Journal of General Virology*. – 2002. – Vol.83 (4). – P.895-906. DOI: 10.1099/0022-1317-83-4-895.

27. Redila C.D., Prakash V., Nouri S. Metagenomics analysis of the wheat virome identifies novel plant and fungal-associated viral sequences// *Viruses*. – 2021. – 13, 2457. <https://doi.org/10.3390/v13122457>.

28. Rogers S.M., Payton M., Allen R.W., Melcher U., Carver J., Fletcher J. Method: a single nucleotide polymorphism genotyping method for Wheat streak mosaic virus// *Genetics* 2012, 3:10. – <http://www.investigativegenetics.com/content/3/1/10>.

29. Tamura K., Stecher G., and Kumar S. (2021) MEGA11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 11. *Molecular Biology and Evolution* 38:3022–3027.

30. Tatineni S., Graybosch R.A., Hein G.L., Wegulo S.N., French R. Wheat cultivar-specific disease synergism and alteration of virus accumulation during co-infection with Wheat streak mosaic virus and *Triticum mosaic virus*// *Phytopathology*. – 2010. – Vol.100 (3). – P.230-238. DOI: 10.1094/PHYTO-100-3-0230.

31. Tatineni S., Hein G.L. Tritimoviruses and Ry-moviruses (Potyviridae)// Taxonomy – International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV). – 2020. – <https://talk.ictvonline.org/taxonomy/>.

32. CABI, 2025. Wheat streak mosaic virus (wheat streak) datasheet // <https://www.cabi.org/isc/datasheet/56858> (последнее обращение: 11.03.2025).

33. <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi> (дата обращения: 15.01.2025).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Живаева Татьяна Степановна, научный сотрудник научно-методического отдела вирусологии ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, м. о. Раменский, Московская обл., Россия, 140150;

e-mail: zhivaeva.vniikr@mail.ru

Приходько Юрий Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник научно-методического отдела вирусологии ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, м. о. Раменский, Московская обл., Россия;

e-mail: prihodko_yuri59@mail.ru

Лозовая Евгения Николаевна, научный сотрудник отдела аспирантуры ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, м. о. Раменский, Московская обл., Россия, 140150; *e-mail: evgeniyaf@mail.ru*

Шнейдер Юрий Андреевич, кандидат биологических наук, начальник научно-методического отдела вирусологии, ведущий научный сотрудник ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, м. о. Раменский, Московская обл., Россия, 140150;

ORCID 0000-0002-7565-1241,

e-mail: yury.shneyder@mail.ru

Башкирова Ида Геннадьевна, кандидат биологических наук, научный сотрудник научно-методического отдела вирусологии ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, м. о. Раменский, Московская обл., Россия, 140150;

e-mail: bashkirova@mail.ru

Каримова Елена Владимировна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, начальник научно-методического отдела вирусологии и бактериологии ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, м. о. Раменский, Московская обл., Россия;

ORCID 0000-0001-6474-8913, e-mail: elenavkar@mail.ru

31. Tatineni S., Hein G.L. Tritimoviruses and Ry-moviruses (Potyviridae)// Taxonomy – International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV). – 2020. – <https://talk.ictvonline.org/taxonomy/>.

32. CABI, 2025. Wheat streak mosaic virus (wheat streak) datasheet // <https://www.cabi.org/isc/datasheet/56858> (last accessed – 11.03.2025 r).

33. <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi> (last accessed: 15.01.2025 r.).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Tatiana Zhivaeva, Researcher, Research and Methodology Department of Virology FGBU “VNIIKR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia, 140150; *e-mail: zhivaeva.vniikr@mail.ru*

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

Evgeniya Lozovaya, Researcher, Postgraduate Department, FGBU “VNIIKR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia, 140150; *e-mail: evgeniyaf@mail.ru*

Yuri Shneyder, PhD in Biology, Leading Researcher, Head of Research and Methodology Department of Virology, FGBU “VNIIKR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia, 140150;

ORCID 0000-0002-7565-1241,

e-mail: yury.shneyder@mail.ru

Ida Bashkirova, PhD in Biology, Researcher, Research and Methodology Department of Virology, FGBU “VNIIKR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia, 140150; *e-mail: bashkirova@mail.ru*

Elena Karimova, PhD in Biology, Senior Researcher, Head of Research and Methodology Department of Virology and Bacteriology, FGBU “VNIIKR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia;

ORCID 0000-0001-6474-8913, e-mail: elenavkar@mail.ru

Определитель псевдопупариев белокрылок рода *Aleurodicus* (Hemiptera: Homoptera: Aleyrodidae), регулируемых требованиями стран – импортеров российской продукции

УШКОВА М.В.

ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений»
(ФГБУ «ВНИИКР»), р. п. Быково, м. о. Раменский,
Московская обл., Россия, 140150
ORCID 0000-0003-0102-1332,
e-mail: ushkovamariavladislavovna@gmail.com

АННОТАЦИЯ

Настоящее исследование посвящено разработке определителя псевдопупариев белокрылок рода *Aleurodicus* (Hemiptera: Homoptera: Aleyrodidae), играющих важную роль в фитосанитарии и подлежащих контролю со стороны стран – импортеров российской сельскохозяйственной продукции. В рамках данной работы рассмотрено четыре ключевых вида: *Aleurodicus cocois* Curtis, 1846; *Aleurodicus destructor* Mackie, 1912; *Aleurodicus dispersus* Russell, 1965 и *Aleurodicus floccissimus* (Martin, Hernández-Suarez & Carnero, 1997). Эти виды представляют значительную угрозу для растениеводческих отраслей в регионах импорта (Quaintance, 1908).

На основе оригинального материала, предоставленного лабораторией энтомологии Испытательного лабораторного центра Всероссийского центра карантина растений и лабораторией систематики насекомых Зоологического института Российской академии наук (ЗИН РАН), проведен детальный сравнительный анализ морфологических характеристик указанных видов на стадии псевдопупария (4-й личиночной стадии). Особое внимание было уделено созданию иллюстративного ключа, который значительно упрощает процесс идентификации вредителей специалистами карантинных служб.

Полученные результаты включают обновленную и детализированную информацию о внешних признаках и строении псевдопупариев изучаемых видов. В работе отражены оригинальные фотографии, наглядно демонстрирующие ключевые диагностические особенности каждого вида, представлена сравнительная таблица, делающая

Identification key for pseudopupa of whiteflies of the genus *Aleurodicus* (Hemiptera: Homoptera: Aleyrodidae) regulated by the requirements of countries importing Russian products

MARIA V. USHKOVA

All-Russian Plant Quarantine Center
(FGBU “VNI IKR”), Bykovo, Ramenskoye,
Moscow Oblast, Russia, 140150
ORCID 0000-0003-0102-1332,
e-mail: ushkovamariavladislavovna@gmail.com

ABSTRACT

This study is devoted to the development of an identification key to pseudopupa of whiteflies of the genus *Aleurodicus* (Hemiptera: Homoptera: Aleyrodidae) playing an important role in phytosanitary control and subject to control by countries importing Russian agricultural products. Within the framework of this work, four key types are considered: *Aleurodicus cocois* Curtis, 1846; *Aleurodicus destructor* Mackie, 1912; *Aleurodicus dispersus* Russell, 1965 and *Aleurodicus floccissimus* (Martin, Hernández-Suarez & Carnero, 1997). These species pose a significant threat to crop production in import regions (Quaintance, 1908).

Based on the original material provided by the entomology laboratory of the Testing Laboratory Center of the All-Russian Plant Quarantine Center and the insect taxonomy laboratory of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences (ZIN RAS), a detailed comparative analysis of the morphological characteristics of the above species at the pseudopupa stage (4th larval stage) was carried out. Particular attention was paid to the creation of an illustrative key, which significantly simplifies the process of identifying pests by quarantine service specialists.

The obtained results include updated and detailed information on the external features and structure of

акцент на основные морфологические признаки псевдопупариев. Такой подход способствует повышению точности диагностики и минимизации рисков ошибочной идентификации вредоносных организмов.

Разработанный определитель является важным инструментом для обеспечения фитосанитарной безопасности и соблюдения международных фитосанитарных норм, обеспечивая эффективную защиту растительного мира от инвазивных видов.

Ключевые слова. Белокрылки, фитосанитария, карантин растений, идентификация, сравнительная морфология.

ВВЕДЕНИЕ

Б

елокрылки рода *Aleurodicus* (Hemiptera: Homoptera: Aleyrodidae) являются значимыми вредителями сельскохозяйственных культур, способными вызывать значительные экономические убытки. Эти насекомые обладают высокой способностью к адаптации и быстрому размножению, что

делает их угрозой для широкого спектра культурных растений (Evans, 2008). Одним из ключевых аспектов фитосанитарной безопасности при экспорте сельскохозяйственной продукции является идентификация вредителей, регулируемых странами-импортерами. Настоящая работа посвящена разработке определителя псевдопупариев регулируемых видов белокрылок рода *Aleurodicus*, который позволит эффективно идентифицировать эти виды.

Разработка такого определителя приобретает особую значимость в условиях глобальной торговли, когда требования к качеству и безопасности продукции становятся все более строгими. Псевдопупарии – это стадии развития личинок белокрылок, обладающие характерными морфологическими признаками, которые позволяют точно определить вид насекомого. Идентификация этих стадий важна для предотвращения интродукции вредных организмов в новые экосистемы и минимизации экономических потерь, связанных с заражением сельскохозяйственных культур.

Целью данной работы является создание дихотомического диагностического ключа, позволяющего специалистам по карантину и защите растений точно определять виды белокрылок рода *Aleurodicus*, встречающиеся на экспортируемой продукции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материал для проведения исследования представлен микропрепаратами псевдопупариев следующих видов:

1. *Aleurodicus cocois* Curtis, 1846 – 5 экз. (материалы лаборатории энтомологии ИЛЦ и лабораторий систематики насекомых ЗИН РАН).

pseudopupa of the studied species. The work reflects original photographs that clearly demonstrate the key diagnostic characters of each species, a comparative table is presented, focusing on the main pseudopupa morphological characters. This approach helps to increase the accuracy of diagnostics and minimize the risks of erroneous pest identification.

The developed key is an important tool for ensuring phytosanitary safety and compliance with international phytosanitary standards, ensuring effective protection of the plant world from invasive species.

Key words. Whiteflies, phytosanitary, plant quarantine, identification, comparative morphology.

INTRODUCTION

W

hiteflies of the genus *Aleurodicus* (Hemiptera: Homoptera: Aleyrodidae) are important pests of agricultural crops, capable of causing significant economic losses. These insects have a high ability to adapt and reproduce rapidly, which makes them a threat to a wide range of crops (Evans, 2008). One of the key aspects of phytosanitary security in the export of agricultural products is the identification of pests regulated by importing countries. This work is devoted to the development of a pseudopupa identification key for regulated whitefly species of the genus *Aleurodicus*, which will allow for the effective identification of these species.

The development of such a key is of particular importance in the context of global trade, when requirements for product quality and safety are becoming increasingly strict. Pseudopupa are whitefly larvae development stages that have characteristic morphological characters that allow the precise identification of the insect species. Identification of these stages is important for preventing the pest introduction into new ecosystems and minimizing economic losses associated with the infestation of agricultural crops.

The aim of this work is to create a dichotomous diagnostic key that will allow plant quarantine and protection specialists to accurately identify whitefly species of the genus *Aleurodicus* detected on exported products.

MATERIALS AND METHODS

The material for the study is represented by pseudopupa slides of the following species:

1. *Aleurodicus cocois* Curtis, 1846 – 5 ex. (materials from the entomology laboratory of the TLC and the insect taxonomy laboratory of the ZIN RAS).

2. *Aleurodicus destructor* Mackie, 1912 – 5 ex. (materials from the entomology laboratory of the TLC and the insect taxonomy laboratory of the ZIN RAS).

2. *Aleurodicus destructor* Mackie, 1912 – 3 экз. (материалы лаборатории энтомологии ИЛЦ и лаборатории систематики насекомых ЗИН РАН).

3. *Aleurodicus dispersus* Russell, 1965 – 15 экз. (материалы лаборатории энтомологии ИЛЦ и лаборатории систематики насекомых ЗИН РАН).

4. *Aleurodicus floccissimus* (Martin, Hernández-Suarez & Carnero, 1997) – 2 экз. (постоянные микропрепараты, материалы лаборатории энтомологии ИЛЦ и лаборатории систематики насекомых ЗИН РАН).

Исследования микропрепаратов проводили с помощью фазово-контрастного микроскопа ZEISS Axio Imager 2 и ZEISS Axio Imager 1 при увеличении 10–1000X.

Фотографирование и последующая обработка иллюстраций были осуществлены с помощью программного обеспечения Zen 2.3. Финальная обработка полученного файла производилась в программе Adobe Photoshop CC.

Таксономическое положение:

тип: членистоногие (Arthropoda);

класс: Насекомые (Insecta);

отряд: полужесткокрылые (Hemiptera);

подотряд: Aleyrodinea;

надсемейство: Aleyrodoidea;

семейство: Aleyrodidae;

подсемейство: Aleyrodicinae;

род: *Aleurodicus* (Douglas in Morgan, 1892) (Martin J.H., Mound L.A, 2007; EPPO Global Database; CABI Digital Library; GBIF).

***Aleurodicus cocois* Curtis, 1846.**

Синонимы: *Aleurodicus anonae* Morgan, 1892.

Фитосанитарный статус.

Америка: Республика Гватемала (Список A1, 2020), Африка: Гвинейская Республика (Список A1, 2022).

Распространение.

Карибский бассейн: Ямайка, Куба, Пуэрто-Рико, Гватемала, Белиз, Сальвадор, Гондурас, Никарагуа, Коста-Рика, Панама, Колумбия, Венесуэла и другие острова.

Америка: Мексика, Бразилия, Эквадор, Перу, Боливия, Парагвай, Уругвай и Аргентина.

Африка: Нигерия, Камерун, Габон, Конго, Ангола, Мозамбик, Мадагаскар.

Азия: Индия, Шри-Ланка, Индонезия, Малайзия, Таиланд, Филиппины.

Растения-хозяева.

Семейство Агесасеае (пальмовые): *Cocos nucifera* L. (Кокосовая пальма), *Elaeis guineensis* Jacq. (Африканская масличная пальма), *Phoenix dactylifera* L. (Финиковая пальма).

Семейство Мусасеае (банановые): *Musa acuminata* Colla (Банановое дерево), *Musa balbisiana* Colla (Дикорастущий банан), *Ensete ventricosum* (Cheesman) E.E. Cheesm. (Ложный банан).

Семейство Бромелиасеае (бромелиевые): *Ananas comosus* (L.) Merr. (Ананас), *Bromelia pinguin* L. (Бромелия пингвин), *Tillandsia usneoides* (L.) L. (Испанский мох).

Семейство Анакардиасеае (сумаховые): *Mangifera indica* L. (Манговое дерево), *Spondias mombin* L. (Желтый момбин), *Anacardium occidentale* L. (Кешью).

3. *Aleurodicus dispersus* Russell, 1965 – 15 ex. (materials from the entomology laboratory of the TLC and the insect taxonomy laboratory of the ZIN RAS).

4. *Aleurodicus floccissimus* (Martin, Hernández-Suarez & Carnero, 1997) – 2 ex. (permanent slides, materials from the entomology laboratory of the TLC and the insect taxonomy laboratory of the ZIN RAS).

The slides were examined using a phase-contrast microscope ZEISS Axio Imager 2 and ZEISS Axio Imager 1 at a magnification of 10–1000X.

Photographing and subsequent processing of illustrations were carried out using Zen 2.3 software. The final processing of the resulting file was done in Adobe Photoshop CC.

Taxonomy:

type: Arthropoda;

class: Insecta;

order: Hemiptera;

suborder: Aleyrodinea;

superfamily: Aleyrodoidea;

family: Aleyrodidae;

subfamily: Aleyrodicinae;

genus: *Aleurodicus* (Douglas in Morgan, 1892)

(Martin J.H., Mound L.A, 2007; EPPO Global Database; CABI Digital Library; GBIF).

***Aleurodicus cocois* Curtis, 1846.**

Synonyms: *Aleurodicus anonae* Morgan, 1892.

Phytosanitary status.

America: Republic of Guatemala (List A1, 2020), Africa: Republic of Guinea (List A1, 2022).

Distribution.

Caribbean: Jamaica, Cuba, Puerto Rico, Guatemala, Belize, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panama, Colombia, Venezuela and other islands.

America: Mexico, Brazil, Ecuador, Peru, Bolivia, Paraguay, Uruguay and Argentina.

Africa: Nigeria, Cameroon, Gabon, Congo, Angola, Mozambique, Madagascar.

Asia: India, Sri Lanka, Indonesia, Malaysia, Thailand, Philippines.

Host plants.

Family Arecaceae: *Cocos nucifera* L., *Elaeis guineensis* Jacq., *Phoenix dactylifera* L.

Family Musaceae: *Musa acuminata* Colla, *Musa balbisiana* Colla, *Ensete ventricosum* (Cheesman) E.E. Cheesm.

Family Bromeliaceae: *Ananas comosus* (L.) Merr., *Bromelia pinguin* L., *Tillandsia usneoides* (L.) L.

Family Anacardiaceae: *Mangifera indica* L., *Spondias mombin* L., *Anacardium occidentale* L.

Family Rutaceae: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, *Citrus reticulata* Blanco, *Murraya paniculata* (L.) Jack.

Family Malvaceae: *Theobroma cacao* L., *Hibiscus rosa-sinensis* L., *Gossypium hirsutum* L.

Family Myrtaceae: *Psidium guajava* L., *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M.Perry, *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.

Family Fabaceae: *Inga edulis* Mart., *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp., *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.

Семейство Rutaceae (рутовые): *Citrus sinensis* (L.) Osbeck (Апельсин), *Citrus reticulata* Blanco (Мандарин), *Murraya paniculata* (L.) Jack (Жасминовый апельсин).

Семейство Malvaceae (мальвовые): *Theobroma cacao* L. (Дерево какао), *Hibiscus rosa-sinensis* L. (Гибискус китайский роза), *Gossypium hirsutum* L. (Хлопчатник обыкновенный).

Семейство Myrtaceae (миртовые): *Psidium guajava* L. (Гуайява), *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M.Perry (Гвоздичное дерево), *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. (Эвкалипт камальдульский).

Семейство Fabaceae (бобовые): *Inga edulis* Mart. (Ингу), *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. (Глицеридия), *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (Леуцена).

***Aleurodicus dispersus* Russell, 1965.**

Фитосанитарный статус.

Америка: Республика Гватемала (Список А1, 2020); Африка: Королевство Марокко («Карантинный вредитель», 2018); Азия: Китайская Народная Республика (КНР) («Карантинный вредитель», 2021), Исламская Республика Иран (Список А1, 2018), Государство Израиль («Карантинный вредитель», 2009), Иорданское Хашимитское Королевство (Список А1, 2013).

Распространение:

Северная и Южная Америка: США (Флорида, Гавайи), Мексика.

Карибский бассейн: Куба, Ямайка, Доминика, Доминиканская Республика, Панама, Сент-Китс и Невис.

Африка: Бенин, Египет, Кабо-Верде, Кения, Марокко, Нигерия, Судан, Эфиопия, Танзания, Эфиопия, ЮАР.

Азия: Индия, Пакистан, Шри-Ланка, Таиланд, Вьетнам, Китай и Япония.

Австралия и Океания: Австралия, Новая Зеландия, Фиджи и Гавайи.

Растения-хозяева.

Семейство Agencaceae (пальмовые): *Cocos nucifera* (Кокосовая пальма), *Phoenix dactylifera* (Финик пальчатый), *Roystonea regia* (Королевская пальма).

Семейство Musaceae (банановые): *Musa paradisiaca* (Банан райский), *Ensete ventricosum* (Абиссинский банан).

Семейство Rutaceae (рутовые): *Citrus sinensis* (Апельсин сладкий), *Citrus reticulata* (Мандарин).

Семейство Euphorbiaceae (молочайные): *Manihot esculenta* (Маниока), *Hevea brasiliensis* (Гевея бразильская).

Семейство Fabaceae (бобовые): *Acacia mangium* (Акация мангия), *Leucaena leucocephala* (Леуцена блестящая).

Семейство Solanaceae (пасленовые): *Solanum lycopersicum* (Томат), *Capsicum annuum* (Перец овощной).

Семейство Malvaceae (мальвовые): *Gossypium hirsutum* (Хлопчатник), *Theobroma cacao* (Какао).

Семейство Myrtaceae (миртовые): *Eucalyptus grandis* (Эвкалипт грандиозный), *Syzygium cumini* (Джамболан).

Семейство Rosaceae (розоцветные): *Prunus persica* (Персик), *Fragaria ananassa* (Земляника садовая).

Семейство Annonaceae (анноновые): *Annona squamosa* (Сахарное яблоко) *Annona muricata* (Гравиола).

***Aleurodicus dispersus* Russell, 1965.**

Phytosanitary status.

America: Republic of Guatemala (List A1, 2020); Africa: Kingdom of Morocco (“Quarantine pest”, 2018); Asia: People’s Republic of China (PRC) (“Quarantine pest”, 2021), Islamic Republic of Iran (List A1, 2018), State of Israel (“Quarantine pest”, 2009), Hashemite Kingdom of Jordan (List A1, 2013).

Distribution:

North and South America: USA (Florida, Hawaii), Mexico.

Caribbean: Cuba, Jamaica, Dominica, Dominican Republic, Panama, Saint Kitts and Nevis.

Africa: Benin, Egypt, Cape Verde, Kenya, Morocco, Nigeria, Sudan, Ethiopia, Tanzania, Ethiopia, South Africa.

Asia: India, Pakistan, Sri Lanka, Thailand, Vietnam, China and Japan.

Australia and Oceania: Australia, New Zealand, Fiji and Hawaii.

Host plants.

Family Arecaceae: *Cocos nucifera*, *Phoenix dactylifera*, *Roystonea regia*.

Family Musaceae: *Musa paradisiaca*, *Ensete ventricosum*.

Family Rutaceae: *Citrus sinensis*, *Citrus reticulata*.

Family Euphorbiaceae: *Manihot esculenta*, *Hevea brasiliensis*.

Family Fabaceae: *Acacia mangium*, *Leucaena leucocephala*.

Family Solanaceae: *Solanum lycopersicum*, *Capsicum annuum*.

Family Malvaceae: *Gossypium hirsutum*, *Theobroma cacao*.

Family Myrtaceae: *Eucalyptus grandis*, *Syzygium cumini*.

Family Rosaceae: *Prunus persica*, *Fragaria ananassa*.

Family Annonaceae: *Annona squamosa*, *Annona muricata*.

***Aleurodicus destructor* Mackie, 1912.**

Phytosanitary status.

America: United Mexican States (“Quarantine Pest”, 2018), Republic of Nicaragua (“Regulated Pest”, 2023), Republic of El Salvador (List A1, 2023).

Asia: The Hashemite Kingdom of Jordan (List A1, 2013); RPPO/EU: Regional Organization for Animal Health (List A1, 1992).

Distribution:

America: Brazil.

Caribbean: Saint Vincent and the Grenadines.

Asia: Brunei Darussalam, Indonesia (Irian Jaya, Java, Sulawesi), Malaysia, Philippines, Vietnam.

Oceania: Australia (New South Wales, Queensland), New Caledonia, Papua New Guinea, Solomon Islands, Vanuatu.

Host plants.

Family Arecaceae: *Cocos nucifera* L., *Elaeis guineensis* Jacq.

Family Musaceae: *Musa acuminata* Colla, *Musa × paradisiaca* L.

***Aleurodicus destructor* Mackie, 1912.**

Фитосанитарный статус.

Америка: Мексиканские Соединенные Штаты («Карантинный вредитель», 2018), Республика Никарагуа («Регулируемый вредный организм», 2023), Республика Эль-Сальвадор (Список А1, 2023).

Азия: Иорданское Хашимитское Королевство (Список А1, 2013); РРПО/ЕУ: Международная региональная организация по охране здоровья животных (Список А1, 1992).

Распространение.

Америка: Бразилия.

Карибский бассейн: Сент-Винсент и Гренадины.

Азия: Бруней-Даруссалам, Индонезия (Ириан-Джая, Ява, Сулавеси), Малайзия, Филиппины, Вьетнам.

Океания: Австралия (Новый Южный Уэльс, Квинсленд), Новая Каледония, Папуа-Новая Гвинея, Соломоновы острова, Вануату.

Растения-хозяева.

Семейство Аrecaceae: *Cocos nucifera* L. (Кокосовая пальма), *Elaeis guineensis* Jacq. (масличная пальма).

Семейство Musaceae: *Musa acuminata* Colla (Банан), *Musa × paradisiaca* L. (Плантайн).

Семейство Rutaceae: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck (Апельсин сладкий), *Citrus reticulata* Blanco (Мандарин).

Семейство Annonaceae: *Annona muricata* L. (Сметанное яблоко), *Annona squamosa* L. (Сахарное яблоко).

Семейство Myrtaceae: *Psidium guajava* L. (Гуава), *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M.Perry (Малайское яблоко).

Другие семейства: *Theobroma cacao* L. (Какао) – семейство Malvaceae; *Carica papaya* L. (Папайя) – семейство Caricaceae; *Ananas comosus* (L.) Merr. (Ананас) – семейство Bromeliaceae.

Aleurodicus floccissimus (Martin, Hernández-Suarez & Carnero, 1997).

Синонимы: *Lecanoideus floccissimus* Martin, Hernández-Suarez & Carnero, 1997.

Фитосанитарный статус.

Африка: Королевство Марокко («Карантинный вредитель», 2018); Америка: Федеративная Республика Бразилия (Список А1, 2018).

Распространение.

Южная Америка: Колумбия, Эквадор, Перу, Французская Гвиана.

Карибский бассейн: Тринидад и Тобаго.

Африка: Канарские острова.

Европа: Испания.

Растения-хозяева.

Семейство Arecaceae: *Cocos nucifera* L. (Кокосовая пальма).

Семейство Musaceae: *Musa acuminata* Colla (Банан), *Strelitzia reginae* Banks (Стрелитция королевская).

Семейство Caricaceae: *Carica papaya* L. (Папайя).

Семейство Rutaceae: *Citrus aurantium* L. (Кислый апельсин).

Семейство Euphorbiaceae: *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch (Пуансеттия).

Семейство Moraceae: *Ficus benjamina* L. (Фигус Бенджамина), *Ficus elastica* Roxb. ex Hornem. (Фигус каучуконосный).

Family Rutaceae: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, *Citrus reticulata* Blanco.

Family Annonaceae: *Annona muricata* L., *Annona squamosa* L.

Family Myrtaceae: *Psidium guajava* L., *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M.Perry.

Other families: *Theobroma cacao* L. – family Malvaceae; *Carica papaya* L. – family Caricaceae; *Ananas comosus* (L.) Merr. – family Bromeliaceae.

Aleurodicus floccissimus (Martin, Hernández-Suarez & Carnero, 1997).

Synonyms: *Lecanoideus floccissimus* Martin, Hernández-Suarez & Carnero, 1997.

Phytosanitary status.

Africa: Kingdom of Morocco (Quarantine pest, 2018); America: Federative Republic of Brazil (List A1, 2018).

Distribution.

South America: Colombia, Ecuador, Peru, French Guiana.

Caribbean: Trinidad and Tobago.

Africa: Canary Islands.

Europe: Spain.

Host plants.

Family Arecaceae: *Cocos nucifera* L.

Family Musaceae: *Musa acuminata* Colla, *Strelitzia reginae* Banks.

Family Caricaceae: *Carica papaya* L.

Family Rutaceae: *Citrus aurantium* L.

Family Euphorbiaceae: *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch.

Family Moraceae: *Ficus benjamina* L., *Ficus elastica* Roxb. ex Hornem.

Family Malvaceae: *Hibiscus rosa-sinensis* L.

Family Anacardiaceae: *Mangifera indica* L.

Family Myrtaceae: *Psidium guajava* L.

Family Apocynaceae: *Nerium oleander* L.

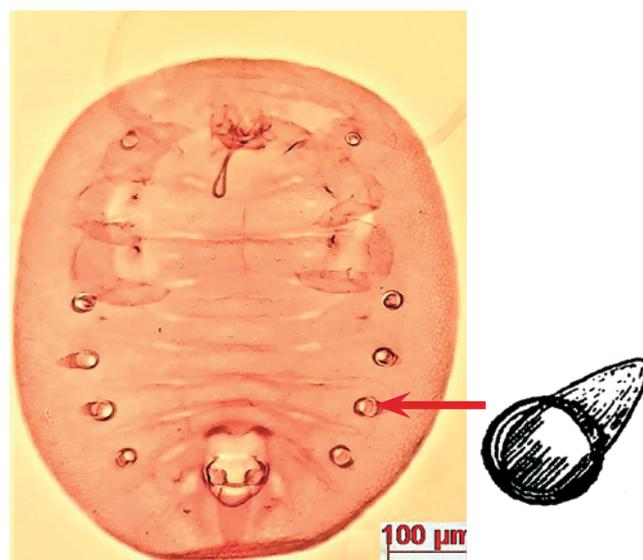


Рис. 1. Пример сложной поры *Aleurodicus* (фото и рисунок М. В. Ушковой)

Fig. 1. Compound pore of *Aleurodicus* (photo and drawing by M. V. Ushkova)

Семейство Malvaceae: *Hibiscus rosa-sinensis* L. (Гибискус китайский).

Семейство Anacardiaceae: *Mangifera indica* L. (Манго индийское).

Семейство Myrtaceae: *Psidium guajava* L. (Гуава).

Семейство Arosynaceae: *Nerium oleander* L. (Олеандр обыкновенный).

Представлен усовершенствованный дихотомический ключ на основе литературных данных (Martin, 1999, Martin, 2000, Hodges et al., 2005, Bink-Moenen R.M. 1983, с изменениями).

ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ КЛЮЧ ДО РОДА ALEURODICUS:

1. На псевдопупариях имеются сложные поры (см. рис. 1) (кроме рода *Dialeurodicus*); все грудные ноги с коготком (см. рис. 2, а). Анальный комплекс: язычок очень длинный, обычно частично выходит за пределы анального отверстия и с двумя парами щетинок (см. рис. 3, а). **2 Aleurodicinae.**

1'. На псевдопупариях сложные поры отсутствуют, все грудные ноги без коготков (см. рис. 2, b). Анальный комплекс: язычок обычно не длинный, не выступает за пределы анального отверстия и с одной парой щетинок (см. рис. 3, b)..... **Aleyrodinae**

2 (1). Сложные поры на псевдопупарии отсутствуют; язычок короткий и не выступает из анального отверстия *Dialeurodicus*

2'. Сложные поры на псевдопупарии имеются..... **3**

3 (2) Дорсальный диск с многочисленными пятиячейстыми и четырехячейстыми порами (см. рис. 4); центральный стержень в сложных порах короткий и не выходит за пределы поры; краевые восковые поры имеются; язычок короткий, конический, обычно внутри анального отверстия; подкраевые, цефалические и торакальные щетинки отсутствуют..... *Metaleurodicus*

3'. Дорсальный диск с простыми порами; центральный стержень конический; сложные поры и краевые восковые поры отличаются; язычок лопатообразный и выходит за пределы анального отверстия; цефалические и грудные щетинки имеются..... **4**

4 (3). Сложные поры с несколькими стержневидными отростками в кольце (см. рис. 5);

An improved dichotomous key is presented based on literature data (Martin, 1999, Martin, 2000, Hodges et al., 2005, Bink-Moenen R.M. 1983, with modifications).

ILLUSTRATED KEY TO THE GENUS ALEURODICUS:

1. Compound pores present on pseudopupa (see Fig. 1) (except for the genus *Dialeurodicus*); all thoracic legs with a claw (see Fig. 2, a). Anal apparatus: lingula very long, usually partially extending beyond the anus

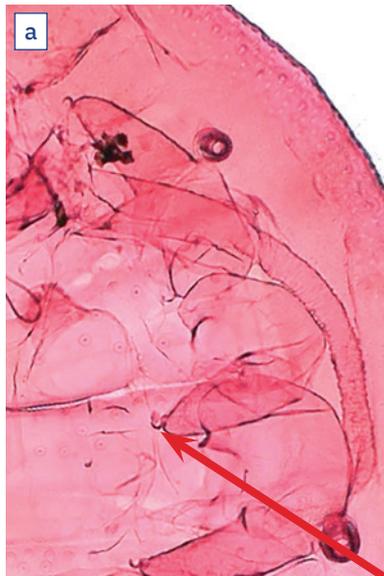


Рис. 2. а – ноги оканчиваются коготком, б – ноги оканчиваются подушечкой (фото М. В. Ушковой)

Fig. 2. a – legs ending with a claw, b – the legs ending with a pad (photos by M. V. Ushkova)

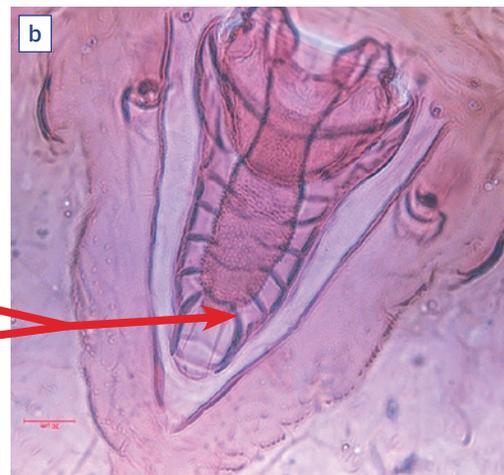


Рис. 3. Анальный комплекс, а – Aleurodicinae (*Paraleyrodes bondari*) (язычок очень длинный, обычно частично выходит за пределы анального отверстия и с 2 парами щетинок), б – Aleyrodinae (*Asterobemisia dentata*) (язычок обычно недлинный, не выступает за пределы анального отверстия и с одной парой щетинок) (фото М. В. Ушковой)

Fig. 3. Anal apparatus, а – Aleurodicinae (*Paraleyrodes bondari*) (lingula very long, usually partially extending beyond the anus and with two pairs of setae), б – Aleyrodinae (*Asterobemisia dentata*) (lingula generally not long, not extending beyond the anus and has a pair of setae) (photos by M. V. Ushkova)

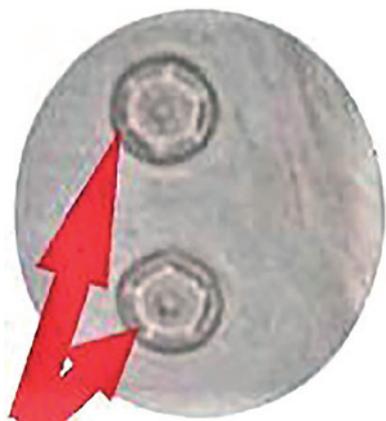


Рис. 4. Сложная пора с центральным кольцом стержней (фото и рисунок М. В. Ушковой)

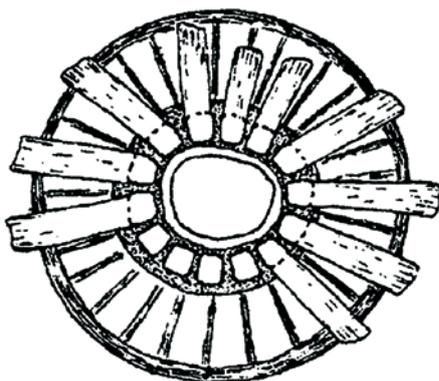


Fig. 4. Compound pore with a central ring of processes (photo and drawing by M. V. Ushkova)



Рис. 5. Сложные поры с центральным стержнем *Paraleyrodes* (фото и рисунок М. В. Ушковой)



Fig. 5. Compound pores with a central rod-shaped processes *Paraleyrodes* (photo and drawing by M. V. Ushkova)

дорсальные дисковидные поры расположены в середине абдоминальных сегментов III–IV; на головном и последних четырех каудальных сегментах сложные поры одинакового размера располагаются парами, передние 2–3 брюшные пары маленькие..... *Paraleyrodes*

4'. Сложные поры с одним центральным стержнем, все поры схожи по размеру; на дорсальном диске многочисленные железы..... *Aleurodicus*

КЛЮЧ – ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ АЛЕЙРОДИД РОДА *ALEURODICUS*, ИМЕЮЩИХ ФИТОСАНИТАРНЫЙ СТАТУС

1(1'). Брюшко с 4–5 парами сложных пор.....2
 1'. Брюшко с 6 парами сложных пор.....3
 2'. Субмаргинальная область псевдопупария без двойных кольцевых пор, только с полосой тесно расположенных широкоовальных пор; дорсальная область псевдопупария с редкими септальными порами. Центральные отростки сложных пор обычно направлены мезально (см. рис. 6, а). Сам псевдопупарий с 5 парами сложных пор схожего размера в дорсальной части. Отличается от других видов отсутствием пор с двойной окантовкой и загнутым краем (см. рис. 6, б), (см. рис. 6).....
 *Aleurodicus floccissimus*

2' (2). Вазиформное отверстие в ширину больше, чем в длину (см. рис. 7, с). Все сложные поры сходны по размеру, абдоминальные пары

and with two pairs of setae (see Fig. 3, a).....2 *Aleurodicinae*.

1'. Compound pores absent on pseudopupa, all thoracic legs without claws (see Fig. 2, b). Anal apparatus: lingula generally not long, not extending beyond the anus and has a pair of setae (see Fig. 3, b).....*Aleyrodinae*

2 (1). Compound pores absent on pseudopupa; lingula short and does not extend from the anus.....
 *Dialeurodicus*

2'. Compound pores present on pseudopupa.....3

3 (2) Dorsal disc with numerous five-ocular and four-ocular pores (see Fig. 4); the central process in compound pores is short and does not extend beyond the pore; marginal wax pores present; lingula short, conical, usually inside the anus; submarginal, cephalic and thoracic setae absent *Metaleurodicus*

3'. Dorsal disc with simple pores; central process conical; compound pores and marginal waxy pores distinct; lingula spatulate and extending beyond anus; cephalic and thoracic setae present.....4

4 (3). Compound pores with several rod-shaped processes in a

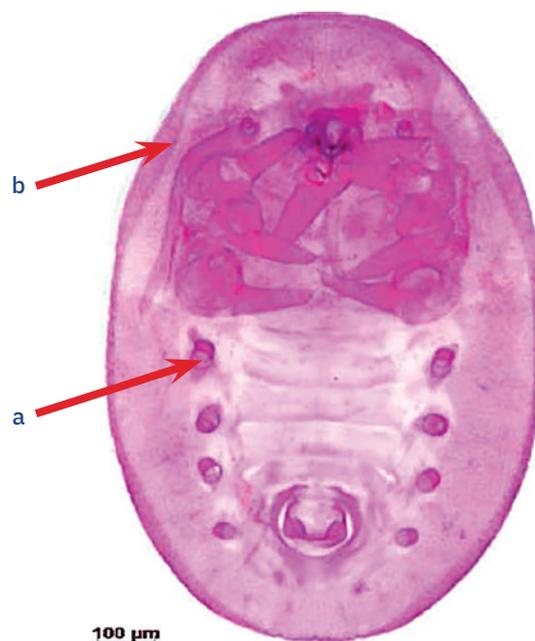


Рис. 6. *Aleurodicus floccissimus* (фото М. В. Ушковой)

Fig. 6. *Aleurodicus floccissimus* (photo by M. V. Ushkova)

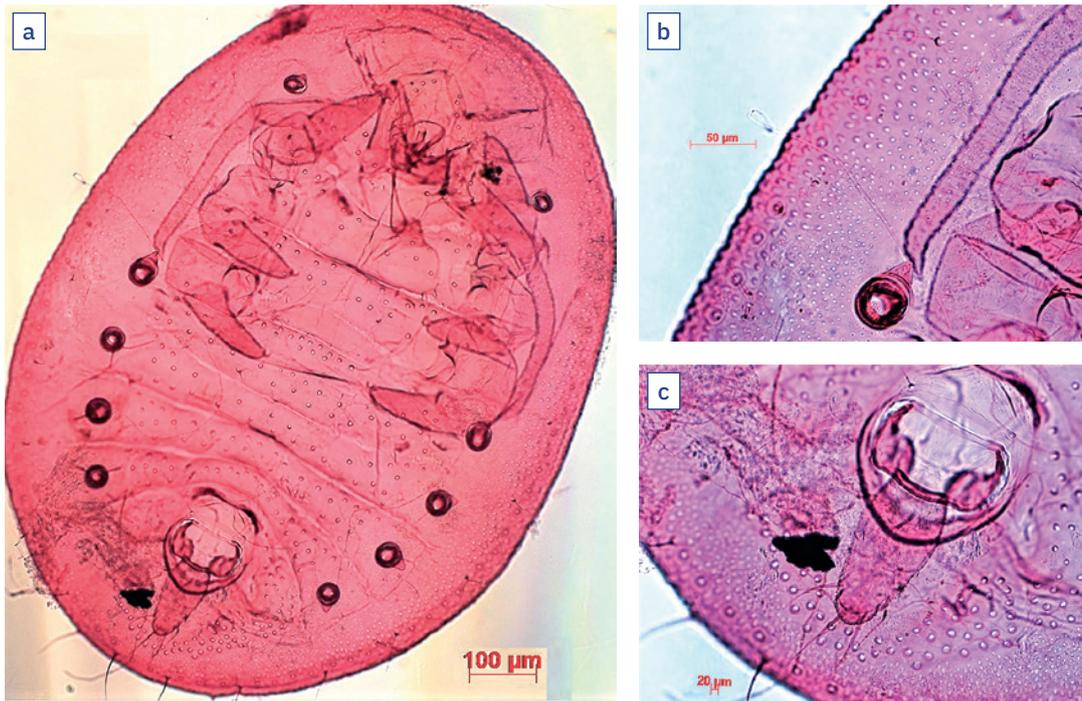


Рис. 7. *Aleurodicus dispersus* (фото М. В. Ушковой) Fig. 7. *Aleurodicus dispersus* (photos by M. V. Ushkova)

расположены на сегментах III–VI (см. рис. 7, а). Дорсальная область псевдопупария с узором из заметных септальных пор в субмедианной области, большая часть субдорсальной области с множеством широкоовальных пор (см. рис. 7).....
*Aleurodicus dispersus*
 3 (3'). Псевдопупарий с 7 парами сложных пор; цефалические поры редуцированы, меньше

center (see Fig. 5); dorsal disc pores are located in the middle of abdominal segments III–IV; on the head and last four caudal segments, complex pores of the same size are located in pairs, the anterior 2–3 abdominal pairs are small.....*Paraleyrodes*
 4'. Compound pores with one central rod-shaped processes, all pores similar in size; numerous glands on dorsal disc.....*Aleurodicus*

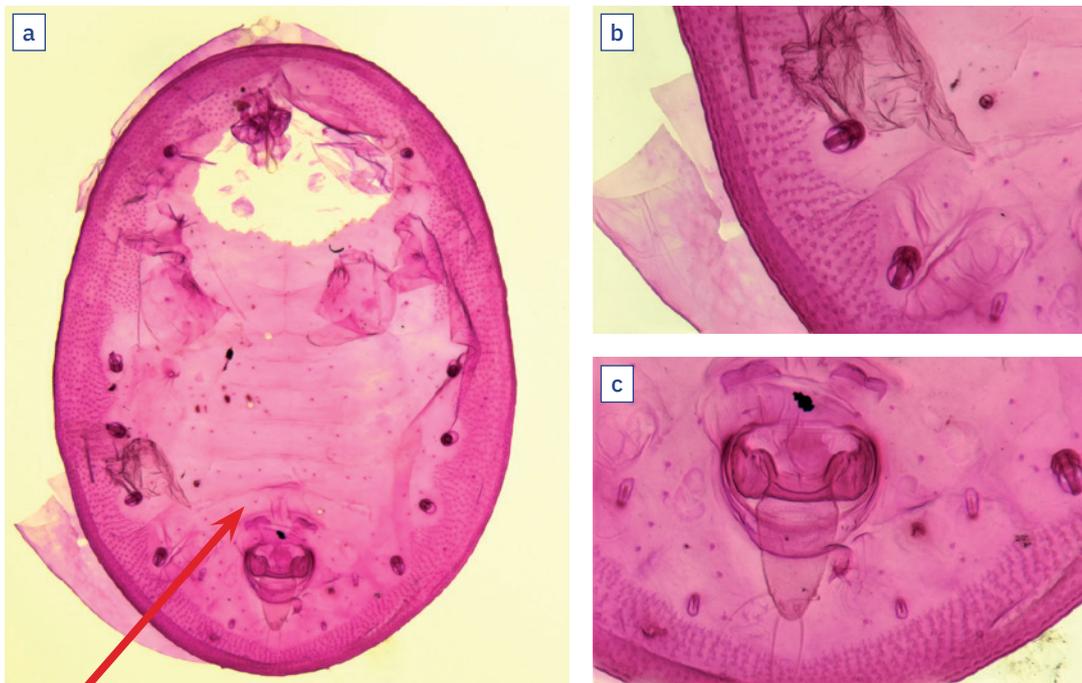


Рис. 8. *Aleurodicus cocois* (фото М. В. Ушковой) Fig. 8. *Aleurodicus cocois* (photos by M. V. Ushkova)

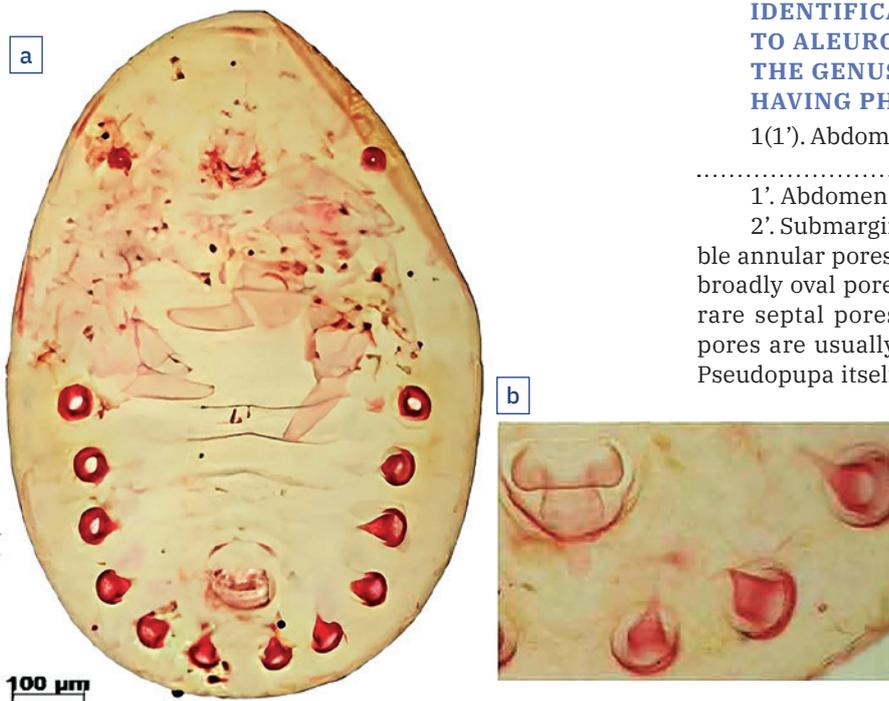


Рис. 9. *Aleurodicus destructor* (фото М. В. Ушковой) Fig. 9. *Aleurodicus destructor* (photos by M. V. Ushkova)

передних 4 абдоминальных пор (см. рис. 8, а). Задние две пары брюшных сложных пор значительно меньше остальных (см. рис. 8, b). Субмаргинальная область псевдопупария с многочисленными мелкими широкоовальными порами, которые расположены хаотично между абдоминальными сложными порами; субмаргинальные поры с двойной окантовкой отсутствуют; дорсальные септальные поры присутствуют. Дорсальная область псевдопупария пунктирована только рассеянными крошечными «сатурноподобными» порами (см. рис. 8, а, указаны стрелкой). На лингуле (анальный комплекс) 2 пары щетинок хорошо заметны (см. рис. 8, с)

.....*Aleurodicus cocois*
 3' (3). Край псевдопупария не зубчатый. Сам псевдопупарий с 7 парами сложных пор (см. рис. 9, а). Все абдоминальные сложные поры очень крупные, имеют диаметр, примерно равный диаметру вазиформного отверстия и друг друга. Цефалическая пара сложных пор меньше абдоминальных пар. Дорсальная область псевдопупария пунктирована только разрозненными крошечными порами. Лингула с 2 из 4 значительно редуцированными волосками (см. рис. 9, b).....
*Aleurodicus destructor*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bink-Moenen R.M. 1983. Revision of the African Whiteflies (Aleyrodidae), mainly based on a collection from Tchad. Monografieën van de Nederlandse Entomologische Vereniging 10, 1-210.
 2. Evans G.A. 2008: The Whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the World and their Host Plants and Natural Enemies. USDA/Animal Plant Health Inspection Service (APHIS), 703 pp.

IDENTIFICATION KEY TO ALEURODIDS OF THE GENUS ALEURODICUS, HAVING PHYTOSANITARY STATUS

1(1'). Abdomen with 4-5 pairs of compound pores.....2
 1'. Abdomen with 6 pairs of compound pores,....3
 2'. Submarginal area of pseudopupa without double annular pores, only with a band of closely spaced broadly oval pores; dorsal area of pseudopupa with rare septal pores. Central processes of compound pores are usually directed mesallally (see Fig. 6, a). Pseudopupa itself with 5 pairs of compound pores of similar size in the dorsal part. Differs from other species by the absence of pores with double margins and a curved edge (see Fig. 6, b), (see Fig. 6).....
*Aleurodicus floccissimus*
 2' (2). Vasiform orifice is wider than it is long (see Fig. 7, c). All the compound pores are similar in size, the abdominal pairs are located on segments

III–VI (see Fig. 7, a). The dorsal region of the pseudopupa has a pattern of conspicuous septal pores in the submedian region, most of the subdorsal region has numerous broadly oval pores (see Fig. 7).....

.....*Aleurodicus dispersus*
 3 (3'). Pseudopupa with 7 pairs of compound pores; cephalic pores reduced, smaller than the anterior 4 abdominal pores (see Fig. 8, a). The posterior two pairs of abdominal complex pores significantly smaller than the others (see Fig. 8, b). Submarginal area of pseudopupa with numerous small, broadly oval pores, which are located randomly between abdominal complex pores; submarginal pores with double margins absent; dorsal septal pores present. Dorsal area of pseudopupa punctate only with scattered tiny “saturniform” pores (see Fig. 8, a, indicated by arrow). On lingula (anal apparatus) 2 pairs of setae clearly visible (see Fig. 8, c).....
*Aleurodicus cocois*

3' (3). Pseudopupa margin not serrated. Pseudopupa with 7 pairs of complex pores (see Fig. 9, a). All abdominal compound pores very large, with a diameter approximately equal to the diameter of the vasiform orifice and each other. Cephalic pair of complex pores smaller than the abdominal pairs. Dorsal region of pseudopupa punctate only with scattered tiny pores. Lingula with 2 of 4 significantly reduced hairs (see Fig. 9, b).....
*Aleurodicus destructor*

REFERENCES

1. Bink-Moenen R.M. 1983. Revision of the African Whiteflies (Aleyrodidae), mainly based on a collection from Tchad. Monografieën van de Nederlandse Entomologische Vereniging 10, 1-210.
 2. Evans G.A. 2008: The Whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the World and their Host Plants and Natural Enemies. USDA/Animal Plant Health Inspection Service (APHIS), 703 pp.

Табл. 1. Сравнительная морфология псевдопупариев алейродид *Aleurodicus cocois*, *Aleurodicus destructor*, *Aleurodicus dispersus*, *Aleurodicus floccissimus*

Признак	Вид			
	<i>Aleurodicus cocois</i> Curtis, 1846	<i>Aleurodicus destructor</i> Mackie, 1912	<i>Aleurodicus dispersus</i> Russell, 1965	<i>Aleurodicus floccissimus</i> (Martin, Hernández-Suarez & Carnero, 1997)
Сложные поры	7 пар; <u>задние две пары абдоминальных сложных пор значительно меньше остальных*</u>	7 пар; <u>все абдоминальные сложные поры очень крупные, цефалическая пара меньше абдоминальных пар</u>	5 пар; сложные поры все схожи по размеру	5 пар; сложные поры все схожи по размеру
Субмаргинальная область псевдопупария	с многочисленными мелкими широкоовальными порами; поры с двойной окантовкой отсутствуют	поры с двойной окантовкой отсутствуют	с отчетливыми кольцевыми порами с двойной окантовкой	без двойных кольцевых пор; поры с двойной окантовкой отсутствуют
Дорсальная область псевдопупария	пунктирована только рассеянными крошечными «сатурноподобными» порами; септальные поры присутствуют	пунктирована только разрозненными крошечными порами	с узором из заметных септальных пор в субмедианной области	с редкими септальными порами
Анальный комплекс	на лингуле 2 пары щетинок хорошо заметны	<u>лингула с 2 из 4 значительно редуцированными волосками</u>	на лингуле 2 пары щетинок хорошо заметны	на лингуле 2 пары щетинок хорошо заметны

* Основные признаки выделены и подчеркнуты

Table 1. Comparative pseudopupa morphology of *Aleurodicus cocois*, *Aleurodicus destructor*, *Aleurodicus dispersus*, *Aleurodicus floccissimus*

Character	Species			
	<i>Aleurodicus cocois</i> Curtis, 1846	<i>Aleurodicus destructor</i> Mackie, 1912	<i>Aleurodicus dispersus</i> Russell, 1965	<i>Aleurodicus floccissimus</i> (Martin, Hernández-Suarez & Carnero, 1997)
Compound pores	7 pairs; <u>the posterior two pairs of abdominal compound pores are significantly smaller than the others *</u>	7 pairs; <u>all abdominal compound pores are very large, the cephalic pair is smaller than the abdominal pairs</u>	5 pairs; compound pores are all similar in size	5 pairs; compound pores are all similar in size
Submarginal pseudopupa area	with numerous small, broadly oval pores; pores with double margins are absent	pores with double margins are absent	with distinct annular pores with double margins	without double ring pores; no pores with double margins
Dorsal pseudopupa area	punctate only with scattered tiny «Saturn-like» pores; septal pores present	punctate only with scattered tiny pores	with a pattern of prominent septal pores in the submedian region	with rare septal pores
Anal apparatus	2 pairs of setae are clearly visible on the lingula	<u>lingula with 2 of 4 hairs significantly reduced</u>	2 pairs of setae are clearly visible on the lingula	2 pairs of setae are clearly visible on the lingula

* The main characters are highlighted and underlined

3 Hodges G.S., Evans G.A. 2005. An identification guide to the whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the southeastern United States. *Florida Entomologist* 88 (4) 518-534.

4. Martin J.H. The whitefly fauna of Australia (Sternorrhyncha: Aleyrodidae), a taxonomic account and identification guide. // Technical Paper, CSIRO Entomology. Canberra. 1999. Vol. 38. P. 1–197.

5. Martin J.H., Mifsud D., Rapisarda C. The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of Europe and the Mediterranean Basin. // *Bulletin of Entomological Research*. 2000. Vol. 90. P. 407–448.

6. Martin J.H., Mound L.A. An annotated checklist of the world's whiteflies (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae) // *Zootaxa*. 2007. Vol. 1492(1492) 84 p.

7. Quaintance A.L. Homoptera, Family Aleyrodidae. // In Wytzman, P. (Ed), *Genera Insectorum*. 1908. Vol. 87. P. 1–11.

8. CABI Digital Library URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/> [Электронный ресурс] (дата обращения: 12.06.2024)

9. EPPO Global Database URL: <https://gd.eppo.int/> [Электронный ресурс] (дата обращения: 12.05.2023)

10. GBIF | Global Biodiversity Information Facility URL: <https://www.gbif.org/> [Электронный ресурс] (дата обращения: 12.02.2025)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ушкова Мария Владиславовна, младший научный сотрудник лаборатории энтомологии ИЛЦ ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, м. о Раменский, Московская обл., Россия; *ORCID 0000-0003-0102-1332*, *e-mail: ushkovamariavladislavovna@gmail.com*

3 Hodges G.S., Evans G.A. 2005. An identification guide to the whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the southeastern United States. *Florida Entomologist* 88 (4) 518-534.

4. Martin J.H. The whitefly fauna of Australia (Sternorrhyncha: Aleyrodidae), a taxonomic account and identification guide. // Technical Paper, CSIRO Entomology. Canberra. 1999. Vol. 38. P. 1–197.

5. Martin J.H., Mifsud D., Rapisarda C. The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of Europe and the Mediterranean Basin. // *Bulletin of Entomological Research*. 2000. Vol. 90. P. 407–448.

6. Martin J.H., Mound L.A. An annotated checklist of the world's whiteflies (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae) // *Zootaxa*. 2007. Vol. 1492(1492) 84 p.

7. Quaintance A.L. Homoptera, Family Aleyrodidae. // In Wytzman, P. (Ed), *Genera Insectorum*. 1908. Vol. 87. P. 1–11.

8. CABI Digital Library URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/> [Electronic resource] (last accessed: 12.06.2024)

9. EPPO Global Database URL: <https://gd.eppo.int/> [Electronic resource] (last accessed: 12.05.2023)

10. GBIF | Global Biodiversity Information Facility URL: <https://www.gbif.org/> [Electronic resource] (last accessed: 12.02.2025)

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Maria Ushkova, Junior Researcher, Entomology Laboratory, Testing Laboratory Center, FGBU “VNIIEKR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; *ORCID 0000-0003-0102-1332*, *e-mail: ushkovamariavladislavovna@gmail.com*

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.

Your article can be here!

The journal “Plant Health and Quarantine” invites authors to publish their research papers

Scan for further information →



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: +7 499 707-22-27, 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
- Сеть 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>