



Важность
рекомендаций
КФМ

14

Фитосанитарные
меры для
картофеля

18

Разработка
информационной
системы

26

Энтомологическая
экспедиция

55

ФИТОСАНИТАРИЯ. КАРАНТИН РАСТЕНИЙ

PLANT HEALTH AND QUARANTINE

Свидетельство
о регистрации СМИ ПИ
№ ФС 77-76606

Русско-английский научный журнал

Июнь № 2 (2) 2020

ТЕМА НОМЕРА:
Национальный доклад
о карантинном фитосанитарном
состоянии территории
Российской Федерации в 2019 году 2

Идентификация
грибов рода *Monilinia* 33

Диагностика бегмовирусов
методом ПЦР 41



Фото: Pixel-Shot / Shutterstock

Редакционная коллегия Editorial board

главный редактор:

А.М. ЩЕГЛОВ, директор ФГБУ «ВНИИКР»

шеф-редактор:

С.Г. ЗИНОВЬЕВА, начальник отдела по связям с общественностью и СМИ ФГБУ «ВНИИКР»

редакционная коллегия журнала

Ю.А. ШВАБАУСКЕНЕ – заместитель Руководителя Россельхознадзора
Н.Н. СОЛОВЬЕВА – начальник Управления фитосанитарного надзора и семенного контроля Россельхознадзора, кандидат биологических наук
А.Д. ОРЛИНСКИЙ – научный советник ЕОКЗР, доктор биологических наук

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

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

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

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

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

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

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

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

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

М.М. АБАСОВ – и. о. заместителя директора ФГБУ «ВНИИКР», доктор биологических наук

Н.А. ШЕРОКОЛАВА – главный эксперт ФГБУ «ВНИИКР»

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

Ю.А. ШНЕЙДЕР – и. о. заместителя директора ФГБУ «ВНИИКР», кандидат биологических наук

редакция

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

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

О.Г. ВОЛКОВ – начальник отдела биометода ФГБУ «ВНИИКР»

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

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

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

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

А.Г. ФЕДОТОВА – начальник отдела фитосанитарных рисков и международного взаимодействия ФГБУ «ВНИИКР»

И.И. БЫКОВ – переводчик отдела фитосанитарных рисков и международного взаимодействия ФГБУ «ВНИИКР»

А.А. БЕЛОМЕСТНОВА – переводчик отдела фитосанитарных рисков и международного взаимодействия ФГБУ «ВНИИКР»

Т.В. АРТЕМЬЕВА – редактор-корректор ФГБУ «ВНИИКР»

В.В. ЧЕРЕПАНОВА – редактор-корректор ФГБУ «ВНИИКР»

chief editor:

A.M. SHCHEGLOV, DIRECTOR OF FGBU “VNIIKR”

managing editor:

S.G. ZINOVEVA, Head of the Public Relations and Mass Media Department of FGBU “VNIIKR”

editorial board

YU.A. SHVABAUSKENE – Deputy Head of Rosselkhoznadzor
N.N. SOLOVYOVA – Head of the Directorate for Phytosanitary Surveillance and Seed Control of Rosselkhoznadzor, PhD in Biology
A.D. ORLINSKI – EPPO Scientific Advisor, Doctor of Advanced Studies in Biological Sciences

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

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

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

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

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

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

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

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

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

M.M. ABASOV – Acting Deputy Director of FGBU “VNIIKR”, Doctor of Advanced Studies in Biological Sciences

N.A. SHEROKOLAVA – Chief Expert of FGBU “VNIIKR”

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

Y.A. SCHNEYDER – Acting Deputy Director of FGBU “VNIIKR”, PhD in Biology

editorship

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

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

O.G. VOLKOV – Head of the Biomethod Department of FGBU “VNIIKR”

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

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

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

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

A.G. FEDOTOVA – Head of the Pest Risk and International Cooperation Department of FGBU “VNIIKR”

I.I. BYKOV – Translator of the Pest Risk and International Cooperation Department of FGBU “VNIIKR”

A.A. BELOMESTNOVA – Translator of the Pest Risk and International Cooperation Department of FGBU “VNIIKR”

T.V. ARTEMEVA – Copy Editor of FGBU “VNIIKR”

V.V. CHEREPANOVA – Copy Editor of FGBU “VNIIKR”

Содержание Content

Национальный доклад
О карантинном фитосанитарном состоянии
Территории российской федерации в 2019 году

The National Report on Quarantine and
Phytosanitary Status of the Territory of the Russian
Federation

2

фАО информирует

Важность рекомендаций КФМ и процесс их
разработки и принятия
А.С. ШАМИЛОВ

FAO INFORMS

Importance of CPM Recommendations
and the process of development and adoption
A.S. SHAMILOV

14

ЕОКЗР: актуальное

Об участии в 26-м заседании Группы экспертов
ЕОКЗР по фитосанитарным мерам для картофеля
С.В. СУДАРИКОВА

EPPO: UP-TO-DATE INFORMATION

On participation in the 26th meeting of the EPPO
Panel on Phytosanitary Measures for Potato
S.V. SUDARIKOVA

18

информационные системы

Разработка информационной системы по
фитосанитарным требованиям стран –
импортеров российской зерновой продукции
К.А. ГРЕБЕННИКОВ, Д.Г. КАСАТКИН,
Ю.А. ЛОВЦОВА, Ю.А. ШНЕЙДЕР

INFORMATION SYSTEMS

Development of the information system on
phytosanitary requirements
of the countries importing Russian grain products
K.A. GREBENNIKOV, D.G. KASATKIN,
Y.A. LOVTSOVA, Y.A. SHNEYDER

26

научные исследования

Идентификация грибов рода *Monilinia*
при фитосанитарной диагностике
Д.И. ШУХИН

SCIENTIFIC RESEARCH

Identification of fungi of genus *Monilinia* during
phytosanitary diagnosis
D.I. SHUKHIN

33

Диагностика бегомовирусов методом ПЦР
Е.Н. ЛОЗОВАЯ, Ю.Н. ПРИХОДЬКО, Т.С. ЖИВАЕВА,
Ю.А. ШНЕЙДЕР

Diagnosis of begomoviruses by PCR
E.N. LOZOVAIA, Y.N. PRIKHODKO, T.S. ZHIVAEVA,
Y.A. SHNEYDER

41

наши экспедиции

Материалы к познанию фауны трипсов
(Thysanoptera) Вьетнама по результатам
экспедиции ФГБУ «ВНИИКР»
С.В. ПОУШКОВА, Д.Г. КАСАТКИН

OUR EXPEDITIONS

Materials to the knowledge of the fauna of thrips
(Thysanoptera) in Vietnam as a result of the
expedition of FGBU “VNIIKR”
S.V. POUSHKOVA, D.G. KASATKIN

55

Журнал «Фитосанитария. Карантин расте-
ний» зарегистрирован в Федеральной службе
по надзору в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций (Рос-
комнадзор), свидетельство о регистрации
ПИ № ФС 77-76606 от 15 августа 2019 года
Дизайн и верстка: Мария Бондарь
Учредитель: ФГБУ «ВНИИКР», 140150,
Московская область, Раменский район,
г. Раменское, р. п. Быково,
ул. Пограничная, д. 32
Издатель: ООО «Вейнард»
Телефон редакции: 8 (495) 925-06-34
Электронная почта: veinardltd@gmail.com

Индексы издания
для подписки в каталогах:
АО «Агентство «Роспечать» – 81075
ООО «Агентство Книга-Сервис» – 33095
Отпечатано в типографии
ООО «Полиграфический комплекс»
123298, г. Москва, ул. 3-я Хорошевская,
дом 18, корпус 1
Тираж 3000 экз.
Подписано в печать: 9 июня 2020 г.
Дата выхода в свет: 14 июня 2020 г.

The Journal “Plant Health and Quar-
antine” is registered by the Federal Service
for Supervision of Communications, In-
formation Technology and Mass Media
(Roskomnadzor), Registration Certifi-
cate No. FS 77-76606, August 15, 2019.
Design & Composition: Mariya Bondar
Establisher: FGBU VNIIKR, 140150,
Moskovskaya oblast, Ramensky
district, Ramenskoye, r. p. Bykovo,
Pogranichnaya ulitsa, 32
Publisher: ООО “Veynard”
Editorial Board Office:
Tel: +7 (495) 925-06-34

E-mail: veinardltd@gmail.com
Subscription indexes:
AO Agentstvo “Rospechat” – 81075
OOO Agentstvo “Kniga-Servis”– 33095
Printing house:
OOO “Poligrafichesky kompleks”,
123298, ul. 3-ya Khoroshevskaya,
18, build. 1
Circulation: 3000 copies
Approved for print: 09/06/2020
Issue date: 14/06/2020

Национальный доклад о карантинном фитосанитарном состоянии территории Российской Федерации в 2019 году

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ВЕТЕРИНАРНОМУ
И ФИТОСАНИТАРНОМУ НАДЗОРУ

Москва, 2020



ВВЕДЕНИЕ

Национальный доклад о карантинном фитосанитарном состоянии территории Российской Федерации в 2019 году подготовлен Федеральной службой по ветеринарному и фитосанитарному надзору (далее – Россельхознадзор) в соответствии со статьями 12 Федерального закона «О карантине растений» на основании данных мониторинга карантинного фитосанитарного состояния территории Российской Федерации.

Национальный доклад о карантинном фитосанитарном состоянии территории Российской Федерации в 2019 году содержит информацию о распространении карантинных объектов (вредных организмов, отсутствующих или ограниченно распространенных на территории Российской Федерации и внесенных в единый перечень карантинных объектов) на территории Российской Федерации, об установлении и упразднении в 2019 году карантинных фитосанитарных зон на территории Российской Федерации по каждому ограниченно распространенному карантинному объекту.

В соответствии со статьями 2 Федерального закона «О карантине растений» карантинное фитосанитарное состояние территории Российской Федерации – наличие или отсутствие на территории Российской Федерации карантинных объектов. Информация о наличии или отсутствии карантинных объектов основывается на результатах карантинных фитосанитарных обследований и мониторинга карантинного фитосанитарного состояния территории Российской Федерации.

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

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

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

Основной путь непреднамеренной интродукции (проникновения и акклиматизации) вредных организмов – импорт сельскохозяйственной продукции.

В 2019 году Россельхознадзором проконтролировано более 12,52 млн тонн и 2,6 млрд штук различной подкарантинной продукции. При этом выявлен 51 вид карантинных для Российской Федерации объектов в 6818 случаях. Проконтролировано также около 425 тыс. тонн подкарантинной продукции из Республики Беларусь и 518 тыс. тонн подкарантинной продукции из Республики Казахстан.

Одним из путей проникновения опасных вредных организмов на новые территории является ввоз зараженной подкарантинной продукции в ручной клади пассажиров и продовольственном запасе судов. Так, в 2019 году в багаже пассажиров и продовольственном запасе судов, прибывших в Российскую Федерацию из 20 стран, Россельхознадзором был выявлен 21 карантинный объект в 880 случаях, включая такие виды, как восточная фруктовая муха, грушевая огневка, зерновка рода *Callosobruchus*, многоядная муха-горбатка, средиземноморская плодовая муха, тутовая щитовка, южноамериканская томатная моль.

Проникновение, распространение и акклиматизация карантинных вредных организмов на территории Российской Федерации приводят к значительным потерям урожая сельскохозяйственных культур и большим затратам на мероприятия по борьбе с ними, а также к косвенным потерям – снижению качества урожая, сокращению возможностей экспорта и т. д.

Российская Федерация в настоящее время является одним из основных мировых производителей зерна. Вместе с тем сохраняется и импорт данной продукции из других стран. С зерновыми культурами связаны многие вредные организмы, включенные 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 карантинных объектов ЕАЭС), потенциальное воздействие которых для территории Российской Федерации оценено как большое – более 1 млрд рублей в год.

Высокий фитосанитарный риск при импорте зерновых культур связан с такими отсутствующими в Российской Федерации карантинными объектами, как возбудитель индийской головни пшеницы (*Neovossia indica* (Mittra) Mundkur), возбудители диплоидоза кукурузы (*Stenocarpella macrospora* (Earle) Sutton, *Stenocarpella maydis* (Berkeley) Sutton), бактериального ожога риса (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Ishiyama) Swings et al.), бактериальной полосатости риса (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* (Fang et al.) Swings et al.), желтого слизистого бактериоза пшеницы (*Rathayibacter tritici* (Carlson & Vidaver) Zgurskaya et al.), капровый жук (*Trogoderma granarium* Ev.), западный кукурузный жук диабротика (*Diabrotica virgifera* LeConte), сорные растения – череда волосистая (*Bidens pilosa* L.), ипомея ямчатая (*Ipomoea lacunosa* L.), ипомея плющевидная (*Ipomoea hederacea* L.), бузинник пазушный (*Iva axillaris* Pursh.), паслен каролинский (*Solanum carolinense* L.) и другие.

Кроме того, с импортируемыми в Российскую Федерацию зерновыми культурами на территорию страны могут попасть и новые виды карантинных объектов, внесенные в Единый перечень карантинных объектов ЕАЭС, связанные с данной продукцией и отсутствующие в Российской Федерации, – пшеничный клоп (*Blissus leucopterus* (Say)), широкохоботный амбарный долгоносик (*Caulophilus latinasus* (Say)), кукурузный трипс (*Frankliniella williamsi* Hood), американская кукурузная совка (*Helicoverpa zea* (Boddie)), кукурузная листовая совка *Spodoptera frugiperda* (Smith), гриб, вызывающий пятнистость листьев кукурузы (*Cochliobolus carbonum* R.R. Nelson).

Высокую фитосанитарную угрозу для зерновых культур представляет кукурузная листовая совка, проявляющая в последние годы высокую инвазионную активность. Этот вредитель, широко распространенный в странах Северной и Южной Америки, повреждающий многие зерновые, овощные и технические культуры, проник за пределы своего естественного ареала в 2016 году. Он был выявлен в Нигерии – впервые на Африканском континенте. За короткое время кукурузная листовая совка распространилась практически по всей Африке – от Египта до Южно-Африканской Республики. В 2018 году кукурузная листовая совка появилась в Индии. В настоящее время она обнаружена во многих странах Юго-Восточной Азии.

Ущерб от этого вредителя настолько большой, что в марте 2019 года в рамках заседаний Комитета по санитарным и фитосанитарным мерам Всемирной торговой организации была образована специальная тематическая секция по проблеме кукурузной листовой совки. На этой секции представители африканских стран охарактеризовали ущерб, наносимый данным вредителем сельскому хозяйству этих стран, как катастрофически высокий.

Второй по важности сельскохозяйственной культурой в Российской Федерации является картофель.

С картофелем связан риск интродукции многих видов отсутствующих в стране карантинных вредных организмов, включенных в Единый перечень карантинных объектов ЕАЭС, потенциальные потери от которых оцениваются в 1 млрд рублей в год. Это – картофельный жук – блошка клубневая (*Epitrix tuberis* Gentner), андийские картофельные долгоносики (*Premnotrypes* spp.), гриб – возбудитель головни картофеля (*Thecaphora solani* Thirum. et O'Brien), возбудители вирусных заболеваний – андийский латентный тимовирус картофеля (Andean potato latent tymovirus), андийский комовирус крапчатости картофеля (Andean potato mottle comovirus), теповирус Т картофеля (Potato T tepovirus), альфамовирус пожелтения картофеля (Potato yellowing alfamovirus), бледная картофельная нематода (*Globodera pallida* (Stone) Behrens), колумбийская галловая нематода (*Meloidogyne chitwoodi* Golden et al.), возбудитель бактериального заболевания – бурая гниль картофеля (*Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi et al.) и другие.

Фитосанитарный риск импортирования плодовых и плодово-ягодных культур связан в первую очередь с интродукцией отсутствующих на территории

Российской Федерации карантинных объектов, включенных в Единый перечень карантинных объектов ЕАЭС, потенциальный ущерб от которых был оценен от 100 млн до 24,9 млрд рублей. Это вредители растений – тутовая щитовка (*Pseudaulacaspis pentagona* Targioni-Tozzetti), яблонная муха (*Rhagoletis pomonella* Walsh), восточная вишневая муха (*Rhagoletis cingulata* Loew), восточная фруктовая муха (*Bactrocera dorsalis* Hend.), фитоплазма золотистого пожелтения винограда (*Candidatus Phytoplasma vitis*), возбудители вирусных заболеваний – черавирус рапшпилевидности листьев черешни (Cherry rasp leaf cheravirus), вириод латентной мозаики персика (Peach latent mosaic viroid), неповирус розеточной мозаики персика (Peach rosette mosaic perovirus), а также новые для Российской Федерации карантинные виды, включенные в Единый перечень карантинных объектов ЕАЭС, – инжировая восковая ложнощитовка (*Ceroplastes rusci* (L.)), азиатская ягодная дрозифила (*Drosophila suzukii* (Matsumura)), черничная пестрокрылка (*Rhagoletis mendax* Curran), яблоневого круглоголового усач-скрипун (*Saperda candida* Fabricius), гриб – возбудитель вязкой гнили черники (*Diaporthe vaccinii* Shear), фитоплазма пролиферации яблони (*Candidatus Phytoplasma mali*), фитоплазма истощения груши (*Candidatus Phytoplasma pyri*).

Значительный экономический ущерб Российской Федерации могут нанести отсутствующие на территории Российской Федерации карантинные объекты, включенные в Единый перечень карантинных объектов ЕАЭС, – американские шелкопряды рода *Malacosoma* (американский коконопряд и лесной кольчатый шелкопряд). Эти виды повреждают большинство лиственных деревьев – лесные породы, декоративные растения и плодовые деревья. Экономические потери, наносимые американскими шелкопрядами, могут составить десятки миллиардов рублей в год.

Реальную фитосанитарную угрозу для развития садоводства и питомниководства в Российской Федерации представляет еще один американский вид – скошеннополосая листовертка (*Choristoneura rosaceana* Har.). Этот карантинный объект повреждает многие виды плодовых деревьев. При этом гусеницы листовертки питаются не только листьями, но и плодами, оставляя на них глубокие уродливые рубцы. Наносимый ущерб заключается в потере плодами товарного вида и качества, уменьшении их размера и преждевременном опадении. В настоящее время в Северной Америке скошеннополосая листовертка является основным вредителем плодовых культур. Интродукция данного вида на территорию России вызовет не только прямые многомиллиардные убытки, но и значительно затруднит развитие целой отрасли отечественного растениеводства.

Фитосанитарный риск для территории Российской Федерации представляют карантинные виды мух, связанные с плодовой продукцией. Наиболее вероятно акклиматизация на территории страны плодовых мух североамериканского происхождения: восточной вишневой мухи (*Rhagoletis cingulata* Loew), черничной пестрокрылки (*Rhagoletis mendax* Curran), яблонной мухи (*Rhagoletis pomonella* Walsh). Благодаря

наличию зимующей стадии эти виды мух способны акклиматизироваться на значительной части территории Российской Федерации.

Для южных регионов Российской Федерации высокий фитосанитарный риск представляет азиатская ягодная дрозифила (*Drosophila suzukii* (Matsumura)). Данный вид, происходящий из Восточной Азии, в последние годы стремительно распространился в странах Европы, Северной и Южной Америки. В 2019 году Россельхознадзором вид выявлен при проведении карантинного фитосанитарного досмотра в 4 партиях импортируемой подкарантинной продукции.

Азиатская ягодная дрозифила повреждает широкий спектр плодовых и ягодных культур, таких как земляника, персик, слива, вишня, черника, малина и другие. В Японии зафиксировано поражение этим видом до 75–80% плодов вишни. В США наблюдалось снижение урожая черники в среднем на 40%, ежевики и малины – на 55%.

На основании проведенных обследований установлено, что на территории Российской Федерации отсутствуют многие опасные вредные организмы, связанные с овощными и бахчевыми культурами, впервые регулируемые в Российской Федерации в качестве карантинных объектов, – африканская дынная муха (*Bactrocera cucurbitae* (Coquillett)), томатный трипс (*Frankliniella schultzei* (Trybom)), луковый минер (*Liriomyza nitzkei* Spencer), бактерии, вызывающие бактериальную пятнистость тыквенных культур (*Acidovorax citrulli* (Shaad et al.)) и листовой ожог лука (*Xanthomonas axonopodis* pv. *allii* (Roumagnac et al.)).

Чрезвычайно важно для отечественного овощеводства отсутствие на территории Российской Федерации бегомовируса желтой курчавости листьев томата (Tomato yellow leaf curl begomovirus), поражающего томат, перец, фасоль, тыкву и ряд других культурных растений. Естественный ареал вируса находится в Восточном Средиземноморье, однако в настоящее время вирус распространился в большинстве регионов мира и вызывает потери урожая, исчисляемые сотнями миллионов долларов. В ряде стран широкое распространение этого вируса привело к сокращению площадей под культурой томата до 50%.

Результаты анализа фитосанитарного риска показывают, что серьезную угрозу для производства картофеля, томатов, перца, моркови, сельдерея представляет бактерия *Candidatus Liberibacter solanacearum* – возбудитель полосатости чипсов картофеля, или «зебра чип». В странах Северной и Южной Америки, в Новой Зеландии убытки от бактерии *Candidatus Liberibacter solanacearum* составляют миллионы долларов при производстве картофеля и томатов. В странах Европы данный возбудитель заболевания может вызывать 100%-ю потерю урожая моркови.

За последние несколько лет бактерия *Candidatus Liberibacter solanacearum* увеличила круг поражаемых растений и значительно расширила свой ареал. В последние два года возбудитель заболевания впервые выявлен в Израиле, Бельгии, Эстонии и Португалии на полях моркови, в Великобритании в семенах

петрушки, на острове Норфолк на томатах, в Канаде в клубнях картофеля.

Недавние исследования доказали, что гаплотипы возбудителя *Candidatus Liberibacter solanacearum*, поражающие морковь, могут также заражать картофель. В связи с этим возрастает опасность проникновения патогена в Российскую Федерацию при импорте картофеля из стран распространения бактерии, в частности из Финляндии, Франции, Великобритании. Путем проникновения патогена является также импорт семян моркови и сельдерея из Австрии, Бельгии, Франции, Финляндии и ряда других стран.

Особую группу карантинных объектов образуют вредители и болезни растений защищенного грунта.

В Единый перечень карантинных объектов ЕАЭС включены 13 видов вредителей закрытого грунта, которые выявляются при импорте подкарантинной продукции. Воздействие группы карантинных объектов защищенного грунта оценивается как большое в связи со спецификой производства в нем растительной продукции. Это такие вредители растений, как американский клеверный минер (*Liriomyza trifolii* (Burg.)), западный цветочный (калифорнийский) трипс (*Frankliniella occidentalis* Perg.), американский табачный трипс (*Frankliniella fusca* (Hinds)), вест-индский цветочный трипс (*Frankliniella insularis* (Franklin)), табачная белокрылка (*Bemisia tabaci* Gen.), южноамериканская томатная моль (*Tuta absoluta* (Meyrick)).

В 2019 году карантинные объекты защищенного грунта были выявлены в импортируемой в страну продукции в 1585 случаях.

В последние годы в Российской Федерации растет импорт лесодекоративных и кустарниковых декоративных культур.

К новым для Российской Федерации видам, связанным с импортированием данной подкарантинной продукции, относятся такие опасные вредные организмы Единого перечня карантинных объектов ЕАЭС, как бронзовая березовая златка (*Agrilus anxius* Gory), клоп дубовая кружевница (*Corythucha arcuata* (Say)), западный сосновый лубоед (*Dendroctonus brevicomis* LeConte), еловый лубоед (*Dendroctonus rufipennis* (Kirby)), рыжий сосновый лубоед (*Dendroctonus valens* LeConte), оregonский сосновый короед (*Ips pini* (Say)), калифорнийский короед (*Ips plastographus* (LeConte)), сосновый семенной клоп (*Leptoglossus occidentalis* Heidemann), грибы, вызывающие суховершинность ясеня (*Chalara fraxinea* T. Kowalski), цветочный ожог камелий (*Ciborinia camelliae* Kohn), и другие виды.

Высокий фитосанитарный риск импортирования различной подкарантинной продукции связан еще с одним карантинным насекомым-вредителем – многоядной мухой-горбаткой (*Megaselia scalaris* (Loew)). Этот вид отличается способностью развиваться на самых разных субстратах, является потенциальным многоядным вредителем запасов, повреждает различные продукты питания, в частности муку, сою, картофель, бананы, дыню, сыр, вяленую рыбу. Муха-горбатка способна наносить существенный вред грибным плантациям, повреждая мицелий

и плодовые тела вешенок (*Pleurotus* spp.), шампиньонов (*Agaricus bisporus*), трюфелей (*Tuber* spp.) и других видов грибов. Занос мухи-горбатки на территорию Российской Федерации возможен со многими видами подкарантинной продукции, а также с грузами, напрямую не связанными с продуктами питания.

Чрезвычайно важным является решение о карантинном регулировании на территории Евразийского экономического союза (далее – ЕАЭС) возбудителя болезни Пирса (*Xylella fastidiosa* Wells et al.). Этот бактериоз поражает более 200 видов древесных, кустарниковых и травянистых растений, наиболее экономически значимыми из которых являются виноград, косточковые плодовые и лесные культуры. Единственная известная эффективная мера борьбы с указанным карантинным объектом – полное уничтожение зараженных растений в очаге, а также потенциально восприимчивых растений в буферной зоне.

К значительным экономическим потерям может привести интродукция отсутствующего на территории Российской Федерации и других стран ЕАЭС возбудителя коричневого пятнистого ожога хвои сосны *Lecanosticta acicola* (Thüm.) – опасного патогена, распространенного на территории ряда стран Азии, Америки и Европы. В связи с ежегодным завозом новгородных елок и веток хвойных деревьев из стран распространения данного патогена существует реальный фитосанитарный риск его проникновения в Российскую Федерацию.

Характерным примером реальной фитосанитарной угрозы являются случаи выявления европейскими странами в древесных упаковочных материалах из Китая опаснейшего североамериканского вредителя хвойных растений – сосновой стволовой нематоды (*Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner) Nickle). Так, только в 2019 году этот патоген был выявлен в такой подкарантинной продукции в 5 случаях в Германии и в 2 случаях в Латвии. Возможный экономический ущерб при интродукции указанной нематоды на территорию Российской Федерации может составлять 112 млрд рублей в год.

Одним из приоритетных направлений реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, утвержденной Постановлением Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 г. № 717 «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия», является увеличение объема экспорта продукции агропромышленного комплекса.

Российская Федерация является крупнейшим мировым экспортером зерна. На экспортный потенциал зерна из Российской Федерации в значительной степени влияет карантинное фитосанитарное состояние ее территории в связи с тем, что страны – импортеры российского зерна выдвигают фитосанитарные требования к производству данной подкарантинной продукции в зонах, свободных от определенных вредных организмов. С учетом этого важное значение для развития экспортного потенциала зерна имеет

Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 8 августа 2019 г. № 74 «О внесении изменений в некоторые решения Совета Евразийской экономической комиссии», в соответствии с которым в раздел II «Карантинные вредные организмы, ограниченно распространенные на территории Евразийского экономического союза» Единого перечня карантинных объектов ЕАЭС включен гриб *Tilletia controversa* Kühn – возбудитель карликовой головни пшеницы. Данная фитосанитарная мера позволит регулировать распространение этого патогена на государственном уровне. В настоящее время карликовая головня пшеницы зарегистрирована во многих странах Америки и Европы. Гриб поражает озимые пшеницу и рожь. Потери урожая зерна на зараженных полях в предгорных районах Российской Федерации могут достигать 50%.

Одним из опасных карантинных заболеваний сои является пурпурный церкоспороз, вызываемый ограниченно распространенным в Российской Федерации грибом *Cercospora kikuchii* (T. Mats. & Tomoyasu) Gardn. Возбудитель приводит к снижению всхожести семян сои, ухудшению качества зерна, изменению биохимического состава масла и уменьшению его выхода. Потери урожая от указанной болезни в Бразилии, Японии, на Тайване, в Уганде и Замбии достигают 50%.

Кроме того, в Аргентине, Бразилии и США выявлены географические изоляты гриба, способные образовывать фитотоксин церкоспорин, который вызывает разрушение мембран, гибель клеток, а впоследствии и гибель всего пораженного растения.

Принимая во внимание важность и перспективность культуры сои для Российской Федерации, возрастающую значимость ее использования в животноводстве, пищевой, текстильной, фармацевтической, химической и других отраслях, а также значение сои как экспортной культуры, широкое распространение на территории Российской Федерации пурпурного церкоспороза может привести к существенным экономическим потерям и сокращению экспортных рынков.

Кроме того, основные страны – импортеры российского зерна предъявляют фитосанитарные требования по отсутствию в данной продукции таких карантинных для государств – членов ЕАЭС вредных организмов, как амброзия полыннолистная, горчак ползучий, индийская головня, капровый жук и другие.

Россия является одной из богатейших стран мира по лесным ресурсам и крупнейшим экспортером лесопродукции на международном рынке. Экспорт леса и лесоматериалов связан с выполнением целого ряда фитосанитарных требований стран-импортеров. В карантинные перечни стран-импортеров включены более 100 видов вредителей и возбудителей болезней леса, большая часть которых способна распространяться с деловой древесиной, пиломатериалами и упаковочной древесиной.

С целью предотвращения фитосанитарных рисков и своевременного выявления карантинных объектов проводится мониторинг карантинного фитосанитарного состояния территории Российской Федерации.

В мировой фитосанитарной практике одним из основных способов получения достоверных данных о распространении вредных организмов является феромонный мониторинг (феромониторинг), основанный на применении синтетических феромонов насекомых-вредителей (феромоны насекомых – это биологически активные химические вещества, вырабатываемые ими для передачи информации особям своего вида и вызывающие у воспринимающих организмов специфические поведенческие или физиологические реакции). В настоящее время феромониторинг – это наиболее точный способ обнаружения вредителей и оценки их численности по сравнению с другими известными методами, так как дает возможность оценить масштабы и локализацию очагов вредителей, изучить сезонную активность вредителей и таким образом определить сроки и объемы истребительных мероприятий, заметно повысить их эффективность.

В случае если плотность выявленной популяции вредителя невысокая, но выше экономического порога вредоносности, с помощью феромонов также возможна борьба с ним путем массового отлова насекомых в ловушки или использования метода дезориентации.

Таким образом, использование феромонов в карантине растений позволяет оперативно получать достоверную информацию о карантинном фитосанитарном состоянии обследуемых объектов, своевременно применять меры по локализации и ликвидации очага выявленного карантинного вредителя и контролировать качество проводимых ликвидационных мероприятий в карантинной фитосанитарной зоне.

В Российской Федерации при проведении феромониторинга используются феромоны не только карантинных видов вредителей, но и 32 опасных вредителей некарантинного значения, таких как яблонная плодовая жук, сливовая плодовая жук, каштановая минирующая моль, гроздевая листовертка, мельничная огневка, трогодерма черная, трогодерма изменчивая и других видов. Кроме того, в 2019 году синтезированы феромоны некарантинных видов вредных насекомых, таких как восклицательная совка (*Agrotis exclamationis*), совка ипсилон (*Agrotis ipsilon*), озимая совка (*Agrotis segetum*), зерновая моль (*Sitotroga cerealella*), рисовый долгоносик (*Sitophilus oryzae*), кукурузный долгоносик (*Sitophilus zeamais*), сливовая плодовая жук (*Grapholita funebrana*), шелкопряд-монашенка (*Lymantria monacha*) и другие.

Количество применяемых в России феромонных ловушек за 10 лет выросло в 5 раз и в 2019 году превысило 118 тыс. штук для 20 видов карантинных вредных организмов. В 2019 году в Российской Федерации впервые синтезированы и прошли успешные испытания феромоны еще 2 карантинных видов насекомых – зеленой садовой совки (*Chrysodeixis eriosoma*) и золотистой двухпятнистой совки (*Chrysodeixis chalcites*).

В 2019 году при проведении феромониторинга территории страны были выявлены 12 карантинных видов насекомых в 7122 случаях, среди них такие опасные вредители, как сибирский шелкопряд, американская белая бабочка, западный цветочный

(калифорнийский) трипс, восточная плодовая жук, калифорнийская щитовка, томатная моль и другие виды. В то же время в 2019 году на территории Российской Федерации не зарегистрированы случаи выявления таких опасных вредителей, как кукурузные жуки рода *Diabrotica*, средиземноморская плодовая муха, капровый жук.

РАЗДЕЛ 1 Распространение карантинных объектов на территории Российской Федерации

Карантинные организмы имеют потенциальное экономическое значение для территории Российской Федерации или государств – членов ЕАЭС, в которых они пока отсутствуют, или присутствуют, но ограниченно распространены и служат объектом официальной борьбы.

С 1 июля 2017 г. на территории государств, входящих в ЕАЭС, действует Единый перечень карантинных объектов ЕАЭС.

С 30 апреля 2018 г. вступило в силу Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 30 марта 2018 г. № 25 «О внесении изменений в Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза», в соответствии с которым 1 карантинный объект исключен из Единого перечня карантинных объектов ЕАЭС, а 52 карантинных объекта в него включены.

В соответствии с Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 8 августа 2019 г. № 74 «О внесении изменений в некоторые решения Совета Евразийской экономической комиссии» в Единый перечень карантинных объектов ЕАЭС был включен 1 карантинный объект – гриб *Tilletia controversa* Kühn, возбудитель карликовой головни пшеницы.

Таким образом, на 31 декабря 2019 г. Единый перечень карантинных объектов ЕАЭС включает в себя 234 карантинных объекта, относящихся к следующим таксономическим группам:

насекомые и клещи – 132;
грибы – 37;
вирусы и вирионы – 20;
растения – 20;
бактерии и фитоплазмы – 16;
нематоды – 9.

На территории Российской Федерации по состоянию на 31 декабря 2019 г. установлены карантинные фитосанитарные зоны по 45 карантинным объектам:

25 видов насекомых;
2 вида нематод;
6 видов грибов;
3 вида бактерий;
1 вирус;
8 видов сорных растений.

Из 56 объектов Единого перечня карантинных объектов ЕАЭС, входящих в раздел II «Карантинные вредные организмы, ограниченно распространены на территории Евразийского экономического союза» указанного перечня, в Российской Федерации распространены только 36 видов. По 20 карантинным объектам карантинные фитосанитарные зоны на территории Российской Федерации отсутствуют.

РАЗДЕЛ 2 Установление карантинных фитосанитарных зон на территории Российской Федерации

По состоянию на 31 декабря 2019 г. на территории Российской Федерации установлены карантинные фитосанитарные зоны в отношении 45 видов карантинных объектов из 234 видов, включенных в Единый перечень карантинных объектов ЕАЭС (19% от общего числа карантинных объектов перечня).

Обнаруженные на территории Российской Федерации карантинные объекты вредят различным сельскохозяйственным, лесным или декоративным культурам.

Распространенные в России карантинные объекты связаны:

с лесными и лесодекоративными культурами – 13 видов;
- с зерновыми культурами – 11 видов, включая 8 видов сорных растений;
- с плодовыми и ягодными культурами – 10 видов;
- с картофелем – 3 вида;
- с растениями защищенного грунта – 3 вида;
- с цветочными культурами – 2 вида;
- с овощными культурами – 1 вид;
- с подсолнечником – 1 вид.

Кроме того, 1 вид (коричнево-мраморный клоп) является широким полифагом.

Наибольшее количество распространенных на территории Российской Федерации карантинных объектов связано с различными лесными и лесодекоративными культурами. По состоянию на 31 декабря 2019 г. на территории страны наиболее распространены такие карантинные виды вредителей леса, как большой черный еловый усач (*Monochamus urusovi*), малый черный еловый усач (*Monochamus sutor*), черный сосновый усач (*Monochamus galloprovincialis*), сибирский шелкопряд (*Dendrolimus sibiricus*), черный крапчатый усач (*Monochamus impluviatus*).

В результате проведенных в 2019 году Россельхознадзором обследований на выявление карантинных вредителей лесных и лесодекоративных культур впервые установлена 1 карантинная фитосанитарная зона для соснового семенного клопа (*Leptoglossus occidentalis*) на площади 2440 га. Данный вредитель поражает преимущественно различные виды сосен и некоторые другие хвойные растения. Известно, что в странах Северной Америки сосновый семенной клоп вредит лесному хозяйству, снижая всхожесть семян хвойных растений до 41%. Кроме того, данный вредитель способен переносить гриб *Sphaeropsis sapinea* (Fr.), вызывающий диплодиоз сосны – некроз хвои и коры побегов, а также усыхание сеянцев и молодых растений. На территории европейской и азиатской частей Российской Федерации данный клоп способен занять ареал до северной границы лесостепной зоны страны, а также в горном лесном поясе Кавказа.

Новыми для территории Российской Федерации вредителями лесных культур являются также 4 карантинных объекта: клоп дубовая кружевница (*Corythucha arcuata* (Say)), клоп платановая

кружевница (*Corythucha ciliata* Say), уссурийский полиграф (*Polygraphus proximus* Blandford), ясенева изумрудная златка (*Agrilus planipennis* Fairmaire). Впервые очаги данных видов были обнаружены в результате проведенных в 2018 году Россельхознадзором обследований и мониторинга.

К основным растениям, повреждаемым клопом дубовая кружевница, относятся различные виды дуба (*Quercus*). Данный вид способен не только существенно ослаблять повреждаемые деревья, но и вызывать их гибель. Экономические потери, связанные с реализацией мероприятий по механической, химической и биологической защите дубовых насаждений от вредителя, а также по их восстановлению, могут измеряться сотнями миллионов рублей.

Основными растениями – хозяевами клопа платановая кружевница являются растения рода Платан (*Platanus*). Вредитель наносит значительный ущерб насаждениям платана, вплоть до гибели поврежденных деревьев. На территории Российской Федерации данный карантинный объект способен заселить все районы, в которых произрастает его основное растение-хозяин. Заметный ущерб может проявиться в насаждениях платана в озеленительных посадках Крыма и отдельных регионах юга европейской части России.

Кормовыми растениями для уссурийского полиграфа являются различные виды пихт, сосен, в том числе кедр корейский (*Pinus koraiensis*), а также ель и лиственница. Установлено, что в Сибири заселенные короedом пихты погибают в течение 4–5 лет после заселения.

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

В результате проведенного в 2019 году мониторинга территории страны по этим 4 видам были установлены 47 новых карантинных фитосанитарных зон в 10 субъектах Российской Федерации, 21 муниципальном районе общей площадью 71 619 517,4 га. Кроме того, новые карантинные фитосанитарные зоны в 2019 году установлены по азиатскому подвиду непарного шелкопряда (*Lymantria dispar asiatica*) – 2 зоны, большому черному еловому усачу (*Monochamus urusovi*) – 17 зон, малому черному еловому усачу (*Monochamus sutor*) – 11 зон, сибирскому шелкопряду (*Dendrolimus sibiricus*) – 6 зон и черному сосновому усачу (*Monochamus galloprovincialis*) – 15 зон.

Важное значение для производства свободного от карантинных объектов зерна имеет распространение вредных организмов, связанных с зерновыми культурами, особенно 8 карантинных видов сорных растений.

В соответствии с данными обследований и мониторинга территории страны в 2019 году по сравнению с 2018 годом не изменилась площадь установленных карантинных фитосанитарных зон амброзии многолетней. Вместе с тем увеличилась площадь карантинных фитосанитарных зон

амброзии трехраздельной. По остальным 6 карантинным видам сорных растений в 2019 году площади карантинных фитосанитарных зон уменьшились.

В 2019 году установлено 13 новых карантинных фитосанитарных зон, связанных с выявлением соевой нематоды. Общая площадь карантинных зон по данному виду по сравнению с 2018 годом увеличилась в 4,3 раза.

Кроме того, с соей также связаны 2 впервые установленные на территории Российской Федерации карантинные фитосанитарные зоны по пурпурному церкоспорозу, вызываемому грибом *Cercospora kikuchii*.

Впервые в 2019 году при проведении мониторинга территории страны был выявлен отсутствующий в странах ЕАЭС и Европейского союза возбудитель бактериального увядания (вилта) кукурузы *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*. Кукуруза является единственным культурным растением, поражаемым данной бактерией (сорта и гибриды сахарной, зубовидной, кремнистой кукурузы и кукурузы для производства попкорна). Основным способом интродукции заболевания в новые регионы являются зараженные семена кукурузы. Потери урожая восприимчивых сортов в годы эпифитотий могут достигать 100%.

Ограниченное распространение в России имеют связанные с плодовыми культурами виды вредных организмов – американская белая бабочка (*Hyphantria cunea* Drury), восточная плодожорка (*Grapholita molesta* (Busck)), японский жук (*Popillia japonica* Newman), персиковая плодожорка (*Carpocapsa sasakii* Matsumura), калифорнийская щитовка (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst.), филлоксеры (*Viteus vitifoliae* (Fitch)), бактериальный ожог плодовых культур (*Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al.), вирус шарки (оспы) слив (Plum pox potyvirus).

Из указанных карантинных объектов наиболее распространены:

калифорнийская щитовка (карантинные фитосанитарные зоны установлены в 191 муниципальном районе 14 субъектов Российской Федерации на площади 89,7 тыс. га);

американская белая бабочка (карантинные фитосанитарные зоны установлены в 157 муниципальных районах 15 субъектов Российской Федерации на площади 447,2 тыс. га);

восточная плодожорка (карантинные фитосанитарные зоны установлены в 114 муниципальных районах 16 субъектов Российской Федерации на площади 38,3 тыс. га).

В 2019 году количество распространенных в стране карантинных видов, связанных с картофелем, уменьшилось на 1 карантинный объект – после проведенных мер борьбы упразднена карантинная фитосанитарная зона по виоиду веретеновидности клубней картофеля (Potato spindle tuber viroid). На территории Российской Федерации на 31 декабря 2019 г. установлены карантинные фитосанитарные зоны только по 3 объектам: картофельная моль (*Phthorimaea operculella* (Zell.)), рак картофеля (*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival), золотистая картофельная нематода (*Globodera rostochiensis* (Wollenweber) Behrens).

Наибольшее фитосанитарное значение имеет золотистая картофельная нематода, карантинные фитосанитарные зоны по которой установлены в 58 субъектах Российской Федерации в 751 муниципальном районе на общей площади 1 078 829,6 га. В 2019 году по данному виду установлено 17 новых карантинных зон на площади 1789 га.

Из карантинных объектов закрытого грунта на территории Российской Федерации наиболее распространены западный цветочный (калифорнийский) трипс (*Frankliniella occidentalis* Perg.) – площадь установленных карантинных фитосанитарных зон в 55 муниципальных районах 33 субъектов Российской Федерации составляет 523,6 га. В 2019 году впервые в стране был выявлен карантинный вредитель закрытого грунта – овощной листовой минер (*Liriomyza sativae* Blanchard). Данный вид способен повреждать многие виды овощных и зеленных культур, особенно вредит томатам, огурцам и рассаде различных видов растений, значительно снижает их урожайность.

Пять новых карантинных зон общей площадью 47,3 тыс. га было установлено в 2019 году по опасному для многих сельскохозяйственных культур карантинному объекту – коричнево-мраморному клопу (*Halyomorpha halys* Stål). Впервые на территории Российской Федерации этот вид был выявлен в 2018 году. В местах своего природного обитания в странах Азии указанный клоп питается на 300 видах растений, предпочитая плодовые, ягодные и овощные культуры, главными из которых являются яблоня, слива, вишня, черешня, груша, виноград, шиповник, облепиха, томат, огурец, перец, баклажан, фасоль. Кроме того, клоп повреждает зерновые и зернобобовые культуры, такие как кукуруза, пшеница, соя, ячмень, горох, а также декоративные древесные культуры – магнолию, падуб, платан и другие.

По подсчетам специалистов, потенциальные потери при расселении коричнево-мраморного клопа только в Краснодарском и Ставропольском краях, Ростовской области и Республике Дагестан могут составить около 2 млрд рублей в год.

Информация о распространении карантинных объектов на территории Российской Федерации представлена в таблице 1.

РАЗДЕЛ 3

Упразднение карантинных фитосанитарных зон на территории Российской Федерации в 2019 году

В соответствии со статьей 19 Федерального закона «О карантине растений» решение об отмене карантинного фитосанитарного режима (упразднении карантинных фитосанитарных зон) принимается Россельхознадзором после ликвидации популяции карантинного объекта.

В результате применения карантинных фитосанитарных мер и мероприятий по локализации очагов и ликвидации популяций карантинных объектов в 2019 году на территории Российской Федерации упразднены 2343 карантинные фитосанитарные зоны общей площадью 9 263 021,1 га по 25 карантинным объектам. Упразднены карантинные фитосанитарные зоны общей площадью 8 550 366,2 га по

5 видам вредителей леса – черному сосновому усачу, большому черному еловому усачу, малому черному еловому усачу, сибирскому шелкопряду и уссурийскому полиграфу. При этом 99,8% общей площади упраздненных карантинных фитосанитарных зон по этим видам приходится на черного соснового усача.

Кроме того, в 2019 году упразднено 26 карантинных зон американской белой бабочки (2073,9 га) и 30 карантинных зон калифорнийской щитовки (1212 га).

В 2019 году в 29 субъектах Российской Федерации в 97 муниципальных районах упразднено 415 карантинных фитосанитарных зон золотистой картофельной нематоды общей площадью 43 102,6 га. В 2019 году на территории Российской Федерации упразднена единственная карантинная фитосанитарная зона по виоиду веретеновидности клубней картофеля.

Упразднены 2 карантинные фитосанитарные зоны по бактериальному ожогу плодовых культур площадью 15 700 га.

Важное значение для зерновой отрасли страны имеет отмена в 2019 году карантинного фитосанитарного режима в ряде очагов 7 видов сорных растений. Общая площадь упраздненных 688 карантинных фитосанитарных зон составляет 645 407 га.

Информация об упразднении карантинных фитосанитарных зон на территории Российской Федерации в 2019 году представлена в таблице 2.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Единый перечень карантинных объектов ЕАЭС по состоянию на 31 декабря 2019 г. включает в себя 234 карантинных объекта, из которых 178 карантинных объектов относятся к карантинным вредным организмам, отсутствующим на территории ЕАЭС (раздел I Единого перечня карантинных объектов ЕАЭС), а 56 – к карантинным вредным организмам, ограниченно распространенным на территории ЕАЭС (раздел II указанного перечня).

Из 56 объектов Единого перечня карантинных объектов ЕАЭС, входящих в раздел II «Карантинные вредные организмы, ограниченно распространенные на территории Евразийского экономического союза» указанного перечня, в результате проведения карантинного фитосанитарного мониторинга выявлено только 36 карантинных объектов, 20 карантинных объектов на территории Российской Федерации отсутствуют.

По состоянию на 31 декабря 2019 г. на территории Российской Федерации установлены карантинные фитосанитарные зоны для 45 карантинных объектов: 25 видов вредителей растений, 10 видов возбудителей болезней растений, 2 видов нематод и 8 видов сорных растений.

В 2019 году впервые на территории Российской Федерации установлены карантинные фитосанитарные зоны по 4 карантинным объектам – сосновому семенному клопу, овощному листовому минеру, грибу – возбудителю пурпурного церкоспороза сои, возбудителю бактериального увядания (вилта) кукурузы. Полностью упразднены карантинные фитосанитарные зоны по 1 виду – виоиду веретеновидности клубней картофеля.

Таблица 1
Установленные карантинные фитосанитарные зоны на территории Российской Федерации (по состоянию на 31 декабря 2019 года)

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>Hyphantria cunea</i> Drury)	15	157	447 196,02
2. Азиатский подвид непарного шелкопряда (<i>Lymantria dispar asiatica</i> Vnukovskij)	9	122	49 565 083,8
3. Большой черный еловый усач (<i>Monochamus urusovi</i> (Fisch.))	45	482	364 272 025,083
4. Восточная плодожорка (<i>Grapholita molesta</i> (Busck))	16	114	38 349,585
5. Восточная каштановая орехотворка (<i>Dryocosmus kuriphilus</i> Yas.)	1	1	22 351,2
6. Западный цветочный (калифорнийский) трипс (<i>Frankliniella occidentalis</i> Perg.)	33	55	523,59
7. Калифорнийская щитовка (<i>Quadraspidotus perniciosus</i> Comst.)	14	191	89 683,215
8. Картофельная моль (<i>Phthorimaea operculella</i> (Zell.))	8	48	1732,169
9. Клоп дубовая кружевница (<i>Corythucha arcuata</i> (Say))	2	4	51 061,987
10. Клоп платановая кружевница (<i>Corythucha ciliata</i> Say)	3	3	10 752,782
11. Коричнево-мраморный клоп (<i>Halyomorpha halys</i> Stål)	2	4	185 232,697
12. Малый черный еловый усач (<i>Monochamus sutor</i> L.)	48	509	330 915 587,039
13. Овощной листовой минер (<i>Liriomyza sativae</i> Blanchard)	1	1	17,4
14. Персиковая плодожорка (<i>Carposina sasakii</i> Matsumura)	4	21	1144,83
15. Сибирский шелкопряд (<i>Dendrolimus sibiricus</i> Chetv.)	20	237	180 753 301,07
16. Сосновый семенной клоп (<i>Leptoglossus occidentalis</i> Heidemann)	1	1	2440
17. Табачная белокрылка (<i>Bemisia tabaci</i> Gen.)	2	2	1,1204
18. Уссурийский полиграф (<i>Polygraphus proximus</i> Blandford)	5	22	71 870 138,7
19. Филлоксера (<i>Viteus vitifoliae</i> (Fitch))	9	81	17 381,33
20. Черный бархатно-пятнистый усач (<i>Monochamus saltuarius</i> Gebl.)	7	76	76 017 578,3
21. Черный крапчатый усач (<i>Monochamus impluviatus</i> Mot.)	5	83	122 573 786
22. Черный сосновый усач (<i>Monochamus galloprovincialis</i> Oliv.)	46	543	273 832 482,06
23. Южноамериканская томатная моль (<i>Tuta absoluta</i> (Meyrick))	7	12	855,756
24. Ясенева изумрудная златка (<i>Agrilus planipennis</i> Fairmaire)	3	5	19 573,662
25. Японский жук (<i>Popillia japonica</i> Newman)	1	1	2000

Таблица 1
Установленные карантинные фитосанитарные зоны на территории Российской Федерации (по состоянию на 31 декабря 2019 года)

Название карантинного объекта	Количество субъектов Российской Федерации	Количество муниципальных районов и городских округов	Площадь установленных карантинных фитосанитарных зон, га
II. НЕМАТОДЫ			
1. Золотистая картофельная нематода (<i>Globodera rostochiensis</i> (Wollenweber) Behrens)	58	751	1 078 829,649
2. Соевая цистообразующая нематода (<i>Heterodera glycines</i> Ichinohe)	2	11	47 173,41
III. ГРИБЫ			
1. Аскохитоз хризантем (<i>Didymella ligulicola</i> (K.F. Baker, Dimock & Davis) von Arx)	1	1	0,05
2. Антракноз земляники (<i>Colletotrichum acutatum</i> Simmonds (= <i>C. xanthii</i> Halsted))	2	2	38,93
3. Белая ржавчина хризантем (<i>Puccinia horiana</i> Henn.)	2	2	0,56
4. Пурпурный церкоспороз (<i>Cercospora kikuchii</i> (T. Mats. & Tomoyasu) Gardn.)	1	2	1825,25
5. Рак картофеля (<i>Synchytrium endobioticum</i> (Schilb.) Percival)	9	25	1175,146
6. Фомопсис подсолнечника (<i>Diaporthe helianthi</i> Munt.-Cvet. et al.)	9	121	160 415,61
IV. БАКТЕРИИ И ФИТОПЛАЗМЫ			
1. Бактериальный ожог плодовых культур (<i>Erwinia amylovora</i> (Burrill) Winslow et al.)	15	49	247 162,73
2. Бактериальное увядание винограда (<i>Xylophilus ampelinus</i> (Panagopoulos) Willems et al. (= <i>Xanthomonas ampelina</i> Panagopoulos)	2	3	741,33
3. Бактериальное увядание (вилт) кукурузы (<i>Pantoea stewartii</i> subsp. <i>stewartii</i> (Smith) Mergaert et al.)	1	1	234,3
V. ВИРУСЫ И ВИРОИДЫ			
1. Потивирус шарки (оспы) слив (Plum pox potyvirus)	18	37	14 473,48
VI. РАСТЕНИЯ			
1. Амброзия многолетняя (<i>Ambrosia psilostachya</i> DC.)	7	13	27 953,87
2. Амброзия полыннолистная (<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.)	31	365	7 257 650,855
3. Амброзия трехраздельная (<i>Ambrosia trifida</i> L.)	20	107	2 707 886,905
4. Горчак ползучий (<i>Acroptilon repens</i> DC.)	18	183	1 528 316,136
5. Паслен колючий (<i>Solanum rostratum</i> Dun.)	6	33	49 014,32
6. Паслен трехцветковый (<i>Solanum triflorum</i> Nutt.)	3	8	705 179,27
7. Повилики (<i>Cuscuta</i> spp.)	64	630	2 946 134,931
8. Ценхрус длинноколючковый (<i>Cenchrus longispinus</i> (Hack.) Fern.))	5	15	640,881

Таблица 2
Упразднение карантинных фитосанитарных зон на территории Российской Федерации в 2019 году

Название карантинного объекта	Количество субъектов Российской Федерации	Количество муниципальных районов и городских округов	Площадь упраздненных карантинных фитосанитарных зон, га
I. НАСЕКОМЫЕ			
1. Американская белая бабочка (<i>Hyphantria cunea</i> Drury)	2	13	2073,90
2. Большой черный еловый усач (<i>Monochamus urusovi</i> (Fisch.))	2	14	15 374
3. Восточная плодожорка (<i>Grapholita molesta</i> (Busck))	2	2	325,115
4. Западный цветочный (калифорнийский) трипс (<i>Frankliniella occidentalis</i> Perg.)	9	10	22,384
5. Калифорнийская щитовка (<i>Quadraspidiotus perniciosus</i> Comst.)	4	4	1211,97
6. Картофельная моль (<i>Phthorimaea operculella</i> (Zell.))	1	1	8
7. Малый черный еловый усач (<i>Monochamus sutor</i> L.)	2	7	78,2
8. Сибирский шелкопряд (<i>Dendrolimus sibiricus</i> Chetv.)	1	1	269
9. Уссурийский полиграф (<i>Polygraphus proximus</i> Blandford)	1	1	538,5
10. Филлоксера (<i>Viteus vitifoliae</i> (Fitch))	1	2	249,94
11. Черный сосновый усач (<i>Monochamus galloprovincialis</i> Oliv.)	6	13	8 534 106,502
II. НЕМАТОДЫ			
1. Золотистая картофельная нематода (<i>Globodera rostochiensis</i> (Wollenweber) Behrens)	29	97	43 102,618
III. ГРИБЫ			
1. Антракноз земляники (<i>Colletotrichum acutatum</i> Simmonds (= <i>C. xanthii</i> Halsted))	1	1	15,017
2. Рак картофеля (<i>Synchytrium endobioticum</i> (Schilb.) Percival)	2	2	125,55
3. Фомопсис подсолнечника (<i>Diaporthe helianthi</i> Munt.-Cvet. et al.)	5	5	3973
IV. БАКТЕРИИ И ФИТОПЛАЗМЫ			
1. Бактериальный ожог плодовых культур (<i>Erwinia amylovora</i> (Burrill) Winslow et al.)	1	3	15 700
V. ВИРУСЫ И ВИРОИДЫ			
1. Вироид веретеновидности клубней картофеля (Potato spindle tuber viroid)	1	1	422
2. Потивирус шарки (оспы) слив (Plum pox potyvirus)	2	2	18,43
VI. РАСТЕНИЯ			
1. Амброзия полыннолистная (<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.)	11	32	592,728
2. Амброзия трехраздельная (<i>Ambrosia trifida</i> L.)	4	4	60,423
3. Горчак ползучий (<i>Acroptilon repens</i> DC.)	9	30	442 911,695
4. Паслен трехцветковый (<i>Solanum triflorum</i> Nutt.)	1	2	387
5. Паслен колючий (<i>Solanum rostratum</i> Dun.)	1	1	351
6. Повилики (<i>Cuscuta</i> spp.)	29	63	81 024,618
7. Ценхрус длинноколючковый (<i>Cenchrus longispinus</i> (Hack.) Fern.))	2	2	79,5

Наибольшее количество распространенных на территории Российской Федерации карантинных объектов (13 видов вредителей) связано с различными лесными и лесодекоративными культурами.

Среди ограниченно распространенных карантинных видов вредителей плодовых растений в Российской Федерации наиболее распространены:

калифорнийская щитовка (карантинные фитосанитарные зоны установлены в 191 муниципальном районе 14 субъектов Российской Федерации); американская белая бабочка (карантинные фитосанитарные зоны установлены в 157 муниципальных районах 15 субъектов Российской Федерации); восточная плодожорка (карантинные фитосанитарные зоны установлены в 114 муниципальных районах 16 субъектов Российской Федерации).

Из возбудителей болезней растений на территории Российской Федерации наибольшее распространение имеют фомопсис подсолнечника (карантинные фитосанитарные зоны установлены в 121 муниципальном районе 9 субъектов Российской Федерации) и возбудитель бактериального ожога плодовых культур (карантинные фитосанитарные зоны установлены в 49 районах 15 субъектов Российской Федерации).

Среди карантинных вредных организмов, связанных с картофелем, наибольшее распространение имеет золотистая картофельная нематода (карантинные фитосанитарные зоны установлены в 751 муниципальном районе 58 субъектов Российской Федерации). В 2019 году общая площадь карантинных зон данного вредителя уменьшилась на 41,6 тыс. га.

Из 8 карантинных видов сорных растений наибольшее распространение в Российской Федерации имеют:

повилики (карантинные фитосанитарные зоны установлены в 630 муниципальных районах 64 субъектов Российской Федерации);

амброзия полыннолистная (карантинные фитосанитарные зоны установлены в 365 муниципальных районах 31 субъекта Российской Федерации);

горчак ползучий (карантинные фитосанитарные зоны установлены в 183 муниципальных районах 18 субъектов Российской Федерации).

В соответствии с результатами карантинного фитосанитарного мониторинга в 2019 году увеличилась площадь карантинных фитосанитарных зон по 13 карантинным объектам – американской белой бабочке, азиатскому подвиду непарного шелкопряда, западному цветочному (калифорнийскому) трипсу, клопу дубовая кружевница, коричнево-мраморному клопу, малому черному еловому усачу, сибирскому шелкопряду, уссурийскому полиграфу, южноамериканской томатной моли, ясеновой изумрудной златке, соевой цистообразующей нематодe, бактериальному ожогу плодовых культур, амброзии трехраздельной. По 11 карантинным объектам в 2019 году площади карантинных фитосанитарных зон уменьшились.

Всего на территории Российской Федерации в 2019 году было установлено 470 новых карантинных фитосанитарных зон по 27 карантинным объектам на общей площади 82 680 123,9 га.

В результате принятия карантинных фитосанитарных мер и проведения мероприятий по локализации очагов и ликвидации популяций карантинных объектов в 2019 году на территории Российской Федерации упразднены 2343 карантинные фитосанитарные зоны общей площадью 9 263 021,1 га по 25 видам карантинных объектов. В том числе упразднены карантинные фитосанитарные зоны на общей площади 8 550 366,2 га по 5 видам вредителей леса – черному сосновому усачу, большому черному еловому усачу, малому черному еловому усачу, сибирскому шелкопряду и уссурийскому полиграфу. Упразднена также единственная карантинная фитосанитарная зона по вириду веретеновидности клубней картофеля.

В 2019 году отменен карантинный фитосанитарный режим в ряде очагов 7 карантинных видов сорных растений. Общая площадь упраздненных 688 карантинных фитосанитарных зон по сорным растениям составляет 645 407 га.

Важность рекомендаций КФМ и процесс их разработки и принятия

А.С. ШАМИЛОВ, к. б. н., эксперт ФАО по сельскому хозяйству, отдел по разработке стандартов Секретариата МККЗР, e-mail: artur.shamilov@fao.org



омиссией по фитосанитарным мерам (КФМ) в ходе ежегодных сессий многие вопросы выносятся на обсуждение для принятия решений или согла-

сования с договаривающимися сторонами. Эти вопросы могут иметь разные уровни важности и разные последствия для договаривающихся сторон КФМ. Они включают решения или соглашения о международных стандартах по фитосанитарным мерам (МСФМ), краткосрочные или долгосрочные процедурные и административные вопросы, а также долгосрочные оперативные вопросы.

Уже многие годы одной из задач Комиссии по фитосанитарным мерам (КФМ) является утверждение рекомендаций КФМ.

На пятой сессии Комиссии по фитосанитарным мерам (КФМ-5, 2010 г.) Комиссии было предложено рассмотреть предлагаемый способ регистрации и отслеживания рекомендаций КФМ, включая ее решения и соглашения на основе предыдущих обсуждений в КФМ-3 и КФМ-4.

Так, в соответствии с процедурами и критериями, установленными КФМ, любая договаривающаяся сторона (ДС) или Секретариат Международной конвенции по карантину и защите растений (МККЗР) могут предложить тему для рекомендации КФМ и представить ее Комиссии.

Предварительный проект предлагаемой рекомендации КФМ и пояснения или обоснования к нему направляются на рассмотрение КФМ через Секретариат МККЗР (ippc@fao.org). В случае одобрения КФМ какого-либо из представленных предложений начинается период консультаций с использованием Онлайн-системы комментирования (ОСК), который длится три месяца начиная с 1 июля текущего года.

Процесс (принят КФМ-9 (2014 г.), пересмотрен КФМ-10 (2015 г.)) разработки и принятия рекомендаций КФМ заключается в следующем:

(1) Договаривающаяся сторона (ДС) или Секретариат МККЗР могут предложить тему для

Importance of CPM Recommendations and the process of development and adoption

A.S. SHAMILOV, PhD in Biology, FAO Agricultural Officer, Standards Setting Unit of IPPC Secretariat, e-mail: artur.shamilov@fao.org

During its regular annual sessions, many matters are put forward to the Commission on Phytosanitary Measures (CPM) for decisions or agreement of its members. These matters can have different levels of importance and different implications for CPM members. These include decisions or agreement on International Standards for Phytosanitary Measures (ISPMs), short or long term procedural and administrative matters, and long term operational matters.

The Commission on Phytosanitary Measures (CPM) have been adopting CPM Recommendations for many years.

At the Fifth Session of the Commission on Phytosanitary Measures (CPM-5, 2010), the CPM was invited to consider the proposed way of recording and keeping track of CPM Recommendations including its decisions and agreements, based on the previous discussions in CPM-3 and CPM-4.

Hence, a Contracting Party (CP) or the Secretariat of the International Plant Protection Convention (IPPC), following the CPM Recommendations process and the agreed criteria, may propose a topic for a CPM Recommendation and present it to the CPM.

An initial draft of the proposed CPM Recommendation and the rationale or justification for its need should be presented to the CPM for consideration through the IPPC Secretariat (ippc@fao.org). In case of the CPM agreeing with any proposals, the consultation period via the Online Comment System (OCS) starts on the 01 July of the same year and lasts for three months. The Process (adopted by CPM-9 (2014), revised by CPM-10 (2015)) for developing and adopting CPM Recommendations is as follows:

(1) A Contracting Party (CP) or the IPPC Secretariat may propose a topic for a CPM Recommendation and

рекомендации КФМ и представить ее КФМ. Первоначальный проект предлагаемой рекомендации и обоснование ее необходимости должны быть представлены КФМ для рассмотрения.

(2) Потребность в новой рекомендации КФМ должна быть обсуждена и согласована КФМ.

(3) Проект или, если необходимо, пересмотренный проект рекомендации КФМ должен быть подготовлен Секретариатом МККЗР (или, при необходимости, ДС, сделавшей предложение) к 15 мая и распространен для комментариев вместе с обоснованием его необходимости, сроком на три месяца.

(4) Комментарии должны быть представлены и собраны с использованием Онлайн-системы комментирования (ОСК), а собранные комментарии будут опубликованы на Международном фитосанитарном портале (МФП) (сайт МККЗР).

(5) Секретариат МККЗР пересмотрит проекты рекомендаций КФМ на основе полученных комментариев, а затем представит пересмотренный проект в Бюро КФМ для рассмотрения комментариев, пересмотра в случае необходимости и рекомендации КФМ для принятия.

(6) Проект рекомендации КФМ представляется на КФМ для принятия.

(7) Если проект рекомендации КФМ не принят и нуждается в дальнейшем рассмотрении или пересмотре, КФМ может принять решение об отправке его соответствующему органу или группе КФМ для дальнейшего пересмотра. Затем пересмотренная рекомендация КФМ направляется на следующую КФМ для рассмотрения и принятия.

(8) Принятые рекомендации КФМ пронумерованы и отформатированы Секретариатом МККЗР и размещены на МФП.

Критерии для рекомендаций КФМ (согласовано КФМ-12 (2017 г.))

Ниже приведены основные критерии, которые следует учитывать при рассмотрении предлагаемых тем для рекомендаций КФМ:

- Во всех случаях предлагаемая тема должна затрагивать вопросы, которые соответствуют правовым рамкам Конвенции, ее Международным стандартам по фитосанитарным мерам (МСФМ) или стратегическим целям.

- Насколько это возможно, предлагаемая тема должна:

- 1) решать важные вопросы, связанные со здоровьем растений, содействовать решению конкретной или общей фитосанитарной проблемы;

- 2) соответствовать потребностям всех договаривающихся сторон или большинства договаривающихся сторон;

- 3) охватывать вопросы или действия, по которым договаривающиеся стороны или национальные или региональные организации по защите растений имеют какое-либо влияние, полномочия или компетенцию для решения;

- 4) предлагать «руководство», которое на данный момент невозможно или нецелесообразно предлагать в форме стандарта;

- 5) обеспечить практическое руководство и поддержку для улучшения реализации Конвенции, конкретных МСФМ или набора МСФМ.

Сфера применения рекомендаций КФМ
Рекомендации КФМ – это решения и соглашения, предназначенные для продвижения или

present it to the CPM. An initial draft of the proposed Recommendation and the rationale or justification for its need should be presented to the CPM for consideration.

(2) The need for a new CPM Recommendation should be discussed and agreed by the CPM.

(3) A draft or, if necessary, a revised draft CPM Recommendation should then be prepared by the IPPC Secretariat (or where appropriate by the CP making the proposal) by 15 May and circulated for comments along with the rationale or justification for its need for a period of three months.

(4) Comments should be submitted and compiled using the IPPC Online Comment System (OCS) and compiled comments will be published on the International Phytosanitary Portal (IPP).

(5) The IPPC Secretariat will revise draft CPM Recommendations based on comments received, and then submit the revised draft to the CPM Bureau for consideration of comments, revision if necessary and recommendation to the CPM for adoption.

(6) The draft CPM Recommendation is submitted to the CPM for adoption.

(7) If the draft CPM Recommendation is not adopted and needs further review or revision, the CPM may decide to send it to an appropriate CPM body or group for further revision. The revised CPM Recommendation is then sent to the next CPM for consideration and adoption.

(8) Adopted CPM Recommendations are numbered and formatted by the IPPC Secretariat and posted on the IPP.

Criteria for CPM Recommendations (agreed by CPM-12 (2017))

The following are the main criteria to be considered when reviewing proposed topics for CPM Recommendations:

- In all cases, the proposed topic should address issues that fit within the legal framework of the Convention, its International Standards for Phytosanitary Measures (ISPMs), or strategic goals.

- And as much as possible, the proposed topic should:

- 1) address important issues related to plant health, to address either a specific issue or a more generalized phytosanitary issue;

- 2) be relevant to the needs of the Contracting Parties, or at least a majority of the parties;

- 3) cover issues or actions that Contracting Parties or national or regional plant protection organizations have some influence, authority or competence to address;

- 4) offer “guidance” that is not possible or appropriate to offer, at the moment, in the form of a standard and;

- 5) provide practical guidance and support for improving the implementation of the convention, a specific ISPM or set of ISPMs.

Scope of CPM Recommendations
CPM Recommendations are decisions and agreements made by the CPM and are intended to promote or achieve the objectives of the IPPC. These decisions and agreements may consist of directions, guidance, or

достижения целей МККЗР. Эти решения и соглашения могут состоять из указаний, руководств или призывов к действиям для договаривающихся сторон или Секретариата или обоих по вопросам, которые не могут быть должным образом или эффективно выражены в виде МСФМ, на которых основаны фитосанитарные меры.

В связи с тем, что процесс КФМ для разработки и принятия рекомендаций является гораздо более гибким, чем процесс принятия МСФМ, это позволяет КФМ рассмотреть соответствующее предложение для данного решения или соглашения после того, как предмет будет достаточно проанализирован и разработан.

Рекомендации КФМ не предписывают конкретные требования к договаривающимся сторонам относительно установления фитосанитарных мер.

Рекомендация КФМ будет принята, если она имеет отношение к текущей деятельности всех договаривающихся сторон в области защиты растений, в контексте МККЗР и в соответствии с ней. Это действия, которые осуществляются на территории договаривающихся сторон или договаривающимися сторонами, например, Рекомендация КФМ «Замена или уменьшение использования бромистого метила в качестве фитосанитарной меры».

Другой пример рекомендации КФМ связан с текущей деятельностью всех договаривающихся сторон и Секретариата МККЗР в области защиты растений, в соответствии с МККЗР, например, Рекомендация КФМ «Угрозы биоразнообразию, связанные с чужеродными видами: мероприятия в рамках МККЗР».

Сравнение международных стандартов по фитосанитарным мерам (МСФМ) и рекомендаций КФМ

Стандарты по определению являются документами, разработанными на основе консенсуса и утвержденными признанным органом, в которых устанавливаются для всеобщего и многократного использования правила, общие принципы или характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов, и которые направлены на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области (МСФМ 5).

В статье XI, 2 (b) МККЗР говорится, что «функцией Комиссии по фитосанитарным мерам является способствовать полному выполнению целей настоящей Конвенции и, в частности:

- устанавливать и пересматривать организационные договоренности и процедуры, необходимые для разработки и принятия международных стандартов, а также принимать международные стандарты».

Что касается рекомендаций КФМ и их создания, рекомендации КФМ будут документами, которые представляются на ежегодном собрании КФМ.



Во время работы КФМ
(фото сделано Секретариатом МККЗР)

CPM work
(photo by IPPC Secretariat)

calls to action to the Contracting Parties or the Secretariat or both, on matters that may not be appropriately or effectively expressed as ISPMs, on which phytosanitary measure(s) are based.

Due to the CPM process for developing and adopting Recommendations is much more flexible than the process for adopting ISPMs it allows the CPM to consider the appropriate proposal for a given decision or agreement once the subject has been sufficiently analyzed and developed.

CPM Recommendations do not prescribe specific requirements to Contracting Parties regarding the establishment of phytosanitary measures.

A CPM Recommendation would be adopted if it were relevant to the ongoing activities of all Contracting Parties in the area of plant protection, in accordance with and within the context of the IPPC. These are activities that are carried out in the territory of the Contracting Parties or by the Contracting Parties, e. g. the *CPM Recommendation on the replacement or reduction of the use of methyl bromide as a phytosanitary measure*.

Another example of CPM Recommendation relates to ongoing activities of all Contracting Parties and the IPPC Secretariat in the area of plant protection, in accordance with the IPPC, e. g. *CPM Recommendation on threats to biodiversity posed by alien species: actions within the framework of the IPPC*.

Comparison of International Standards for Phytosanitary Measures (ISPMs) and CPM Recommendations

Standards, by definition, are documents established by consensus and approved by a recognized body, that provides for common and repeated use, rules, guidelines or characteristics for activities or their results, aimed at the achievement of the optimum degree of order in a given context (ISPM 5).

IPPC Article XI, 2 (b) states that “The functions of the Commission on Phytosanitary Measures shall be to promote the full implementation of the objectives of the Convention and, in particular, to:

В статье XI, 2 (g) МККЗР говорится, что: «функцией Комиссии по фитосанитарным мерам является способствовать полному осуществлению целей настоящей Конвенции и, в частности:

- принимать рекомендации, необходимые для осуществления настоящей Конвенции».

В настоящее время КФМ принято восемь рекомендаций, приведенных ниже:

- R-01 Живые модифицированные организмы, биобезопасность и инвазивные чужеродные виды

- R-02 Угрозы биоразнообразию, связанные с чужеродными видами: мероприятия в рамках МККЗР

- R-03 Замена или уменьшение использования бромистого метила в качестве фитосанитарной меры

- R-04 Охват МККЗР водных растений

- R-05 Торговля в Интернете (электронная торговля) растениями и другими подкарантинными материалами

- R-06 Морские контейнеры

- R-07 Важность диагностики вредных организмов

- R-08 Методы высокопроизводительного секвенирования (ВПС) в фитосанитарной диагностике

Кроме того, в настоящее время договаривающиеся стороны МККЗР рассматривают проект Рекомендации КФМ «Безопасное предоставление продовольствия и других видов помощи для профилактики интродукции вредных организмов при чрезвычайных ситуациях».

Таким образом, в ходе своих регулярных ежегодных сессий многие вопросы выносятся на КФМ для принятия решений или согласования с договаривающимися сторонами. Эти вопросы могут иметь разные уровни важности и разные последствия для договаривающихся сторон КФМ, но все они связаны с миссией МККЗР: защита растительных ресурсов мира и содействие безопасной торговле.

- establish and keep under review the necessary institutional arrangements and procedures for the development and adoption of international standards, and to adopt international standards”.

With regards CPM Recommendations and their establishment, CPM Recommendations are the documents that are presented to the annual meeting of the CPM.

IPPC Article XI, 2 (g) states that: “The functions of the Commission on Phytosanitary Measures shall be to promote the full implementation of the objectives of the Convention and, in particular, to:

- adopt such Recommendations for the implementation of the Convention as necessary”.

As of today CPM has adopted following eight Recommendations:

- R-01 LMOs, biosecurity and alien invasive species

- R-02 Threats to biodiversity posed by alien species: actions within the framework of the IPPC

- R-03 Replacement or reduction of the use of methyl bromide as a phytosanitary measure

- R-04 IPPC coverage of aquatic plants

- R-05 Internet trade (e-commerce) in plants and other regulated articles

- R-06 Sea containers

- R-07 The importance of pest diagnosis

- R-08 Preparing to use high-throughput sequencing (HTS) technologies as a diagnostic tool for phytosanitary purposes

In addition, currently IPPC Contracting Parties are reviewing the draft *CPM Recommendation on safe provision of food and other aid to prevent the introduction of plant pests during an emergency situation*.

Hence, during its regular annual sessions, many matters are put forward to the CPM for decisions or agreement of its members. These matters can have different levels of importance and different implications for CPM members but all them are linked to the mission of IPPC: protect global plant resources and facilitate safe trade.

Об участии в 26-м заседании Группы экспертов ЕОКЗР по фитосанитарным мерам для картофеля

С.В. СУДАРИКОВА, старший научный сотрудник лаборатории гельминтологии Испытательного лабораторного центра ФГБУ «ВНИИР»,
e-mail: sudarikovah@mail.ru

В

феврале 2020 года в г. Санта-Крус-де-Тенерифе, Испания, состоялось 26-е заседание Группы экспертов Европейской и Средиземноморской организации по карантину и защите растений (ЕОКЗР) по фитосанитарным мерам для картофеля (далее – Группа) (https://www.eppo.int/MEETINGS/2020_meetings/p_potmeas).

В заседании приняли участие представители Секретариата ЕОКЗР, стран региона, в том числе Российской Федерации, Службы здоровья растений правительства Канарских островов, которая была организатором мероприятия. Председатель заседания – Генеральный директор ЕОКЗР г-н Нико Хорн. Заседания Группы проходят ежегодно, их основной целью является разработка подробных проектов стандартов в области фитосанитарных мер для картофеля. Данные стандарты после официального утверждения Советом ЕОКЗР рекомендуют для применения всем странам – членам организации.

Группа по фитосанитарным мерам для картофеля была создана в 1997 году в качестве специальной группы для разработки актуальных на тот момент стандартов для картофеля и рекомендаций для карантинных вредных организмов, связанных с ним. С 2006 года Группа работает на постоянной основе и рассматривает все аспекты управления рисками национальными организациями по карантину и защите растений (НОКЗР) для предотвращения интродукции и распространения карантинных вредных организмов и регулируемых некарантинных вредных организмов, связанных с картофелем. Эксперты Группы назначаются странами – членами ЕОКЗР. В работе Группы принимают участие представители Российской Федерации.

В повестке заседания рассматривали комплекс вопросов, посвященных разработке и пересмотру стандартов по национальным системам фитосанитарного контроля для вредных организмов, поражающих картофель, и фитосанитарным

On participation in the 26th meeting of the EPPO Panel on Phytosanitary Measures for Potato

S.V. SUDARIKOVA, Senior Researcher of Helminthology Laboratory of Laboratory Testing Center of FGBU “VNIIR”,
e-mail: sudarikovah@mail.ru

The 26th meeting of the European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) Panel on Phytosanitary Measures for Potato (hereinafter – Panel) was held in Santa Cruz de Tenerife, Spain, in February 2020 (https://www.eppo.int/MEETINGS/2020_meetings/p_potmeas).

The meeting was attended by representatives of the EPPO Secretariat, countries of the region, including the Russian Federation as well as the Plant Health Service of the Government of the Canary Islands, which organized the event. The meeting was chaired by Mr. Nico Horn, Director-General of EPPO. The Panel meets annually and the main goal is to develop detailed draft standards in the area of phytosanitary measures for potato. After formal approval by the EPPO Council these standards are recommended for application by all member countries of the organization.

The Panel on Phytosanitary Measures for Potato was established as an ad hoc panel for specific tasks in 1997 to develop then relevant standards for potatoes and recommendations for quarantine pests associated with them. Since 2006, the Panel has been working on a permanent basis and considers all aspects of National Plant Protection Organizations (NPPOs) risk management to prevent the introduction and spread of quarantine pests and regulated non-quarantine pests in potato. Experts for the Panel are nominated by the EPPO member countries. Representatives of the Russian Federation take part in the work of the Panel.

The agenda addressed a range of issues related to the development and revision of standards for national phytosanitary control systems for potato pests and phytosanitary procedures. Experts of the Panel shared the experience of their countries in this field.

The participants of the meeting were welcomed by the Minister of Agriculture, Livestock and Fisheries

процедурам. Эксперты Группы поделились опытом своих стран в этой области.

Участников заседания приветствовала министр сельского хозяйства, животноводства и рыбоводства Канарских островов г-жа Алисия Ваноостенде (рис. 1). Она отметила, что на Канарских островах, в том числе на Тенерифе, развито картофелеводство: картофель выращивают на семенные и продовольственные цели. Производство здорового (свободного от болезней и вредителей) картофеля имеет для Канарских островов большое значение. Негативно сказались на картофелеводстве острова Тенерифе последствия интродукции гватемальской картофельной моли *Tecia solanivora* с клубнями картофеля, импортированного из Венесуэлы в 2000 году. В 2019 году очень сухой климат и высокие температуры стали причиной высокого уровня заражения *Tecia solanivora*.

Участникам Группы были представлены отчет 57-го заседания Рабочей группы по фитосанитарным регламентациям (г. Батуми, Грузия) и презентация о 60-м заседании Группы по фитосанитарным мерам (Брауншвейг, Германия), состоявшихся в 2019 году. По результатам заседаний Секретариат ЕОКЗР подготовил отчет, касающийся семи видов нематод рода *Meloidogyne*, находящихся в Сигнальном и А2 списках ЕОКЗР. В течение последних лет в список ЕОКЗР А2 были добавлены два новых вида: *Meloidogyne enterolobii* и *M. mali*. Три вида – *M. ethiopica*, *M. luci*, *M. graminicola* – были добавлены в Сигнальный список по итогам национальных анализов фитосанитарных рисков (АФР), выполненных в 2017 году. Группами по фитосанитарным мерам и диагностике в нематологии были определены пути распространения этих видов *Meloidogyne*, обсуждены условия для создания свободных от вредных организмов зон, мест и участков производства, а также определены пути и меры по управлению фитосанитарными рисками для этих вредных организмов. Например, отмечено, что для большинства видов *Meloidogyne* статус зоны, свободной от вредителей, будет трудно гарантировать. Рекомендовано рассматривать место и участок производства как наиболее надежные для определения статуса.

Участники Группы по фитосанитарным мерам для картофеля поддержали позицию коллег. Группа также обсудила разработку условий для создания участка производства, свободного от галловых нематод рода *Meloidogyne*. Было отмечено, что обычно эти нематоды находятся на весьма ограниченной территории, приурочены к песчаным почвам, и с экономической точки зрения требование свободного места и участка производства является оптимальным. Эксперты предложили проводить тестирование участка производства сразу после выращивания восприимчивого растения-хозяина, что позволяет достоверно выявить вредителя.

В ходе заседания были рассмотрены стандарты, находящиеся в редакции, и проекты новых стандартов, необходимость которых в настоящий момент



Рис. 1. Открытие 26-го заседания Группы экспертов по фитосанитарным мерам для картофеля (https://www.eppo.int/MEETINGS/2020_meetings/p_potmeas)

Fig. 1. Opening of the 26th meeting of the EPPO Panel on Phytosanitary Measures for Potato (https://www.eppo.int/MEETINGS/2020_meetings/p_potmeas)

of the Canary Islands, Ms. Alicia Vanoostende (Fig. 1). She noted that the Canary Islands, including Tenerife, have developed potato farming: potatoes are grown for seed and food purposes. The production of healthy (disease- and pest-free) potatoes is of great importance for the Canary Islands. Potato production in Tenerife has been adversely affected by the introduction of Guatemalan potato moth *Tecia solanivora* with potato tubers imported from Venezuela in 2000. In 2019, a very dry climate and high temperatures caused high levels of contamination with *Tecia solanivora*.

The participants were presented the report of the 57th meeting of the Working Party on Phytosanitary Regulations (Batumi, Georgia) and a presentation on the 60th meeting of the Panel on Phytosanitary Measures (Braunschweig, Germany) held in 2019. As a result of the meetings, the EPPO Secretariat prepared a report on seven species of nematodes belonging to the genus *Meloidogyne* which are included in the EPPO Alert and the EPPO A2 lists. In recent years, two new species have been added to EPPO A2 list: *Meloidogyne enterolobii* and *M. mali*. Three species – *M. ethiopica*, *M. luci*, *M. graminicola* – have been added to the Alert list based on the results of national Pest Risk Analyses (PRAs) conducted in 2017. The Panels on Phytosanitary Measures and Diagnostics in Nematology determined the ways of distribution of these species of *Meloidogyne*, discussed the conditions for the establishment of pest-free zones, places and production areas, and also determined the ways and measures for the pest risk management of these pests. For example, it was noted that for most species of *Meloidogyne* the pest-free status will be difficult to guarantee. It is recommended to consider the place and area of production as the most reliable for status determination.

The participants of the Panel on Phytosanitary Measures for Potato supported the position of their colleagues. The Panel also discussed the development of conditions for the establishment of a production site free of gall nematodes of the genus *Meloidogyne*. It was noted that these nematodes were usually located in a very limited area, confined to sandy soils, and from an economic point of view, the requirement for free place or production area is optimal. Experts proposed to test the

очень актуальна. Например, стратегия борьбы с таким вредоносным заболеванием, как рак картофеля, вызываемым грибом *Synchytrium endobioticum*, включает в себя использование устойчивых к заболеванию сортов. В рамках этой стратегии и с целью координации усилий стран – членов ЕОКЗР в производстве таких сортов картофеля Группа разработала проект Стандарта РМ 3/NEW «Тестирование сортов картофеля для оценки устойчивости к *Synchytrium endobioticum*». На заседании обсудили проект Стандарта после консультации стран, которую провели в декабре 2019 года. Получены комментарии от Чехии, Франции, Германии, России и Швеции. С российской стороны в подготовке комментариев принимали участие специалисты Всероссийского центра карантина растений (ФГБУ «ВНИИКР») и ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха». В данном Стандарте рассмотрены три метода тестирования сортов, один из которых – метод Спикермана – применяется в нашей стране. Стандарт нацелен на согласование методов оценки устойчивости, что дает возможность сравнивать результаты. Однако в Стандарте также признаются различные способы тестирования в отдельности. Группой было предложено не включать в Стандарт полевые и/или горшочные тесты, которые практикуются в некоторых странах – членах ЕОКЗР, но предоставить стране возможность использовать их по своему усмотрению. В целом Стандарт предварительно одобрен Группой и после окончательного обсуждения и согласования с Рабочей группой экспертов и Рабочей группой по фитосанитарным регламентациям будет направлен Совету для утверждения.

В настоящее время назрела необходимость в дополнении некоторых существующих стандартов новыми данными и расширении области их применения. Это касается, например, Стандарта серии Национальные системы фитосанитарного контроля РМ 9/25 (2) «*Bactericera cockerelli* and *Candidatus Liberibacter solanacearum*», который был дополнен европейскими гаплотипами C, D, E. Существующая версия Стандарта РМ 9/25 (1) разработана для американских гаплотипов *Candidatus Liberibacter solanacearum* A и B, поражающих картофель. Возбудитель болезни «зебра чип» картофеля и его переносчик входят в перечни A1 карантинных вредных организмов, отсутствующих в регионе ЕОКЗР и на территории Евразийского экономического союза (ЕАЭС). Исследования, проведенные в течение последних лет, показали, что присутствующие в регионе ЕОКЗР европейские гаплотипы вредного организма C, D, E также представляют опасность для картофеля и культур семейства Ариáceе и могут переноситься листоблошками, распространенными в Европе. Включение в Стандарт новых гаплотипов, которые имеют ограниченное распространение на территории ЕОКЗР, требует других фитосанитарных



Рис. 2. Камера для обработки продукции углекислым газом от картофельной моли (фото С.В. Судариковой)

Fig. 2. Chamber for carbon dioxide treatment of products against potato moth (photo by S.V. Sudarikova)



Рис. 3. Обработанная продукция упакована в пакеты (фото С.В. Судариковой)

Fig. 3. Processed products are packaged in packets (photo by S.V. Sudarikova)

production area immediately after the susceptible host plant is grown, which allows to reliably identify the pest.

During the meeting, the standards under review and the draft of new standards, the need for which is currently very urgent, were discussed. For example, the strategy to control a harmful disease such as potato wart disease caused by *Synchytrium endobioticum* includes the use of disease-resistant varieties. As part of this strategy, and in order to coordinate the efforts of EPPO member countries in the production of such potato varieties, the Panel developed draft Standard PM 3/NEW “Testing of potato varieties to assess resistance to *Synchytrium endobioticum*”. The meeting discussed the draft Standard after a country consultation held in December 2019. Comments were received from the Czech Republic, France, Germany, Russia and Sweden. On the Russian side, experts from the All-Russian Plant Quarantine Center (FGBU “VNIIR”) and FGBNU “All-Russian Research Institute of Potato Farming named after A.G. Lorkh” took part in preparing comments. This Standard covers three methods of testing varieties, one of which is used in our country – the Spiekermann method. The standard is aimed at harmonizing methods of resistance evaluation, which makes it possible to compare results. However, the Standard also recognizes different testing methods separately. It was suggested by the Panel that field and/or pot tests, which are practiced in some EPPO member countries, should not be included in the Standard, but that the country should be allowed to use them at its discretion. In general, the Standard was approved in advance by the Panel and, after final discussion and agreement with the Expert Working Group and the Working Party on Phytosanitary Regulations, will be sent to the Council for approval.

There is now a need to supplement some existing standards with new data and expand their scope.

мер. Стандарт был доработан с учетом новых данных, расширена область его применения, он также дополнен Приложением 4 «Система контроля для гаплотипов *Candidatus L. solanacearum*, присутствующих в регионе ЕОКЗР (C, D, E)», разработанным в 2019 году и охватывающим меры по снижению риска. Эти гаплотипы, а также новые, выявляемые в странах Европы, будут контролироваться как регулируемые некарантинные вредные организмы (РНКВО). Группа полностью поддержала подход, предложенный в настоящем Стандарте. Было отмечено, что при вспышках заболевания на картофеле очень важна идентификация гаплотипа, так как выявление гаплотипа A или B может указывать на занос переносчика *B. cockerelli*, который отсутствует в Европе. Стандарт был также дополнен перечнем стран, где распространен переносчик *B. cockerelli*. Пересмотренный проект Стандарта с некоторыми изменениями, внесенными на заседании Группы, будет направлен на консультации стран.

В рамках обсуждения необходимости пересмотра некоторых стандартов с учетом новых данных отмечено, что целесообразно пересмотреть Стандарт РМ 3/68 «Тестирование сортов картофеля для оценки устойчивости к *Globodera rostochiensis* и *Globodera pallida*» с использованием результатов проектов PalAdapt и Polyfit, которые еще не были завершены.

В пересмотре нуждается и Стандарт РМ 3/70 «Сертификация клубней картофеля на экспорт и их проверка на соответствие при импорте». Этот Стандарт уже был рассмотрен Группой по фитосанитарным инспекциям, которая предложила расширить его, дополнив информацией о вредных организмах, и рассматривать отдельно семенной и продовольственный картофель. По мнению Группы по фитосанитарным мерам для картофеля, необходим подробный анализ планируемой работы над Стандартом. Решение о пересмотре перенесли на следующее заседание Группы.

Актуальной проблемой в картофелеводстве для стран – членов ЕОКЗР остается бурая гниль картофеля, вызываемая бактерией *Ralstonia solanacearum*. Эксперт из Нидерландов поделился национальным опытом борьбы с *R. solanacearum* с момента первой вспышки в 1995 году. Он подчеркнул, что для фермеров актуальны два способа заражения посадок картофеля *R. solanacearum*: через загрязненные поверхностные воды или с зараженной партией семян. С 2005 года использование поверхностных вод для производства семенного картофеля в Нидерландах запрещено, и данный запрет полностью поддерживается производителями. Для продовольственного картофеля это возможно локально, только после тестирования проб воды на отсутствие *R. solanacearum*. Однако заражение картофеля *R. solanacearum* может происходить в результате частичного затопления полей при экстремальных климатических условиях. Для того, чтобы вредный организм достиг концентрации, достаточной для обнаружения, требуется 2–3 года, поэтому момент его интродукции не всегда может быть сразу определен. Все данные о выявлении *R. solanacearum* были основаны на лабораторных исследованиях бессимптомного картофеля, а не на обнаружениях зараженного картофеля с выраженными симптомами. С 1995 года программа систематического тестирования *R. solanacearum* и *Clavibacter sepedonicus* проводится на всех партиях семенного



Рис. 4. Технический визит на участки по производству картофеля и очаги гватемальской картофельной моли (https://www.eppo.int/MEETINGS/2020_meetings/p_potmeas)

Fig. 4. Technical visit to potato production sites and outbreaks of Guatemalan potato moth (https://www.eppo.int/MEETINGS/2020_meetings/p_potmeas)

This is the case, for example, of Standard of the National Regulatory Control System Series PM 9/25 (2) “*Bactericera cockerelli* and *Candidatus Liberibacter solanacearum*”, which has been supplemented by the European haplotypes C, D, E. The current version of Standard PM 9/25 (1) is designed for the American haplotypes of *Candidatus Liberibacter solanacearum* A and B that affect potatoes. The agent of potato “zebra chip” disease and its vector are included in the lists A1 of quarantine pests that are absent in the EPPO region and in the territory of the Eurasian Economic Union (EAEU). Studies conducted in recent years have shown that the European haplotypes C, D, E present in the EPPO region also pose a danger to potatoes and Apiaceae crops and can be carried by psyllas common in Europe. The inclusion in the Standard of new haplotypes, which have limited distribution in the EPPO area, requires other phytosanitary measures. The Standard has been updated to take into account new data, its scope has been expanded and also supplemented by Annex 4 “The control system for haplotypes of *Candidatus L. solanacearum*, present in the EPPO region (C, D, E)”, developed in 2019, covering risk reduction measures. These haplotypes, as well as new haplotypes identified in European countries, will be controlled as Regulated Non-Quarantine Pests (RNQPs). The Panel fully supported the approach proposed in this Standard. It was noted that the identification of haplotype was very important in potato outbreaks, as the identification of haplotype A or B may indicate the introduction of vector *B. cockerelli*, which is absent in Europe. The standard has also been supplemented by a list of countries where carrier *B. cockerelli* is distributed. The revised draft Standard, with some modifications made at the Panel meeting, will be sent for country consultations.

In discussing the need to revise some standards to reflect new data, it was noted that Standard PM 3/68



Рис. 5. Мониторинг гватемальской картофельной моли с помощью феромонной ловушки (фото С. Picard)

Fig. 5. Monitoring of Guatemalan potato moth with the use of a pheromone trap (photo by C. Picard)

картофеля как часть голландской системы паспортизации растений. Это непрерывное тестирование позволяет выявлять *R. solanacearum* на ранней стадии (до появления каких-либо симптомов) и устранять зараженный материал из производственной цепочки семенного картофеля. При хранении и перевозках ни разу не было обнаружено перекрестного заражения между партиями картофеля.

Отмечено, что кольцевая гниль картофеля *C. sepedonicus* тоже является проблемой для картофелеводства, но имеет меньшее значение, чем бурая гниль.

По мнению Группы, с учетом наработанных странами опыта борьбы с бурой гнилью картофеля назрела необходимость пересмотра Стандартов серии Национальные системы фитосанитарного контроля PM 9/3 "*Ralstonia solanacearum*" и PM 9/2 "*Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*". В Стандарт PM 9/2 необходимо внести поправки с учетом обновления таксономии (новое название *Clavibacter sepedonicus*) и откорректировать его область применения. Участники Группы отметили более высокий приоритет пересмотра Стандарта PM 9/3 для *R. solanacearum*. Группа рекомендовала при его пересмотре учесть возможные риски для участков производства с растениями, не являющимися хозяевами *R. solanacearum*; риск перекрестного заражения партий картофеля; частоту отбора проб и т. д.

Для некоторых вредных организмов, например вирусов и виридов, важной мерой контроля является применение дезинфицирующих средств. Проведение исследований эффективности воздействия дезинфектантов на вредные организмы, обновление реестров дезинфицирующих средств в странах явились предпосылками к пересмотру Стандарта серии Национальные системы фитосанитарного контроля PM 9/13 «Вириод веретеновидности клубней картофеля (PSTVd)». Для контроля заболевания предложено внести изменения в список дезинфицирующих средств и дополнения к данному списку. Отмечено, что статус организма в ЕС изменен на регулируемый некарантинный, но в ЕОКЗР он находится в списке A2 и является карантинным в некоторых странах – членах организации. Следует обсудить, является ли рекомендация ЕОКЗР регулировать PSTVd как карантинный

“Testing of potato varieties to assess resistance to *Globodera rostockiensis* and *Globodera pallida*”, should be revised using the results of the PalAdapt and Polyfit projects that have not yet been completed.

Standard PM 3/70 “Export certification and import compliance checking for potato tubers” also needs to be revised. The Standard has already been reviewed by the Panel on Phytosanitary Inspection, which proposed to expand it including information on pests and to consider seed and ware potatoes separately. The Panel on Phytosanitary Measures for Potato believes that a detailed analysis of the planned work on the Stan-

dard is needed. The decision on the revision was deferred to the next meeting of the Panel.

A topical issue in potato production for EPPO countries is the potato brown rot caused by the bacterium *Ralstonia solanacearum*. The expert from the Netherlands shared national experiences in controlling *R. solanacearum* since the first outbreak in 1995. He stressed that there are two ways for farmers to infect potato plants with *R. solanacearum*: through contaminated surface water or with contaminated seed lots. Since 2005, the use of surface water for seed potato production has been banned in the Netherlands and this ban is fully supported by producers. For ware potato, this is only possible locally, after testing water samples for the absence of *R. solanacearum*. However, contamination of potatoes with *R. solanacearum* may occur as a result of partial flooding of fields under extreme climatic conditions. It takes 2–3 years for a pest to reach a concentration sufficient for detection, so the moment of introduction cannot always be immediately determined. All data on the detection of *R. solanacearum* were based on laboratory studies of asymptomatic potatoes rather than on the detection of infected potatoes with pronounced symptoms. Since 1995, the systematic testing programme for *R. solanacearum* and *Clavibacter sepedonicus* has been carried out on all seed potato lots as part of the Dutch plant passport system. This continuous testing makes it possible to detect *R. solanacearum* at an early stage (before any symptoms appear) and to remove contaminated material from the seed potato production chain. During storage and transport, no cross-contamination between lots of potatoes was ever detected.

It has been noted that the ring rot of potatoes *C. sepedonicus* is also a problem for potato production, but of less importance than brown rot.

According to the Panel, in view of the experience gained by countries in controlling potato brown rot, there is a need to revise the Standards of the National Phytosanitary Control System series PM 9/3 "*Ralstonia solanacearum*" and PM 9/2 "*Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*". Standard PM 9/2 should be amended to

вредный организм по-прежнему актуальной. Сравнение списков регулируемых вредных организмов ЕОКЗР, ЕС и ЕАЭС уже включено в повестку следующего заседания Группы экспертов по фитосанитарным мерам, и этот вопрос также будет подниматься. Пересмотр Стандарта отложен на следующий год.

Актуальной для стран региона остается проблема, связанная с интродукцией вредных организмов в результате перемещения почвы с продукцией. Экспертам был представлен проект Стандарта PM 3/NEW «Управление фитосанитарными рисками для культуры картофеля в результате перемещения почвы, связанной с корнеплодами и картофелем». Все комментарии, представленные на последнем заседании Группы, были приняты во внимание. Проект Стандарта был распространен среди ассоциаций заинтересованных сторон (EUPPA, EUROPATAT, CIBE, COPA-COGECA и FRESHFEL). Несколько новых комментариев было получено от EUROPATAT и CIBE. Внесены новые данные о возможных путях распространения вредных организмов, связанных с картофелем, а также данные об их выживаемости в почве без растения-хозяина. Особое внимание в Стандарте было уделено возможности переноса вредных организмов с сахарной свеклой, загрязненной почвой, так как в европейских странах свекла часто возделывается в севообороте с картофелем. В отношении этой продукции в Стандарт внесены дополнительные фитосанитарные меры. Дополнены меры по управлению рисками при сортировке, упаковке и/или переработке продукции, а также при перемещении почвы, связанной с продукцией. Предложено в Стандарте дать рекомендации фермерам о том, как сохранить возможно больше почвы на поле фермы, а также



Рис. 6. Гватемальская картофельная моль *Tecia solanivora* на феромонной ловушке (фото С. Picard)

Fig. 6. Guatemalan potato moth *Tecia solanivora* on a pheromone trap (photo by C. Picard)



Рис. 7. Картофель, пораженный *Tecia solanivora* (фото С.В. Судариковой)

Fig. 7. Potato infected with *Tecia solanivora* (photo by S.V. Sudarikova)

take into account the update of the taxonomy (new name *Clavibacter sepedonicus*) and adjust its scope of application. Participants of the Panel noted that the revision of Standard PM 9/3 for *R. solanacearum* was a higher priority. The Panel recommended to take into account possible risks for production areas with plants that are not hosts of *R. solanacearum*; risk of cross-contamination of potato lots; frequency of sample collection, etc.

For some pests, such as viruses and viroids, disinfectants are an important control measure. Research on the effectiveness of disinfectants' impact on pests, updating the registers of disinfectants in countries were the prerequisites for the revision of the Standard of National Regulatory Control Systems series PM 9/13 “Potato spindle tuber viroid on potato (PSTVd)”. Amendments and additions to the list of disinfectants for disease control were proposed. It was noted that the status of the organism in the EU was changed to regulated non-quarantine, but in EPPO it is in the list A2 and is quarantine in some member countries of the organization. It should be discussed whether the EPPO recommendation to regulate PSTVd as a quarantine pest is still relevant. A comparison of the EPPO, EU and EAEU lists of regulated pests is already on the agenda of the next Panel on Phytosanitary Measures and this issue will also be raised. The revision of the Standard has been postponed to the next year.

The problem associated with the introduction of pests as a result of soil movement with products remains relevant for the countries of the region. The experts were presented with the draft Standard PM 3/NEW “Management of phytosanitary risks for potato crops resulting from movement of soil associated with root crops and potatoes”. All comments presented at the last meeting of the Panel were taken into account. The draft Standard was distributed to associations of concerned parties (EUPPA, EUROPATAT, CIBE, COPA-COGECA and FRESHFEL). Several new comments were received from EUROPATAT and CIBE. New data on possible pathways of potato pests as well as data on their survival in soil without a host plant have been introduced. Special attention in the Standard was paid to the possibility of the transfer of pests with sugar beet, contaminated soil, as in European countries it is often cultivated in crop rotation with potatoes. For these products, additional phytosanitary measures have been introduced to the Standard. Risk management measures for sorting, packaging and/or processing of products, as well as for the movement of soil associated with products, have been added. The Standard offers guidance to farmers on how to keep as much soil in the farm field as possible, as well as advice to processing companies on how to safely remove or treat the soil. The risks of soil movement should be assessed. Work on the Standard will continue.

рекомендации перерабатывающим предприятиям по безопасному удалению почвы или ее обработке. Риски перемещения почвы должны быть оценены. Работа над Стандартом будет продолжена.

При производстве здорового картофеля большое значение имеет борьба с клубнями картофеля, оставшимися в поле после сбора урожая и прорастающими на следующий год. С этим связаны высокие риски и проблемы в отношении сохранения и распространения вредных организмов в поле. Эксперты Группы работают над данной проблемой, и результатом этой работы стал проект Стандарта PM 3/NEW «Контроль самопроизвольно растущих (самосевных) растений картофеля». На заседании проект Стандарта был подробно рассмотрен и сделаны дополнения, касающиеся официального контроля, мер управления рисками, пересмотра списка растений – хозяев вредных организмов. После сбора дополнительной информации от членов Группы о национальном опыте борьбы с самопроизвольно растущими растениями картофеля, а также об использовании гербицидов для этой цели проект Стандарта будет направлен для консультации со странами.

Группе была представлена презентация по производству картофеля из настоящих семян (TPS) в Нидерландах и по фитосанитарным рискам, связанным с этим производством. Были показаны преимущества использования настоящих семян картофеля: повышение урожайности, сокращение использования пестицидов, более быстрое размножение, лучшая транспортировка и хранение и отсутствие проблем с вредителями, переносимыми почвой. Одно родительское растение может производить тысячи настоящих семян в течение полугода. Такое производство в пределах ЕС очень выгодно с точки зрения логистики. Например, 25 тонн семенного картофеля, необходимого, чтобы засадить 10 га, займет большой морской контейнер, а 200 граммов семян для той же площади поместятся в один конверт. Большими плюсами является отсутствие на/в настоящих семенах большинства бактерий, грибов и вирусов. Семена могут храниться десятилетиями. Настоящие семена тестируют на набор вирусов и виридов, бактерии *R. solanacearum*, *C. sepeidonicus*, *Ca. Liberibacter solanacearum*. Однако бактерии никогда не обнаруживались при тестировании. Считается, что основной фитосанитарный риск при использовании TPS связан с импортом (например, риск импорта новых вирусов) и ниже или сопоставим с риском для семенного картофеля. С декабря 2019 года требования к внутренней торговле TPS были включены в новый регламент ЕС, однако ввоз TPS в ЕС пока запрещен. Группа считала, что для включения TPS в PM 4/28 (1) «Схемы сертификации: семенной картофель» пока недостаточно опыта.

В качестве одного из пунктов рабочего совещания был организован технический визит для ознакомления с фитосанитарной ситуацией с гватемальской картофельной молю *Tecia solanivora* на Канарских островах. Группа посетила Управление окружающей средой в сельской местности GMR Canarias при правительстве Канарских островов. Целью этого мероприятия было ознакомление с производством картофеля, мониторингом гватемальской картофельной моли *Tecia solanivora* и фитосанитарными мерами против нее.

In the production of healthy potatoes, it is important to control potato tubers that remain in the field after harvest and sprout next year. There are high risks and challenges associated with the conservation and spread of pests in the field. The experts of the Panel are working on this problem and the result of this work is the draft Standard PM 3/NEW “Control of volunteer potato”. At the meeting the draft Standard was reviewed in detail and additions were made regarding official control, risk management measures, revision of the list of host plants for pests. Following the collection of additional information from Panel members on national experiences in the control of volunteer potato and on the use of herbicides for this purpose, the draft Standard will be sent for consultation with countries.

The Panel was given a presentation on potato production from true potato seeds (TPS) in the Netherlands and the phytosanitary risks associated with this production. The advantages of using true potato seeds were shown: higher yields, reduced pesticide use, faster multiplication, better transportation and storage, and no problems with soil borne pests. A single parent plant can produce thousands of true potato seeds within six months. Such production within the EU is very profitable in terms of logistics. For example, 25 tons of seed potatoes needed to plant 10 hectares will take a large sea container, and 200 grams of seeds for the same area will fit into one envelope. A big plus is that most bacteria, fungi and viruses are not present on/in true seeds. Seeds can be stored for decades. True seeds are tested for a set of viruses and viroids, bacteria *R. solanacearum*, *C. sepeidonicus*, *Ca. Liberibacter solanacearum*. However, the bacteria have never been detected during testing. The main pest risk for TPS use is considered to be related to imports (e. g. the risk of importing new viruses) and lower or comparable to the risk for seed potatoes. Since December 2019, domestic trade requirements for TPS have been included in the new EU regulation, but the importation of TPS into the EU is still prohibited. The Panel considered that there was not yet sufficient experience to include TPS in PM 4/28 (1) “Certification schemes: seed potatoes”.

As part of the workshop, a technical visit was organized to see the phytosanitary situation with Guatemalan potato moth *Tecia solanivora* in the Canary Islands. The Panel visited GMR Canarias, Management of the Rural Environment of the Canary Islands affiliated to the Government of the Canary Islands. The purpose of the event was to learn about potato production, monitoring of Guatemalan potato moth *Tecia solanivora* and phytosanitary measures against it.

During this visit, the Panel was accompanied by technical experts from the Canary Institute of Agrarian Research (ICIA), representatives of the Government of the Canary Islands, Island Council of Tenerife and the border inspection point of the Ministry of Agriculture, as well as GMR specialists themselves.

During the tour of the sites, the Group was shown a chamber for treatment against moth and other insects. This airtight chamber with a carbon dioxide enriched atmosphere makes it possible to eradicate *Tecia solanivora* in tubers that have already been harvested

В этом визите Группу сопровождали технические специалисты из Института сельскохозяйственных исследований Канарских островов (Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA)), представители правительства Канарских островов, Совета острова Тенерифе и пункта пограничной инспекции Министерства сельского хозяйства, а также сами специалисты GMR Canarias.

Во время экскурсии по объектам участникам Группы показали камеру для обработки от моли и других насекомых. Эта воздухопроницаемая камера с атмосферой, обогащенной углекислым газом, позволяет уничтожить *Tecia solanivora* в клубнях, которые уже собраны и хранятся. В камеру закладывают продукцию в палетах при комнатной температуре на несколько дней. За это время все насекомые погибают, как находящиеся на поверхности продукции, так и внутри клубней. Обработанная продукция запечатывается и хранится отдельно (рис. 2, 3).

Эта технология открывает возможности для продажи картофеля с Канарских островов за границу в недалеком будущем, а также позволяет производить семена, полностью свободные от насекомых-вредителей.

Члены Группы посетили окрестности Икод-эль-Альто, одного из первых районов Европы, в котором высадили картофель (рис. 4). Эту культуру выращивают здесь на террасах в течение всего года и собирают 3–4 урожая в год. Участники Группы посмотрели, как проводится мониторинг гватемальской картофельной моли с помощью ловушек, и ознакомились с широким разнообразием сортов картофеля (рис. 5, 6, 7).

На Тенерифе особенно популярны 13 сортов картофеля, используемого в национальной кухне (рис. 8).

В завершение заседания Группы Председатель отметил, что в 2020 году начнутся несколько исследовательских проектов EUPHRESO, представляющих интерес для Группы, в частности, продолжение проекта PhyLib, касающегося тех видов псиллид (листоблошек), которые переносят *Ca. L. solanacearum*. В настоящее время обсуждаются проектные предложения по исследованию патотипов *Globodera pallida* в Европе для улучшения методов тестирования и выведения устойчивых сортов картофеля; а также проект по *Pectobacterium brasiliense* и *P. parmentieri* для более глубокого исследования этих двух возбудителей, их экономического значения, растений-хозяев, возможных фитосанитарных мер.

Участие специалистов ФГБУ «ВНИИР» в мероприятиях, организуемых ЕОКЗР, дает возможность использовать опыт зарубежных коллег по фитосанитарному контролю в отношении карантинных для ЕАЭС организмов, гармонизировать международные и российские стандарты, а также делиться практическим опытом.



Рис. 8. Наиболее популярные сорта картофеля на о. Тенерифе (фото С.В. Судариковой)

Fig. 8. The most popular potato varieties on Tenerife Island (photo by S.V. Sudarikova)

and stored. In the chamber, the products are palletized at room temperature for a few days. During this time, all insects are killed, both on the surface of the product and inside the tubers. The processed products are sealed and stored separately (Fig. 2, 3).

This technology opens up the possibility of selling potatoes from the Canary Islands abroad in the near future, as well as producing seeds that are completely free from insect pests.

Members of the Panel visited the suburbs of Icod El Alto, one of the first areas in Europe where potatoes were planted (Fig. 4). This crop is grown here on terraces all year round and crops are harvested 3–4 times a year. The participants of the Panel saw how Guatemalan potato moth is monitored using traps and were introduced to a wide diversity of potato varieties (Fig. 5, 6, 7).

In Tenerife, 13 varieties of potatoes used in the national cuisine are particularly popular (Fig. 8).

At the end of the Panel's meeting, the Chairman noted that several EUPHRESO research projects of interest to the Panel will start in 2020, in particular the continuation of the PhyLib project on the species of psyllids (leaflets) that carry *Ca. L. solanacearum*. Project proposals to study *Globodera pallida* pathotypes in Europe to improve testing methods and develop resistant potato varieties are currently under discussion; and a project on *Pectobacterium brasiliense* and *P. parmentieri* to investigate these two pathogens in greater depth, their economic importance, host plants, and possible phytosanitary measures.

Participation of the specialists of FGBU “VNIIR” in events organized by EPPO provides an opportunity to use experience of foreign colleagues in phytosanitary control in respect of quarantine organisms for EAEU, to harmonize international and Russian standards, as well as to share practical experience.

Разработка информационной системы по фитосанитарным требованиям стран – импортеров российской зерновой продукции

К.А. ГРЕБЕННИКОВ, к. б. н., старший научный сотрудник отдела лесного карантина ФГБУ «ВНИИКР», e-mail: kgrebennikov@gmail.com

Д.Г. КАСАТКИН, к. б. н., старший научный сотрудник Ростовского филиала ФГБУ «ВНИИКР», e-mail: dorcadion@yandex.ru

Ю.А. ЛОВЦОВА, к. б. н., старший научный сотрудник НМО энтомологии ФГБУ «ВНИИКР», e-mail: julialov@inbox.ru

Ю.А. ШНЕЙДЕР, к. б. н., и. о. заместителя директора ФГБУ «ВНИИКР», e-mail: yury.shneyder@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты разработки электронного справочника (информационной системы) по фитосанитарным требованиям стран – импортеров российской зерновой продукции. Изложены методы, основные этапы и особенности полученных результатов. Дана оценка практической значимости и перспектив дальнейшего пополнения и развития информационной системы.

Ключевые слова. Фитосанитарные требования, экспорт, зерно, информационная система.



ВВЕДЕНИЕ

Экспорт продукции растениеводства – одна из наиболее значимых и активно развивающихся отраслей отечественной экономики. Обеспечение интересов российских производителей растениеводческой продукции входит в один из федеральных проектов (экспорт продукции АПК) национального проекта (программы) «Международная кооперация и экспорт» (2018).

Однако в соответствии с Международной конвенцией по карантину и защите растений (1997),

Development of the information system on phytosanitary requirements of the countries importing Russian grain products

K.A. GREBENNIKOV, PhD in Biology, Senior Researcher of the Forest Quarantine Department of FGBU "VNIKR", e-mail: kgrebennikov@gmail.com

D.G. KASATKIN, PhD in Biology, Senior Researcher of the Rostov Branch of FGBU "VNIKR", e-mail: dorcadion@yandex.ru

Y.A. LOVTSOVA, PhD in Biology, Senior Researcher of the Entomological Research and Methodology Department of FGBU "VNIKR", e-mail: julialov@inbox.ru

Y.A. SHNEYDER, PhD in Biology, Acting Deputy Director of FGBU "VNIKR", e-mail: yury.shneyder@mail.ru

Abstract. The article presents the results of the development of an electronic directory (information system) on the phytosanitary requirements of countries importing Russian grain products. The methods, main stages and features are described. The practical significance and prospect of further data input and the development of the information system are assessed.

Keywords. Phytosanitary requirements, export, grain, information system.

INTRODUCTION

Export of plant products is one of the most significant and actively developing sectors of the Russian economy. The interests of Russian producers of plant products are accommodated in one of the Federal Projects (export of agricultural products) of the National Project (Program) "International Cooperation and Export" (2018).

с целью предотвращения интродукции и (или) распространения регулируемых вредных организмов на свою территорию страны – участники Конвенции имеют суверенное право регулировать ввоз подкарантинной продукции, устанавливая те или иные ограничительные требования. Данные требования и правила могут существенно осложнять возможность ввоза растительной продукции на территорию каждой из стран – торговых партнеров Российской Федерации.

В связи с этим особое значение имеет своевременное и полное обеспечение как производителей и экспортеров российской растительной продукции, так и федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по контролю и надзору в области карантина растений, достоверной и актуальной информацией о фитосанитарных требованиях стран-импортеров.

Среди общего перечня экспортируемой Россией растительной продукции лидирующее место занимает продукция зерновых культур. В 2019 году Российская Федерация поставила в 120 зарубежных стран почти 40 миллионов тонн зерновой продукции (АСД «Доступ-ТСВТ») (рис. 1). По существу, российское зерно получает подавляющее большинство человечества: из всех стран с населением более миллиона человек оно не поставлялось лишь в 42, более 10 миллионов – лишь в 15, более 20 миллионов – лишь в две страны (Аргентину и Колумбию) соответственно. Среди видов экспортируемой Россией зерновой продукции основным является зерно пшеницы (83% от всего объема экспорта зерновых в 2019 году), в большом количестве поставляются также ячмень и кукуруза (9 и 7% в 2019 году соответственно). Прочие виды зерна экспортируются в относительно небольших количествах (в сумме около 1% экспорта в 2019 году), однако при поставках в отдельные страны могут составлять значительную долю экспорта.

Таким образом, российская зерновая продукция не только экспортируется в значительных объемах более чем в половину государств мира, но и отличается сложной и неоднородной структурой экспорта по странам и видам продукции. В связи с этим разработка электронного справочника (информационной системы) по фитосанитарным требованиям, предъявляемым странами-импортерами к российскому зерну, представляется актуальной и своевременной задачей, имеющей большое практическое значение для обеспечения экономической и продовольственной безопасности Российской Федерации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При разработке информационной системы по фитосанитарным требованиям стран – импортеров российской зерновой продукции был проанализирован широкий круг источников информации:

- документы стран – импортеров российской подкарантинной продукции, устанавливающие фитосанитарные требования и ограничения и размещенные на сайте Международной конвенции по карантину и защите растений (www.ippc.int) и сайте Россельхознадзора (www.fsvps.ru);

- нормативно-правовые акты стран – импортеров российской подкарантинной продукции в области карантина растений, размещенные на сайтах органов государственной власти этих стран;

However, in accordance with the International Plant Protection Convention (1997), in order to prevent the introduction and/or spread of regulated pests into their territory, the Contracting Parties have the sovereign right to control the import of regulated products establishing certain restrictive requirements. Such requirements and rules can significantly complicate the possibility of exporting plant products to each of the countries – trading partners of the Russian Federation.

In this regard, to timely and completely provide growers and exporters of Russian plant products, as well as the Federal Executive Body fulfilling control and supervision functions in the field of plant quarantine with reliable and relevant information on the phytosanitary requirements of importing countries is particularly important.

Among the general list of plant products exported by Russia, the leading position belongs to grain products. In 2019, the Russian Federation supplied almost 40 million tons of grain products to 120 foreign countries (ASD "Access-TSVT") (Fig. 1). Factually speaking, the majority of mankind receives Russian grain: amongst all countries with a population of more than one million people only 42 countries do not import Russian grain, which is also true for only 15 amongst those with population of more than 10 million, and only two countries (Argentina and Colombia) amongst those with population of more than 20 million respectively. From all the types of grain products exported by Russia, the main one is wheat grain (83% of the total grain export in 2019), barley and corn are also supplied in large quantities (9 and 7% in 2019 respectively). Other types of grain are exported in relatively small quantities (about 1% of exports in 2019 in total), however they can compose a significant share of export to some countries.

Thus, Russian grain products are not only exported in significant volumes to more than half of the countries of the world, but also have a complex and heterogeneous export structure by country and type of product. In this regard, the development of an electronic directory (information system) on phytosanitary requirements imposed by importing countries on Russian grain seems to be an opportune task of great practical importance for ensuring the economic and food security of the Russian Federation.

MATERIALS AND METHODS

When developing an information system on the phytosanitary requirements of countries importing Russian grain products, a wide range of information sources was analyzed:

- documents of importers of Russian regulated products establishing phytosanitary requirements and restrictions posted on the website of the International Plant Protection Convention (www.ippc.int) and the website of Rosselkhoz nadzor (www.fsvps.ru);
- regulatory acts of importers of Russian regulated products in the field of plant quarantine, posted on the websites of their state authorities;
- statistics of the Federal Customs Service on the export of Russian regulated products (ASD "Access-TSVT");

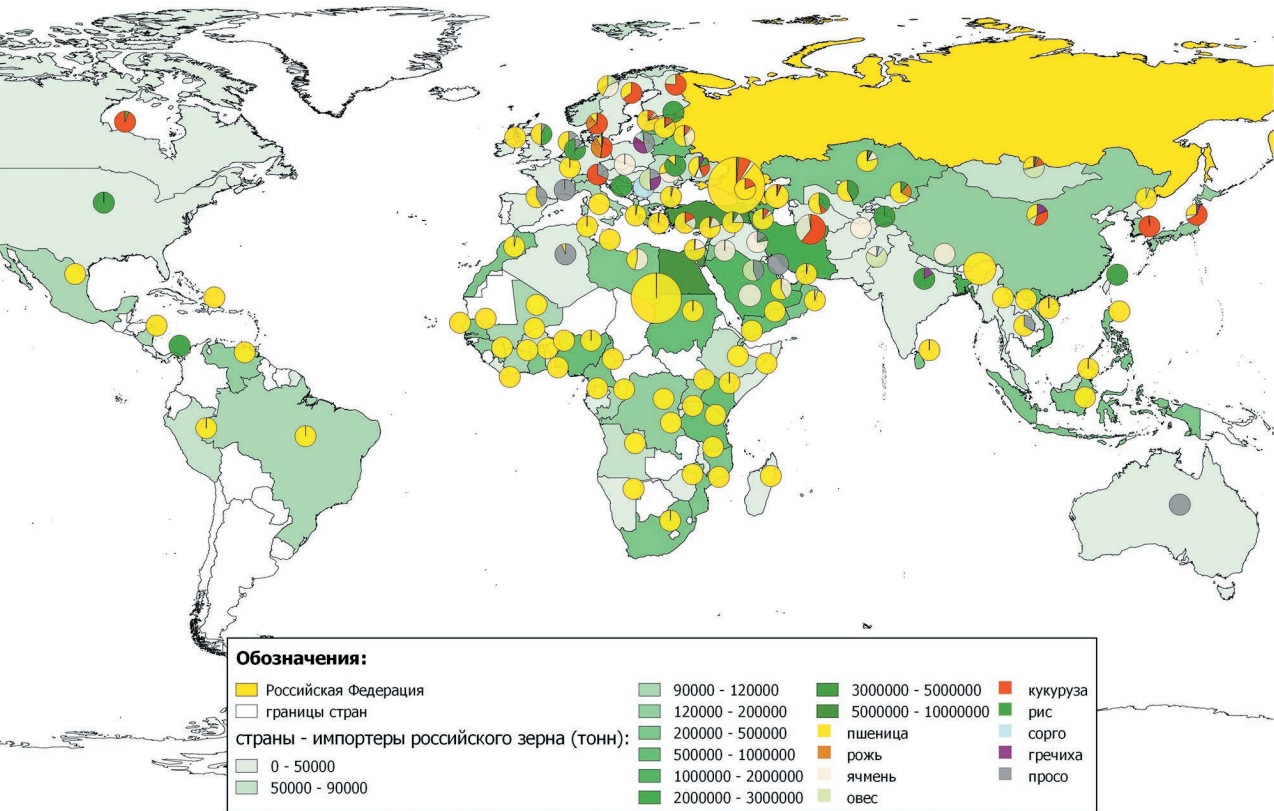


Рис. 1. Экспорт российской зерновой продукции в 2019 году по странам и объемам поставок (по данным Федеральной таможенной службы) Fig. 1. Export of Russian grain products in 2019 by country and volumes of supplies (according to the Federal Customs Service)

- статистические данные Федеральной таможенной службы об экспорте российской подкарантинной продукции (АСД «Доступ-ТСВТ»);
 - данные о биологических особенностях и распространении вредных организмов, регулируемых фитосанитарными требованиями стран – импортеров российской подкарантинной продукции (международные базы данных, научные публикации, отчеты о выполнении НИР).
- Работа включала в себя несколько последовательных этапов:
1. Выделение основных стран – импортеров российской зерновой продукции по объемам закупаемой продукции.
 2. Обобщение перечней всех регулируемых данными странами при импорте подкарантинной продукции организмов.
 3. Категоризация регулируемых вредных организмов по наличию биологической связи с зерновыми культурами, возможности распространения с продукцией зерна (включая семенной материал) и наличию сведений о присутствии на территории Российской Федерации.
 4. Подготовка справочной информации о потенциально значимых для экспорта российского зерна видах вредных организмов.
 5. Составление уточненного перечня вредных организмов, регулируемых требованиями основных стран – импортеров и связанных непосредственно с зерновой продукцией.
 6. Составление актуализированных фитосанитарных требований основных стран – импортеров российской подкарантинной продукции.

- data on the biological characteristics and distribution of pests regulated by the phytosanitary requirements of the countries importing Russian regulated products (international databases, scientific publications, research reports).
- The work included several stages:
1. The allocation of the main countries importing Russian grain products by volume of purchased products.
 2. Summarizing the lists of all organisms regulated by these countries when importing regulated products.
 3. Categorization of regulated pests by association with grain crops, possibility of distribution with grain products (including seeds) and information on its presence in the Russian Federation.
 4. Gathering of reference information on the types of pests potentially significant for Russian grain export.
 5. Compilation of an updated list of pests regulated by the requirements of the main importing countries and directly associated with grain products.
 6. Compiling of updated phytosanitary requirements of the main countries – importers of Russian regulated products.
 7. Development of an electronic directory on the phytosanitary requirements of countries – importers of Russian grain products.

RESULTS AND DISCUSSION

At the first stage of work, countries were identified that

7. Разработка электронного справочника по фитосанитарным требованиям стран – импортеров российской зерновой продукции.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе работы были выделены страны, являвшиеся в предыдущий период (2018 год) основными покупателями российской зерновой продукции. В их число вошли 16 государств и одно объединение государств – члены Европейского союза рассматривались совокупно в связи с общими фитосанитарными требованиями): Арабская Республика Египет, Европейский союз, Иорданское Хашимитское Королевство, Исламская Республика Иран, Йеменская Республика, Китайская Народная Республика, Королевство Марокко, Королевство Саудовская Аравия, Ливанская Республика, Мексиканские Соединенные Штаты, Народная Республика Бангладеш, Республика Азербайджан, Республика Индонезия, Республика Судан, Социалистическая Республика Вьетнам, Турецкая Республика, Федеративная Республика Нигерия.

В результате анализа документов, устанавливающих требования этих стран к импортируемой растительной продукции, было выделено в общей сложности 5474 названия регулируемых организмов (включая синонимы, различные комбинации названий одного вида организмов и т. д.). В результате категоризации данного списка коллективом специалистов ФГБУ «ВНИИКР» было установлено 432 современных названия таксонов организмов различного ранга, регулируемых в основных странах – импортерах российского зерна и поражающих либо повреждающих значимые для российского экспорта виды зерновых.

- Для каждого из 432 таксонов профильными специалистами была подготовлена подробная справочная информация, включая:
- 1) объективную оценку возможности переноса с продукцией зерна (на основе данных о биологии вредных организмов, технологических особенностей производства и перемещения продукции);
 - 2) спектр поражаемых культур, степень и характер связи с каждой из них (в разрезе основных зерновых культур, возделываемых на территории России);
 - 3) распространение организма на территории России (с максимально возможной детализацией).

На основе подготовленной информации 196 видов (либо внутривидовых форм) и (или) групп организмов были признаны не имеющими существенного значения для экспорта российского зерна по причине невозможности их распространения с продукцией зерна при современных технологиях его производства, хранения и транспортировки.

were the main buyers of Russian grain products in the previous period (2018). These are 16 states and one association of states (European Union member states were considered together in connection with general phytosanitary requirements): the Arab Republic of Egypt, the European Union, the Hashemite Kingdom of Jordan, the Islamic Republic of Iran, the Republic of Yemen, the People's Republic China, the Kingdom of Morocco, the Kingdom of Saudi Arabia, the Republic of Lebanon, the United Mexican States, the People's Republic of Bangladesh, the Republic of Azerbaijan, the Republic of Indonesia, the Republic of the Sudan, the Socialist Republic of Vietnam, the Republic of Turkey, the Federal Republic of Nigeria.

As a result of the analysis of documents establishing the requirements of these countries for imported plant products, a total of 5,474 names of regulated organisms were identified (including synonyms, various combinations of the names of the same species, etc.). By a process of categorization of this list, a team of FGBU "VNIICR" specialists established 432 current names of taxa of different ranks regulated in the main countries – importers of Russian grain affecting or damaging cereal species significant for Russian export.

Subject matter specialists prepared detailed information for each of 432 taxa including:

- 1) objective assessment of the possibility of spread with grain products (based on data on the biology of pests, technological features of production and movement of products);
- 2) range of crops affected, the degree and nature of the association with each of them (in the context of the main crops cultivated in Russia);
- 3) spread of the organism in Russia (as detailed as possible).

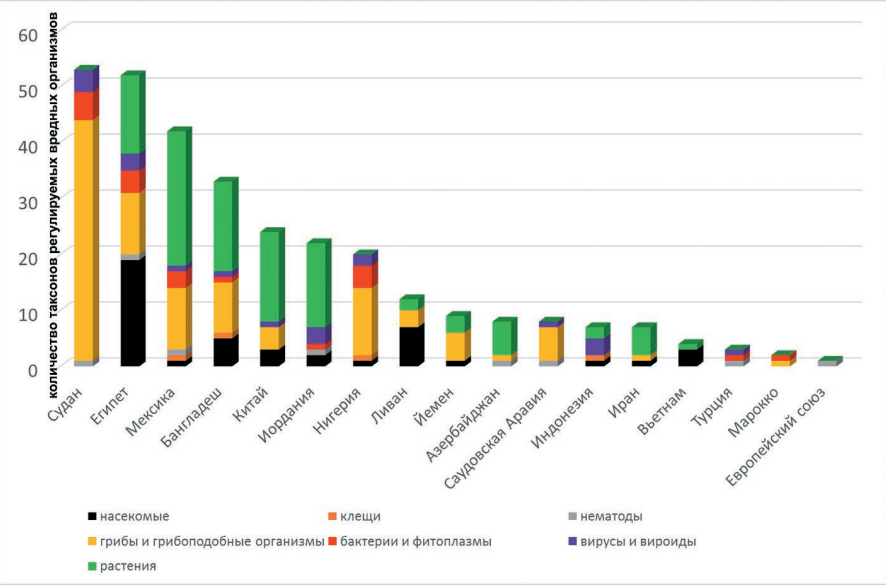


Рис. 2. Сравнительный состав фитосанитарных требований к российскому зерну основных стран-импортеров (таксоны вредных организмов, способных распространяться с продукцией зерна и присутствующих на территории Российской Федерации)

Fig. 2. Comparison of phytosanitary requirements for Russian grain of the main importing countries (taxa of pests that can spread with grain products and are present in the Russian Federation)

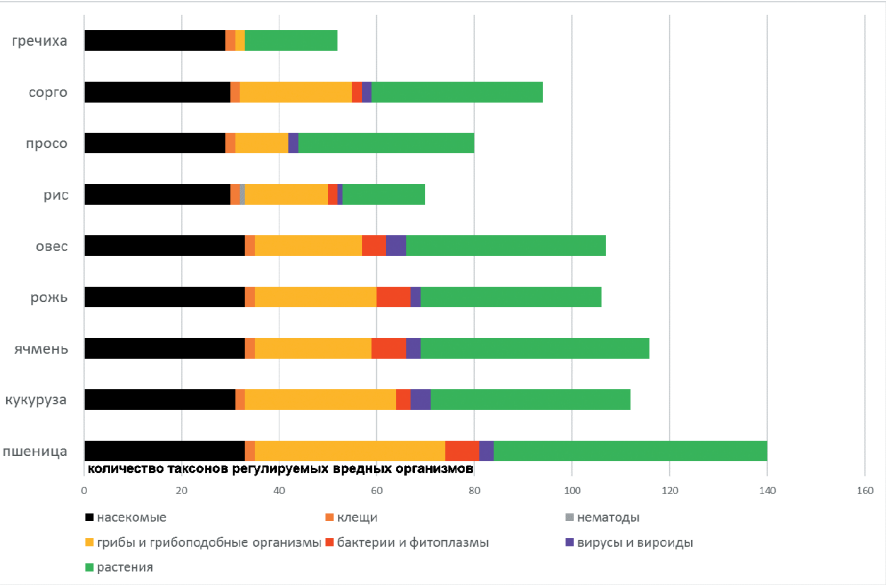


Рис. 3. Сравнительный состав фитосанитарных требований к основным видам российской зерновой продукции (таксоны вредных организмов, способных распространяться с продукцией зерна, присутствующих на территории Российской Федерации и регулируемых основными странами-импортерами)

Окончательный перечень вредных организмов составил 236 таксонов, регулируемых требованиями основных стран-импортеров и связанных с зерновой продукцией, из которых 166 имеют значение для экспорта российской зерновой продукции (присутствуют на территории Российской Федерации). Наиболее обширные части данного перечня составляют сорные растения и грибы (по 59 таксонов), несколько меньшую – насекомые (34 таксона) и значительно меньшую – бактерии, вирусы, клещи и нематоды (7, 4, 2 и 1 таксон соответственно). Исходя из данного перечня, были составлены актуализированные фитосанитарные требования к российской зерновой продукции основных стран – ее приобретателей.

Сравнение фитосанитарных требований основных покупателей российского зерна показало их крайнюю неоднородность (рис. 2). При этом лишь 3 вредных организма из включенных в Единый перечень карантинных объектов ЕАЭС – *Tilletia controversa* Kühn (карликовая головня пшеницы), *Aphelenchoides besseyi* Christie (рисовая нематода), вирус Barley stripe mosaic virus – регулируются требованиями восьми из основных импортеров. Еще 3 таксона регулируются требованиями шести основных приобретателей, 4 – пяти, 7 – четырех, 18 – трех, 32 – двух соответственно, и 99 вредных организмов входят в требования лишь какой-либо одной страны. Следует отметить, что среди вредных организмов, регулируемых наибольшим числом основных импортеров, значительную долю занимают и таксоны, включенные в Единый перечень карантинных объектов ЕАЭС: из 17 таксонов, регулируемых четырьмя и более импортерами, таких 7. В то время как из 149 таксонов, регулируемых тремя и менее импортерами, в перечень ЕАЭС включены лишь 4.

Сравнение требований основных импортеров российского зерна по видам продукции

Fig. 3. Comparison of phytosanitary requirements for the main types of Russian grain products (taxa of pests that can spread with grain products, are present in the Russian Federation and regulated by the main importing countries)

phytosanitary requirements of the main purchasing countries for Russian grain products were compiled.

A comparison of the phytosanitary requirements of the main buyers of Russian grain showed their extreme heterogeneity (Fig. 2). Moreover, only 3 pests from the EAEU Common List of quarantine objects – *Tilletia controversa* Kühn (dwarf bunt of wheat), *Aphelenchoides besseyi* Christie (rice leaf nematode) and Barley stripe mosaic virus – are regulated by 8 of the main importers. Another 3 taxa are regulated by the requirements of 6 main importers, 4 – by 5 of them, 7 – by 4, 18 – by 3, 32 – by 2 of them respectively, and 99 pests are included in the requirements of only one of the countries. It should be noted that among pests regulated by the largest number of major importers, a significant proportion are taxa also included in the EAEU Common List of Quarantine Objects: 7 out of 17 taxa regulated by 4 or more importers. When only 4 of 149 taxa regulated by 3 or less importers are included in the EAEU Common list.

A comparison of the requirements of the main importers of Russian grain by type of product shows that a significant number of pests present in the Russian Federation and regulated by the main importing countries can be distributed with all types of grain products (Fig. 3). Moreover, most of such pests are associated with the main types of exported products: wheat, corn and barley.

Herewith, the phytosanitary requirements of the main importing countries for certain types of Russian grain products are no less heterogeneous than their lists of regulated pests (Fig. 4).

At the final stage of work, all the aforementioned data were transformed in an electronic directory – a relational database and a query interface, allowing the

Based on the prepared information, 196 species (or intraspecific forms) and/or groups of organisms were recognized as not significant for Russian grain export due to the fact that their distribution with grain products is impossible taking into account modern technologies of growing, storage and transportation.

The final list of pests included 236 taxa regulated by the requirements of the main importing countries and associated with grain products, 166 of which are significant for Russian export of grain products (present in the Russian Federation). The most extensive parts of this list are weeds and fungi (59 taxa each), insects (34 taxa) are a slightly smaller part, when bacteria, viruses, mites and nematodes are much less numerous (7, 4, 2, and 1 taxa respectively). Based on this list, actual phy-

показывает, что со всеми видами зерновой продукции может распространяться значительное число таксонов вредных организмов, присутствующих на территории Российской Федерации и регулируемых основными странами-импортерами (рис. 3). При этом наибольшее число таких вредных организмов связано с видами продукции, экспортируемыми в наибольшем количестве: зерном пшеницы, кукурузой и ячменем.

При этом фитосанитарные требования основных стран-импортеров к отдельным видам российской зерновой продукции не менее разнородны, нежели перечни регулируемых этими странами вредных организмов (рис. 4).

На завершающем этапе работы все указанные выше наборы данных были сформированы в виде электронного справочника – реляционной базы данных и интерфейса запросов, позволяющих определять актуальные требования к партии зерновой продукции соответствующего наименования, направляемой в определенную страну, и получать подробную информацию о вредных организмах, входящих в данные требования. В настоящее время получение доступа к электронному справочнику возможно с помощью веб-сайта <https://catalog.vniikr.ru>.

ВЫВОДЫ

Требования основных стран – импортеров российской зерновой продукции имеют достаточно разнородный характер, существенно различаются по числу регулируемых вредных организмов, определяются разным количеством документов и зачастую имеют принципиально разную структуру. Проведенный анализ данных по фитосанитарным требованиям стран-импортеров позволил сформировать перечни регулируемых объектов, требующих проведения соответствующих лабораторных исследований, при формировании экспортных партий различных видов зерновой продукции. Установлено очевидное влияние данных ограничительных мер на возможности экспорта зерна в ряд стран, особенно не имеющих фитосанитарных требований, дифференцированных по различным видам подкарантинной продукции.

Представленные в виде информационной системы результаты носят предварительный характер, охватывают требования лишь части импортеров российской зерновой продукции и нуждаются в дальнейшем дополнении, структурных улучшениях и актуализации.

Благодарности. Авторы считают своим почетным долгом выразить благодарность всем сотрудникам ФГБУ «ВНИИКР», также принимавшим участие в выполнении данной работы, без чьего вклада ее успешное завершение было бы

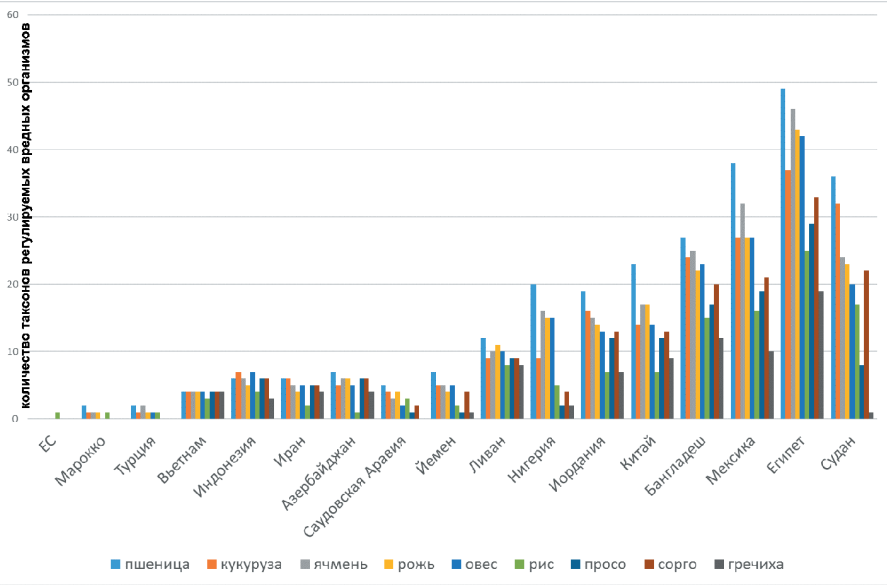


Рис. 4. Соотношение числа таксонов, характерных для основных видов российской зерновой продукции и регулируемых основными странами-импортерами (для таксонов, присутствующих на территории Российской Федерации)

Fig. 4. Ratio of the number of taxa specific for the main types of Russian grain products and regulated by the main importing countries (taxa present in the Russian Federation)

determination of the actual requirements for a lot of corresponding grain products exported to a specific country and to receive detailed information about pests included in the requirements. Currently the electronic directory is available at <https://catalog.vniikr.ru>.

CONCLUSION

The requirements of the main countries importing Russian grain products are quite heterogeneous, significantly vary in number of regulated pests, are determined by a different number of documents, and often have a fundamentally different structure. The analysis of the phytosanitary requirements of the importing countries made it possible to compile lists of regulated pests that require appropriate laboratory tests when forming export lots of various types of grain products. The obvious effect of these restrictive measures on the possibility of grain export to a number of countries, especially those that do not differentiate phytosanitary requirements by types of regulated products, was established.

The results presented in the form of an information system are preliminary, cover the requirements of only of a part of importers of Russian grain products and need further data input, structural improvements and updating.

Acknowledgments. The authors have the honour to acknowledge the participation to the specialists of FGBU “VNIIKR” in the implementation of this work, without the contribution of those its successful completion would have been impossible: Yu.Yu. Kulakova (Head of Research and Methodology Department of Invasive Plant Species), Y.N. Kovalenko (Senior Researcher of the Entomological Research and Methodology Department), I.O. Kamayev (Senior Researcher of

невозможным: Ю.Ю. Кулаковой (начальник НМО инвазивных видов растений), Я.Н. Коваленко (ст. н. с. НМО энтомологии), И.О. Камаеву (ст. н. с. НМО энтомологии), П.А. Яковлеву (ст. н. с. отдела обеззараживания), Е.А. Худяковой (заведующий лабораторией гельминтологии), М.Б. Копиной (начальник НМО микологии и гельминтологии), О.В. Скрипке (вед. н. с. НМО микологии и гельминтологии), Т.А. Суриной (старший научный сотрудник научного отдела молекулярно-генетических методов диагностики), Е.Ю. Шнейдер (ст. н. с. НМО вирусологии и бактериологии), Ю.Н. Приходько (вед. н. с. НМО вирусологии и бактериологии), Д.Л. Белкину (заместитель начальника ИЭЦ), И.К. Шахраманову (начальник научно-редакционного отдела).

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизированная система доступа к данным таможенной статистики внешней торговли «Доступ-ТСВТ» (АСД «Доступ-ТСВТ»). – URL: <http://stat.customs.ru>.
2. Международная конвенция по карантину и защите растений (новый пересмотренный текст, принятый на 29-й сессии Конференции ФАО, ноябрь 1997 года).
3. Паспорт национального проекта (программы) «Международная кооперация и экспорт» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 16).
4. Россельхознадзор: Ввоз. Вывоз. Транзит. – URL: <http://www.fsvps.ru/fsvps/importExport>.
5. Countries – International Plant Protection Convention. – URL: <https://www.ippc.int/en/countries>.

the Entomological Research and Methodology Department), P.A. Yakovlev (Senior Researcher of the Fumigation Department), E.A. Khudyakova (Head of the Helminthology Laboratory), M.B. Kopina (Head of the Research and Methodology Department for Mycology and Helminthology), O.V. Skripka (Leading Researcher of the Research and Methodology Department for Mycology and Helminthology), T.A. Surina (Senior Researcher of the Research Department for Molecular Genetic Methods of Diagnosis), E.Y. Schneyder (Senior Researcher of the Research and Methodology Department for Virology and Bacteriology), Y.N. Prikhodko (Leading Researcher of the Research and Methodology Department for Virology and Bacteriology), D.L. Belkin (Deputy Head of the Testing Laboratory Center), I.K. Shakhramanov (Head of the Scientific and Editorial Department).

REFERENCES

1 Automated system for access to customs data of foreign trade statistics “Access-TSVT” (ASD “Access-TSVT”). URL: <http://stat.customs.ru> (in Russian).
2. International Plant Protection Convention (new revised text adopted at the 29th session of the FAO Conference, November 1997) (in Russian).
3. Passport of the National Project (program) “International Cooperation and Export” (approved by the Presidium of the Presidential Council for Strategic Development and National Projects, Minutes No. 16 dated 12.24.2018) (in Russian).
4. Rosselkhoznadzor: Import. Export. Transit. URL: <http://www.fsvps.ru/fsvps/importExport> (in Russian).
5. Countries – International Plant Protection Convention. URL: <https://www.ippc.int/en/countries>.

УДК 632.4.01/.08

Идентификация грибов рода *Monilinia* при фитосанитарной диагностике

Д.И. ШУХИН, младший научный сотрудник лаборатории микологии Испытательного лабораторного центра ФГБУ «ВНИИКР»,
e-mail: dmitriq.shukhin@gmail.com

Аннотация. В статье приведены традиционные, а также современные методы идентификации возбудителей монилиозов плодовых культур – грибов рода *Monilinia*, используемые при фитосанитарной диагностике, такие как классическая ПЦР и ПЦР в реальном времени, а также мультиплексная ПЦР. Описан новый метод масс-спектрометрии MALDI-ToF MS, а также методы выявления патогенов при латентной инфекции.

Ключевые слова. Монилиоз, *Monilinia*, бурая монилиозная гниль, идентификация, карантинный объект, ПЦР, MALDI-ToF MS.



ВВЕДЕНИЕ

рибы рода *Monilinia* – опасные патогены плодовых культур. Наиболее экономически значимые представители рода – *M. fructicola* (Winter) Honey, *M. laxa* (Aderh. & Ruhland) Honey, *M. fructigena* (Pers.) Honey. Из них наиболее опасным считается *M. fructicola* – карантинный для Евразийского экономического союза (ЕАЭС) объект [2]. Данный вид проник в Европу из Северной Америки, где также является вредоносным видом. Круг растений – хозяев патогенов достаточно широк – большинство плодовых деревьев семейства Розовые (Rosaceae), однако вредоносность видов различна на разных культурах. Так, *M. laxa* и *M. fructicola* поражают в основном косточковые культуры – растения рода Слива (*Prunus*), такие как персик (*Prunus persica*), слива (*Prunus domestica*), абрикос (*Prunus armeniaca*), вишня (*Prunus cerasus*), черешня (*Prunus avium*), нектарин (*Prunus persica* var. *nucipersica*), алыча (*Prunus cerasifera*). *M. fructigena* наиболее вредоносна на семечковых культурах, таких как яблоня (*Malus domestica*) и груша (*Pyrus communis*) [8].

Особенностью *M. fructicola* является продолжительный период латентной инфекции, когда на растении и плодах отсутствуют видимые симптомы поражения.

Данный вид представляет большую опасность для плодовых насаждений на территории

UDC 632.4.01/.08

Identification of fungi of genus *Monilinia* during phytosanitary diagnosis

D.I. SHUKHIN, Junior Researcher of the Mycology Laboratory of Laboratory Testing Center of FGBU “VNIKR”, e-mail: dmitriq.shukhin@gmail.com

Abstract. The article presents traditional, as well as modern techniques of identification of fruit crop moniliosis – fungi of the genus *Monilinia* – used in phytosanitary diagnosis, such as conventional PCR, qPCR, and multiplex PCR. The new MALDI-ToF MS mass spectrometry technique is described, as well as techniques of latent pathogen infection detection.

Keywords. Moniliosis, *Monilinia*, brown rot, identification, quarantine object, PCR, MALDI-ToF MS.

INTRODUCTION

Fungi of genus *Monilinia* are dangerous pathogens of fruit crops. The most economically important representatives of the genus are *M. fructicola* (Winter) Honey, *M. laxa* (Aderh. & Ruhland) Honey, *M. fructigena* (Pers.) Honey. The most dangerous of them is considered to be *M. fructicola*, a quarantine object for the Eurasian Economic Union (EAEU) [2]. This species has entered into Europe from North America, where it is also a harm species. The host plant range of pathogens is wide enough – the majority of fruit trees of the Rosaceae family, but the harmfulness of species differs on various cultures. Thus, *M. laxa* and *M. fructicola* mainly affect stone fruits – plants of the genus *Prunus*, such as peach (*Prunus persica*), plum (*Prunus domestica*), apricot (*Prunus armeniaca*), sour cherry (*Prunus cerasus*), cherry (*Prunus avium*), nectarine (*Prunus persica* var. *nucipersica*), cherry plum (*Prunus cerasifera*). *M. fructigena* is the most harmful to pome fruits, such as apple (*Malus domestica*) and pear (*Pyrus communis*) [8].

The peculiarity of *M. fructicola* is a long period of latent infection, when there are no visible symptoms of lesions on the plant and fruit.

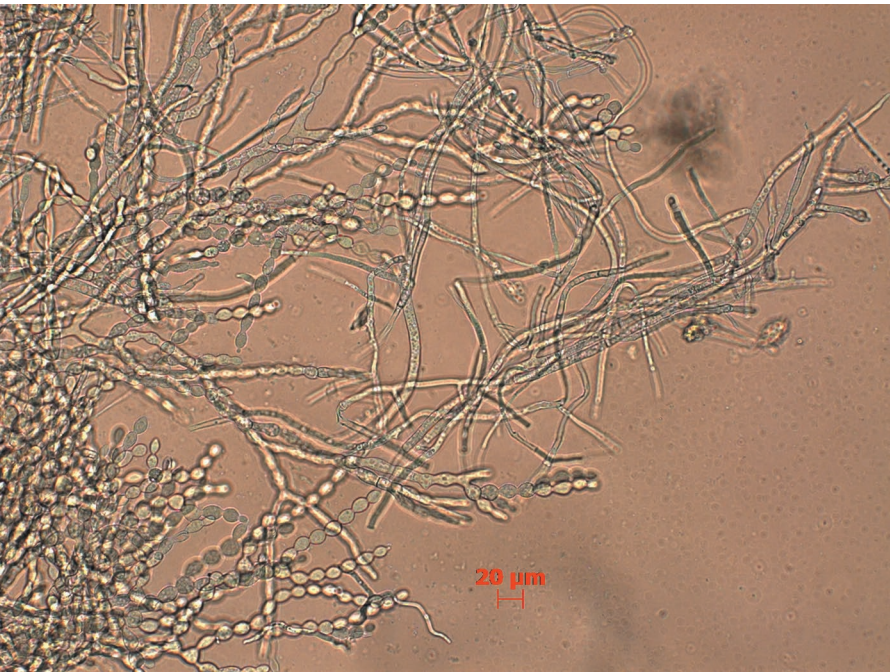


Рис. 1. Конидии *Monilinia* sp. (фото Д.И. Шухина)
 Fig. 1. Conidia of *Monilinia* sp. (photo by D.I. Shukhin)

Российской Федерации, поэтому раннее обнаружение гриба является важнейшей задачей при фитосанитарной диагностике.

ТРАДИЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ

Традиционным методом при микологических исследованиях является метод влажной камеры. Суть метода заключается в создании оптимальных условий влажности и температуры для гриба в чашке Петри. Части растений стерилизуют, промывают и помещают на увлажненную фильтровальную бумагу в чашки Петри и инкубируют в термостате 5 суток при 23–25 °C [2]. При появлении характерного серого или бурого мицелия гриба проводят микроскопирование образца. Данный метод достаточно прост в исполнении, экономически приемлем и надежен при идентификации до ранга рода, при этом идентификация до вида требует высокой квалификации специалиста и не является надежной, поскольку грибы рода *Monilinia* имеют сходные морфологические признаки (рис. 1).

Для более точной идентификации грибов рода *Monilinia* применяется культурально-морфологический метод с использованием синоптического ключа Лейна [10]. Данный метод позволяет различать виды между собой, исходя из культуральных признаков. Для этого кусочек 4-дневной колонии гриба, выращенной на картофельно-глюкозном агаре (КГА) при 22 °C в темноте, помещают на агаризованную питательную среду (КГА) в трехкратной повторности, а затем инкубируют при 22 °C в течение 10 дней в условиях 12-часового цикла освещения. Затем проводят идентификацию, исходя из 7 характеристик колонии:

- 1) цвет колонии: серый (А), желтый (В), кремово-белый (С);
- 2) средний диаметр колонии: >80 мм – быстрый рост (D); 70–80 мм – средний рост (Е); <70 мм – медленный рост (F);

This species is very dangerous for fruit plantations in the Russian Federation, therefore, early detection of the fungus is the most important task in phytosanitary diagnosis.

TRADITIONAL IDENTIFICATION TECHNIQUES

The traditional technique in mycological studies is the wet chamber. The essence of the technique is to create optimal humidity and temperature conditions for the fungus in a Petri dish. Parts of plants are sterilized, washed and placed on moistened filter paper in Petri dishes and incubated in a thermostat for 5 days at 23–25 °C [2]. When the characteristic grey or brown mycelium of the fungus appears, the sample is microscopied. This technique is simple enough, affordable and reliable for identification to genus level, thus identification to species level

requires high qualification of a specialist and is not reliable, because fungi of genus *Monilinia* have similar morphological characteristics (Fig. 1).

For more precise identification of fungi of the genus *Monilinia*, a cultural and morphological technique with the Lane’s synoptic key is used [10]. This technique makes it possible to distinguish species from each other based on their cultural characteristics. For this purpose, a piece of a 4-day fungi colony grown on potato dextrose agar (PDA) at 22 °C in the dark, is placed on agarized nutrient medium (PDA) in a triple repetition, and then incubated at 22 °C for 10 days in a 12-hour lighting cycle. Then identification is made based on 7 characteristics of the colony:

- 1) color of the colony: grey (A), yellow (B), cream-white (C),
- 2) average diameter of the colony: >80 mm – rapid growth (D); 70–80 mm – average growth (E); <70 mm – slow growth (F),
- 3) sporulation: abundant sporulation (G), poor sporulation (H),
- 4) concentric sporulation circles: present (I), absent (J),
- 5) colony margin (viewed from the bottom of the dish): lobed margin is visible (K), margin is not lobed (L),
- 6) rosette (on top of the colony): mycelium has clear lobes (or petals) similar to open rose petals (M), none (N),
- (7) dark arcs (from the bottom of the colony): dark arcs or rings similar to rosette isolate (O), dark point zones or brown arcs or rings (P), no arcs or rings are visible (Q).

The resulting letters of the key make up a complex of characteristics of the species:

M. fruticola: A, D, (E), G, I, (J), L, (M), N, (P), Q.

- 3) споруляция: обильное спороношение (G), скудное спороношение (H);
 - 4) концентрические круги споруляции: присутствуют (I), отсутствуют (J);
 - 5) край колонии (просматривают с нижней стороны чашки): виден лопастной край (K), край не лопастной (L);
 - 6) розеточность (на верхней стороне колонии): мицелий имеет четкие лопасти (или лепестки), похожие на раскрытые лепестки розы (M), такого нет (N);
 - 7) темные дуги (с нижней стороны колонии): видны темные дуги или кольца, похожие на лепестки розеточного изолята (O), темные точечные зоны либо коричневые дуги или кольца (P), отсутствие дуг или колец (Q).
- Полученные буквы ключа составляют комплекс признаков вида:
- M. fruticola*: A, D, (E), G, I, (J), L, (M), N, (P), Q.
- M. laxa*: A, (C), (E), F, H, J, K, M, (N), O.
- M. fructigena*: B, (C), (D), E, (F), (G), H, (I), J, L, N, Q.
- Фотографии культур грибов рода *Monilinia* представлены на рис. 2.

Стоит отметить, что виды рода *Monilinia* могут сильно варьировать в зависимости от штамма, исходного субстрата, поэтому данные признаки не дают стопроцентно точной идентификации.

M. laxa: A, (C), (E), F, H, J, K, M, (N), O.
M. fructigena: B, (C), (D), E, (F), (G), H, (I), J, L, N, Q.
 Photos of *Monilinia* fungal cultures are on Fig. 2.

It should be noted that species of the genus *Monilinia* can vary greatly depending on the strain, the initial substrate, so these characteristics do not provide 100% accurate identification.

MODERN IDENTIFICATION TECHNIQUES

Currently, the most accurate techniques for identification of fungi of the genus *Monilinia* are molecular ones. The molecular techniques include conventional PCR with universal primers followed by sequencing, conventional PCR with specific primers, multiplex PCR as well as qPCR.

Conventional PCR with universal primers is based on detection of nucleotide sequence of the internal transcribed spectator (ITS) site. For this purpose, DNA is extracted from pure fungal culture and then PCR with universal primers ITS5 (5’-GGAAGTAAAGTCGTAACAAGG-3’) and ITS4 (5’-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3’) is carried out [13].

After amplification electrophoresis is performed (Fig. 3), then samples are cleaned and sequenced. The obtained sequences are compared with reference sequences from GenBank NCBI, MycoBank or another

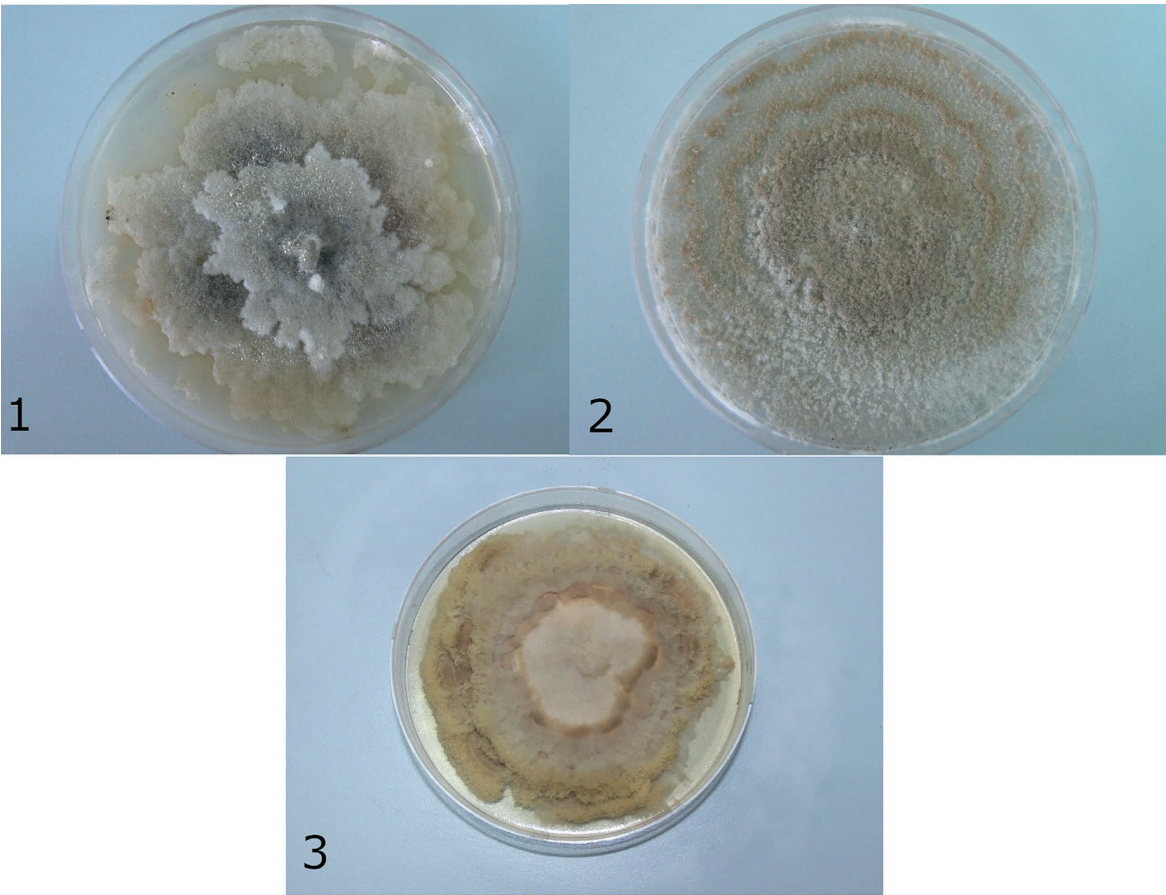


Рис. 2. Колонии грибов рода *Monilinia* на 2%-м КГА: 1 – *M. laxa*, 2 – *M. fruticola*, 3 – *M. fructigena* (фото Д.И. Шухина)

Fig. 2. *Monilinia* fungi colony grown on 2% PDA: 1 – *M. laxa*, 2 – *M. fruticola*, 3 – *M. fructigena* (photo by D.I. Shukhin)

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ
ИДЕНТИФИКАЦИИ

В настоящее время наиболее точной является идентификация грибов рода *Monilinia* с помощью молекулярных методов. Из молекулярных методов выделяются метод классической ПЦР с универсальными праймерами с последующим секвенированием, метод классической ПЦР со специфичными праймерами, мультиплексная ПЦР, а также метод ПЦР в реальном времени.

Метод классической ПЦР с универсальными праймерами основан на определении нуклеотидной последовательности участка внутреннего транскрибируемого спейсера (ITS). Для этого из чистой культуры гриба выделяют ДНК, а затем проводят ПЦР с универсальными праймерами ITS5 (5'-GGAAGTAAAGTCGTAACAAGG-3') и ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') [13].

После амплификации проводят электрофорез (рис. 3), затем очистку образцов и секвенирование. Полученные последовательности сравнивают с эталонными последовательностями из GenBank NCBI, MусoBank или другой базы данных. При достаточно высокой точности метода, следует отметить продолжительное время исследования, поскольку для метода подходит только чистая культура гриба (для выращивания колонии необходимо минимум трое суток).

Метод классической ПЦР с использованием специфичных праймеров основан на амплификации участка ITS, специфичного только для одного вида. Для идентификации *M. fruticola*, *M. laxa* и *M. fructigena* используются праймеры, разработанные Ioos и Frey (см. таблицу) [9].

После амплификации проводят электрофорез продукта ПЦР и визуализацию результатов с помощью гель-документирующих систем. Данный метод позволяет работать не только с чистыми культурами, но и с мицелием, взятым с поверхности пораженного растения или плода, а также с ДНК гриба, выделенной непосредственно из поврежденной ткани плода [9].

Другим методом идентификации грибов рода *Monilinia* является мультиплексная ПЦР. В отличие от классической ПЦР, при мультиплексной ПЦР в одной и той же реакционной среде происходит процесс коампликации нескольких ДНК-матриц с участием нескольких пар праймеров. Это позволяет одновременно диагностировать несколько патогенов в одном эксперименте. Для видов *M. fruticola*, *M. laxa* и *M. fructigena* разработаны как классическая мультиплексная ПЦР, так и в реальном времени. Метод классической мультиплексной ПЦР Côté позволяет определить такие виды, как *M. laxa*, *M. fruticola*, *M. fructigena* и *M. polystroma*, не только из чистых культур, но и из гниющих плодов яблок, даже если образец содержит смешанную ДНК нескольких видов [3].

Метод мультиплексной ПЦР в реальном времени, предложенный Guinet (2016), позволяет определить *M. laxa*, *M. fruticola*, *M. fructigena* в смешанном образце. Разработаны специфичные праймеры и зонды на каждый из 3 видов. Мультиплексная ПЦР в реальном времени оказалась чувствительнее, чем классический вариант, предложенный Côté [7].

Наиболее распространенным методом идентификации *M. fruticola* является метод ПЦР в реальном времени с видоспецифичными праймерами

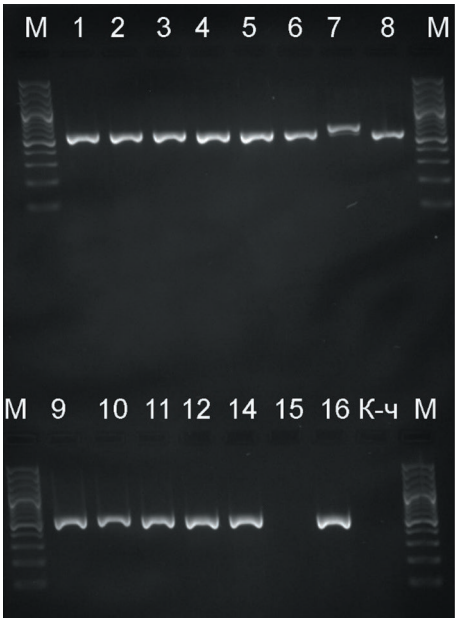


Рис. 3. Фотография
агарозного геля после ПЦР
с праймерами ITS5 и ITS4:
1–16 – образцы,
К-ч – отрицательный
контроль, М – маркер
(фото Д.И. Шухина)

Fig. 3. Photo of agarose gel
after PCR using ITS5 and
ITS4 primers:
1–16 – samples,
K-ч – negative control,
M – marker
(photo by D.I. Shukhin)

database. The accuracy of the technique is high enough, however it should be noted that the time of the study is long, because only pure fungal culture is suitable for it (minimum three days are required to grow the colony).

Conventional PCR with specific primers is based on the amplification of the ITS site specific for only one species. To identify *M. fruticola*, *M. laxa* and *M. fructigena* primers, developed by Ioos and Frey are used (see table) [9].

After amplification electrophoresis of PCR product and visualization of results by means of gel-documenting systems are carried out. This technique allows working not only with pure cultures, but also with mycelium taken from the surface of the affected plant or fruit, as well as with DNA of the fungus isolated directly from the damaged tissue of the fetus [9].

Another technique to identify fungi of the genus *Monilinia* is multiplex PCR. In contrast to conventional PCR, during multiplex PCR the same reaction medium is used to coamplify multiple DNA-matrix with several pairs of primers. This allows several pathogens to be simultaneously diagnosed in a single experiment. For *M. fruticola*, *M. laxa* and *M. fructigena*, both conventional multiplex PCR and qPCR have been developed. Conventional multiplex PCR by Côté allows identifying species such as *M. laxa*, *M. fruticola*, *M. fructigena* and *M. polystroma* not only from pure cultures but also from rotting apple fruits, even if the sample contains mixed DNA of several species [3].

Multiplex qPCR proposed by Guinet (2016) allows identifying *M. laxa*, *M. fruticola*, and *M. fructigena* in a mixed sample. Specific primers and probes for each of the 3 species have been developed. Multiplex qPCR

Таблица
Праймеры для идентификации грибов рода *Monilinia*
методом классической ПЦР [9]

Вид	Пара праймеров	Последовательность 5' → 3'
<i>M. fruticola</i>	ITS1Mfcl ITS4Mfcl	TATGCTCGCCAGAGGATAATT TGGGTTTTGGCAGAAGCACACT
<i>M. laxa</i>	ITS1Mlx ITS4Mlx	TATGCTCGCCAGAGAATAATC TGGGTTTTGGCAGAAGCACACC
<i>M. fructigena</i>	ITS1Mfgn ITS4Mfgn	CACGCTCGCCAGAGAATAACC GGTGTTTTGCCAGAAGCACACT

Mon139F (5'-CACCTTGTGTATYATTACTTTGTTGCTT-3') и Mon139R (5'-CAAGAGATCCGTTGTTGAAAGTTTAA-3') и набором зондов P_fc и P2-fgn/lx/ps, разработанными van Brouwershaven и др. [12]. Данный метод позволяет достоверно отличить *M. fruticola* от других видов рода *Monilinia*, в частности *M. fructigena*, *M. laxa* и *M. polystroma* [5, 12].

Для идентификации *M. fruticola* в ФГБУ «ВНИИКР» в настоящий момент используется набор реагентов «Фитоскрин Monilinia-PB» (ЗАО «Синтол», Москва), основанный на описанных выше праймерах и зондах. С набором поставляется положительный контроль, содержащий ДНК *M. fruticola*, а также контроль, содержащий ДНК *M. fructigena*, *M. laxa* и *M. polystroma*. При наличии в образце ДНК *M. fruticola* прибор детектирует рост флуоресценции по каналу FAM, при наличии в образце ДНК остальных 3 видов происходит рост флуоресценции по каналу ROX. Канал HEX является внутренним контролем реакции (рис. 4).

Несмотря на широкую распространенность метода ПЦР в реальном времени, в данный момент ведутся разработки по усовершенствованию методов идентификации *M. fruticola*.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГРИБОВ РОДА
MONILINIA С ПОМОЩЬЮ MALDI-TOF MS

Перспективным методом идентификации вредных организмов является технология матрично-активированной лазерной десорбционно-ионизационной времяпролетной масс-спектрометрии (Matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry – MALDI-ToF MS).

Данный метод применяется для идентификации бактерий, а также в медицинских исследованиях. В фитосанитарном исследовании данный метод еще не нашел широкого применения ввиду дорогостоящего оборудования, необходимости подготовки квалифицированного персонала. Суть метода заключается в ионизации биологических молекул (пептидов, белков, ДНК, олигонуклеотидов и др.) особой матрицей под воздействием лазера без их фрагментации и разрушения. Матрица – вещество, которое при воздействии лазерного импульса обеспечивает передачу энергии лазера молекулам исследуемого объекта, ионизируя их и переводя

was more sensitive than its conventional version proposed by Côté [7].

The most common identification technique of *M. fruticola* is qPCR with view-specific primers Mon139F (5'-CACCTTGTGTATYATTACTTTGTTGCTT-3') and Mon139R (5'-CAAGAGATCCGTTGTTGAAAGTTTAA-3') and a kit of P_fc and P2-fgn/lx/ps probes developed by van Brouwershaven et al. [12]. This technique allows to reliably distinguish *M. fruticola* from other

species of the genus *Monilinia*, in particular, *M. fructigena*, *M. laxa*, and *M. polystroma* [5, 12].

To identify *M. fruticola*, FGBU “VNIIKR” currently uses the Fitoskrin Monilinia-RV kit (ZAO Syntol, Moscow) based on the primers and probes described above. The kit is supplied with positive control containing DNA of *M. fruticola* as well as control with DNA of *M. fructigena*, *M. laxa*, and *M. polystroma*. If the DNA of *M. fruticola* is present in the sample, the device detects the fluorescence growth through the FAM channel; if the DNA of the other 3 species is present in the sample, the fluorescence growth through the ROX channel occurs. The HEX channel is an internal reaction control (Fig. 4).

Despite the widespread use of qPCR, there are ongoing developments to improve *M. fruticola* identification techniques.

IDENTIFICATION OF FUNGI OF THE
GENUS MONILINIA BY MALDI-TOF MS

A promising technique of pest identification is the technology of matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry – MALDI-ToF MS. This technique is used for bacterial identification as well as in medical research. In phytosanitary research, this technique has not yet been widely used due to expensive equipment and the need to train qualified personnel. The essence of the technique is ionization of biological molecules (peptides, proteins, DNA, oligonucleotides, etc.) by a special matrix under laser exposure without their fragmentation and destruction. Matrix is a substance which under the influence of a laser pulse provides transfer of laser energy

Table
Primers for identification of fungi of the genus *Monilinia*
by conventional PCR [9]

Species	Primer pair	Sequence 5' → 3'
<i>M. fruticola</i>	ITS1Mfcl ITS4Mfcl	TATGCTCGCCAGAGGATAATT TGGGTTTTGGCAGAAGCACACT
<i>M. laxa</i>	ITS1Mlx ITS4Mlx	TATGCTCGCCAGAGAATAATC TGGGTTTTGGCAGAAGCACACC
<i>M. fructigena</i>	ITS1Mfgn ITS4Mfgn	CACGCTCGCCAGAGAATAACC GGTGTTTTGCCAGAAGCACACT

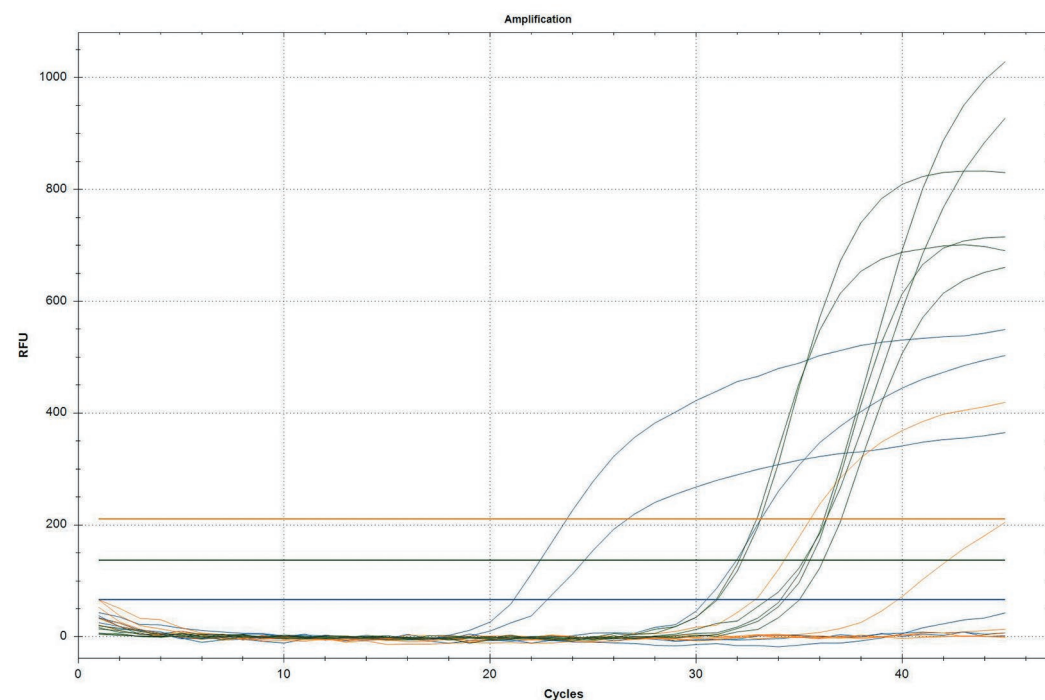


Рис. 4. Вид кривой амплификации при проведении ПЦР в реальном времени с набором «Фитоскрин Monilinia-PB». График голубого цвета – флуоресценция по каналу FAM, оранжевого – по каналу ROX, зеленого – по каналу HEX (фото Д.И. Шухина)

Fig. 4. Shapes of qPCR amplification curves with Fitoskrin Monilinia-PBkit. Diagram in blue – fluorescence growth through the FAM channel, orange – through the ROX channel, green – through the HEX channel (photo by D.I. Shukhin)

в газовую фазу. После десорбции молекулы образца ускоряются в электрическом поле и достигают детектора прибора. Скорость движения и время прохождения расстояния от точки ионизации до детектора обратно пропорциональны массе ионов. Зная длину пути перемещения иона от ионизатора до детектора, а также время этого перемещения, можно вычислить скорость движения иона и на основании ее значения рассчитать массу частиц, присутствующих в образце, а также генерировать спектр, характеризующий качественный состав исследуемого объекта. Данный состав отличается у организмов, что позволяет сравнить полученный результат с базой данных производителя оборудования [1].

Freimoser и др. удалось достоверно идентифицировать *M. fructicola* и *M. laxa* из образцов, полученных из чистых культур, а также из мицелия с поверхности инфицированных плодов. При этом различить виды *M. fructigena* и *M. polystroma* не удалось. При анализе прибор не выявил различий в их составе, поэтому они были сгруппированы в один кластер. Подобные результаты получены при анализе мицелия, отобранного с поверхности поврежденных плодов [4].

Согласно результатам эксперимента, данный метод позволяет достоверно отличить *M. fructicola* и *M. laxa* от других видов рода *Monilinia*, однако, как уже было отмечено, этот метод требует дорогостоящего оборудования, квалифицированного персонала, а также базы данных фитопатогенов, которые на настоящий момент отсутствуют.

ВЫЯВЛЕНИЕ ЛАТЕНТНОЙ ИНФЕКЦИИ

Серьезной проблемой при выявлении грибов рода *Monilinia* является длительный период латентной инфекции, при котором отсутствуют видимые

to molecules of the object under study, ionizing and translating them into a gas phase. After desorption the sample molecules accelerate in an electric field and reach the detector of the device. The speed and time of travel from the ionization point to the detector are inversely proportional to the mass of the ions. Knowing the length of the path of movement of the ion from the ionizer to the detector, as well as the time of this movement, it is possible to calculate the speed of movement of the ion and based on its value to calculate the mass of particles present in the sample, as well as to generate a spectrum that characterizes the qualitative composition of the object under study. This composition differs in organisms, which allows comparing the obtained result with the database of the equipment manufacturer [1].

Freimoser et al. managed to reliably identify *M. fructicola* and *M. laxa* from samples obtained from pure cultures as well as from mycelium taken from the surface of infected fruits. However, he did not succeed in distinguishing between *M. fructigena* and *M. polystroma*. The analysis did not reveal any differences in their composition, so they were grouped into one cluster. Similar results were obtained in the analysis of mycelium taken from the surface of damaged fetuses [4].

According to the results of the experiment, this technique allows to reliably distinguish *M. fructicola* and *M. laxa* from other species of the genus *Monilinia*, but, as it has already been noted, it requires expensive equipment, qualified personnel, and databases of phytopathogens, which are currently absent.

симптомы поражения грибом как на плодах, так и на посадочном материале.

На сегодняшний день самым распространенным методом выявления латентной инфекции в плодах и цветках является Overnight freezing-incubation technique (ONFIT). Сутью этого метода является провокация гриба к прорастанию посредством воздействия низких температур [11].

Поверхность подозрительных плодов стерилизуют раствором хлора (32 мл 0,5%-го гипохлорита натрия, 32 мл 95%-го этанола и 0,01 мл Tween 20 в 2 л воды), затем промывают 3 раза стерильной водой и помещают на стерильные экраны в стерильные пластмассовые контейнеры со 150 мл дистиллированной воды на дне (или использовать увлажненную фильтровальную бумагу). Затем контейнеры помещают в морозильную камеру на -16°C от 10 до 24 часов. После этого контейнеры помещают в термостат на $23-25^{\circ}\text{C}$ на 5 суток. К этому времени инфекция проявляется в виде спородонхий на поверхности плодов [11].

Несмотря на достаточно высокую эффективность и простоту метода, анализ продукции на наличие латентной инфекции занимает от 7 до 9 дней. При появлении споронии нельзя однозначно сказать, какой из видов *Monilinia* вызвал гниль, поэтому необходим либо культуральный метод, либо молекулярная идентификация патогенов [5].

Существуют опыты по искусственному заражению плодов и цветков нектаринов *M. fructicola* и *M. laxa* и выделению ДНК возбудителя непосредственно из тканей растения, с последующей постановкой ПЦР в реальном времени [6].

Для заражения цветков и плодов использовали суспензию спор с концентрацией 10^6 конидий/мл для цветков и 105 конидий/мл для плодов. Затем образцы инкубировали 24 часа при 25°C . После этого поверхность образцов простерилизовали и поместили в холодильник на 4°C на 5 дней для установления латентной формы инфекции. Далее образцы заморозили при -80°C , лиофилизовали и гомогенизировали. Из полученных образцов выделили ДНК и провели ПЦР в реальном времени. В это же время был проведен опыт по искусственному заражению цветков и плодов нектаринов, при этом для выявления латентной инфекции использовался упомянутый выше метод ONFIT [6].

В результате опытов было показано, что метод ONFIT позволил выявить латентную инфекцию только в 67% образцов, тогда как ПЦР в реальном времени с высокой точностью позволила выявить латентную инфекцию в 100% образцов. При этом использование ПЦР в реальном времени позволило сократить время анализа с 7–9 дней до 24–48 часов [6].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Своевременная и точная идентификация грибов рода *Monilinia* – непростая задача, поскольку они обладают сходными растениями-хозяевами, симптомами поражения и культурально-морфологическими признаками. Для идентификации грибов рода *Monilinia* на данный момент разработано несколько методов, самым надежным и быстрым из которых является ПЦР в реальном времени. Также перспективным является метод MALDI-ToF MS, который,

LATENT INFECTION IDENTIFICATION

A serious problem in the detection of fungi of the genus *Monilinia* is a long period of latent infection, in which there are no visible symptoms of damage by fungus, both on the fruit and planting material.

To date, the most common technique to identify latent infection in fruits and flowers is Overnight freezing-incubation technique (ONFIT). This technique provokes the fungus to germinate by exposure to low temperatures [11].

The surface of suspicious fruits is sterilized with a chlorine solution (32 ml 0.525% sodium hypochlorite, 32 ml 95% ethanol and 0.01 ml Tween 20 in 2 liters of water), then washed 3 times with sterile water and placed on sterile screens in sterile plastic containers with 150 ml of distilled water at the bottom (or humidified filter paper is used). The containers are then placed in the freezer at -16°C for 10 to 24 hours. After that containers are placed in a thermostat at $23-25^{\circ}\text{C}$ for 5 days. By this time the infection appears in the form of sporodochia on the surface of fruit [11].

Despite rather high efficiency and simplicity of the method, analysis of products for latent infection takes from 7 to 9 days. When sporulation occurs, it is not possible to unambiguously state which of the *Monilinia* species caused the decay, so either a cultural or molecular identification technique of pathogens is necessary [5].

There are experiments on the artificial infection of nectarine fruits and flowers by *M. fructicola* and *M. laxa* and the extraction of the pathogen DNA directly from plant tissues, with subsequent qPCR [6].

A spore suspension with a concentration of 10^6 conidium/ml for flowers and 105 conidium/ml for fruits was used to infect flowers and fruits. The samples were then incubated for 24 hours at 25°C . Then the specimens were sterilized and placed in a refrigerator at 4°C for 5 days to establish the latent form of infection. The samples were then frozen at -80°C , lyophilized and homogenized. DNA was isolated from the obtained samples and qPCR was performed. At the same time, an experiment was conducted in artificially infecting nectarine flowers and fruits, and the above-mentioned ONFIT technique was used to detect latent infection [6].

Experiments have shown that ONFIT only detected latent infection in 67% of samples, while qPCR with high accuracy detected latent infection in 100% of samples. qPCR reduced the analysis time from 7–9 days to 24–48 hours [6].

CONCLUSION

Timely and accurate identification of fungi of the genus *Monilinia* is not an easy task as they have similar host plants, symptoms of lesions and cultural and morphological characteristics. Several techniques have been developed so far to identify the fungi of the genus *Monilinia*, the most reliable and fastest of which is qPCR. MALDI-ToF MS is also promising, which, according to the literature, can distinguish *M. laxa* from *M. fructicola*, but not other species.

The problem of latent infection in fruits and planting material remains important. At present, new pathogen detection and identification techniques are being

согласно литературным данным, позволяет отличить *M. laxa* от *M. fructicola*, но не другие виды.

Важной остается проблема латентной инфекции в плодах и посадочном материале. В настоящий момент ведутся разработки новых методов выявления и идентификации патогенов, основанные на выделении ДНК гриба из растения-хозяина и последующей постановке ПЦР в реальном времени.

ЛИТЕРАТУРА

- Афанасьев М.В., Миронова Л.В., Балахонов С.В. MALDI-ToF масс-спектрометрический анализ для идентификации возбудителей чумы, холеры и туляремии // Молекулярная генетика, микробиология и вирусология. – 2015. – № 2. – С. 3–8. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/maldi-tof-mass-spektrometricheskij-analiz-dlya-identifikatsii-vozbuditeley-chumy-holery-i-tulyaremii/viewer>.
- Дудченко И.П., Копина М.Б. Методические рекомендации по выявлению и идентификации возбудителя бурой монилиозной гнили *Monilinia fructicola* (Winter) Honey. – М.: ФГБУ «ВНИИКР», 2017. – 52 с.
- Côté M.J., Tardif M.C., Meldrum A.J. Identification of *Monilinia fructigena*, *M. fructicola*, *M. laxa*, and *Monilia polystroma* on inoculated and naturally infected fruit using multiplex PCR // Plant Disease. – 2004. – Vol. 88, No. 11. – P. 1219–1225.
- Freimoser F.M. et al. Direct identification of *Monilinia* brown rot fungi on infected fruits by matrix-assisted laser desorption/ionization (MALDI) mass spectrometry // Chemical and Biological Technologies in Agriculture. – 2016. – Vol. 3, No. 1. – P. 7.
- Garcia-Benitez C., Melgarejo P. et al. Proficiency of real-time PCR detection of latent *Monilinia* spp. infection in nectarine flowers and fruit // Phytopathologia Mediterranea. – 2017a. – Vol. 56, No. 2. – P. 242–250.
- Garcia-Benitez C., Melgarejo P. et al. Detection of latent *Monilinia* infections in nectarine flowers and fruit by qPCR // Plant Disease. – 2017b. – No. 101. – P. 1002–1008.
- Guinet C. et al. One-step detection of *Monilinia fructicola*, *M. fructigena*, and *M. laxa* on *Prunus* and *Malus* by a Multiplex Real-Time PCR assay // Plant Disease. – 2016. – Vol. 100, No. 12. – P. 2465–2474.
- Hrustić J. et al. Genus *Monilinia* on pome and stone fruit species // Pesticidi i fitomedicina. – 2012. – Vol. 27, No. 4. – P. 283–297.
- Ioos R., Frey P. Genomic variation within *Monilinia laxa*, *M. fructigena* and *M. fructicola*, and application to species identification by PCR // European Journal of Plant Pathology. – 2000. – Vol. 106, No. 4. – P. 373–378.
- Lane C.R. A synoptic key for differentiation of *Monilinia fructicola*, *M. fructigena* and *M. laxa*, based on examination of cultural characters // EPPO Bulletin. – 2002. – Vol. 32, No. 3. – P. 489–493.
- Michailides T.J., Morgan D.P. et al. Detection and significance of symptomless latent infection of *Monilinia fructicola* in California stone fruit (abstr.) // Phytopathology. – 2000. – No. 90. – P. 48.
- Van Brouwershaven I.R. et al. A real-time (TaqMan) PCR assay to differentiate *Monilinia fructicola* from other brown rot fungi of fruit crops // Plant Pathology. – 2010. – Vol. 59, No. 3. – P. 548–555.
- White T.J. et al. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics // PCR protocols: a guide to methods and applications. – 1990. – Vol. 18, No. 1. – P. 315–322.

developed based on the extraction of the fungal DNA from the host plant and subsequent qPCR.

REFERENCES

- Afanasev M.V., Mironova L.V., Balakhonov S.V. MALDI-ToF mass spectrometric analysis for identification of plague, cholera and tularaemia pathogens [MALDI-ToF mass-spektrometricheskij analiz dlya identifikatsii vozbuditelej chumy, holery i tulyaremii]. *Molekulyarnaya genetika, mikrobiologiya i virusologiya*. 2015; 2: 3–8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/maldi-tof-mass-spektrometricheskij-analiz-dlya-identifikatsii-vozbuditeley-chumy-holery-i-tulyaremii/viewer> (in Russian).
- Dudchenko I.P., Kopina M.B. Methodological recommendations for the detection and identification of brown *Monilinia fructicola* (Winter) Honey brown rot [Metodicheskie rekomendatsii po vyavleniyu i identifikatsii vozbuditelya buroj monilioznoj gnili *Monilinia fructicola* (Winter) Honey]. М.: FGBU “VNIIKR”, 2017 (in Russian).
- Côté M.J., Tardif M.C., Meldrum A.J. Identification of *Monilinia fructigena*, *M. fructicola*, *M. laxa*, and *Monilia polystroma* on inoculated and naturally infected fruit using multiplex PCR. *Plant Disease*. 2004; 88 (11): 1219–1225.
- Freimoser F.M. et al. Direct identification of *Monilinia* brown rot fungi on infected fruits by matrix-assisted laser desorption/ionization (MALDI) mass spectrometry. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 2016; 3 (1): 7.
- Garcia-Benitez C., Melgarejo P. et al. Proficiency of real-time PCR detection of latent *Monilinia* spp. infection in nectarine flowers and fruit. *Phytopathologia Mediterranea*. 2017a; 56 (2): 242–250.
- Garcia-Benitez C., Melgarejo P. et al. Detection of latent *Monilinia* infections in nectarine flowers and fruit by qPCR. *Plant Disease*. 2017b; 101: 1002–1008.
- Guinet C. et al. One-step detection of *Monilinia fructicola*, *M. fructigena*, and *M. laxa* on *Prunus* and *Malus* by a Multiplex Real-Time PCR assay. *Plant Disease*. 2016; 100 (12): 2465–2474.
- Hrustić J. et al. Genus *Monilinia* on pome and stone fruit species. *Pesticidi i fitomedicina*. 2012; 27 (4): 283–297.
- Ioos R., Frey P. Genomic variation within *Monilinia laxa*, *M. fructigena* and *M. fructicola*, and application to species identification by PCR. *European Journal of Plant Pathology*. 2000; 106 (4): 373–378.
- Lane C.R. A synoptic key for differentiation of *Monilinia fructicola*, *M. fructigena* and *M. laxa*, based on examination of cultural characters. *EPPO Bulletin*. 2002; 32 (3): 489–493.
- Michailides T.J., Morgan D.P. et al. Detection and significance of symptomless latent infection of *Monilinia fructicola* in California stone fruit (abstr.). *Phytopathology*. 2000; 90: 48.
- Van Brouwershaven I.R. et al. A real-time (TaqMan) PCR assay to differentiate *Monilinia fructicola* from other brown rot fungi of fruit crops. *Plant Pathology*. 2010; 59 (3): 548–555.
- White T.J. et al. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. *PCR protocols: a guide to methods and applications*. 1990; 18 (1): 315–322.

УДК 632.3

Диагностика бегомовирусов методом ПЦР

Е.Н. ЛОЗОВАЯ, научный сотрудник отдела аспирантуры ФГБУ «ВНИИКР»,
e-mail: evgeniyaf@mail.ru

Ю.Н. ПРИХОДЬКО, к. с.-х. н., ведущий научный сотрудник НМОВБ ФГБУ «ВНИИКР»,
e-mail: prihodko_yuri59@mail.ru

Т.С. ЖИВАЕВА, научный сотрудник НМОВБ ФГБУ «ВНИИКР», e-mail: zhivaeva.vniikr@mail.ru

Ю.А. ШНЕЙДЕР, к. б. н., и. о. заместителя директора ФГБУ «ВНИИКР», e-mail: yury.shneyder@mail.ru

Аннотация. Род *Begomovirus* включает более 190 видов вирусов, являющихся вредоносными патогенами овощных и полевых культур. Широко распространенный в Европе бегомовирус желтой курчавости листьев томата (*Tomato yellow leaf curl virus*, TYLCV) является карантинным объектом для Российской Федерации, ЕАЭС и ЕОКЗР. Идентификация бегомовирусов до видового уровня сопряжена с определенными трудностями, обусловленными высокой идентичностью их генома. В статье приводятся результаты испытания 19 пар универсальных и специфических праймеров для диагностики бегомовирусов: вируса желтой курчавости листьев томата TYLCV, вируса желтой курчавости листьев томата Сардиния (*Tomato yellow leaf curl Sardinia virus*, TYLCSV) и Нью-Дели вируса курчавости листьев томата (*Tomato leaf curl New Delhi virus*, ToLCNDV) методами классической ПЦР и ПЦР в реальном времени.

Ключевые слова. Бегомовирусы, вирус желтой курчавости листьев томата (TYLCV), полимеразная цепная реакция, универсальные и специфические праймеры, специфичность, чувствительность, воспроизводимость.



од Begomovirus входит в семейство Geminiviridae. Геминивирусы – одно из немногих семейств вирусов растений, геном которых состоит из одной или двух молекул кольцевой одноцепочечной ДНК. Вирионы геминивирусов также имеют уникальную морфологию, так как состоят из двух неполных икосаэдров размером около 38 x 22 нм (рис. 1).

Род Begomovirus является самым крупным в семействе Geminiviridae и в настоящее время включает 388 видов, распространенных преимущественно в странах с тропическим и субтропическим климатом. Представители этого рода заражают

UDC 632.3

Diagnosis of begomoviruses by PCR

E.N. LOZOVAIA, Researcher of the Postgraduate Study Department of FGBU “VNIIKR”,
e-mail: evgeniyaf@mail.ru

Y.N. PRIKHODKO, PhD in Agriculture, Leading Researcher of the Research and Methodology Department for Virology and Bacteriology of FGBU “VNIIKR”, e-mail: prihodko_yuri59@mail.ru

T.S. ZHIVAEVA, Researcher of the Research and Methodology Department for Virology and Bacteriology of FGBU “VNIIKR”,
e-mail: zhivaeva.vniikr@mail.ru

Y.A. SHNEYDER, PhD in Biology, Acting Deputy Director of FGBU “VNIIKR”,
e-mail: yury.shneyder@mail.ru

Abstract. The genus *Begomovirus* includes more than 190 species of viruses, which are harmful pathogens of vegetable and field crops. Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV), which is widely spread in Europe, is a quarantine object for the Russian Federation, EAEU and EPPO. Identifying begomoviruses to the species level involves certain difficulties due to the high identity of their genome. The article presents the results of testing 19 pairs of universal and specific primers for the diagnosis of begomoviruses: tomato leaf curl virus (TYLCV), tomato yellow leaf curl Sardinia virus (TYLCSV), and tomato leaf curl New Delhi virus (ToLCNDV) by conventional and real-time PCR methods.

Keywords. Begomoviruses, tomato leaf curl virus (TYLCV), polymerase chain reaction, universal and specific primers, specificity, sensitivity, reproducibility.

The genus Begomovirus is part of the Geminiviridae family. Geminiviruses are one of the few plant virus families whose genome consists of one or two molecules of a single-chain circular DNA. Virions of geminiviruses also have a unique morphology, as they consist of two incomplete icosahedrons about 38 x 22 nm (Fig. 1).

The genus *Begomovirus* is the largest in the Geminiviridae family and currently includes 388 species,

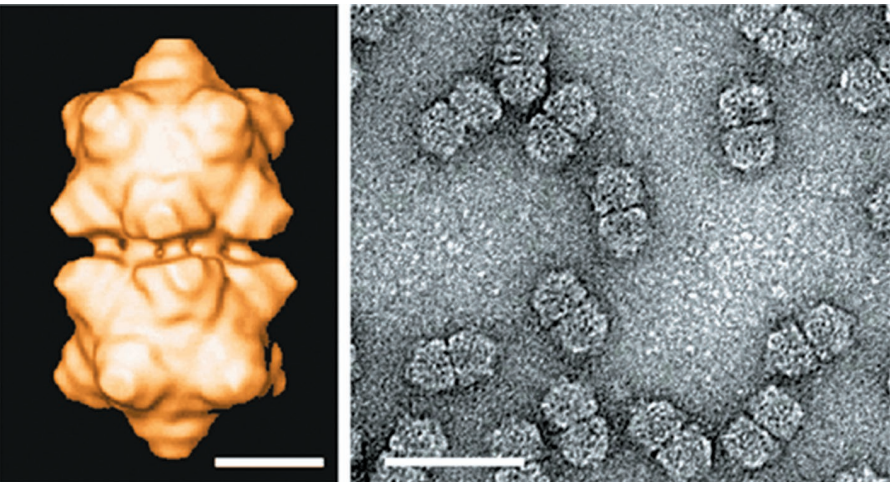


Рис. 1. Вирионы ToLCNDV и их криоэлектронная микроскопическая реконструкция. Бар составляет 50 нм (Brown et al., 2015) [5]

Fig. 1. ToLCNDV virions and their cryoelectronic microscopic reconstruction. The bar is 50 nm (Brown et al., 2015) [5]

двудольные растения и передаются исключительно табачной белокрылкой *Bemisia tabaci*. Ранее этот род был известен также как подгруппа III геминивирусов, или группа вируса золотистой мозаики бобов [5]. В регионе ЕОКЗР в настоящее время уже распространены следующие бегомовирусы: вирус желтой курчавости листьев томата (TYLCV), вирус желтой курчавости листьев томата Сардиния (TYLCSV), вирус желтой курчавости листьев томата Малага (TYLCMaV), вирус желтой курчавости листьев томата Ахаркуа (TYLCAxV) и Нью-Дели вирус курчавости листьев томата (ToLCNDV) [11].



Рис. 2. Типичные симптомы, вызываемые TYLCV на растениях томата (CABI, 2020) [6]

Fig. 2. Typical symptoms caused by TYLCV on tomato plants (CABI, 2020) [6]



Рис. 3. Симптомы, вызываемые ToLCNDV на растениях цуккини (www.juntadeandalucia.es)

Fig. 3. Symptoms caused by ToLCNDV on zucchini plants (www.juntadeandalucia.es)

distributed mainly in countries with tropical and subtropical climates. Representatives of this genus infect dicotyledons and are transmitted only by tobacco whitefly *Bemisia tabaci*. Earlier this genus was also known as subgroup III of geminiviruses, or group of bean golden mosaic virus [5].

The following begomoviruses are now common in the EPPO region: tomato leaf curl virus (TYLCV), tomato yellow leaf curl Sardinia virus (TYLCSV), tomato yellow leaf curl Malaga virus (TYLCMaV), tomato yellow leaf curl Acharquia virus (TYLCAxV) and tomato leaf curl New Delhi virus (ToLCNDV) [11].

TYLCV is a quarantine object for the Russian Federation, EAEU and EPPO. ToLCNDV has been in the EPPO Alert list since 2015. TYLCSV, TYLCAxV and TYLCMaV were previously considered to be TYLCV strains, therefore, quarantine restrictions should also apply to these species [8].

The main host plant of TYLCV, TYLCSV, TYLCAxV and TYLCMaV is tomato (*Solanum lycopersicum*). TYLCV also infects pepper plants and some other solanaceous, pumpkin and legume crops much less frequently. ToLCNDV was first described on a tomato, but nowadays it is mostly spread on different pumpkin cultures. In India and Pakistan, however, ToLCNDV is one of the most dangerous potato pathogens [6].

TYLCV является карантинным объектом для Российской Федерации, ЕАЭС и ЕОКЗР. ToLCNDV с 2015 г. входит в сигнальный список ЕОКЗР. TYLCSV, TYLCAxV и TYLCMaV ранее считались штаммами TYLCV, поэтому карантинные ограничения должны распространяться и на эти виды [8].

Основным растением – хозяином TYLCV, TYLCSV, TYLCAxV и TYLCMaV является томат (*Solanum lycopersicum*). TYLCV значительно реже заражает также растения перца и некоторых других пасленовых, тыквенных и бобовых культур. ToLCNDV был впервые описан на томате, но в настоящее время распространен преимущественно на различных тыквенных культурах. Однако в Индии и Пакистане ToLCNDV является одним из опасных патогенов картофеля [6].

Все распространенные в Европе бегомовирусы вызывают на томате болезнь, получившую название «желтая курчавость листьев томата». Болезнь проявляется в развитии мелких, с пожелтевшими краями, чашеобразно загнутых вниз деформированных листьев. Междоузлия на побегах укорачиваются, вследствие чего зараженные растения заметно отстают в росте от здоровых (рис. 2). Потери урожая могут достигать 100% [6].

ToLCNDV вызывает на растениях тыквенных культур мозаику, хлороз, сильное скручивание и морщинистость листьев, утолщение жилок листьев, карликовость растений (рис. 3).

Бегомовирусы различаются генетически, но имеют практически идентичную биологию, морфологию вирионов и симптоматику на растениях томата, а также являются серологически близкородственными. Скрининговые серологические тесты с использованием поликлональных антител, как правило, позволяют идентифицировать бегомовирусы лишь до уровня рода. Единственным методом, позволяющим проводить объективную идентификацию бегомовирусов до видового уровня, является полимеразная цепная реакция (ПЦР) [1, 13, 16].

Для выявления бегомовирусов разработаны многочисленные модификации тестов на основе ПЦР с использованием видоспецифичных или универсальных праймеров, которые проводятся в формате классической ПЦР с электрофоретической детекцией результатов или в формате ПЦР в режиме реального времени и часто комбинируются с методами отпечатка тканей, иммуноблоттинга и рестрикционного анализа. До наших исследований диагностика бегомовирусов методом ПЦР не была апробирована в Российской Федерации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В ФГБУ «ВНИИКР» проведено испытание 19 пар универсальных и специфических праймеров для диагностики вируса желтой курчавости листьев томата (TYLCV), вируса желтой курчавости листьев томата Сардиния (TYLCSV) и Нью-Дели вируса курчавости листьев томата (ToLCNDV) методами классической ПЦР и ПЦР в реальном времени (ПЦР-РВ).

В работе использовали следующие изоляты бегомовирусов: TYLCV PV-0844, TYLCV-Isr PV-0560, TYLCV + ACMV PV-0588, TYLCSV PV-0596, TYLCSV PV-0561, ToLCNDV PC-1109, ToLCNDV PC-1111, ACMV PC-0873, BGMV PC-0094 (все – из коллекции

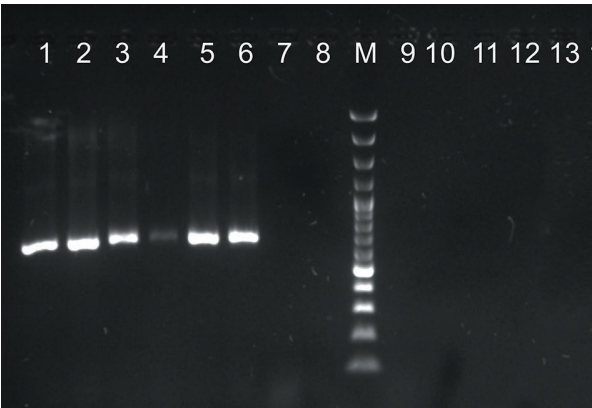


Рис. 4. Реакция праймеров TYLCV-Sar/TYLCV-Is (Pico et al., 1999) [21] с изолятами различных бегомовирусов (набор реагентов Screen Mix-HS, специфический продукт – 667 п. н.) Образцы:

1 TYLCV-Isr PC-0560 (DSMZ)	8 ACMV PC-0873 (DSMZ)
2 TYLCV PV-0844 (DSMZ)	9 ToLCNDV PC-1109 (DSMZ)
3 TYLCV P-10501202 (Adgen)	10 ToLCNDV PC-1111 (DSMZ)
4 TYLCV – g842 (ВНИИКР)	11 BGMV PC-0094 (DSMZ)
5 TYLCSV PV-0561 (DSMZ)	12 Отрицательный контроль (Adgen)
6 TYLCSV PC-0596 (DSMZ)	13 Отрицательный контроль (вода)
7 ACMV PV-0588 (DSMZ)	

Fig. 4. Reaction of TYLCV-Sar/TYLCV-Is primers (Pico et al., 1999) [21] with isolates of various begomoviruses (Screen Mix-HS kit, specific product – 667 b. p.) Samples:

1 TYLCV-Isr PC-0560 (DSMZ)	8 ACMV PC-0873 (DSMZ)
2 TYLCV PV-0844 (DSMZ)	9 ToLCNDV PC-1109 (DSMZ)
3 TYLCV P-10501202 (Adgen)	10 ToLCNDV PC-1111 (DSMZ)
4 TYLCV – g842 (FGBU “VNIIEKR”)	11 BGMV PC-0094 (DSMZ)
5 TYLCSV PV-0561 (DSMZ)	12 Negative control (Adgen)
6 TYLCSV PC-0596 (DSMZ)	13 Negative control (water)
7 ACMV PV-0588 (DSMZ)	

All begomoviruses common in Europe cause a disease called tomato yellow leaf curl. The disease manifests itself in the development of small, yellowish, cup-shaped deformed leaves. The internode on shoots is shortened, so that infected plants noticeably lag behind healthy ones in growth (Fig. 2). Crop losses can reach 100% [6].

ToLCNDV causes on pumpkin plants mosaic, chlorosis, strong leaf roll and crinkle, thickening of leaf veins, dwarfism of plants (Fig. 3).

Begomoviruses differ genetically, but have almost identical biology, virion morphology and symptomatology on tomato plants, and are serologically related. Screening serological tests with use of polyclonal antibodies, as a rule, only allow to identify begomoviruses up to a genus level. The only method that can reliably identify begomoviruses to species level is polymerase chain reaction (PCR) [1, 13, 16].

DSMZ, Германия), TYLCV-g 842, TYLCV Kaz-1 (ФГБУ «ВНИИКР») и TYLCV P-10501202 (Adgen, Великобритания).

Специфичность испытуемых праймеров оценивали с референтными изолятами следующих вирусов из коллекции DSMZ (Германия), заражающих растения пасленовых культур: AMV, APLV, APMoV, INSV, PAMV, PBRSV, PepMV, PLRV, PVM, PVS, PVX, PVY, PYDV, PYV, TBRV, TMV, ToCV, ToRSV, TRSV и TSWV.

Для выделения ДНК и РНК вирусов из растительных тканей применяли наборы реагентов «Проба-НК» («Агродиагностика», Россия) и «Фито-Сорб-М» («Синтол», Россия), которые использовали согласно инструкциям фирм-производителей.

Испытания праймеров проводили с наборами реагентов для ПЦР, указанными в таблице 1. Наборы использовали согласно инструкциям фирм-производителей.

Для отработки диагностики бегомовирусов было испытано 15 пар праймеров, характеристика которых представлена в таблице 2.

Кроме того, в качестве подтверждающего теста был испытан набор реагентов для выявления TYLCV методом ПЦР-РВ фирмы «Агродиагностика» (Россия). Последовательности нуклеотидов, входящих в данный набор праймеров, и последовательность зонда фирмой-производителем не разглашаются.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Краткая информация о результатах экспериментов по отработке диагностики бегомовирусов представлена в таблице 3.

Установлено, что универсальные праймеры Gemini-A146/Gemini-A672 [7] реагируют с изолятами распространенных в Европе бегомовирусов TYLCV, TYLCSV и ToLCNDV и могут быть использованы для проведения скрининговых тестов на наличие этих бегомовирусов. Не отмечена реакция данных праймеров с бегомовирусами ACMV (африканский вирус мозаики маниока) и BGMV (вирус золотистой мозаики фасоли). Однако ввиду образования неспецифических продуктов констатируется необходимость дальнейшей отработки тестов с этими праймерами.

Подтверждена дуплексная реакция праймеров TY1/TY2 [2] и TYLCV-Sar/TYLCV-Is [21] с TYLCV и TYLCSV, наряду с отсутствием их реакции с ToLCNDV, ACMV и BGMV (рис. 4). Установлена возможность использования этих праймеров с различными наборами реагентов для классической ПЦР отечественных фирм-производителей при достаточно высоком уровне чувствительности тестов (разведение инфекционного экстракта в 10⁻³–10⁻⁴). Констатируется, что праймеры TY1/TY2 и TYLCV-Sar/TYLCV-Is могут быть рекомендованы для проведения скрининговых тестов на наличие TYLCV и TYLCSV с последующим секвенированием получаемых продуктов амплификации или использованием специфических праймеров.

Отработан мультиплексный тест с праймерами TY-209F/TY-575R (специфичны к TYLCV) и TY-613F/TY-1363R (специфичны к TYLCSV) [20] для одновременного выявления TYLCV и TYLCSV. Установлено, что данный тест позволяет диагностировать как моноинфекцию TYLCV и TYLCSV, так и смешанную инфекцию этих вирусов (рис. 5).

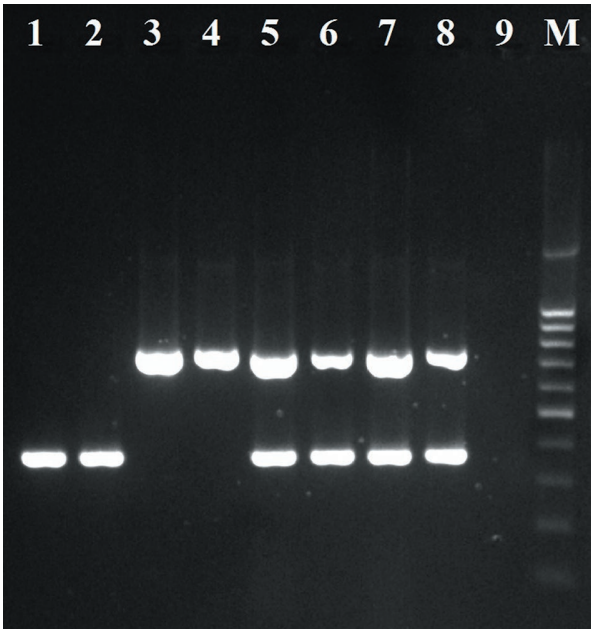


Рис. 5. Мультиплексная ПЦР на наличие TYLCV и TYLCSV с праймерами TY-209F/TY-575R и TY-613F/TY-1363R (F. Pellegrin et al., 2008) [20] (набор реагентов Qiagen Multiplex PCR Kit, специфические продукты: для TYLCV – 750 п. н., TYLCSV – 366 п. н.)
Образцы:

1 TYLCSV PV-0561 (DSMZ)	6 TYLCSV PV-0561 + TYLCV PV-0844 (DSMZ)
2 TYLCSV PV-0596 (DSMZ)	7 TYLCSV PV-0596 + TYLCV PC-0560 (DSMZ)
3 TYLCV PC-0560 (DSMZ)	8 TYLCSV PV-0596 + TYLCV PV-0844 (DSMZ)
4 TYLCV PV-0844 (DSMZ)	9 Отрицательный контроль (вода)
5 TYLCSV PV-0561 + TYLCV PC-0560 (DSMZ)	

Fig. 5. Multiplex PCR for TYLCV and TYLCSV with TY-209F/TY-575R and TY-613F/TY-1363R primers (Pellegrin et al., 2008) [20] (Qiagen Multiplex PCR Kit, specific products: for TYLCV – 750 b. p., for TYLCSV – 366 b. p.)
Samples:

1 TYLCSV PV-0561 (DSMZ)	6 TYLCSV PV-0561 + TYLCV PV-0844 (DSMZ)
2 TYLCSV PV-0596 (DSMZ)	7 TYLCSV PV-0596 + TYLCV PC-0560 (DSMZ)
3 TYLCV PC-0560 (DSMZ)	8 TYLCSV PV-0596 + TYLCV PV-0844 (DSMZ)
4 TYLCV PV-0844 (DSMZ)	9 Negative control (water)
5 TYLCSV PV-0561 + TYLCV PC-0560 (DSMZ)	

Numerous modifications of PCR tests have been developed for the detection of begomoviruses using species-specific or universal primers, which are conducted in conventional PCR with electrophoretic detection of results or in real-time PCR (qPCR) format and often combined with tissue imprinting, immunoblotting and RFLP-analysis. Before our research, the diagnosis of begomoviruses by PCR has not been tested in the Russian Federation.

RESEARCH MATERIALS AND METHODS
FGBU “VNIIKR” tested 19 pairs of universal and

Таблица 1
Наборы реагентов для ПЦР, используемые для отработки диагностики бегомовирусов

№ п/п	Набор реагентов для ПЦР	Фирма-производитель	Страна
1	2,5x Реакционная смесь для проведения ПЦР-РВ	Синтол	Россия
2	2,5x Реакционная смесь для проведения ПЦР-РВ с красителем ROX	Синтол	Россия
3	2,5x Реакционная смесь для проведения ПЦР-РВ с красителем SYBR Green-1	Синтол	Россия
4	qPCRmix – HS	Евроген	Россия
5	qPCRmix – HS ROX	Евроген	Россия
6	qPCRmix-HS SYBR + High Rox	Евроген	Россия
7	Tersus PCR Kit	Евроген	Россия
8	Encyclo PCR Kit	Евроген	Россия
9	5x Mas ^{DD} Mix-2025	Диалат	Россия
10	5x Mas ^{CPE} Mix-2025	Диалат	Россия
11	Dream Taq Green PCR Master Mix	Thermo Scientific	США
12	Dream Taq PCR Master Mix	Thermo Scientific	США
13	Qiagen Multiplex PCR Kit	Qiagen	Нидерланды

Table 1
PCR kits used to test the diagnosis of begomoviruses

No. Item	PCR kit	Manufacturer	Country
1	2.5x reaction mixture for RT-PCR	Sintol	Russia
2	2.5x reaction mixture for RT-PCR with ROX dye	Sintol	Russia
3	2.5x reaction mixture for RT-PCR with SYBR Green-1 dye	Sintol	Russia
4	qPCRmix – HS	Evrogen	Russia
5	qPCRmix – HS ROX	Evrogen	Russia
6	qPCRmix-HS SYBR + High Rox	Evrogen	Russia
7	Tersus PCR Kit	Evrogen	Russia
8	Encyclo PCR Kit	Evrogen	Russia
9	5x Mas ^{DD} Mix-2025	Dialat	Russia
10	5x Mas ^{CPE} Mix-2025	Dialat	Russia
11	Dream Taq Green PCR Master Mix	Thermo Scientific	USA
12	Dream Taq PCR Master Mix	Thermo Scientific	USA
13	Qiagen Multiplex PCR Kit	Qiagen	Netherlands

По результатам проведенных экспериментов констатируется высокая специфичность к TYLCV рекомендуемых в литературе праймеров HD-1/HD-2 [9], V781/C1256 [4], V1769/C2120 [4], Tuv-2664/Tuv-138 [3] и разработанных нами праймеров TYLCV-P1F/TYLCV-P1R. Все эти пары праймеров реагировали лишь с изолятами целевого объекта – TYLCV и не реагировали с нецелевыми бегомовирусами – TYLCSV, ToLCNDV, ACMV и BGMV.

specific primers for the diagnosis of tomato yellow leaf curl virus (TYLCV), yellow tomato leaf curl Sardinia virus (TYLCSV) and tomato leaf curl New Delhi virus (ToLCNDV) using conventional and qPCR.

Таблица 2
 Характеристика праймеров, используемых в экспериментах по диагностике бегомовирусов методом ПЦР

Название праймера	Последовательность 5’→3’	Tm (°C)	Длина продукта (п. н.)	Автор
TY1	GCC CAT GTA YCG RAA GCC	61	580	Accotto et al., 2000; EPPO, 2005 [2] [10]
TY2	GGR TTA GAR GCA TGM GTA C			
HD1	CGG AAT TCG CCC ACC AAT AAC TGT AGC	59	674	El-gaied et al., 2008 [9]
HD2	CGG GAT CCG CAG TCC GTT GAG GAA ACT TAC			
Gemini – A146	TAA TAT TAC CKG WKG VCC SC	53	500	Deng et al., 1994 [7]
Gemini – A672	TGG ACY TTR CAW GGB CCT TCA ACA			
TYLCV-Sar	GCC ATA TAC AAT AAC AAG GC	59	667	Pico et al., 1999 [21]
TYLCV-Is	CGC CCG TCT CGA AGG TTC			
V781	CTC ACA GAG TGG GTA AGA GG	57	480	Atzmon et al., 1998 [4]
C1256	TTA ATT TGA TAT TGA ATC ATA GAA ATA G			
V1769	GCG AAC AGT GGC TCG TAG AGG G	60	350	Atzmon et al., 1998 [4]
C2120	CAG GCA AAA ACA ATG TGG GCC AGG			
V1769	GCG AAC AGT GGC TCG TAG AGG G	60,4	353	Atzmon et al., 1998 [4], в модификации ВНИИКР
C2120a	ACA GGC AAA ACA ATG TGG GCC AGG			
MA-14	TGC ATT TAT TTG AAA ACG	52	353	Navas-Castillo et al., 1999 [17]
MA-15	AAA GGA TCC CAC ATA TTG			
TYv2664	ATT GAC CAA GAT TTT TAC ACT TAT CCC	62	316	Anfoka et al., 2005 [3]
TYc138	AAG TGG GTC CCA CAT ATT GCA AGAC			
PsSic-2267	TGG AAA GTT CCC CAT TCA AGA ACA TC	59	891	Atzmon et al., 1998 [4]
PcRvc-397	TGC CTT GGA CAR TGG GG R CAG CAG			
ToLCNDV-BF	AAT ACA CGC GTA AGG AAA TAT GT	58	891	Ruiz et al., 2015 [22]
ToLCNDV-BR	AGT CAT GGG CTA GCA GAT CG			
MA1788	CGT GTC GTT TCG ATC TGG TGTC	60	269	Fortes et al., 2016 [12]
MA1789	GTT TGT GGA TCT AAA CTT GGT GAG			
MA115	GAA AGT ACC CCA TTC AAG AAC	54	552	Monci et al., 2002 [15]
MA116	GTA GGG CCC ACT ACT TTA TC			
TY-209F	CTY GCA ATW AAA TAT TTG CAG CTA	60	750	Pellegrin et al., 2008 [20]
TY-575R	CAA CAC CRG TAT GCT TSA CG			
TY-613F	GAA TTA CTC ACA GAG TSG GTA AGA	60	366	Pellegrin et al., 2008 [20]
TY-1363R	GAA CCA CGA CAT CAT TTC CA			
TYLCV-P1F	AGG CAT GCG TAC ATG CCA TA	53,8	282	HMOBB ВНИИКР
TYLCV-P1R	GGC CCT ATG GAA ACA GTC CA			
TYLCSV-P2F	AGC ATA CCG GTG TTG TTC GT	60	341	HMOBB ВНИИКР
TYLCSV-P2R	CTG CTC CTT CAT CCC TGA CG			
TYLCSV-P3F	AAG CCG CGG ATG TAC AGA AT	60	90	HMOBB ВНИИКР
TYLCSV-P3R	GTC ACG CTG CTC ATA CGA CT			
TYLCV-F	ACG CTT ACG CCT TAT TGG TTT C	60	62	Papayiannis et al., 2011 [19]
TYLCV-R	CGA GCC ACT GTT CGC AAG T			
TYLCV-P	FAM-TCT TGG CTA TCT TGT GTT GGA CCT TGA TTG AT-BHQ1			

Table 2
 Characteristics of primers used in experiments to diagnose begomoviruses with the PCR

Primer name	Sequence 5’→3’	Tm (°C)	Product length (b. p.)	Author
TY1	GCC CAT GTA YCG RAA GCC	61	580	Accotto et al., 2000; EPPO, 2005 [2] [10]
TY2	GGR TTA GAR GCA TGM GTA C			
HD1	CGG AAT TCG CCC ACC AAT AAC TGT AGC	59	674	El-gaied et al., 2008 [9]
HD2	CGG GAT CCG CAG TCC GTT GAG GAA ACT TAC			
Gemini – A146	TAA TAT TAC CKG WKG VCC SC	53	500	Deng et al., 1994 [7]
Gemini – A672	TGG ACY TTR CAW GGB CCT TCA ACA			
TYLCV-Sar	GCC ATA TAC AAT AAC AAG GC	59	667	Pico et al., 1999 [21]
TYLCV-Is	CGC CCG TCT CGA AGG TTC			
V781	CTC ACA GAG TGG GTA AGA GG	57	480	Atzmon et al., 1998 [4]
C1256	TTA ATT TGA TAT TGA ATC ATA GAA ATA G			
V1769	GCG AAC AGT GGC TCG TAG AGG G	60	350	Atzmon et al., 1998 [4]
C2120	CAG GCA AAA ACA ATG TGG GCC AGG			
V1769	GCG AAC AGT GGC TCG TAG AGG G	60.4	353	Atzmon et al., 1998 [4], modified by FGBU “VNIIKR”
C2120a	ACA GGC AAA ACA ATG TGG GCC AGG			
MA-14	TGC ATT TAT TTG AAA ACG	52	353	Navas-Castillo et al., 1999 [17]
MA-15	AAA GGA TCC CAC ATA TTG			
TYv2664	ATT GAC CAA GAT TTT TAC ACT TAT CCC	62	316	Anfoka et al., 2005 [3]
TYc138	AAG TGG GTC CCA CAT ATT GCA AGAC			
PsSic-2267	TGG AAA GTT CCC CAT TCA AGA ACA TC	59	891	Atzmon et al., 1998 [4]
PcRvc-397	TGC CTT GGA CAR TGG GG R CAG CAG			
ToLCNDV-BF	AAT ACA CGC GTA AGG AAA TAT GT	58	891	Ruiz et al., 2015 [22]
ToLCNDV-BR	AGT CAT GGG CTA GCA GAT CG			
MA1788	CGT GTC GTT TCG ATC TGG TGTC	60	269	Fortes et al., 2016 [12]
MA1789	GTT TGT GGA TCT AAA CTT GGT GAG			
MA115	GAA AGT ACC CCA TTC AAG AAC	54	552	Monci et al., 2002 [15]
MA116	GTA GGG CCC ACT ACT TTA TC			
TY-209F	CTY GCA ATW AAA TAT TTG CAG CTA	60	750	Pellegrin et al., 2008 [20]
TY-575R	CAA CAC CRG TAT GCT TSA CG			
TY-613F	GAA TTA CTC ACA GAG TSG GTA AGA	60	366	Pellegrin et al., 2008 [20]
TY-1363R	GAA CCA CGA CAT CAT TTC CA			
TYLCV-P1F	AGG CAT GCG TAC ATG CCA TA	53.8	282	Research and Methodology Department for Virology and Bacteriology of FGBU “VNIIKR”
TYLCV-P1R	GGC CCT ATG GAA ACA GTC CA			
TYLCSV-P2F	AGC ATA CCG GTG TTG TTC GT	60	341	Research and Methodology Department for Virology and Bacteriology of FGBU “VNIIKR”
TYLCSV-P2R	CTG CTC CTT CAT CCC TGA CG			
TYLCSV-P3F	AAG CCG CGG ATG TAC AGA AT	60	90	Research and Methodology Department for Virology and Bacteriology of FGBU “VNIIKR”
TYLCSV-P3R	GTC ACG CTG CTC ATA CGA CT			
TYLCV-F	ACG CTT ACG CCT TAT TGG TTT C	60	62	Papayiannis et al., 2011 [19]
TYLCV-R	CGA GCC ACT GTT CGC AAG T			
TYLCV-P	FAM-TCT TGG CTA TCT TGT GTT GGA CCT TGA TTG AT-BHQ1			

Таблица 3
 Результаты экспериментов по отработке диагностики бегомовирусов

№ п/п	Праймеры	Целевые объекты	Рекомендуемые наборы реагентов	Специфичность (%)	Чувствительность
1	Gemini-A146/Gemini-A672 (Deng et al., 1994)	TYLCV, TYLCSV, ToLCNDV	Mas ^{DD} Mix-2025	100	Не определяли
2	TY1/TY2 (Accotto et al., 2000)	TYLCV, TYLCSV	MagMIX-2025, Encyclo-plus, PCR Kit, Dream Taq Green PCR Master Mix	100	10 ⁻³
3	TYLCV-Sar/TYLCV-Is (Pico et al., 1999)	TYLCV, TYLCSV	Mas ^{DD} Mix-2025, Screen Mix, Screen Mix-HS	100	10 ⁻⁴
4	HD-1/HD-2 (El-gaied et al., 2008)	TYLCV	MagMIX-2025, Encyclo-plus PCR Kit	100	10 ⁻⁴
5	V781/C1256 (Atzmon et al., 1998)	TYLCV	Mas ^{DD} Mix-2025, MagMIX-2025, Dream Taq PCR Master Mix, Dream Taq Green PCR Master Mix	100	10 ⁻⁴
6	V1769/C2120 (Atzmon et al., 1998)	TYLCV	Mas ^{DD} Mix-2025	100	10 ⁻⁴
7	V1769/C2120a (Atzmon et al., 1998, в нашей модификации)	TYLCV	Mas ^{DD} Mix-2025, Screen Mix-HS	100	10 ⁻⁴
8	Tyv-2664/Tyv-138 (Anfoka et al., 2005)	TYLCV	Mas ^{DD} Mix-2025, Screen Mix-HS, Dream Taq Green PCR Master Mix	100	10 ⁻⁴
9	TYLCV-P1F/TYLCV-P1R (НМОВБ ВНИИКР)	TYLCV	Dream Taq PCR Master Mix	100	10 ⁻²
10	TYLCV-F/TYLCV-R, зонд TYLCV-P (Papayiannis et al., 2011)	TYLCV	qPCRmix-HS, qPCRmix-HS ROX, qPCRmix-HS SYBR-High ROX, 2,5x Реакционная смесь для проведения ПЦР-PB в присутствии ROX	100	10 ⁻⁶
11	Набор для ПЦР-PB к TYLCV (Агродиагностика, Россия)	TYLCV	Комплект реагентов для ПЦР-PB к TYLCV (Агродиагностика, Россия)	100	10 ⁻⁶
12	TY-209F/TY-575R (Pellegrin et al., 2008)	TYLCV	Qiagen Multiplex PCR Kit	100	Не определяли
13	TY-613F/TY-1363R (Pellegrin et al., 2008)	TYLCSV	Qiagen Multiplex PCR Kit	100	Не определяли
14	MA-14/MA-15 (Navas-Castillo et al., 1999)	TYLCSV	Dream Taq Green PCR Master Mix	60	10 ⁻⁷
15	PsSic-2267/PCRvc-397 (Gorsane et al., 2005)	TYLCSV	Tersus PCR Kit, Mas ^{DD} Mix-2025	90	Не определяли
16	MA115/MA116 (Monci et al., 2002)	TYLCSV	Screen Mix-HS	100	Не определяли
17	TYLCSV-P2F/TYLCSV-P2R (НМОВБ ВНИИКР)	TYLCSV	Screen Mix-HS, Qiagen Multiplex PCR Kit	100	Не определяли
18	TYLCSV-P3F/TYLCSV-P3R (НМОВБ ВНИИКР)	TYLCSV	Screen Mix-HS, Qiagen Multiplex PCR Kit	100	Не определяли
19	ToLCNDV-BF/ToLCNDV-BR (Ruiz et al., 2015)	ToLCNDV	Screen Mix-HS, Mas ^{DD} Mix-2025	100	10 ⁻⁶
20	MA1788/MA1789 (Fortes et al., 2016)	ToLCNDV	Screen Mix-HS, Mas ^{DD} Mix-2025, Dream Taq PCR Master Mix	100	Не определяли

Table 3
 Results of experiments on developing the diagnosis of begomoviruses

No. Item	Primers	Target objects	Recommended kits	Specificity (%)	Sensitivity
1	Gemini-A146/Gemini-A672 (Deng et al., 1994)	TYLCV, TYLCSV, ToLCNDV	Mas ^{DD} Mix-2025	100	Not established
2	TY1/TY2 (Accotto et al., 2000)	TYLCV, TYLCSV	MagMIX-2025, Encyclo-plus, PCR Kit, Dream Taq Green PCR Master Mix	100	10 ⁻³
3	TYLCV-Sar/TYLCV-Is (Pico et al., 1999)	TYLCV, TYLCSV	Mas ^{DD} Mix-2025, Screen Mix, Screen Mix-HS	100	10 ⁻⁴
4	HD-1/HD-2 (El-gaied et al., 2008)	TYLCV	MagMIX-2025, Encyclo-plus PCR Kit	100	10 ⁻⁴
5	V781/C1256 (Atzmon et al., 1998)	TYLCV	Mas ^{DD} Mix-2025, MagMIX-2025, Dream Taq PCR Master Mix, Dream Taq Green PCR Master Mix	100	10 ⁻⁴
6	V1769/C2120 (Atzmon et al., 1998)	TYLCV	Mas ^{DD} Mix-2025	100	10 ⁻⁴
7	V1769/C2120a (Atzmon et al., 1998, modified by us)	TYLCV	Mas ^{DD} Mix-2025, Screen Mix-HS	100	10 ⁻⁴
8	Tyv-2664/Tyv-138 (Anfoka et al., 2005)	TYLCV	Mas ^{DD} Mix-2025, Screen Mix-HS, Dream Taq Green PCR Master Mix	100	10 ⁻⁴
9	TYLCV-P1F/TYLCV-P1R (Research and Methodology Department for Virology and Bacteriology of FGBU “VNIIKR”)	TYLCV	Dream Taq PCR Master Mix	100	10 ⁻²
10	TYLCV-F/TYLCV-R, probe TYLCV-P (Papayiannis et al., 2011)	TYLCV	qPCRmix-HS, qPCRmix-HS ROX, qPCRmix-HS SYBR-High ROX, 2.5x reaction mixture for RT-PCR with ROX	100	10 ⁻⁶
11	RT-PCR Kit for TYLCV (Agrodiagnostika, Russia)	TYLCV	RT-PCR Reagent Kits for TYLCV (Agrodiagnostika, Russia)	100	10 ⁻⁶
12	TY-209F/TY-575R (Pellegrin et al., 2008)	TYLCV	Qiagen Multiplex PCR Kit	100	Not established
13	TY-613F/TY-1363R (Pellegrin et al., 2008)	TYLCSV	Qiagen Multiplex PCR Kit	100	Not established
14	MA-14/MA-15 (Navas-Castillo et al., 1999)	TYLCSV	Dream Taq Green PCR Master Mix	60	10 ⁻⁷
15	PsSic-2267/PCRvc-397 (Gorsane et al., 2005)	TYLCSV	Tersus PCR Kit, Mas ^{DD} Mix-2025	90	Not established
16	MA115/MA116 (Monci et al., 2002)	TYLCSV	Screen Mix-HS	100	Not established
17	TYLCSV-P2F/TYLCSV-P2R (Research and Methodology Department for Virology and Bacteriology of FGBU “VNIIKR”)	TYLCSV	Screen Mix-HS, Qiagen Multiplex PCR Kit	100	Not established
18	TYLCSV-P3F/TYLCSV-P3R (Research and Methodology Department for Virology and Bacteriology of FGBU “VNIIKR”)	TYLCSV	Screen Mix-HS, Qiagen Multiplex PCR Kit	100	Not established
19	ToLCNDV-BF/ToLCNDV-BR (Ruiz et al., 2015)	ToLCNDV	Screen Mix-HS, Mas ^{DD} Mix-2025	100	10 ⁻⁶
20	MA1788/MA1789 (Fortes et al., 2016)	ToLCNDV	Screen Mix-HS, Mas ^{DD} Mix-2025, Dream Taq PCR Master Mix	100	Not established

Номер лунки	Идентификатор пробирки	Ср, Fam	Ср, Hex	Результат
A1	TYLCV_PV-0560	15,6		+
A2	TYLCV_PV-0844	11,7		+
A3	TYLCV_P-10501202	20,3		+
A4	TYLCV_g-842	12,7		+
A5	TYLCSV_PC-0596			-
A6	TYLCSV_PC-0561			-
A7	TYLCV+ACMV_PC-0588			-
A8	ACMV_PC-0873			-
B1	ToLCNDV_PC-1109			-
B2	ToLCNDV_PC-1111			-
B3	BCMV_PC-0094			-
B4	-K_раст_			-
B5	K+	16,2		+
B6	K-			-

Рис. 6. Выявление TYLCV методом ПЦР в реальном времени с использованием праймеров TYLCV-F/TYLCV-R и зонда TYLCV-P (Papayiannis et al., 2011) [19]

Fig. 6. Real-time detection of TYLCV by qPCR using TYLCV-F/TYLCV-R primers and TYLCV-R probe (Papayiannis et al., 2011) [19]

При использовании различных наборов реагентов наиболее высокая воспроизводимость результатов констатирована для праймеров HD-1/HD-2 и V781/C1256. Воспроизводимость результатов в тестах с праймерами V1769/C2120 и Tyv-2664/Tyv-138 существенно зависела от используемых наборов реагентов для ПЦР.

В тестах с праймерами V1769/C2120 и большинством испытываемых наборов реагентов наблюдалось образование многочисленных неспецифических продуктов амплификации («шмеров»). После ряда экспериментов нами была проведена модификация обратного праймера C2120 (табл. 2), которая позволила эффективно, селективно и с высокой чувствительностью диагностировать изоляты TYLCV без образования каких-либо неспецифических продуктов.

Установлено, что использование праймеров HD-1/HD-2, V781/C1256, V1769/C2120, V1769/C2120a и Tyv-2664/Tyv-138 и оптимальных наборов реагентов позволяет выявлять целевой объект при разведении инфекционного экстракта до 10⁻⁴. Несколько менее высокая чувствительность констатирована для праймеров TYLCV-P1F/TYLCV-P1R.

При отработке ПЦР в реальном времени установлено, что праймеры TYLCV-F/TYLCV-R и зонд TYLCV-P [19] характеризуются высокой специфичностью к TYLCV и не реагируют с изолятами других бегомовирусов, включая близкородственный TYLCSV (рис. 6). В экспериментах с пятью различными наборами реагентов для ПЦР-PB и этими праймерами констатирована 100%-я воспроизводимость результатов. Праймеры TYLCV-F/TYLCV-R и зонд TYLCV-P позволяют диагностировать TYLCV при разведении инфекционного экстракта до 10⁻⁶.

Аналогичная специфичность и чувствительность результатов установлена и для коммерческого набора для ПЦР-PB к TYLCV фирмы «Агродиагностика» (Россия). Однако при увеличении термоциклического режима свыше 35 циклов может наблюдаться ложноположительный сигнал с близкородственным TYLCSV.

The following begomovirus isolates were used: TYLCV PV-0844, TYLCV-Isr PV-0560, TYLCV + ACMV PV-0588, TYLCSV PV-0596, TYLCSV PV-0561, ToLCNDV PC-1109, ToLCNDV PC-1111, ACMV PC-0873, BGMV PC-0094 (all from DSMZ collection, Germany), TYLCV-g 842, TYLCV Kaz-1 (FGBU “VNIKR”) and TYLCV P-10501202 (Adgen, United Kingdom).

The specificity of the tested primers was evaluated with reference isolates of the following viruses from the DSMZ collection (Germany), which infect plants of solanaceous crops: AMV, APLV, APMoV, INSV, PAMV, PBRSV, PepMV, PLRV, PVM, PVS, PVX, PVY, PYDV, PYV, TBRV, TMV, ToCV, ToRSV, TRSV and TSWV.

Proba-NK (Agrodiagnostika, Russia) and FitoSorb-M (Syntol, Russia) kits were used for purification DNA and RNA of viruses from plant tissues, which were used according to the manufacturer's instructions.

The primers were tested with the PCR kits indicated in Table 1. The kits were used according to the manufacturer's instructions.

To develop the diagnosis of begomoviruses, 15 pairs of primers were tested, the characteristics of which are shown in Table 2.

In addition, a RT-PCR kit for detection of TYLCV (Agrodiagnostika, Russia) was used as a confirmation test. The nucleotide sequences included in this set of primers and probe sequence are not disclosed by the manufacturer.

RESEARCH RESULTS

A summary of the results of the experiments to develop the diagnosis of begomoviruses is presented in Table 3.

It has been established that universal primers Gemini-A146/Gemini-A672 [7] react with isolates of begomoviruses TYLCV, TYLCSV and ToLCNDV common in Europe and can be used for screening tests for these begomoviruses. No response has been noted for these primers with ACMV (African cassava mosaic virus) and BGMV (Bean golden mosaic virus) begomoviruses. However, due to the formation of non-specific products, the need for further testing with these primers has been stated.

The duplex reaction of primers TY1/TY2 [2] and TYLCV-Sar/TYLCV-Is [21] with TYLCV and TYLCSV has been confirmed, along with the absence of their reaction with ToLCNDV, ACMV and BGMV (Fig. 4). Possibility of use of these primers with various kits of reagents for conventional PCR of domestic manufacturers is established at high enough level of sensitivity of tests (multiplication of an infectious extract in 10⁻³–10⁻⁴). It is noted that primers TY1/TY2 and TYLCV-Sar/TYLCV-Is can be recommended for screening tests for TYLCV and

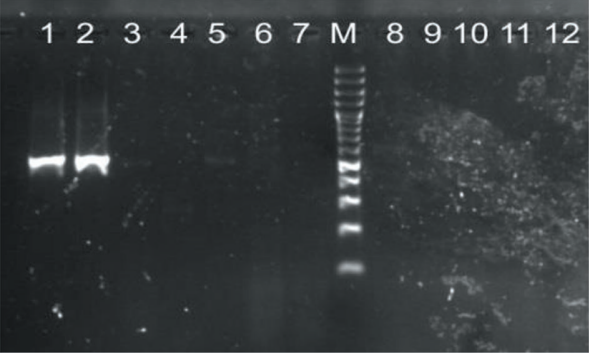


Рис. 7. Выявление TYLCSV методом классической ПЦР с использованием праймеров MA115/MA116 (специфический продукт 552 п. н.) (Monci et al., 2002) [15]

1 TYLCSV PV-0561 (DSMZ)	7 ToLCNDV PC-1111 (DSMZ)
2 TYLCSV PC-0596 (DSMZ)	8 BGMV PC-0094 (DSMZ)
3 TYLCV-Isr PC-0560 (DSMZ)	9 ACMV PC-0873 (DSMZ)
4 TYLCV PV-0844 (DSMZ)	10 TYLCV Kaz-1 (ВНИИКР)
5 TYLCV – g842 (ВНИИКР)	11 Отрицательный контроль (вода)
6 ToLCNDV PC-1109 (DSMZ)	12 Листья здорового растения томата

Fig. 7. Detection of TYLCSV by conventional PCR using MA115/MA116 primers (specific product of 552 b. p.). (Monci et al., 2002) [15]

1 TYLCSV PV-0561 (DSMZ)	7 ToLCNDV PC-1111 (DSMZ)
2 TYLCSV PC-0596 (DSMZ)	8 BGMV PC-0094 (DSMZ)
3 TYLCV-Isr PC-0560 (DSMZ)	9 ACMV PC-0873 (DSMZ)
4 TYLCV PV-0844 (DSMZ)	10 TYLCV Kaz-1 (FGBU “VNIKR”)
5 TYLCV – g842 (FGBU “VNIKR”)	11 Negative control (water)
6 ToLCNDV PC-1109 (DSMZ)	12 Leaves of a healthy tomato plant

Праймеры MA-14/MA-15 [18], PsSic-2267/PCRvc-397 [14] и MA115/MA116 [15] были разработаны для специфического выявления TYLCV.

Однако в семи проведенных экспериментах нами не было получено доказательства специфичности праймеров MA-14/MA-15 к TYLCSV, так как помимо реакции с изолятом целевого объекта наблюдалась также амплификация ДНК некоторых изолятов трех других бегомовирусов. Кроме того, воспроизводимость результатов существенно варьировала в зависимости от используемых наборов реагентов.

Испытание праймеров PsSic-2267/PCRvc-397 [14] подтвердило их высокую специфичность к TYLCSV. Неспецифической реакции этих праймеров с другими бегомовирусами не наблюдалось. Констатировано, что для проведения тестов с данными праймерами необходимо предварительное испытание наборов реагентов для ПЦР с целью минимализации образования неспецифических продуктов амплификации.

Оптимальные результаты при отработке диагностики TYLCSV в плане отсутствия каких-либо неспецифических реакций были получены для праймеров MA115/MA116 [15] (рис. 7).

Результаты предварительных экспериментов свидетельствуют о высокой специфичности

TYLCSV с subsequent sequencing of amplification products or the use of specific primers.

The multiplex test with primers TY-209F/TY-575R (specific to TYLCV) and TY-613F/TY-1363R (specific to TYLCSV) [20] for simultaneous identification of TYLCV and TYLCSV was developed. It was found that this test allows to diagnose both monoinfections of TYLCV and TYLCSV, and mixed infection of these viruses (Fig. 5).

Following the results of the conducted experiments high specificity to TYLCV of primers HD-1/HD-2 [9], V781/C1256 [4], V1769/C2120 [4], Tyv-2664/Tyv-138, recommended in the literature [3], and primers TYLCV-P1F/TYLCV-P1R, developed by us, has been established. All these pairs of primers reacted only with isolates of the target object – TYLCV – and did not react with non-target begomoviruses – TYLCSV, ToLCNDV, ACMV and BGMV.

When using different kits of reagents, the highest reproducibility of results was established for primers HD-1/HD-2 and V781/C1256. Reproducibility of results in tests with primers V1769/C2120 and Tyv-2664/Tyv-138 significantly depended on used reagent kits for PCR.

In tests with V1769/C2120 primers and most of the reagent kits under test, the formation of numerous non-specific amplification products (smears) was observed. After the experiments we modified reverse primer C2120 (Table 2), which allowed us to diagnose TYLCV isolates effectively, selectively and with high sensitivity without formation of any non-specific products.

It was found that the use of HD-1/HD-2, V781/C1256, V1769/C2120, V1769/C2120a and Tyv-2664/Tyv-138 primers and optimal PCR kits allowed to identify the target object when diluting an infectious extract up to 10⁻⁴. A slightly lower sensitivity has been noted for TYLCV-P1F/TYLCV-P1R primers.

During qPCR it was found that TYLCV-F/TYLCV-R primers and TYLCV-R probe [19] are highly specific to TYLCV and do not react with isolates of other begomoviruses, including closely related TYLCSV (Fig. 6). In experiments with five different RT-PCR kits and these primers, 100% reproducibility of the results has been established. TYLCV-F/TYLCV-R primers and TYLCV-R probe allow to diagnose TYLCV when diluting an infectious extract up to 10⁻⁶.

Similar specificity and sensitivity of the results is established for the RT-PCR commercial kit for TYLCV (Agrodiagnostika, Russia). However, when the thermocyclic mode is increased above 35 cycles, a false positive signal with closely related TYLCSV may be observed.

The primers MA-14/MA-15 [18], PsSic-2267/PCRvc-397 [14] and MA115/MA116 [15] were developed for specific detection of TYLCSV.

However, in seven experiments we have not obtained evidence of MA-14/MA-15 primers specificity to TYLCSV, because in addition to the reaction with the target object isolate, we also observed DNA amplification of some isolates of three other begomoviruses. In addition, the reproducibility of the results varied significantly depending on the reagent kits used.

The testing of PsSic-2267/PCRvc-397 primers [14] confirmed their high specificity to TYLCSV. No nonspecific reaction of these primers with other

TYLCV-P [19] или использовать коммерческий набор реагентов для ПЦР-ПВ к TYLCV фирмы «Агро-диагностика» (Россия).

Для проведения подтверждающего теста на наличие TYLCV использовать одну из следующих пар праймеров: HD-1/HD-2 [9], V781/C1256 [4] или V1769/C2120 [4] (в нашей модификации) в формате классической ПЦР.

Для проведения подтверждающего теста на наличие TYLCSV использовать праймеры MA115/MA116 [15] или праймеры TYLCSV-P3F/TYLCSV-P3R (НМОВБ ВНИИКР) в формате классической ПЦР.

Для выявления ToLCNDV использовать праймеры MA1788/MA1789 [12] и ToLCNDV-BF/ToLCNDV-BR [22], детектирующие соответственно ДНК-А и ДНК-В целевого объекта.

ЛИТЕРАТУРА

- Accotto G.P., Noris E. Detection methods for TYLCV and TYLCSV / H. Crosnek (ed.). Tomato yellow leaf curl virus disease // Springer. – 2007. – P. 241–249.
- Accotto G.P., Navas-Castillo J., Noris E., Moriones E., Louro D. Typing of tomato yellow leaf curl viruses in Europe // European Journal of Plant Pathology. – 2000. – Vol. 106, No. 2. – P. 179–186.
- Anfoka G.H., Abhary M.K., Nakhla M.K. Molecular identification of species of the Tomato yellow leaf curl virus complex in Jordan // Journal of Plant Pathology. – 2005. – Vol. 87, No. 1. – P. 65–70.
- Atzmon G., van Oss H., Czosnek H. PCR amplification of Tomato yellow leaf curl virus DNA from squashes of plants and whitefly vectors: application to the study of TYLCV acquisition and transmission // European Journal of Plant Pathology. – 1998. – Vol. 104, No. 2. – P. 189–194.
- Brown J.K., Zerbini F.M., Navas-Castillo J., Moriones E., Ramos-Sobrinho R., Silva J.C.F., Fiallo-Olivé E., Briddon R.W., Hernández-Zepeda C., Idris A., Malathi V.G., Martin D.P., Rivera-Bustamante R., Ueda S., Varsani A. Revision of Begomovirus taxonomy based on pairwise sequence comparisons // Archives of Virology. – 2015. – Vol. 160. – P. 1593–1619.
- CABI, 2020. – URL: <https://www.cabi.org>.
- Deng D., McGrath P.F., Robinson D.J., Harrison B.D. Detection and differentiation of whitefly transmitted geminiviruses in plants and vector insects by the polymerase chain reaction with degenerate primers // Annals of Applied Biology. – 1994. – Vol. 125. – P. 327–336.
- EFSA, 2011. Scientific opinion on the pest categorisation of Tomato yellow leaf curl virus and related viruses causing tomato yellow leaf curl disease in Europe. EFSA Panel on Plant Health // EFSA Journal. – 2014. – Vol. 12, No. 10. – 27 pp.
- El-gaied L.F., Salama M.I., Salem A.M., El-deen A.F., Abdallah A. Molecular and serological studies on a plant virus affecting strawberry // Arab. J. Biotech. – 2008. – Vol. 11. – P. 303–314.
- EPPO. Tomato yellow leaf curl and Tomato mottle Begomoviruses. Diagnostics / EPPO Standard PM 7/50 (1) // Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. – 2005. – Vol. 35. – P. 319–325.
- EPPO Global Database, 2020. – URL: <https://gd.eppo.int>.
- Fortes I.M., Sánchez-Campos S., Fiallo-Olivé E., Díaz Pendón J.A., Navas-Castillo J., Moriones E.

use primers TY1/TY2 [2] or primers TYLCV-Sar/TYL-CV-Is [21] with subsequent sequencing of amplification products or multiplex PCR with primers TY-209F/TY-575R and TY-613F/TY-1363R [20].

To conduct screening test for presence of TYLCV one should carry out RT-PCR with primers TYLCV-F/TYLCSV-R and probe TYLCV-R [19] or use a commercial RT-PCR kits for TYLCV (Agrodiagnostika, Russia).

Use one of the following pairs of primers to perform a confirmation test for TYLCV: HD-1/HD-2 [9], V781/C1256 [4] or V1769/C2120 [4] (modified by us) in conventional PCR format.

Use the MA115/MA116 primers [15] or the TYLCSV-P3F/TYLCSV-P3R primers (Research and Methodology Department for Virology and Bacteriology of FGBU “VNIKR”) in conventional PCR format to perform the TYLCSV confirmation test.

To identify ToLCNDV, use primers MA1788/MA1789 [12] and ToLCNDV-BF/ToLCNDV-BR [22] detecting DNA-A and DNA-B target objects respectively.

REFERENCES

- Accotto G.P., Noris E. Detection methods for TYLCV and TYLCSV. H. Crosnek (ed.). Tomato yellow leaf curl virus disease. *Springer*. 2007: 241–249.
- Accotto G.P., Navas-Castillo J., Noris E., Moriones E., Louro D. Typing of tomato yellow leaf curl viruses in Europe. *European Journal of Plant Pathology*. 2000; 106 (2): 179–186.
- Anfoka G.H., Abhary M.K., Nakhla M.K. Molecular identification of species of the Tomato yellow leaf curl virus complex in Jordan. *Journal of Plant Pathology*. 2005; 87 (1): 65–70.
- Atzmon G., van Oss H., Czosnek H. PCR amplification of Tomato yellow leaf curl virus DNA from squashes of plants and whitefly vectors: application to the study of TYLCV acquisition and transmission. *European Journal of Plant Pathology*. 1998; 104 (2): 189–194.
- Brown J.K., Zerbini F.M., Navas-Castillo J., Moriones E., Ramos-Sobrinho R., Silva J.C.F., Fiallo-Olivé E., Briddon R.W., Hernández-Zepeda C., Idris A., Malathi V.G., Martin D.P., Rivera-Bustamante R., Ueda S., Varsani A. Revision of Begomovirus taxonomy based on pairwise sequence comparisons. *Archives of Virology*. 2015; 160: 1593–1619.
- CABI, 2020. URL: <https://www.cabi.org>.
- Deng D., McGrath P.F., Robinson D.J., Harrison B.D. Detection and differentiation of whitefly transmitted geminiviruses in plants and vector insects by the polymerase chain reaction with degenerate primers. *Annals of Applied Biology*. 1994; 125: 327–336.
- EFSA, 2011. Scientific opinion on the pest categorisation of Tomato yellow leaf curl virus and related viruses causing tomato yellow leaf curl disease in Europe. EFSA Panel on Plant Health. *EFSA Journal*. 2014; 12 (10).
- El-gaied L.F., Salama M.I., Salem A.M., El-deen A.F., Abdallah A. Molecular and serological studies on a plant virus affecting strawberry. *Arab. J. Biotech*. 2008; 11: 303–314.
- EPPO. Tomato yellow leaf curl and Tomato mottle Begomoviruses. Diagnostics. EPPO Standard PM 7/50 (1) / *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 2005; 35: 319–325.

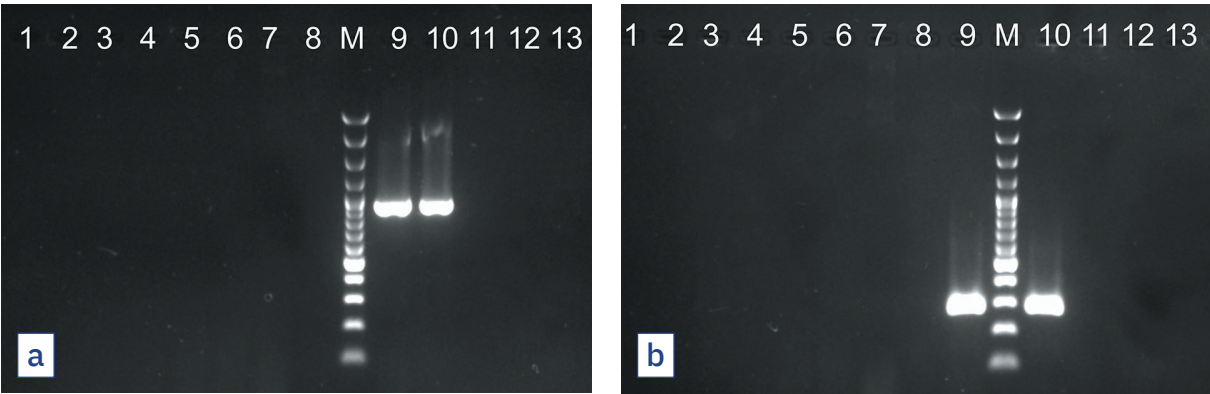


Рис. 8. Выявление ToLCNDV методом классической ПЦР с использованием праймеров ToLCNDV-BF/ToLCNDV-BR (Ruiz et al., 2015) [22] и MA1788/MA1789 (Fortes et al., 2016) [12] (набор реагентов Screen Mix-HS): а – праймеры ToLCNDV-BF/ToLCNDV-BR (специфический продукт 891 п. н.); б – праймеры MA1788/MA1789 (специфический продукт 269 п. н.)

1 TYLCV-Isr PC-0560 (DSMZ)	8 ACMV PC-0873 (DSMZ)
2 TYLCV PV-0844 (DSMZ)	9 ToLCNDV PC-1109 (DSMZ)
3 TYLCV P-10501202 (Adgen)	10 ToLCNDV PC-1111 (DSMZ)
4 TYLCV – g842 (ВНИИКР)	11 BGMV PC-0094 (DSMZ)
5 TYLCSV PV-0561 (DSMZ)	12 Отрицательный контроль (Adgen)
6 TYLCSV PC-0596 (DSMZ)	13 Отрицательный контроль (вода)
7 TYLCV+ACMV PV-0588 (DSMZ)	

к TYLCSV разработанных нами праймеров TYLCSV-P2F/TYLCSV-P2R и TYLCSV-P3F/TYLCSV-P3R. Установлена также возможность использования праймеров TYLCSV-P3F/TYLCSV-P3R и TYLCV-P1F/TYLCV-P1R для проведения мультиплексного теста на наличие TYLCSV и TYLCV.

Проведенные эксперименты подтвердили высокую специфичность к ToLCNDV праймеров ToLCNDV-BF/ToLCNDV-BR [22] и MA1788/MA1789 [12] (рис. 8). Эти праймеры реагировали лишь с изолятами целевого агента и не проявляли неспецифических реакций с изолятами других нецелевых бегомовирусов. Констатирована возможность эффективного использования этих праймеров с наборами реагентов для ПЦР различных отечественных и зарубежных фирм-производителей.

Для всех изучаемых праймеров не отмечено неспецифической реакции с различными вирусами, заражающими растения томата, перца и других пасленовых культур: AMV, APLV, APMoV, INSV, PAMV, PBRSV, PepMV, PLRV, PVM, PVS, PVX, PVY, PYDV, PYV, TBRV, TMV, ToCV, ToRSV, TRSV и TSWV.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие рекомендации:

Для проведения скринингового теста на наличие TYLCV и TYLCSV в формате классической ПЦР использовать праймеры TY1/TY2 [2] или праймеры TYLCV-Sar/TYLCV-Is [21] с последующим секвенированием продуктов амплификации либо мультиплексную ПЦР с праймерами TY-209F/TY-575R и TY-613F/TY-1363R [20].

Для проведения скринингового теста на наличие TYLCV проводить ПЦР в реальном времени с праймерами TYLCV-F/TYLCV-R и зондом

Fig. 8. Identification of ToLCNDV by conventional PCR using ToLCNDV-BF/ToLCNDV-BR primers (M. Ruiz et al., 2015) [22] and MA1788/MA1789 (I. Fortes et al., 2016) [12] (Screen Mix-HS kit): а – ToLCNDV-BF/ToLCNDV-BR primers (specific product of 891 b. p.); б – primers MA1788/MA1789 (specific product of 269 b. p.)

1 TYLCV-Isr PC-0560 (DSMZ)	8 ACMV PC-0873 (DSMZ)
2 TYLCV PV-0844 (DSMZ)	9 ToLCNDV PC-1109 (DSMZ)
3 TYLCV P-10501202 (Adgen)	10 ToLCNDV PC-1111 (DSMZ)
4 TYLCV – g842 (FGBU “VNIKR”)	11 BGMV PC-0094 (DSMZ)
5 TYLCSV PV-0561 (DSMZ)	12 Negative control (Adgen)
6 TYLCSV PC-0596 (DSMZ)	13 Negative control (water)
7 TYLCV+ACMV PV-0588 (DSMZ)	

begomoviruses was observed. It was found that for tests with these primers it is necessary to pre-test the PCR kits in order to minimize the formation of non-specific amplification products.

Optimal results of TYLCSV diagnostic testing in terms of absence of any nonspecific reactions were obtained for primers MA115/MA116 [15] (Fig. 7).

The results of preliminary experiments show high specificity of TYLCSV primers TYLCSV-P2F/TYLCSV-P2R and TYLCSV-P3F/TYLCSV-P3R which were developed by us. The possibility to use primers TYLCSV-P3F/TYLCSV-P3R and TYLCV-P1F/TYLCV-P1R for multiplex test on presence of TYLCSV and TYLCV is also established.

The conducted experiments have confirmed high specificity of primers ToLCNDV-BF/ToLCNDV-BR [22] and MA1788/MA1789 [12] to ToLCNDV (Fig. 8). These primers reacted only with isolates of the target agent and did not show non-specific reactions with isolates of other non-targeted begomoviruses. The possibility to effectively use these primers with PCR kits of various domestic and foreign manufacturers has been established.

For all the primers tested there was no non-specific reaction with different viruses infecting tomato, pepper and other solanaceous plants: AMV, APLV, APMoV, INSV, PAMV, PBRSV, PepMV, PLRV, PVM, PVS, PVX, PVY, PYDV, PYV, TBRV, TMV, ToCV, ToRSV, TRSV and TSWV.

The following recommendations can be made: To conduct a screening test for TYLCV and TYLCSV in the format of conventional PCR one should

A novel strain of Tomato leaf curl New Delhi virus has spread to the Mediterranean basin // *Viruses*. – 2016. – Vol. 8, No. 307. – DOI: 10.3390/v8110307.

13. Garcia-Andres S., Monci F., Navas-Castillo J., Moriones E. Begomovirus genetic diversity in the native plant reservoir *Solanum nigrum*: Evidence for the presence of a new virus species of recombinant nature // *Virology*. – 2006. – Vol. 350, No. 2. – P. 433–442.

14. Gorsane F., Gharsallah-Chouchene S., Nakhla M.K., Fekih-Hassan I., Maxwell D.P., Marrakchi M., Fakhfakh H. Simultaneous and rapid differentiation of members of the Tomato yellow leaf curl virus complex by multiplex PCR // *Journal of Plant Pathology*. – 2005. – Vol. 87, No. 1. – P. 43–48.

15. Monci F., Sánchez-Campos S., Navas-Castillo J., Moriones E. A natural recombinant between the geminiviruses Tomato yellow leaf curl Sardinia virus and Tomato yellow leaf curl exhibits a novel pathogenic phenotype and is becoming prevalent in Spanish populations // *Virology*. – 2002. – Vol. 303, No. 2. – P. 317–326.

16. Navas-Castillo J., Sánchez-Campos S., Díaz J.A., Sáez-Alonso E., Moriones E. First report of Tomato yellow leaf curl virus Is in Spain: coexistence of two different geminiviruses in the same epidemic outbreak // *Plant Disease*. – 1997. – Vol. 81, No. 12. – P. 1461.

17. Navas-Castillo J., Sánchez-Campos S., Díaz J.A., Sáez-Alonso E., Moriones E. Tomato yellow leaf curl virus-IS causes a novel disease of common bean and severe epidemics in tomato in Spain // *Plant Disease*. – 1999. – Vol. 83, No. 1. – P. 29–32.

18. Navas-Castillo J., Sánchez-Campos S., Noris E., Louro D., Accotto G.P., Moriones E. Natural recombination between Tomato yellow leaf curl virus-Is and Tomato leaf curl virus // *Journal of General Virology*. – 2000. – Vol. 81. – P. 2797–2801.

19. Papayiannis L.C., Katis N.I., Idris A.M., Brown J.K. Identification of weed hosts of Tomato yellow leaf curl virus in Cyprus // *Plant Disease*. – 2011. – Vol. 95, No. 2. – P. 120–125.

20. Pellegrin F., Mnari-Hattab M., Tahiri A., Dal-leau-Clouet C., Peterschmitt M., Bonato O. First report of simultaneous presence of Tomato yellow leaf curl Sardinia virus and Tomato yellow leaf curl Israel virus infecting crops and weeds in Tunisia // *Journal of Plant Pathology*. – 2008. – Vol. 90, No. 1. – P. 145.

21. Pico B., Díez M. J., Nuez F. Improved diagnostic techniques for Tomato yellow leaf curl virus in tomato breeding programs // *Plant Disease*. – 1999. – Vol. 83, No. 11. – P. 1006–1012.

22. Ruiz M.L., Simón A., Velasco L., García M.C., Janssen D. First report of Tomato leaf curl New Delhi virus infecting tomato in Spain // *Plant Disease*. – 2015. – Vol. 99, No. 6. – P. 894. – URL: <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-10-14-1072-PDN>.

11. EPPO Global Database, 2020. URL: <https://gd.eppo.int>.

12. Fortes I.M., Sánchez-Campos S., Fiallo-Olivé E., Díaz Pendón J.A., Navas-Castillo J., Moriones E. A novel strain of Tomato leaf curl New Delhi virus has spread to the Mediterranean basin. *Viruses*. 2016; 8 (307). DOI: 10.3390/v8110307.

13. Garcia-Andres S., Monci F., Navas-Castillo J., Moriones E. Begomovirus genetic diversity in the native plant reservoir *Solanum nigrum*: Evidence for the presence of a new virus species of recombinant nature. *Virology*. 2006; 350 (2): 433–442.

14. Gorsane F., Gharsallah-Chouchene S., Nakhla M.K., Fekih-Hassan I., Maxwell D.P., Marrakchi M., Fakhfakh H. Simultaneous and rapid differentiation of members of the Tomato yellow leaf curl virus complex by multiplex PCR. *Journal of Plant Pathology*. 2005; 87 (1): 43–48.

15. Monci F., Sánchez-Campos S., Navas-Castillo J., Moriones E. A natural recombinant between the geminiviruses Tomato yellow leaf curl Sardinia virus and Tomato yellow leaf curl exhibits a novel pathogenic phenotype and is becoming prevalent in Spanish population. *Virology*. 2002; 303 (2): 317–326.

16. Navas-Castillo J., Sánchez-Campos S., Díaz J.A., Sáez-Alonso E., Moriones E. First report of Tomato yellow leaf curl virus Is in Spain: coexistence of two different geminiviruses in the same epidemic outbreak. *Plant Disease*. 1997; 81 (12): 1461.

17. Navas-Castillo J., Sánchez-Campos S., Díaz J.A., Sáez-Alonso E., Moriones E. Tomato yellow leaf curl virus-IS causes a novel disease of common bean and severe epidemics in tomato in Spain. *Plant Disease*. 1999; 83 (1): 29–32.

18. Navas-Castillo J., Sánchez-Campos S., Noris E., Louro D., Accotto G.P., Moriones E. Natural recombination between Tomato yellow leaf curl virus-Is and Tomato leaf curl virus. *Journal of General Virology*. 2000; 81: 2797–2801.

19. Papayiannis L.C., Katis N.I., Idris A.I., Brown J.K. Identification of weed hosts of Tomato yellow leaf curl virus in Cyprus. *Plant Disease*. 2011; 95 (2): 120–125.

20. Pellegrin F., Mnari-Hattab M., Tahiri A., Dal-leau-Clouet C., Peterschmitt M., Bonato O. First report of simultaneous presence of Tomato yellow leaf curl Sardinia virus and Tomato yellow leaf curl Israel virus infecting crops and weeds in Tunisia. *Journal of Plant Pathology*. 2008; 90 (1): 145.

21. Pico B., Díez M.J., Nuez F. Improved diagnostic techniques for Tomato yellow leaf curl virus in tomato breeding programs. *Plant Disease*. 1999; 83 (11): 1006–1012.

22. Ruiz M.L., Simón A., Velasco L., García M.C., Janssen D. First report of Tomato leaf curl New Delhi virus infecting tomato in Spain. *Plant Disease*. 2015; 99 (6): 894. URL: <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-10-14-1072-PDN>.

УДК 632.731

Материалы к познанию фауны трипсов (Thysanoptera) Вьетнама по результатам экспедиции ФГБУ «ВНИИКР»

С.В. ПОУШКОВА, агроном Испытательной лаборатории Ростовского филиала ФГБУ «ВНИИКР», e-mail: posvet0578@gmail.com

Д.Г. КАСАТКИН, к. б. н., старший научный сотрудник Ростовского филиала ФГБУ «ВНИИКР», e-mail: dorcadion@yandex.ru

Аннотация. В ходе научно-исследовательской экспедиции в Социалистическую Республику Вьетнам, предпринятой с целью сбора коллекционного и справочного материала по карантинным и прочим вредным видам насекомых и растений, был собран материал, включающий 14 видов трипсов. Приведены данные о распространении, биологии обнаруженных видов трипсов, их краткая морфологическая характеристика. Выявлены 5 видов трипсов, имеющих фитосанитарное значение для РФ, а также 6 видов, ранее не регистрировавшихся в фауне Вьетнама.

Ключевые слова. Вьетнам, Thysanoptera, трипсы, карантинные объекты, новые данные, распространение.



ВВЕДЕНИЕ

В июне – июле 2019 года сотрудники ФГБУ «ВНИИКР» Д.Г. Касаткин и Ю.Ю. Кулакова находились в научно-исследовательской экспедиции на территории Социалистической Республики Вьетнам. Цель экспедиции состояла в сборе коллекционного и справочного материала по карантинным и прочим вредным видам насекомых и растений.

Вьетнам является важным торговым партнером Российской Федерации. В 2018 году товарооборот России с Вьетнамом составил 6 млрд долл. США. Экспорт России во Вьетнам в 2018 году составил 2,5 млрд долл. США. Импорт России из Вьетнама в 2018 году составил 3,6 млрд долл. США. В структуре

UDC 632.731

Materials to the knowledge of the fauna of thrips (Thysanoptera) in Vietnam as a result of the expedition of FGBU “VNIIKR”

S.V. POUSHKOVA, Agronomist of the Testing Laboratory of Rostov Branch of FGBU “VNIIKR”, e-mail: posvet0578@gmail.com

D.G. KASATKIN, PhD in Biology, Senior Researcher of the Rostov Branch of FGBU “VNIIKR”, e-mail: dorcadion@yandex.ru

Abstract. During a research expedition to the Socialist Republic of Vietnam, undertaken to collect quarantine and other insect pests and weeds, material including 14 species of thrips was collected. Data on the distribution, biology of collected thrips species and their brief morphological characteristics are presented. Five species of thrips, which are of phytosanitary importance for Russia, as well as six species that have not been previously registered in the fauna of Vietnam, were identified.

Keywords. Vietnam, Thysanoptera, thrips, quarantine objects, new data, distribution.

INTRODUCTION

In June – July 2019, employees of FGBU “VNIIKR” D.G. Kasatkin and Yu.Yu. Kulakova were on a research expedition in the Socialist Republic of Vietnam. The purpose of the expedition was to collect reference and collection material on quarantine and other harmful species of insects and plants.

Vietnam is an important trade partner of the Russian Federation. In 2018, Russia’s trade turnover with Vietnam was USD 6 billion. Russian Federation’s

импорта из Вьетнама в Россию продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье (коды ТН ВЭД 01–24) составили в 2018 году 13,07% от всего объема импорта России из Вьетнама (в 2017 году – 12,77%).

Из продукции растениеводства Вьетнама наибольшую долю импорта в Россию составляют кофе, овощи и фрукты, орехи и пряности. Разнообразные природные и климатические условия способствуют выращиванию значительного количества сельскохозяйственных культур. Сельское хозяйство – доминирующая отрасль экономики Социалистической Республики Вьетнам. Несмотря на активное развитие промышленности в последние десятилетия, в аграрной сфере по-прежнему занято более 50% населения страны. Доля сельского хозяйства в ВВП – 21%. Продукция сельского хозяйства занимает видное место во вьетнамском экспорте и доходах национального бюджета – за рубеж продается около 70% урожая.

Основные культуры, выращиваемые во Вьетнаме:

- зерновые: рис, кукуруза;
- орехи кешью – первое место в мировом экспорте;
- пряности, в том числе 50% мирового рынка черного перца;
- тропические ягоды и фрукты: бананы, кокосы, ананасы, манго, цитрусовые, бахчевые;
- кофе – 18% мирового производства, второе место по экспорту после Бразилии, а в 2012 году – первое место. Экспорт кофе ежегодно приносит прибыль Вьетнаму более 1 миллиарда долларов;
- чай – общая площадь чаеводства около 131 тыс. га; доход отрасли составляет около 150 млн долларов в год, из них 70% – доля экспорта;
- каучук, хлопчатник.

Богатая фауна и флора, а также развитое сельское хозяйство и широкие торгово-экономические связи обуславливают распространение на территории Вьетнама значительного количества вредных насекомых и сорных растений, как включенных в карантинный перечень ЕАЭС, так и рекомендованных к включению. Задача экспедиции состояла в знакомстве с сельским хозяйством страны и в сборе научного материала по вредным организмам. Маршруты для сбора материала были сосредоточены в северной и южной частях страны. Это было обусловлено определенной сельскохозяйственной специализацией разных регионов страны. Так, на севере преобладает рисоводство и овощеводство, а на юге выращивается большая часть фруктовых культур. Были посещены окрестности городов Ханой, Хошимин, Далат, Нячанг, Фанранг, Там Дао, сельские поселения Ба Хо, Вин Хай, Тьен Хуан (рис. 1).

Одной из основных задач экспедиции был сбор трипсов (Thysanoptera) с различных сельскохозяйственных культур и дикорастущих растений (рис. 2–3). Трипсы – очень мелкие насекомые, относящиеся к отряду Бахромчатокрылые (Thysanoptera). На настоящее время описаны более 6000 видов трипсов. Большинство трипсов – фитофаги, питаются на вегетативных и генеративных органах растений-хозяев и не наносят большого вреда. Но небольшая часть из них, в основном из родов *Frankliniella*, *Scirtothrips*, *Thrips*, являются опасными вредителями в сельском хозяйстве, нанося значительный экономический ущерб.

exports to Vietnam in 2018 amounted to USD 2.5 billion. Russian Federation's imports from Vietnam in 2018 amounted to USD 3.6 billion. In the structure of imports from Vietnam to Russia, food products and agricultural raw materials (HS codes 01–24) accounted for 13.07% of Russia's total imports from Vietnam in 2018 (12.77% in 2017).

Coffee, fruits and vegetables, nuts and spices from Vietnamese crop production account for the largest share of imports into Russia. The diverse natural and climatic conditions contribute to the cultivation of a significant number of crops. Agriculture is the dominant sector of the economy in the Socialist Republic of Vietnam. Despite the active development of industry in recent decades, the agricultural sector still employs over 50% of the population. The share of agriculture in GDP is 21%. Agricultural products play a prominent role in Vietnamese exports and national budget revenues – about 70% of the harvest is sold abroad.

Main crops grown in Vietnam:

- cereals: rice, maize;
- cashew nuts – first place in world exports;
- spices, including 50% of the world black pepper market;
- tropical berries and fruits: bananas, coconuts, pineapples, mangoes, citrus fruits, melons;
- coffee – 18% of world production, the second largest export after Brazil, and in 2012 – first place. Coffee exports annually bring Vietnam more than 1 billion dollars in profit;
- tea – a total area of about 131 thousand hectares; the industry earns about 150 million dollars a year, of which 70% is the share of exports;
- rubber, cotton.

Rich fauna and flora, as well as developed agriculture and extensive trade and economic relations, have led to the spread of a significant number of pests and varieties of insects and weeds both included in the EAEU quarantine list and recommended for inclusion. The goal of the expedition was to get acquainted with the country's agriculture and collect scientific material on pests. Routes for the collection of material were concentrated in the northern and southern parts of the country. This was due to the specific agricultural specialization of the different regions of the country. Thus, rice and vegetable growing prevailed in the north, while the majority of fruit crops were grown in the south. Visits were made to environs of Hanoi, Ho Chi Minh City, Da Lat, Nha Trang, Phan Rang, Tam Dao, and also Ba Ho, Vinh Hai and Tien Huang villages (Fig. 1).

One of the main tasks of the expedition was to collect thrips (Thysanoptera) from various agricultural crops and wild plants (Fig. 2–3). Thrips are very small insects belonging to the order Thysanoptera. At present more than 6000 species of thrips have been described. The majority of thrips are phytophages, feed on vegetative and generative organs of host plants and do not cause much harm. But a small part of them, mainly from the genera *Frankliniella*, *Scirtothrips*, *Thrips* are dangerous pests in agriculture, causing significant economic damage.

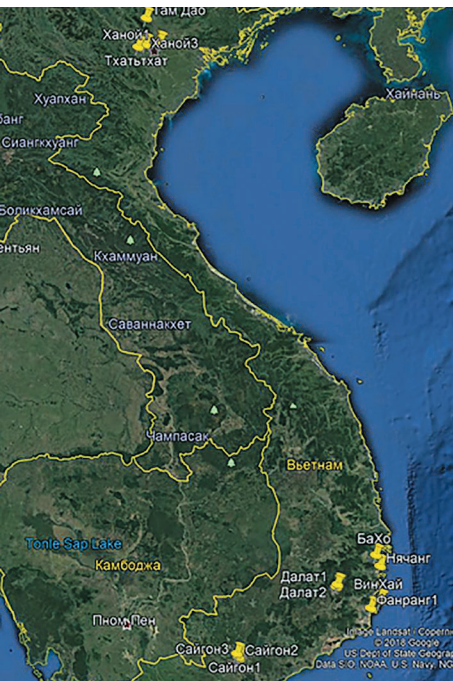


Рис. 1. Точки сбора материала Fig. 1. Collection places

Трипсы ведут малозаметный, скрытный образ жизни и могут распространяться с посадочным материалом, срезанными цветами, овощами, фруктами, упаковочным материалом посредством международной торговли.

Так, импорт из Вьетнама продукции, имеющей высокий фитосанитарный риск (коды ТН ВЭД 0601–0810), за последние три года (2017–2019 гг.), по данным АСД «Доступ-ТСВТ», составил [1]:

- бананы – 4009 т;
- дыни – 61 т;
- овощи – 61 т;
- цитрусовые – 1013 т;
- фрукты – 233 т.

Кроме того, некоторые виды являются непосредственными носителями и переносчиками растительных вирусов из рода Tospovirus, семейства Bunyaviridae, являющихся основной группой вирусов растений, поражающих по меньшей мере 1090 видов растений-хозяев. Из семейства Thripidae 13 видов трипсов были идентифицированы как векторы около 20 тосповирусов [18].

Несмотря на то, что трипсы представляют значительный как научный, так и практический интерес, целенаправленные исследования фауны этой группы организмов Вьетнама не проводились и данные о видовом составе Thysanoptera, распространенных на территории этой страны, носят фрагментарный характер. В связи с этим ряд достаточно широко распространенных видов приводится для территории Вьетнама впервые.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

При сборе насекомые стряхивались на белый лист, далее они собирались смоченной водой или спиртом иглой и переносились в 70%-й спирт. Трипсы смонтированы по одному экземпляру на предметное стекло в среде Хойера. Всего смонтировано 92 экземпляра, собрано несколько сотен.

Идентификация проводилась по ключам Маунда [12, 13, 14], Вонга (авторы Wang C.-L. [23],

Thrips lead an inconspicuous, secretive life and can be distributed with planting material, cut flowers, vegetables, fruits, packaging material through international trade.

Thus, imports from Vietnam of products with high phytosanitary risk (HS codes 0601–0810) for the last three years (2017–2019), according to ASD “Access-TSVT”, was [1]:

- bananas – 4,009 tons;
- melons – 61 tons;
- vegetables – 61 tons;
- citrus fruits – 1,013 tons;
- fruits – 233 tons.

In addition, some species are direct carriers and vectors of plant viruses from the genus Tospovirus of the Bunyaviridae family, which is the main group of plant viruses affecting at least 1,090 host plant species. From Thripidae family 13 species of thrips were identified as vectors of about 20 tospoviruses [18].

In spite of the fact that thrips are of considerable interest both scientifically and practically, purposeful researches of thrips fauna in Vietnam have not been carried out and data on Thysanoptera species composition distributed on the territory of this country are fragmentary. Therefore, some of fairly widespread species are recorded in the Vietnamese territory for the first time.

MATERIAL AND METHODS

When collecting the insects were shaken on a white paper, then they were collected using wetted with water or alcohol needle and transferred to 70% of alcohol. Thrips are mounted one at a time on a glass slide in Hoyer's medium. A total of 92 specimens were mounted, several hundred were collected.

The material was identified with using keys of Mound [12, 13, 14], Wang C.-L. [23], Wang Zh. [24], Nakahara [15], Palmer [17]. All microslides were transferred to the entomological collection of the Rostov Branch of FGBU “VNIIKR”.

For the most important species of phytosanitary importance, photos and descriptions are presented. Identification and photographing were performed on Olympus BX43, Carl Zeiss AxioLab.A1 microscopes using light and phase-contrast microscopy methods.

RESULTS AND DISCUSSION

As a result of the expedition, 14 species of thrips were collected, a list of which, with an indication of the collection places and brief information on each species is given below.

The asterisk (*) designated species included in the Common list of quarantine objects of the Eurasian Economic Union [2].

Arorathrips mexicanus (D.L. Crawford, 1909)

Material. Vietnam, Hanoi city, 23–24.06.2019, leg. Kasatkin D., 1 ♀, on cereals.

Distribution. It originates from the Neotropic region, it has now spread throughout the sub- and tropical regions [16]. The species is recorded for Vietnam for the first time.

Biology. On cereals. Harmless and not a vector.

Wang Zh. [24]), Накахары [15], Палмера [17]. Все микропрепараты переданы в энтомологическую коллекцию Ростовского филиала ФГБУ «ВНИИР».

Для наиболее важных, имеющих фитосанитарное значение видов представлены фотографии и описание. Идентификация и фотографирование проводились на микроскопах Olympus BX43, Carl Zeiss AxioLab.A1 с применением методов световой и фазово-контрастной микроскопии.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате экспедиции были собраны 14 видов трипсов, список которых, с указанием точек сбора и краткой информацией по каждому виду, приводится ниже.

Звездочкой (*) обозначены виды, включенные в Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза [2].

Arorathrips mexicanus (D.L. Crawford, 1909)

Материал. Vietnam, Hanoi city, 23–24.06.2019, leg. Kasatkin D., 1 ♀, на злаках.

Распространение. Происходит из Неотропической области, в настоящее время распространился повсеместно в суб- и тропических регионах [16]. Для территории Вьетнама приводится впервые.

Биология. На злаках. Не вредит и не является вектором.

Craspedothrips minor (Bagnall, 1921)

Материал. Vietnam, Phan Rang-Thap Cham city, 04–05.07.2019, leg. Kasatkin D., 2 ♀.

Распространение. Индия, Индонезия, Тайвань, Малайзия, Австралия [13, 15]. Для территории Вьетнама приводится впервые.

Биология. Отмечен на *Cassia* (Caesalpiniaceae), *Solanum melongena* (Solanaceae), *Lomandra longifolia* (Laxmanniaceae), *Plumbago zeylanica* (Plumbaginaceae) [16], на цветках *Acacia* или *Cassia siamea* [14]. Не является вредителем и переносчиком вирусов.

**Frankliniella schultzei* (Trybom, 1910) – томатный трипс (рис. 4)

Материал. Vietnam, Phan Rang-Thap Cham city, 04–05.07.2019, leg. Kasatkin D., 4 ♀; Da Lat city, 30.06–02.07.2019, leg. Kasatkin D., 9 ♀.

Описание. Окраска тела вариabельная, от светло-коричневого до коричневого. Антенны 8-члениковые, основания III, IV, иногда V члеников светлые, остальные темные. Голова с тремя парами оцеллярных щетинок (III пара (интероцеллярная) располагается между задними глазками). Метанотум без колоколовидных сенсилл. VIII тергит без гребня микротрихий на заднем крае или он присутствует,



Рис. 2. Кормовые растения большинства собранных видов трипсов: а – эритрина; б – лантана; с – огурец (фото Д.Г. Касаткина, Ю.Ю. Кулаковой)

Fig. 2. Host plants of most of the thrips species collected: а – *Erythrina* (coral tree); б – *Lantana*; с – cucumber (photo by D.G. Kasatkin, Yu.Yu. Kulakova)

Craspedothrips minor (Bagnall, 1921)

Материал. Vietnam, Phan Rang-Thap Cham city, 04–05.07.2019, leg. Kasatkin D., 2 ♀.

Distribution. India, Indonesia, Malaysia, Taiwan, Australia [13, 15]. The species is recorded for Vietnam for the first time.

Бiology. On *Cassia* (Caesalpiniaceae), *Solanum melongena* (Solanaceae), *Lomandra longifolia* (Laxmanniaceae), *Plumbago zeylanica* (Plumbaginaceae) [16], on *Acacia* or *Cassia siamea* flowers [14]. It is neither a pest nor a vector of viruses.

**Frankliniella schultzei* (Trybom, 1910) – tomato thrips, or cotton bud thrips (Fig. 4)

Материал. Vietnam, Phan Rang-Thap Cham city, 04–05.07.2019, leg. Kasatkin D., 4 ♀; Da Lat city, 30.06–02.07.2019, leg. Kasatkin D., 9 ♀.

Description. Body coloration is variable, from light brown to brown. Antennae 8-segmented, bases of segments III, IV, sometimes V are light, others are dark.



Рис. 3. Сбор материала, Tién Xuân vill.: а – дурман и *Bidens pilosa*; б – лантана (фото Ю.Ю. Кулаковой)

Fig. 3. Collection of material, Tién Xuân vill.: а – *Datura* and *Bidens pilosa*; б – *Lantana* (photo by Yu.Yu. Kulakova)

но почти редуцирован. Тергиты и стерниты без дополнительных щетинок.

Распространение. Повсеместно: в Азии (Бангладеш, Индонезия, Ява, Иран, Индия, Ирак, Израиль, Малайзия, Пакистан, Филиппины, Саудовская Аравия, Шри-Ланка, Таиланд, Йемен), Африке (Ангола, Ботсвана, Камерун, Кабо-Верде, Чад, Конго, Египет, Гамбия, Гана, Кения, Ливия, Мадагаскар, Марокко, Нигерия, Сенегал, ЮАР, Судан, Танзания, Уганда, Зимбабве, Замбия), Южной и Северной Америке (Куба, Доминиканская Республика, Гаити, Ямайка, Пуэрто-Рико, США, Аргентина, Бразилия, Чили, Колумбия, Перу, Парагвай, Уругвай, Венесуэла, Суринам), Австралии и Океании. В Европе отмечен в Бельгии, Венгрии, Нидерландах, Испании [6].

Биология. Широкий полифаг. Вредит и является переносчиком вирусов.

Примечание. Какие-либо литературные данные, указывающие на присутствие этого вида во Вьетнаме, отсутствуют. Приведенные в работе данные можно считать первой регистрацией томатного трипса для Вьетнама.

Frankliniella intonsa (Trybom, 1895) – разноядный трипс, или обыкновенный цветочный трипс

Материал. Vietnam, near Hanoi, airport road, 29.06.2019, leg. Kasatkin D., Kulakova Yu., 2 ♀, на *Cucumis sativus*; near Da Lat city, 30.06–02.07.2019, leg. Kasatkin D., 13 ♀, на различных цветах, включая розу, лантану, спатодию, эритрину, гибискус.

Распространение. Повсеместно, за исключением Южной Америки и Австралии, но присутствует в Новой Зеландии [6].

Биология. Широкий полифаг. Вредит многим культурам, является вектором вирусов.

**Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) – западный цветочный трипс, или калифорнийский цветочный трипс

Материал. Vietnam, Da Lat city, 30.06–02.07.2019, leg. Kasatkin D., 2 ♀, на *Rosa*.

Распространение. Широко распространен в Европе, Азии, Африке, Южной и Северной Америке, Австралии и Океании [6].

The head with three pairs of ocellar setae (pair III (interocular) is located between the hind ocelli). Metanotum without campaniform sensilla. Tergite VIII without comb of microtrichia on the posterior margin or it is present but almost reduced. Tergites and sternites without discal setae.

Distribution. Widespread: Asia (Bangladesh, Indonesia, Java, Iran, India, Iraq, Israel, Malaysia, Pakistan, Philippines, Saudi Arabia, Sri Lanka, Thailand, Yemen), Africa (Angola, Botswana, Cameroon, Cape Verde, Chad, Congo, Egypt, Gambia, Ghana, Kenya, Libya, Madagascar, Morocco, Nigeria, Senegal, South Africa, Sudan, Tanzania, Uganda, Zimbabwe, Zambia), South and North America (Cuba, Dominican Republic, Haiti, Jamaica, Puerto Rico, USA, Argentina, Brazil, Chile, Colombia, Peru,

Paraguay, Uruguay, Venezuela, Suriname), Australia and Oceania. In Europe, Belgium, Hungary, the Netherlands, Spain [6].

Biology. Highly polyphagous. Harmful and it is a vector of viruses.

Note. There are no literature data indicating the presence of this species in Vietnam. The data presented in this paper can be considered the first reporting of tomato thrips in Vietnam.

Frankliniella intonsa (Trybom, 1895) – flower thrips

Материал. Vietnam, near Hanoi, airport road, 29.06.2019, leg. Kasatkin D., Kulakova Yu., 2 ♀, on *Cucumis sativus*; near Da Lat city, 30.06–02.07.2019, leg. Kasatkin D., 13 ♀, on a variety of flowers, including rose, *Lantana*, *Spathodea*, *Erythrina* (coral tree), *Hibiscus*.

Distribution. Widespread, except South America and Australia, but is present in New Zealand [6].

Biology. Highly polyphagous. Harmful to many cultures, vector of viruses.

**Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) – western flower thrips

Материал. Vietnam, Da Lat city, 30.06–02.07.2019, leg. Kasatkin D., 2 ♀, on *Rosa*.

Distribution. Widely distributed in Europe, Asia, Africa, South and North America, Australia and Oceania [6].

Biology. Highly polyphagous. Dangerous pest, vector of viruses.

Frankliniella cephalica (D.L. Crawford, 1910) (Fig. 5)

Материал. Vietnam, Hanoi province, Tién Xuân vill., 26.06.2019, leg. Kasatkin D., Kulakova Yu., 1 ♀.

Description. The body is yellow, setae are dark. The head with three pairs of ocellar setae (interocular setae III are located in front of the hind ocelli, at the edge of the ocellar triangle). Antennae 8-segmented; segment I is light, II and III are two-coloured,

Биология. Широкий полифаг. Опасный вредитель, является переносчиком вирусов.

Frankliniella cephalica (D.L. Crawford, 1910) (рис. 5) Материал. Vietnam, Hanoi province, Tiến Xuân vill., 26.06.2019, leg. Kasatkin D., Kulakova Yu., 1 ♀.

Описание. Тело желтое, щетинки темные. Голова с тремя парами оцеллярных щетинок (интероцеллярные щетинки III расположены впереди задних глазков, на краю оцеллярного треугольника). Антенны 8-члениковые, I сегмент светлый, II и III двцветные, затемнены примерно наполовину, II сегмент с двумя щетинками, расположенными на выступах, IV апикально затемнен примерно на 2/3, с желтым основанием, V желтый, с затемненной вершиной, VI–VIII темные. Метанотум с парными колоколовидными сенсиллами. VIII тергит с неполным с гребнем микротрихий, с несколькими зубчиками по бокам.

Распространение. Китай [24], Тайвань [23], Япония [11], США, Мексика, Центральная Америка, Бермудские острова [22]. Для территории Вьетнама приводится впервые.

Биология. Полифаг. На Тайване и в Японии ассоциирован с цветами череды волосистой *Bidens pilosa* (L.) и *Ipomoea batatas* (L.). Вредит тропическим культурам, в том числе томатам и цитрусовым, является переносчиком вирусов.

Megalurothrips typicus Bagnall, 1915

Материал. Vietnam, NiaChang distr., Ba Ho vill., 06.07.2019, leg. Kasatkin D., 1 ♀.

Распространение. Юго-Восточная Азия, Австралия [16]. Данных о наличии этого вида в фауне Вьетнама ранее не было.

Биология. Обычен на цветах бобовых (Fabaceae). Вредит сое, но не является вектором вирусов.

Megalurothrips usitatus (Bagnall, 1913)

Материал. Vietnam, Ho Chi Minh city, cultural park in Go Vap district, 9–10.07.2019, leg. Kasatkin D., 9 ♀; near Hanoi, airport road, 29.06.2019, leg. Kasatkin D., Kulakova Yu., 15 ♀, на *Phaseolus* и *Vigna*.

Распространение. Юго-Восточная Азия, Япония, Австралия и Океания [16].

Биология. Вредитель бобовых (Fabaceae), в первую очередь фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.), арахиса и сои, не является переносчиком вирусов.

Microcephalothrips abdominalis (D.L. Crawford, 1910) – сложноцветный трипс

Материал. Vietnam, Phan Rang-Thap Cham city, 04–05.07.2019, leg. Kasatkin D., 2 ♀.

Распространение. Повсеместно в суб- и тропических регионах [16]. Данных о наличии этого вида в фауне Вьетнама ранее не было.

Биология. Развивается на различных растениях семейства Сложноцветные (Asteraceae), часто на подсолнечнике *Helianthus* sp. Не является вредителем и вектором.

**Thrips palmi* Karny, 1925 – трипс Пальма, или дынный трипс (рис. 6)

Материал. Vietnam, near Hanoi, airport road, 29.06.2019, leg. Kasatkin D., Kulakova Yu., 3 ♀, *Cucumis sativus*; near Da Lat city, 30.06–02.07.2019, 2 ♀, leg. Kasatkin D.

Описание. Тело желтое, щетинки светло-коричневые, Голова с двумя парами оцеллярных щетинок (интероцеллярная щетинка маленькая и располагается снаружи или ближе к наружному краю оцеллярного треугольника). Антенны

darkened approximately by half, segment II with two setae on the projections, IV is apical darkened by approximately 2/3, with a yellow base, V is yellow, with a darkened apex, VI–VIII is dark. Metanotum with paired campaniform sensilla. Tergite VIII with incomplete comb of microtrichia, with several teeth on sides.

Distribution. China [24], Taiwan [23], Japan [11], USA, Mexico, Central America, Bermuda [22]. The species is recorded in Vietnam for the first time.

Biology. Polyphage. In Taiwan and Japan it is associated with the flowers of *Bidens pilosa* (L.) and *Ipomoea batatas* (L.). It is harmful to tropical crops, including tomatoes and citrus fruits, and is a vector of viruses.

Megalurothrips typicus Bagnall, 1915

Материал. Vietnam, Nha Trang distr., Ba Ho vill., 06.07.2019, leg. Kasatkin D., 1 ♀.

Distribution. Southeast Asia, Australia [16]. No data on the presence of this species in the fauna of Vietnam have been previously available.

Biology. Occurs on flowers of Fabaceae. Pest of soybean, but not a vector of viruses.

Megalurothrips usitatus (Bagnall, 1913)

Материал. Vietnam, Ho Chi Minh city, cultural park in Go Vap district, 9–10.07.2019, leg. Kasatkin D., 9 ♀; near Hanoi, airport road, 29.06.2019, leg. Kasatkin D., Kulakova Yu., 15 ♀, on *Phaseolus* и *Vigna*.

Distribution. Southeast Asia, Japan, Australia and Oceania [16].

Biology. Pest of Fabaceae, first of all bean (*Phaseolus vulgaris* L.), peanut and soybean, but not a vector of viruses.

Microcephalothrips abdominalis (D.L. Crawford, 1910) – composite thrips

Материал. Vietnam, Phan Rang-Thap Cham city, 04–05.07.2019, leg. Kasatkin D., 2 ♀.

Distribution. Everywhere in sub- and tropical regions [16]. No data on the presence of this species in the fauna of Vietnam have been previously available.

Biology. It develops on different plants of the Asteraceae, often on sunflower *Helianthus* sp. Neither a pest nor a vector of viruses.

**Thrips palmi* Karny, 1925 – palm thrips, or southern yellow thrips (Fig. 6)

Материал. Vietnam, near Hanoi, airport road, 29.06.2019, leg. Kasatkin D., Kulakova Yu., 3 ♀, *Cucumis sativus*; near Da Lat city, 30.06–02.07.2019, 2 ♀, leg. Kasatkin D.

Description. Body is yellow, setae are light brown, head with two pairs of ocellar setae (interocellar setae is small and is located outside or closer to the outer edge of the ocellar triangle). Antennae 7-segmented, segments IV–V are distal brown, VI–VII are brown. Pronotum with 2 pairs of long posteroangular setae. Metanotum with longitudinal lines of the sculpture and at the front edge with transverse lines, forming a figure resembling a triangle, campaniform sensilla are present. The front vein of the wing has three setae on the distal part. Tergite II with 4 lateral marginal setae; the rear edge of tergite VIII with a full comb of microtrichia. Sternites and pleurotergites without discal setae.

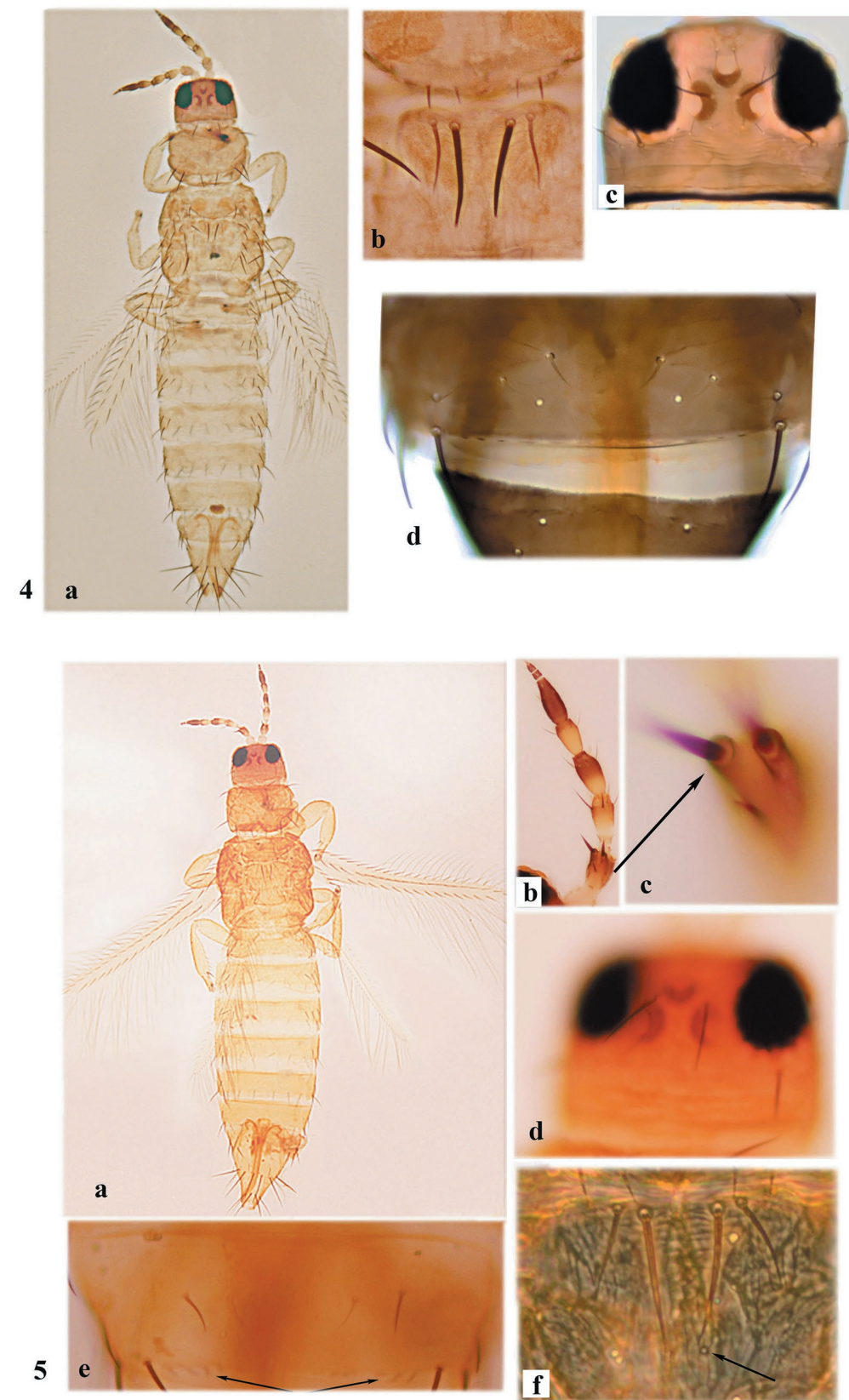
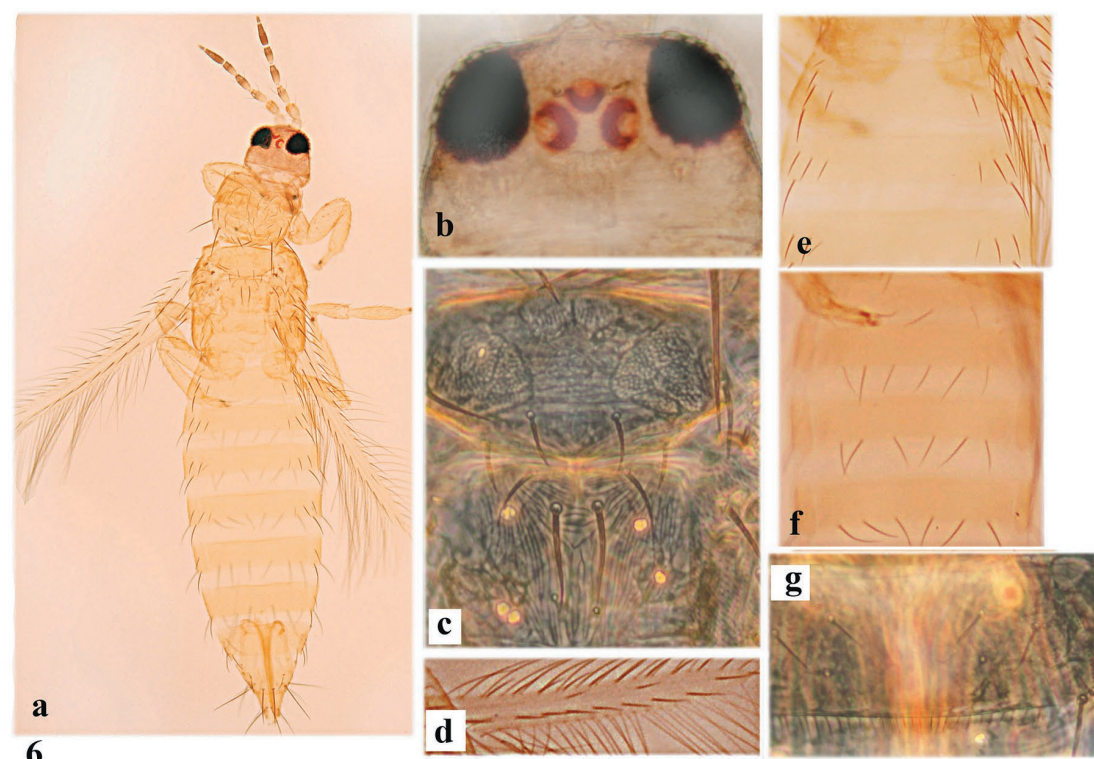
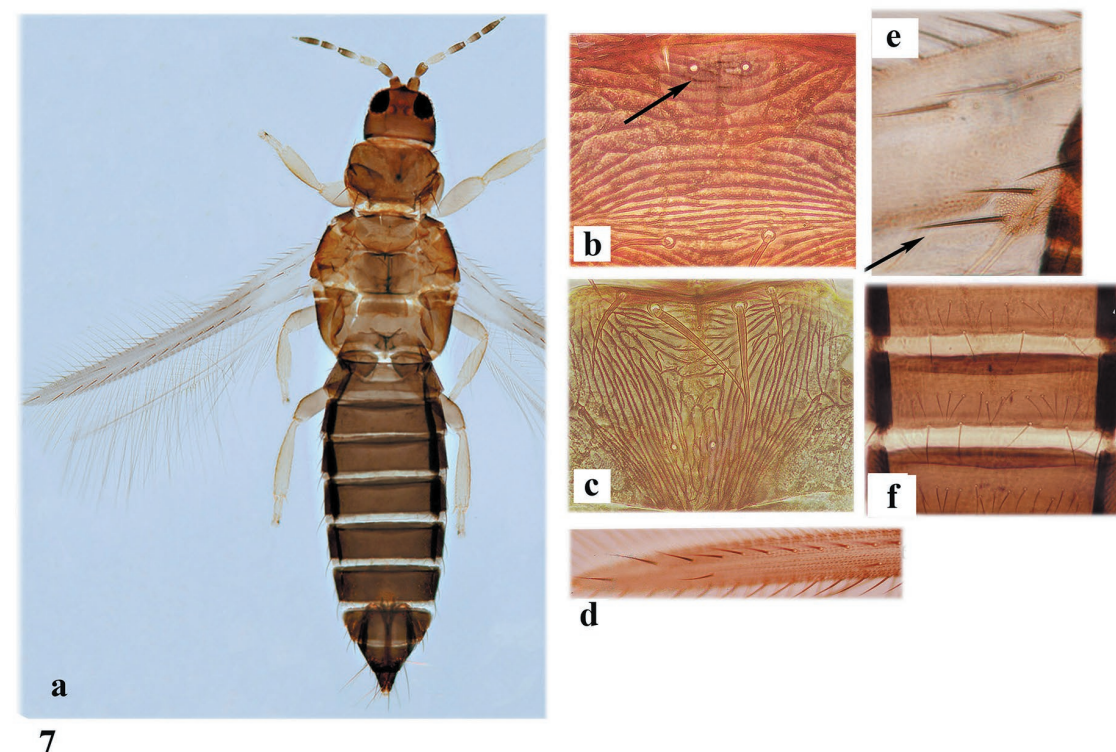


Рис. 4–5. *Frankliniella schultzei*, *Frankliniella cephalica*: 4 – *Frankliniella schultzei*: а – общий вид; б – метанотум; с – голова; д – VIII тергит; гребень микротрихий; 5 – *Frankliniella cephalica*: а – общий вид; б – антенна; с – выступы на II сегменте антенн; д – голова; е – VIII тергит; гребень микротрихий; ф – метанотум (фото Д.Г. Касаткина, С.В. Поушковой)

Fig. 4–5. *Frankliniella schultzei*, *Frankliniella cephalica*: 4 – *Frankliniella schultzei*: а – general view; б – metanotum; с – head; д – tergite VIII; comb of microtrichia; 5 – *Frankliniella cephalica*: а – general view; б – antennae; с – protrudences on segment II of antennae; д – head; е – tergite VIII; comb of microtrichia; ф – metanotum (photos by D.G. Kasatkin, S.V. Poushkova)



6



7

Рис. 6–7. *Thrips palmi*, *Thrips hawaiiensis*:
6 – *Thrips palmi*: а – общий вид; б – голова; в – мезо- и метанотум; д – крыло; е – тергиты; ф – стерниты; г – VIII тергит, гребень микротрихий;
7 – *Thrips hawaiiensis*: а – общий вид; б – мезонотум, скульптура между сенсиллами; в – метанотум; д – крыло; е – клавус; ф – стерниты
(фото Д.Г. Касаткина, С.В. Поушковой)

Fig. 6–7. *Thrips palmi*, *Thrips hawaiiensis*:
6 – *Thrips palmi*: а – general view; б – head; в – meso- and metanotum; д – wing; е – tergites; ф – sternites; г – tergite VIII, comb of microtrichia;
7 – *Thrips hawaiiensis*: а – general view; б – mesonotum, sculpture among the sensilla; в – metanotum; д – wing; е – clavus; ф – sternites
(photos by D.G. Kasatkin, S.V. Poushkova)

7-члениковые, сегменты IV–V дистально коричневые, VI–VII коричневые. Пронотум с двумя парами длинных заднеугловых щетинок. Метанотум с продольными линиями скульптуры и у переднего края с поперечными, образуют фигуру, напоминающую треугольник, колоколовидные сенсиллы присутствуют. Передняя жилка крыла имеет на дистальной половине три щетинки. Тергит II с четырьмя боковыми щетинками; задний край тергита VIII с полным гребнем микротрихий. Стерниты и плейротергиты без дискальных щетинок.

Распространение. Азия, Африка, Северная и Южная Америка, Австралия и Океания [6].

Биология. Широкий полифаг. Опасный вредитель, является вектором вирусов.

**Thrips hawaiiensis* (Morgan, 1913) – гавайский трипс (рис. 7)

Материал. Vietnam, Hanoi city, 12.12.2018¹, leg. Kasatkin D., Kulakova Yu., 3 ♀, на *Rosa*, *Hibiscus*; Hanoi city, 23–24.06.2019, leg. Kasatkin D., Kulakova Yu., 8 ♀, 1 ♂, на *Rosa*; Da Lat city, 30.06–02.07.2019, leg. Kasatkin D., 6 ♀, на *Hibiscus*, *Erythrina*; Phan Rang-Thap Cham City, 04–05.07.2019, leg. Kasatkin D., 2 ♀.

Описание. Тело обычно коричневое или двухцветное. Голова поперечная, имеет две пары глазковых щетинок (интероцеллярные щетинки находятся вне глазкового треугольника). Антенны 7–8-члениковые, III членик желтый, остальные темные. Мезонотум имеет поперечно-линейчатую скульптуру между передними колоколовидными сенсиллами. Скульптура метанотума в середине передней части с поперечными линиями, в остальной – с продольными, колоколовидные сенсиллы присутствуют. Щетинка S₁ находится у переднего края метанотума или примерно на один диаметр своего же основания отстоит от него. Передние крылья затемненные, у основания просветлены, передняя жилка крыла имеет на дистальной половине три щетинки. Субапикальные щетинки на клавусе короче апикальных. II тергит брюшка с четырьмя боковыми щетинками. На III–VII стернитах имеется ряд дополнительных щетинок, плейротергиты без таких щетинок. Гребень микротрихий на VIII тергите полностью развит.

Распространение. Повсеместно в Азиатско-Тихоокеанском регионе [16], Франция [19], Италия [10], Испания [9], Турция [5].

Биология. Широкий полифаг. Вредит, но не является вектором вирусов.

Thrips orientalis (Bagnall, 1915)

Материал. Vietnam, Phan Rang-Thap Cham city, 04–05.07.2019, leg. Kasatkin D., 1 ♀, на *Rosa*.

Распространение. Повсеместно по всей тропической и субтропической части Азии, Япония, Танзания, Гавайские острова, Австралия, США [16].

Биология. Полифаг. Обычен на белых цветах *Gardenia*, *Jasminum*, *Glossocarya*, *Plumeria*. Не является вредителем и вектором вирусов.

**Scirtothrips dorsalis* Hood, 1919 – индокитайский цветочный трипс (рис. 8)

Материал. Vietnam, near Hanoi, airport road, 29.06.2019, leg. Kasatkin D., Kulakova Yu., 4 ♀, на *Cucumis sativus*.

Описание. Тело светло-желтое, III–VII тергиты брюшка с затемнениями треугольной формы

Distribution. Asia, Africa, North and South America, Australia and Oceania [6].

Biology. Wide polyphage. A dangerous pest, a vector of viruses.

**Thrips hawaiiensis* (Morgan, 1913) – Hawaiian flower thrips (Fig. 7)

Material. Vietnam, Hanoi city, 12.12.2018¹, leg. Kasatkin D., Kulakova Yu., 3 ♀, on *Rosa*, *Hibiscus*; Hanoi city, 23–24.06.2019, leg. Kasatkin D., Kulakova Yu., 8 ♀, 1 ♂, on *Rosa*; Da Lat city, 30.06–02.07.2019, leg. Kasatkin D., 6 ♀, on *Hibiscus*, *Erythrina*; Phan Rang-Thap Cham City, 04–05.07.2019, leg. Kasatkin D., 2 ♀.

Description. The body is usually brown or two-color. The head is transverse and has two pairs of ocellar setae (interocellar setae are outside the ocellar triangle). The antennae 7–8-segmented, segment III is yellow, the rest are dark. The mesonotum has a transverse linear sculpture between the front campaniform sensillae. Sculpture of the metanotum in the middle of the front part with transverse lines, the rest with longitudinal, campaniform sensillae are present. Setae S₁ is at the front edge of the metanotum or about one diameter of its own base. The front wings are darkened, the base is enlightened and the front vein has three setae on the distal part. Subapical setae on the clavus are shorter than apical setae. Tergite II of abdomen with 4 lateral marginal setae. On sternites III–VII there are a number of discal setae, pleurotergites without such setae. The comb of microtrichia on tergite VIII is fully developed.

Distribution. All over Asia-Pacific Region [16], France [19], Italy [10], Spain [9], Turkey [5].

Biology. A wide polyphage. Harmful, but it's not a vector of virus.

Thrips orientalis (Bagnall, 1915)

Material. Vietnam, Phan Rang-Thap Cham city, 04–05.07.2019, leg. Kasatkin D., 1 ♀, on *Rosa*.

Distribution. Throughout tropical and subtropical Asia, Japan, Tanzania, Hawaii, Australia, USA [16].

Biology. Polyphage. Often found on white flowers of *Gardenia*, *Jasminum*, *Glossocarya*, *Plumeria*. Not a pest or vector of viruses.

**Scirtothrips dorsalis* Hood, 1919 – chilli thrips (Fig. 8)

Material. Vietnam, near Hanoi, airport road, 29.06.2019, leg. Kasatkin D., Kulakova Yu., 4 ♀, on *Cucumis sativus*.

Description. Body is light yellow, tergites III–VII of abdomen with triangle-shaped darkening in the middle, sternites without such darkening, but the front edges of the sternites are darkened. Antennae 8-segmented, segment I of antennae is light, pale, II is darkened, III–VII dark. The head is transverse, sculpted, with three pairs of ocellar setae (two pairs of anterior ocellar setae, the bases of interocellar setae III are located between the hind ocelli). Pronotum with close longitudinal lines of sculpture, between which there are smooth segments. Metanotum in the middle part

¹ Several specimens of this species were also collected during the previous shorter trip.

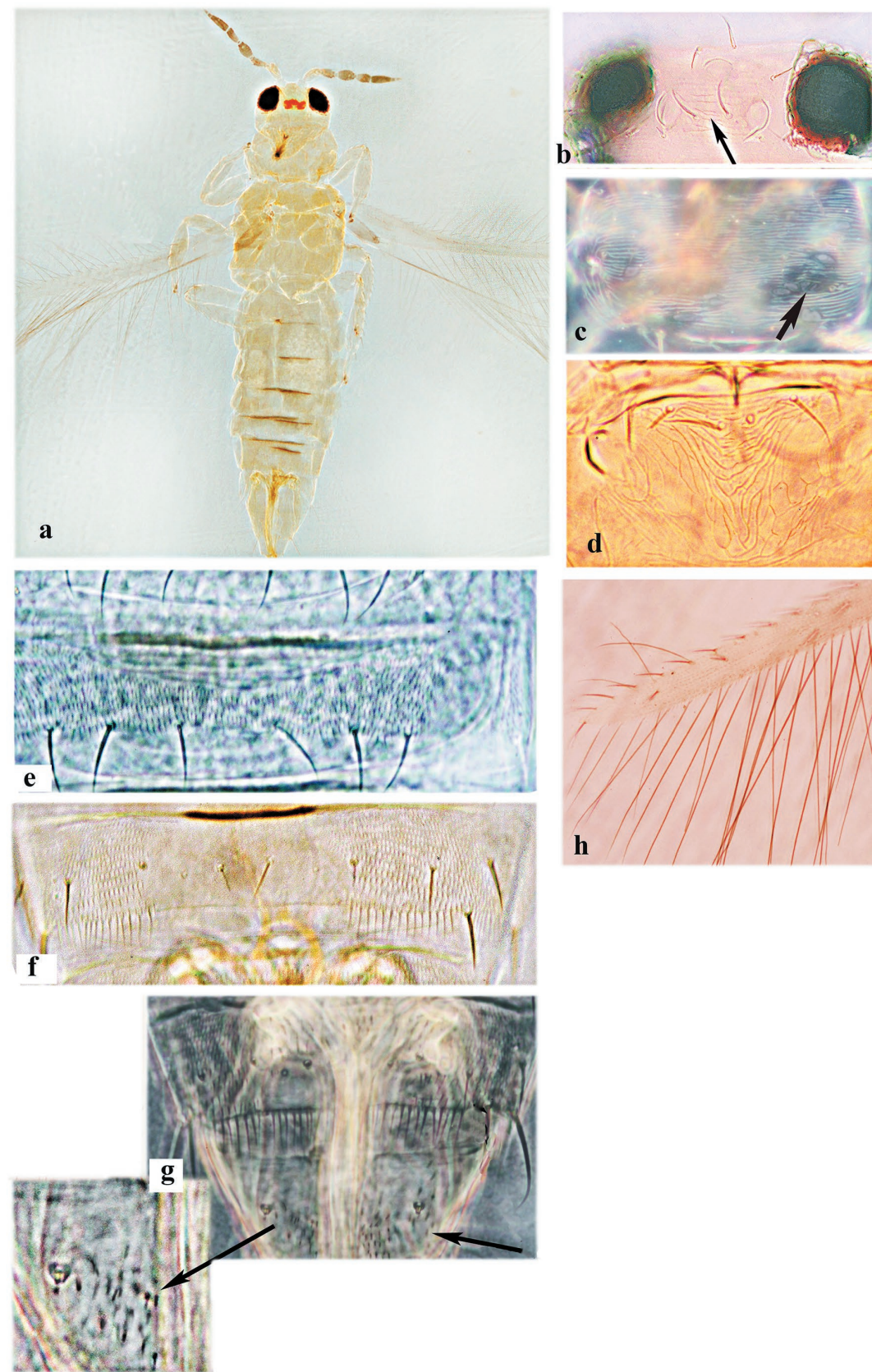


Рис. 8. *Scirtothrips dorsalis*:
а – общий вид; б – голова, III пара щетинок;
с – пронотум, скульптура;
д – метанотум; е – стернит; ф – тергит;
г – VIII и IX тергиты; h – крыло
(фото Д.Г. Касаткина, С.В. Поушковой)

Fig. 8. *Scirtothrips dorsalis*:
а – general view; б – head, III pair of setae;
с – pronotum, sculpture;
д – metanotum; е – sternite; ф – tergite;
г – tergites VIII and IX; h – wing
(photos by D.G. Kasatkin, S.V. Poushkova)

посередине, стерниты без таких затемнений, но передние края стернитов затемнены. Антенны 8-члениковые, I сегмент антенн светлый, палевый, II затемненный, III–VII темные. Голова поперечная, скульптурированная, с тремя парами оцеллярных щетинок (две пары переднеоцеллярных щетинок, основания интероцеллярных щетинок III расположены между задними глазками). Пронотум с близко расположенными продольными линиями скульптуры, между которыми находятся гладкие участки. Метанотум в срединной части с поперечной скульптурой в передней и с продольными линиями в задней части, колоколовидные сенсиллы отсутствуют, основания центральных щетинок заднеспинки расположены позади ее переднего края. Крылья немного затемнены, на первой (передней) жилке переднего крыла расположено четыре щетинки, на второй (задней) – две, волосы бахромы крыльев прямые, не волнистые. Тергиты покрыты микротрихиями по бокам, VIII–IX тергиты также заполнены микротрихиями до середины. На боковом микротрихальном поле тергитов имеется три дискальные щетинки, основания медиальных щетинок на тергитах сближены, поперечный гребень на VIII тергите самки полный. Стерниты почти полностью заполнены микротрихиями, отсутствующими в середине у переднего края стернита.

Распространение. Азия (Бангладеш, Бруней, Камбоджа, Китай, Индия, Индонезия, Иран, Израиль, Япония, Малайзия, Мьянма, Пакистан, Филиппины, Южная Корея, Шри-Ланка, Тайвань, Таиланд, Вьетнам), Африка (Уганда, Кот-д'Ивуар), Европа (Великобритания), Северная Америка (США, Ямайка, Пуэрто-Рико, Тринидад и Тобаго), Южная Америка (Суринам, Венесуэла), Австралия и Океания [6].

Биология. Широкий полифаг. Опасный вредитель, вектор вирусов.

Haplothrips (Trybomiella) ?brachypygus Pelikan, 1989

Материал. Vietnam, Hanoi city, 23–24.06.2019, leg. Kasatkin D., 1 ♀, в траве.

Помимо непосредственного вреда, наносимого трипсами в процессе питания, они вредят опосредованно, перенося вирусы. Шесть вышеприведенных видов – *Frankliniella cephalica* (D.L. Crawford), *F. intonsa* (Trybom), *F. occidentalis* (Pergande), *F. schultzei* (Trybom), *Thrips palmi* Karny и *Scirtothrips dorsalis* Hood являются векторами различных вирусов (см. таблицу).

В России зарегистрирован только вирус пятнистого увядания томатов, или бронзовости томатов (TSWV), он также присутствует во Вьетнаме. Трипсы являются основными переносчиками этого вируса, перенося его с многолетних растений-хозяев на здоровые растения. Среди уязвимых такие культуры, как томаты, баклажаны, перец.

Из приведенных выше видов пять с 2016 года включены в Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза [2]. В России только *Frankliniella occidentalis* (Pergande) внесен в список ограниченно распространенных объектов, остальные четыре вида – *Frankliniella schultzei* (Trybom), *Thrips hawaiiensis* (Morgan), *Thrips palmi* Karny, *Scirtothrips dorsalis* Hood пока не зарегистрированы, но не исключено выявление этих видов на территории Российской Федерации.

Благодарности. Авторы признательны Ю.Ю. Кулаковой за помощь в сборе материала и предоставленные фотографии.

with transverse sculpture at the front and longitudinal lines at the back, no campaniform sensillae, the bases of the central setae of the scutellum are located behind its front edge. The wings are slightly darkened, there are four setae on the first (front) vein of the front wing and two on the second (back side), the fringe's hairs of the wings are straight, not wavy. Tergites are covered with microtrichium on the sides, tergites VIII–IX are also filled with microtrichium to the middle. On the lateral microtrichial side of tergites there are three discal setae, the bases of medial setae on tergites are drawn together, the comb of microtrichia on tergite VIII of female is full. The sternites are almost completely filled with microtrichia, absent in the middle at the front edge of the sternite.

Distribution. Asia (Bangladesh, Brunei, Cambodia, China, India, Indonesia, Iran, Israel, Japan, Malaysia, Myanmar, Pakistan, Philippines, South Korea, Sri Lanka, Taiwan, Thailand, Vietnam), Africa (Uganda, Côte d'Ivoire), Europe (UK), North America (USA, Jamaica, Puerto Rico, Trinidad and Tobago), South America (Suriname, Venezuela), Australia and Oceania [6].

Biology. Wide polyphage. Dangerous pest, vector of virus.

Haplothrips (Trybomiella) ?brachypygus Pelikan, 1989

Material. Vietnam, Hanoi city, 23–24.06.2019, leg. Kasatkin D., 1 ♀, in the grass.

In addition to the harm caused by the thrips during feeding, it is also indirectly harmful by carrying viruses. The six species mentioned above species – *Frankliniella cephalica* (D.L. Crawford), *F. intonsa* (Trybom), *F. occidentalis* (Pergande), *F. schultzei* (Trybom), *Thrips palmi* Karny и *Scirtothrips dorsalis* Hood – are vectors of different viruses (see table).

Only the Tomato spotted wilt virus, or bronze leaf of tomato (TSWV), is registered in Russia and is also present in Vietnam. Thripes are the main vectors of this virus, carrying it from perennial host plants to healthy ones. Vulnerable crops include tomatoes, eggplants, pepper.

Five of the aforementioned species have been included in the Common list of quarantine objects of the Eurasian Economic Union since 2016 [2]. In Russia only *Frankliniella occidentalis* (Pergande) has been included in the list of pests with limited distribution, the other four species *Frankliniella schultzei* (Trybom), *Thrips hawaiiensis* (Morgan), *Thrips palmi* Karny, *Scirtothrips dorsalis* Hood have not yet been registered, but the identification of these species in the Russian Federation is not excluded.

Acknowledgments. The authors are grateful to Yu.Yu. Kulakova for her help in collecting the material and the photos provided.

REFERENCES

1. Automated system for access to customs data of foreign trade statistics "Access-TSVT" (ASD "Access-TSVT"). URL: <http://stat.customs.ru> (in Russian).
2. Common list of quarantine objects of the Eurasian Economic Union, 2016. URL:

Таблица
Вирусы, переносимые выявленными видами трипсов

Вид	Переносимые вирусы	Литература
<i>Frankliniella cephalica</i> (D.L. Crawford)	Tomato spotted wilt virus (TSWV)	[20]
<i>F. intonsa</i> (Trybom)	Groundnut ringspot virus (GRSV), Impatiens necrotic spot virus (INSV), Tomato chlorotic spot virus (TCSV), Tomato spotted wilt virus (TSWV)	[20]
<i>F. occidentalis</i> (Pergande)	Alstroemeria necrotic streak virus (ANSV), Tomato zonate spot virus (TZSV)	[7; 21]
	Chrysanthemum stem necrosis virus (CSNV), Groundnut ringspot virus (GRSV), Impatiens necrotic spot virus (INSV), Tomato chlorotic spot virus (TCSV), Tomato spotted wilt virus (TSWV)	[20]
<i>F. schultzei</i> (Trybom)	Capsicum chlorosis virus (CaCV), Impatiens necrotic spot virus (INSV)	[21]
	Chrysanthemum stem necrosis virus (CSNV), Groundnut ringspot virus (GRSV), Groundnut bud necrosis virus (GBNV), Tomato chlorotic spot virus (TCSV), Tomato spotted wilt virus (TSWV)	[20]
<i>Thrips palmi</i> Karny	Calla lily chlorotic spot virus (CCSV), Groundnut bud necrosis virus (GBNV), Melon yellow spot virus (MYSV), Watermelon silver mottle virus (WSMV)	[20]
	Capsicum chlorosis virus (CaCV), Tomato necrotic ringspot virus (TNRV), Tomato spotted wilt virus (TSWV), Tomato zonate spot virus (TZSV), Watermelon bud necrosis virus (WBNV)	[21]
	Chrysanthemum stem necrosis virus (CSNV)	[7]
<i>Scirtothrips dorsalis</i> Hood	Capsicum chlorosis virus (CaCV), Melon yellow spot virus (MYSV), Watermelon silver mottle virus (WSMV)	[8]
	Chilli leaf curl virus (CLCV), Tobacco streak virus (TSV)	[18]
	Chrysanthemum stem necrosis virus (CSNV)	[21]
	Groundnut chlorotic fan-spot virus (GCFSV), Groundnut yellow spot virus (GYSV), Peanut bud necrosis virus (PBNV)	[3; 4]

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизированная система доступа к данным таможенной статистики внешней торговли «Доступ-ТСБТ» (АСД «Доступ-ТСБТ»). – URL: <http://stat.customs.ru>.
2. Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза, 2016. – URL: https://docs.eaeunion.org/docs/ru-ru/01413200/cncd_06032017_158.
3. Amin B.W. Techniques for handling thrips as vectors of tomato spotted wilt virus and yellow spot virus of groundnut, *Arachis hypogea* L. Occasional Paper // Groundnut Entomology ICRISAT. – 1980. – Vol. 80. – P. 1–20.
4. Amin B.W., Reddy D.V.R., Ghanekar A.M. Transmission of tomato spotted wilt virus, the causal agent of bud necrosis of peanut, by *Scirtothrips dorsalis* and *Frankliniella schultzei* // Plant Disease. – 1981. – Vol. 65, No. 8. – P. 663–665.
5. Atakan E., Olculu M., Pehlivan S., Satar S. A new thrips species recorded in Turkey: *Thrips hawaiiensis* (Morgan, 1913) (Thysanoptera: Thripidae) // Turkish Entomological Bulletin. – 2015. – Vol. 5, No. 2. – P. 77–84. – DOI: <http://dx.doi.org/10.16969/teb.13634>.

https://docs.eaeunion.org/docs/ru-ru/01413200/cncd_06032017_158 (in Russian).
3. Amin B.W. Techniques for handling thrips as vectors of tomato spotted wilt virus and yellow spot virus of groundnut, *Arachis hypogea* L. Occasional Paper. *Groundnut Entomology ICRISAT*. 1980; 80: 1–20.
4. Amin B.W., Reddy D.V.R., Ghanekar A.M. Transmission of tomato spotted wilt virus, the causal agent of bud necrosis of peanut, by *Scirtothrips dorsalis* and *Frankliniella schultzei*. *Plant Disease*. 1981; 65 (8): 663–665.
5. Atakan E., Olculu M., Pehlivan S., Satar S. A new thrips species recorded in Turkey: *Thrips hawaiiensis* (Morgan, 1913) (Thysanoptera: Thripidae). *Turkish Entomological Bulletin*. 2015; 5 (2): 77–84. DOI: <http://dx.doi.org/10.16969/teb.13634>.
6. CABI, 2020. URL: <https://www.cabi.org/isc>.
7. Chen Y., Dessau M., Rotenberg D., Rasmussen D.A. and Whitfield A.E. Entry of bunyaviruses into

Table
Viruses carried by identified species of thrips

Species	Transmitted viruses	References
<i>Frankliniella cephalica</i> (D.L. Crawford)	Tomato spotted wilt virus (TSWV)	[20]
<i>F. intonsa</i> (Trybom)	Groundnut ringspot virus (GRSV), Impatiens necrotic spot virus (INSV), Tomato chlorotic spot virus (TCSV), Tomato spotted wilt virus (TSWV)	[20]
<i>F. occidentalis</i> (Pergande)	Alstroemeria necrotic streak virus (ANSV), Tomato zonate spot virus (TZSV)	[7; 21]
	Chrysanthemum stem necrosis virus (CSNV), Groundnut ringspot virus (GRSV), Impatiens necrotic spot virus (INSV), Tomato chlorotic spot virus (TCSV), Tomato spotted wilt virus (TSWV)	[20]
<i>F. schultzei</i> (Trybom)	Capsicum chlorosis virus (CaCV), Impatiens necrotic spot virus (INSV)	[21]
	Chrysanthemum stem necrosis virus (CSNV), Groundnut ringspot virus (GRSV), Groundnut bud necrosis virus (GBNV), Tomato chlorotic spot virus (TCSV), Tomato spotted wilt virus (TSWV)	[20]
<i>Thrips palmi</i> Karny	Calla lily chlorotic spot virus (CCSV), Groundnut bud necrosis virus (GBNV), Melon yellow spot virus (MYSV), Watermelon silver mottle virus (WSMV)	[20]
	Capsicum chlorosis virus (CaCV), Tomato necrotic ringspot virus (TNRV), Tomato spotted wilt virus (TSWV), Tomato zonate spot virus (TZSV), Watermelon bud necrosis virus (WBNV)	[21]
	Chrysanthemum stem necrosis virus (CSNV)	[7]
<i>Scirtothrips dorsalis</i> Hood	Capsicum chlorosis virus (CaCV), Melon yellow spot virus (MYSV), Watermelon silver mottle virus (WSMV)	[8]
	Chilli leaf curl virus (CLCV), Tobacco streak virus (TSV)	[18]
	Chrysanthemum stem necrosis virus (CSNV)	[21]
	Groundnut chlorotic fan-spot virus (GCFSV), Groundnut yellow spot virus (GYSV), Peanut bud necrosis virus (PBNV)	[3; 4]

6. CABI, 2020. – URL: <https://www.cabi.org/isc>.
7. Chen Y., Dessau M., Rotenberg D., Rasmussen D.A. and Whitfield A.E. Entry of bunyaviruses into plants and vectors // Advances in Virus Research. – 2019. – Vol. 104. – P. 65–96. – DOI: 10.1016/bs.aivir.2019.07.001.
8. Chiemsombat P., Gajanandana O., Warin N., Hongprayoon R., Bhunchoth A., Pongsapich P. Biological and molecular characterization of tospoviruses in Thailand // Archives of Virology. – 2008. – Vol. 153. – P. 571–577.
9. Goldarazena A. First record of *Thrips hawaiiensis* (Morgan, 1913) (Thysanoptera: Thripidae), an Asian pest thrips in Spain // OEPP/EPPO, Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. – 2011. – Vol. 41. – P. 170–173. – DOI: 10.1111/j.1365-2338.2011.02450.x.
10. Marullo R., De Grazia A. *Thrips hawaiiensis* a pest thrips from Asia newly introduced into Italy // Bulletin of Insectology. – 2017. – Vol. 70, No. 1. – P. 27–30.
11. Masumoto M., Okajima S. A New Record of *Frankliniella cephalica* (Thysanoptera, Thripidae) from Japan // Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology. – 2004. – Vol. 48. – P. 225–226. – DOI: 10.1303/jjaez.2004.225.

plants and vectors. *Advances in Virus Research*. 2019; 104: 65–96. DOI: 10.1016/bs.aivir.2019.07.001.
8. Chiemsombat P., Gajanandana O., Warin N., Hongprayoon R., Bhunchoth A., Pongsapich P. Biological and molecular characterization of tospoviruses in Thailand. *Archives of Virology*. 2008; 153: 571–577.
9. Goldarazena A. First record of *Thrips hawaiiensis* (Morgan, 1913) (Thysanoptera: Thripidae), an Asian pest thrips in Spain. *OEPP/EPPO, Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 2011; 41: 170–173. DOI: 10.1111/j.1365-2338.2011.02450.x.
10. Marullo R., De Grazia A. *Thrips hawaiiensis* a pest thrips from Asia newly introduced into Italy. *Bulletin of Insectology*. 2017; 70 (1): 27–30.
11. Masumoto M., Okajima S. A New Record of *Frankliniella cephalica* (Thysanoptera, Thripidae) from Japan. *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology*. 2004; 48: 225–226. DOI: 10.1303/jjaez.2004.225.

12. Mound L.A., Palmer J.M. Identification, distribution and host plants of the pest species of *Scirtothrips* (Thysanoptera: Thripidae) // Bulletin of Entomological Research. – 1981. – Vol. 71. – P. 467–479. – DOI: 10.1017/S0007485300008488.

13. Mound L.A., Stiller M. Species of the genus *Scirtothrips* from Africa (Thysanoptera, Thripidae) // Zootaxa. – 2011. – Vol. 2786. – P. 51–61.

14. Mound L.A., Masumoto M., Okajima S. The Palaeotropical genus *Craspedothrips*, with new species from Africa and Malaysia (Thysanoptera, Thripinae) // Zootaxa. – 2012. – Vol. 3478. – P. 49–61.

15. Nakahara S. Review of *Thrips hawaiiensis* and revalidation of *T. florum* (Thysanoptera: Thripidae) // Proceedings of the Entomological Society of Washington. – 1985. – Vol. 87, No. 4. – P. 864–870.

16. OzThrips, 2020. – URL: <http://www.ozthrips.org>.

17. Palmer J.M. Thrips (Thysanoptera) from Pakistan to the Pacific: a review // Bulletin of the British Museum (Natural History). Entomology series. – 1992. – Vol. 61, No. 1. – P. 1–76.

18. Prasada Rao R.D.V.J., Reddy A.S., Reddy S.V., Thirumala-Devi K., Rao C.S., Kumar V., Subramaniam K., Reddy Y.T., Nigam S.N., Reddy D.V.R. The host range of Tobacco streak virus in India and transmission by thrips // Annals of Applied Biology. – 2003. – Vol. 142. – P. 365–368.

19. Reynaud P., Balmès V., Pizzol J. *Thrips hawaiiensis* (Morgan, 1913) (Thysanoptera: Thripidae), an Asian pest thrips now established in Europe // OEPP/EPPO, Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. – 2008. – Vol. 38, No. 1. – P. 155–160.

20. Riley D.G., Joseph S.V., Srinivasan R., Diffie S. Thrips Vectors of Tospoviruses // Journal of Integrated Pest Management. – 2011. – Vol. 1, No. 2. – P. 1–10. – DOI: 10.1603/IPM10020.

21. Shapshak P., Sinnott J., Somboonwit C., Kuhn J. Global Virology I // Identifying and Investigating Viral Diseases. – New York: Springer, 2015. – 840 pp. – DOI: 10.1007/978-1-4939-2410-3.

22. Thrips of California, 2012. – URL: https://keys.lucidcentral.org/keys/v3/thrips_of_california/Thrips_of_California.html.

23. Wang C.-L., Lin F.C., Chiu Y.-C., Shih H.-T. Species of *Frankliniella* Trybom (Thysanoptera: Thripidae) from the Asian-Pacific Area // Zoological Studies. – 2010. – Vol. 49, No. 6. – P. 824–838.

24. Wang Zh., Mound L.A., Tong X. *Frankliniella species* from China, with nomenclatural changes and illustrated key (Thysanoptera, Thripidae) // Zookeys. – 2019. – Vol. 873. – P. 43–53. – DOI: 10.3897/zookeys.873.36863.

12. Mound L.A. and Palmer J.M. Identification, distribution and host plants of the pest species of *Scirtothrips* (Thysanoptera: Thripidae). *Bulletin of Entomological Research*. 1981; 71: 467–479. DOI: 10.1017/S0007485300008488.

13. Mound L.A., Stiller M. Species of the genus *Scirtothrips* from Africa (Thysanoptera, Thripidae). *Zootaxa*. 2011; 2786: 51–61.

14. Mound L.A., Masumoto M., Okajima S. The Palaeotropical genus *Craspedothrips*, with new species from Africa and Malaysia (Thysanoptera, Thripinae). *Zootaxa*. 2012; 3478: 49–61.

15. Nakahara S. Review of *Thrips hawaiiensis* and revalidation of *T. florum* (Thysanoptera: Thripidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*. 1985; 87 (4): 864–870.

16. OzThrips, 2020. URL: <http://www.ozthrips.org>.

17. Palmer J.M. Thrips (Thysanoptera) from Pakistan to the Pacific: a review. *Bulletin of the British Museum (Natural History). Entomology series*. 1992; 61 (1): 1–76.

18. Prasada Rao R.D.V.J., Reddy A.S., Reddy S.V., Thirumala-Devi K., Rao C.S., Kumar V., Subramaniam K., Reddy Y.T., Nigam S.N., Reddy D.V.R. The host range of Tobacco streak virus in India and transmission by thrips. *Annals of Applied Biology*. 2003; 142: 365–368.

19. Reynaud P., Balmès V., Pizzol J. *Thrips hawaiiensis* (Morgan, 1913) (Thysanoptera: Thripidae), an Asian pest thrips now established in Europe. *OEPP/EPPO, Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 2008; 38 (1): 155–160.

20. Riley D.G., Joseph S.V., Srinivasan R., Diffie S. Thrips Vectors of Tospoviruses. *Journal of Integrated Pest Management*. 2011; 1 (2): 1–10. DOI: 10.1603/IPM10020.

21. Shapshak P., Sinnott J., Somboonwit C., Kuhn J. Global Virology I – *Identifying and Investigating Viral Diseases*. New York: Springer, 2015. DOI: 10.1007/978-1-4939-2410-3.

22. Thrips of California, 2012. URL: https://keys.lucidcentral.org/keys/v3/thrips_of_california/Thrips_of_California.html.

23. Wang C.-L., Lin F.C., Chiu Y.-C., Shih H.-T. Species of *Frankliniella* Trybom (Thysanoptera: Thripidae) from the Asian-Pacific Area. *Zoological Studies*. 2010; 49 (6): 824–838.

24. Wang Zh., Mound L.A., Tong X. *Frankliniella species* from China, with nomenclatural changes and illustrated key (Thysanoptera, Thripidae). *Zookeys*. 2019; 873: 43–53. DOI: 10.3897/zookeys.873.36863.

Здесь может быть ваша статья!

Журнал «Фитосанитария. Карантин растений» приглашает авторов для публикации своих научных работ

Редакция журнала «Фитосанитария. Карантин растений» рада предложить вам возможность публикации ваших статей на страницах журнала. Наша цель – привлечение внимания к наиболее актуальным проблемам карантина растений специалистов сельского хозяйства и всех заинтересованных в этом людей.

В журнале рассматриваются основные направления развития науки и передового опыта в области карантина и защиты растений, публикуется важная информация о новых методах и средствах, применяемых как в России, так и за рубежом, а также о фитосанитарном состоянии территории Российской Федерации.

Мы доносим до широкого круга читателей объективную научно-просветительскую и аналитическую информацию: мнения ведущих специалистов по наиболее принципиальным вопросам карантина растений, данные о значимых новейших зарубежных и отечественных исследованиях, материалы тематических конференций.

Редакция журнала «Фитосанитария. Карантин растений» приглашает к сотрудничеству как выдающихся деятелей науки, так и молодых ученых, специалистов-практиков, работающих в области фитосанитарии, для обмена опытом, обеспечения устойчивого фитосанитарного благополучия и для новых научных дискуссий.

ЗАДАЧИ ЖУРНАЛА

- Изучение основных тенденций развития науки в области карантина растений
- Анализ широкого круга передовых технологий в области мониторинга и лабораторных исследований по карантину растений
- Обсуждение актуальных вопросов карантина растений

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫМ СТАТЬЯМ

К публикации принимаются статьи на двух языках: русском и английском, содержащие результаты собственных научных исследований, объемом до 15 страниц, но не менее 5 (при полуторном интервале и размере шрифта 14). Оптимальный объем статьи: до 20 тыс. знаков (включая пробелы).

СТРУКТУРА ПРЕДОСТАВЛЯЕМОЙ СТАТЬИ*

1. Название статьи, УДК.
2. Имя, отчество, фамилия автора.
3. Место работы автора, должность, ученая степень, адрес электронной почты.
4. Аннотация (краткое точное изложение содержания статьи, включающее фактические сведения и выводы описываемой работы): около 7–8 строк (300–500 знаков с пробелами).
5. Ключевые слова (5–6 слов, словосочетаний), наиболее точно отображающие специфику статьи.
6. Материалы и методы.
7. Результаты и обсуждения.
8. Выводы и заключение.
9. Список литературы (т. е. список всей использованной литературы, ссылки на которую даются в самом тексте статьи): правила составления указаны в ГОСТ Р 7.05-2008.
10. 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).
11. 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 – 14, межстрочный интервал – полуторный, 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, Раменский район, г. Раменское, р. п. Быково, ул. Пограничная, д. 32
Контактное лицо: Зиновьева Светлана Георгиевна
Телефон: 8 (499) 707-22-27, e-mail: zinoveva-s@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»)



– Научное и методическое обеспечение деятельности Россельхознадзора, его территориальных управлений и подведомственных ему учреждений в сфере карантина и защиты растений

– Установление карантинного фитосанитарного состояния подкарантинных материалов и территории Российской Федерации путем проведения лабораторных экспертиз и мониторингов

– Научное сотрудничество с национальными и международными организациями в области карантина растений

- Ведущее учреждение в Российской Федерации по синтезу и применению феромонов для выявления карантинных и некарантинных вредителей и борьбы с ними
- ФГБУ «ВНИИКР» – партнер международной программы по координации научных исследований в области карантина растений EUPHRESKO II (European PHYtosanitary RESearch COordination)
- В ФГБУ «ВНИИКР» создан и действует Технический комитет по стандартизации ТК 42 «Карантин и защита растений»
- Ведущее научно-методическое учреждение в составе Координационного совета по карантину растений государств – участников СНГ
- 22 филиала 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,
Раменский район,
г. Раменское, р. п. Быково,
ул. Пограничная, д. 32

Тел./факс:
8 (499) 707-22-27

e-mail: office@vniikr.ru
<http://www.vniikr.ru>