



Международный год
охраны здоровья
растений — 2020

2

Tetranychus evansi:
биология
и диагностика

43

Географические
популяции табачной
белокрылки

50

Гербологическая
экспедиция

61

ФИТОСАНИТАРИЯ. КАРАНТИН РАСТЕНИЙ

PLANT HEALTH AND QUARANTINE

Свидетельство
о регистрации СМИ ПИ
№ ФС 77-76606

Русско-английский научный журнал

Март № 1 (1) 2020

ТЕМА НОМЕРА: ГРИБЫ НАСТУПАЮТ

Таксономия
и биоразнообразие
грибов рода
Cronartium 10

Грибные
заболевания черники
обыкновенной 25

Методы диагностики
грибов рода
Colletotrichum 34

Фото: ChWeiss/Shutterstock.com

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

Д.Л. БЕЛКИН – заместитель начальника 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»

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

D.L. BELKIN – Deputy 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”

Содержание Content

ФАО ИНФОРМИРУЕТ

Международный год охраны здоровья растений – 2020 (Здоровье растений как глобальная цель)
А.Г. НЕРСИСЯН, А.С. ШАМИЛОВ

FAO INFORMS

International Year of Plant Health 2020 (Plant Health as a Global Goal)
A.G. NERSISYAN, A.S. SHAMILOV

ЕОКЗР: АКТУАЛЬНОЕ

Фитосанитарная терминология на русском языке: программа переводов ЕОКЗР и «Глоссарий фитосанитарных терминов»
А.Д. ОРЛИНСКИЙ, М.Д. ЕРОХОВА

EPPO: UP-TO-DATE INFORMATION

Phytosanitary terminology in Russian: EPPO Translation Program and Glossary of Phytosanitary Terms
A.D. ORLINSKI, M.D. EROKHOVA

Об участии специалистов ФГБУ «ВНИИКР» в заседании Группы экспертов ЕОКЗР по диагностике в энтомологии
И.О. КАМАЕВ

On participation of specialists of FGBU “VNIIKR” at the meeting of the EPPO Panel on Diagnostics in Entomology
I.O. KAMAYEV

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Таксономические особенности и биоразнообразие грибов рода *Cronartium*
И.П. ДУДЧЕНКО, Г.Н. ДУДЧЕНКО, О.В. СКРИПКА, М.Б. КОПИНА, А.Г. ЩУКОВСКАЯ

Taxonomic features and biodiversity of fungi of *Cronartium* genus
I.P. DUDCHENKO, G.N. DUDCHENKO, O.V. SKRIPKA, M.B. KOPINA, A.G. SHCHUKOVSKAYA

О некоторых видах грибов в насаждениях черники обыкновенной на территории Республики Карелия и Архангельской области
М.Б. КОПИНА, Т.А. СУРИНА, Д.А. УВАРОВА

About some fungi species in blueberry plantations in the Republic of Karelia and Arkhangelsk Oblast
M.B. KOPINA, T.A. SURINA, D.A. UVAROVA

Классические и современные методы диагностики грибов рода *Colletotrichum* на землянике садовой
Ю.В. ЦВЕТКОВА, А.А. КУЗНЕЦОВА

Conventional and modern methods for the diagnosis of *Colletotrichum* fungi on garden strawberry *Fragaria ananassa*
Y.V. TSVETKOVA, A.A. KUZNETSOVA

Некоторые замечания о биологии и проблемах диагностики красного томатного паутинного клеща *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard, 1960 (Acari: Prostigmata: Tetranychidae)
И.О. КАМАЕВ

Some comments on the biology and diagnostic problems of red spider mite *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard, 1960 (Acari: Prostigmata: Tetranychidae)
I.O. KAMAYEV

О географических популяциях табачной белокрылки *Bemisia tabaci* Genn.
М.В. УШКОВА, Е.В. КОЛЕСНИКОВА, Н.И. ЕРШОВА

On geographical populations of the silverleaf whitefly (*Bemisia tabaci* Genn.)
M.V. USHKOVA, E.V. KOLESNIKOVA, N.I. ERSHOVA

НАШИ ЭКСПЕДИЦИИ

Герботологическая экспедиция в Красноярский край и Республику Хакасия
Т.В. ЭБЕЛЬ, А.Л. ЭБЕЛЬ, С.И. МИХАЙЛОВА

OUR EXPEDITIONS

Herbological expedition to Krasnoyarsk Krai and the Republic of Khakassia
T.V. EBEL, A.L. EBEL, S.I. MIKHAILOVA

Журнал «Фитосанитария. Карантин растений» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор), свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-76606 от 15 августа 2019 года
Дизайн и верстка: Мария Бондарь
Менеджер проектов: Татьяна Дониц
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: 26 марта 2020 г.
Дата выхода в свет: 31 марта 2020 г.

The Journal “Plant Health and Quarantine” is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media (Roskomnadzor), Registration Certificate No. FS 77-76606, August 15, 2019.
Design & Composition: Mariya Bondar
Project Manager: Tatyana Donich
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:
АО Agentstvo “Rospechat” – 81075
ООО Agentstvo “Kniga-Servis” – 33095
Printing house:
ООО “Poligrafichesky kompleks”, 123298, ul. 3-ya Khoroshevskaya, 18, build. 1
Circulation: 3000 copies
Approved for print: 26/03/2020
Issue date: 31/03/2020



Международный год охраны здоровья растений – 2020

Здоровье растений как глобальная цель

А.Г. НЕРСИСЯН, А.С. ШАМИЛОВ,
Секретариат Международной конвенции
по карантину и защите растений, ФАО

В апреле 2015 года во время 10-й сессии Комиссии по фитосанитарным мерам (КФМ-10) Финляндия предложила провозгласить Международный год охраны здоровья растений. Впоследствии 40-я Сессия ФАО в июле 2017 года приняла предложение Финляндии и в декабре 2018 года Генеральная Ассамблея Объединенных Наций провозгласила 2020 год Международным годом охраны здоровья растений (МГОЗР).

Слоган Международного года охраны здоровья растений гласит: «Защитим растения – сохраним жизнь». Этот год – уникальная возможность повысить уровень осведомленности мировой общественности о том, как охрана здоровья растений может помочь в искоренении голода, сокращении масштабов нищеты, защите окружающей среды и стимулировании экономического развития.

Как и в случае здоровья человека, защита растений от вредителей и болезней гораздо экономически эффективнее, чем борьба с полномасштабными эпидемиями. Более того, после появления вредителей растений избавиться от них нередко практически невозможно, при этом борьба с ними сопряжена с серьезными временными и финансовыми затратами.

Многие вредные организмы растений способны перемещаться между странами и континентами естественным способом, активно или пассивно, посредством естественных метеорологических, часто экстремальных явлений. Однако, по мнению многих экспертов, основным фактором распространения вредителей растений в различных регионах мира является рост мировой торговли, путешествий и перемещения людей, которые имеют место в последнее



International Year of Plant Health 2020

Plant Health as a Global Goal

A.G. NERSISYAN, A.S. SHAMILOV,
International Plant Protection Convention
Secretariat, FAO

In April 2015, during the 10th session of the Commission on Phytosanitary Measures (CPM-10), Finland proposed to declare the International Year of Plant Health. Subsequently, the 40th FAO Session in July 2017 accepted Finland's proposal and in December 2018, the United Nations General Assembly declared 2020 as the International Year of Plant Health (IYPH).

The motto of IYPH is *Protecting Plants, Protecting Life*. The year is a once-in-a-life-time opportunity to raise global awareness on how protecting plant health can help end hunger, reduce poverty, protect the environment, and boost economic development.

As with human health, protecting plants from pests and diseases is far more cost-effective than dealing with full-blown plant health emergencies. Furthermore, plant pests are often impossible to eradicate once they have established and managing them is time consuming and expensive.

Many plant pests are able to move between countries and continents by natural spread, either actively or passively through naturally-occurring meteorological, sometimes extreme, events. However, in many commentators' view the major driver for the expansion of plant pests to new areas in various regions of the world is the tremendous increase in global trade, travel and human mobility that has occurred over the last century: an expansion that is exacerbated by a changing climate. Currently, this human-driven movement of pests is likely to

столетие, и все это усугубляется изменением климата. В настоящее время такое движение вредителей, обусловленное деятельностью человека, вероятно, будет происходить в большей степени, чем раньше, в результате торговли, о чем свидетельствует ежегодный статистический обзор ВТО по международной торговле. В 2017 году, по оценкам, число международных туристов во всем мире могло достигать примерно 1,32 миллиарда человек (<https://www.statista.com>, 2019).

Во многих регионах мира происходят многочисленные заносы вредителей растений из других регионов, оказывающие воздействие на растениеводство, а также на продовольственную безопасность и экономическое и социальное развитие. Известные примеры, связанные с торговлей, включают, например, распространение патогенной бактерии *Xylella fastidiosa* и ее разрушительное воздействие на оливковые деревья в южной Италии, крифонекроз каштана (*Cryphonectria parasitica*), коричневый мраморный клоп (*Halyomorpha halys*) в Грузии, самшитовая огневка (*Cydalima perspectalis*) в Европе и на Кавказе и пальмовый долгоносик (*Rhynchophorus ferrugineus*), влияющий на пальмы в некоторых частях Средиземноморья и Кавказа. Следует отметить, что проходит достаточно длительное время после заноса до первого обнаружения вредных организмов, в некоторых случаях несколько лет. Анализ фитосанитарного риска (АФР) потенциальных известных вредных организмов и применение превентивных мер имеет большое значение для предотвращения таких вторжений.

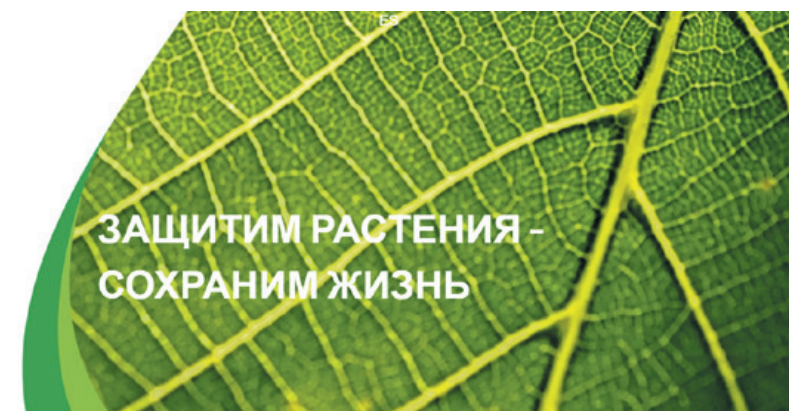
В связи с этим предупредительные меры крайне важны для предотвращения причиняемых вредителями разрушительных последствий для сельского хозяйства, источников средств к существованию и продовольственной безопасности.

Расширение и поддержка реализации международных стандартов по фитосанитарным мерам является основным направлением деятельности в рамках Международной конвенции по карантину и защите растений (МККЗР).

Соблюдение стандартов МККЗР позволяет эффективно управлять фитосанитарными рисками, обеспечивая безопасную и результативную торговлю растениями и сельскохозяйственной продукцией и поддерживая развивающиеся и развитые страны в выходе на новые рынки.

Существует целый ряд международных стандартов по фитосанитарным мерам (МСФМ), а также справочные и учебные материалы; предоставленные странам в различных региональных ресурсах, доступные на веб-сайте Международной конвенции по карантину и защите растений (МККЗР) и на веб-сайте Департамента леса ФАО (<http://www.fao.org/forestry/pests/83440/en/>). Оценку результатов внедрения стандартов можно найти на веб-сайте Фонда стандартной торговли и развития (STDF).

Например, МСФМ 36 «Интегрированные меры для посадочного материала», принятый Комиссией по фитосанитарным мерам (КФМ) в 2012 году, подчеркивает роль производителей растений и стран происхождения в обеспечении того, чтобы экспортируемые живые растения были свободны от вредителей карантинного статуса для страны-импортера. Все чаще странам – экспортерам растений для посадки рекомендуется следовать системному подходу в области борьбы с рисками для вредителей.



occur more than before through trade, as shown in the WTO International Trade Statistical Review published on an annual basis. Travel increase in intensities and range. In 2017, it was estimated that the number of international tourist arrivals worldwide could reach approximately 1.32 billion (<https://www.statista.com>, 2019).

In many other parts of the world, has experienced numerous introductions of plant pests from other regions, with documented impacts on plant production, food security, and economic and social development. Notable examples of recent incursions through trade include, for example, the plant pathogenic bacterium *Xylella fastidiosa* devastating olive trees in southern Italy, chestnut blight (*Cryphonectria parasitica*), brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys*) in Georgia, box wood moth (*Cydalima perspectalis*) in Europe and Caucasus and the red palm weevil (*Rhynchophorus ferrugineus*) affecting palm trees in some parts of the Mediterranean and Caucasus. It should be noted that the time of introduction may have preceded the first detection in some cases by several years. An advance pest risk analysis (PRA) of potential known threats and an implementation of preventive measures would be of great value in avoiding such incursions.

Therefore, prevention is critical to avoiding the devastating impact of pests and diseases on agriculture, livelihoods and food security.

Developing and supporting the implementation of international standards for phytosanitary measures is the core business of the International Plant Protection Convention (IPPC).

By adhering to IPPC standards, pest risks are effectively managed, ensuring safe and efficient trade of plants and agricultural products and supporting developing and developed countries in accessing new markets.

There is a whole range of International Standards for Phytosanitary Measures (ISPMs) and guides and training materials and contributed resources available for countries in different regions on the International Plant Protection Convention (IPPC) website and on the FAO Forest Health website (<http://www.fao.org/forestry/pests/83440/en/>). Evaluation of the outcomes of implementing the standards can be found on the Standard Trade and Development Facility (STDF) website.

For example, ISPM 36 *Integrated measures for plants for planting*, adopted by the Commission of Phytosanitary

По оценкам ФАО, чтобы прокормить растущее и в целом более обеспеченное население, к 2050 году сельскохозяйственное производство должно вырасти на 60 процентов. Ввиду тесной связи между здоровьем растений и охраной окружающей среды ФАО призывает к использованию экологически безопасных методов борьбы с вредителями, например, посредством интегрированной системы защиты растений. Минимальное использование пестицидов в борьбе с вредителями способствует не только охране окружающей среды, но и защите опылителей, естественных врагов вредителей, полезных организмов, а также людей и животных, зависящих от растений.

Так, например, ФАО оказывала правительству Ливии экстренную помощь в борьбе с пальмовым долгоносиком *Palmaspis phoenixis*, повреждающим финиковые пальмы в зараженных районах, и в недопущении его распространения в незараженных районах других регионов Ливии. Проект был направлен на сохранение богатства ливийских оазисов, представляющих социальный и экономический резерв, с более чем шестью миллионами финиковых пальм, растущих на обширной географической территории. Работа ФАО позволила укрепить потенциал фермеров и государственных специалистов по выявлению насекомых и борьбе с ними и усовершенствовать навыки ключевых заинтересованных сторон в отношении мер по эпиднадзору и принудительных мероприятий, способствовала улучшению координации действий по борьбе с вредителями.

Другой пример помощи ФАО – это создание фермерских полевых школ по интегрированной системе защиты растений, которые являются частью инициативы ФАО по оказанию фермерам поддержки по устойчивому повышению урожайности сельскохозяйственных культур. В Республике Молдова это позволило фермерам выращивать помидоры экологически безопасным способом. Фермеры прошли обучение методам борьбы с наиболее распространенными вредителями и болезнями, а также получили пособия по методам выявления, диагностики, профилактики и контроля. В результате обучения фермеры начали использование маскитовых и защитных сеток от насекомых в теплицах, а также феромонов и клеевых ловушек. Проект позволил повысить потенциал фермеров в адаптации к практике устойчивого растениеводства и борьбе с распространением вредителей.

Существует множество способов, позволяющих правительствам стран защитить здоровье растений, укрепляя таким образом продовольственную безопасность, защищая окружающую среду и способствуя развитию торговли. Для этого необходимо согласовать политику и действия с Целями устойчивого развития (ЦУР), связанными со здоровьем растений, в частности с целями, которые направлены на ликвидацию голода и недоедания, а также на сокращение масштабов нищеты и защиту окружающей среды.

Так, странам необходимо активно проводить мероприятия по повышению осведомленности общественности о важности здоровья растений. Кроме того, необходимо инвестировать в организации по защите растений и обеспечить их необходимыми человеческими и финансовыми ресурсами, а также увеличить объем инвестиций в исследования, связанные со здоровьем растений, в инновационные методы

Measures (CPM) in 2012, emphasizes the role of the producers of plants and countries of origin in making certain that exported live plants are free from pests of quarantine status for the importing country. Increasingly countries exporting plants for planting are encouraged to follow a systems approach in pest risk management.

FAO estimates that agricultural production must rise by about 60% by 2050 in order to feed a larger and Generally richer population. Because of the strong links between plant health and environmental protection, FAO encourages environmentally friendly ways of dealing with pests, such as through integrated pest management. Minimizing the use of poisonous substances when dealing with pests not only protects the environment, it also protects pollinators, natural pest enemies, beneficial organisms and the people and animals who depend on plants.

Hence, FAO worked with the government of Libya to provide emergency assistance to manage the date palm green pit scale insect in infested areas, and limit its spread to non-infested areas in other regions of Libya. The project aimed to preserve the wealth of the Libyan oases, which represent a social and economic asset, with more than 6 million date palm trees spread over a wide geographical area. FAO's intervention increased the capacity of farmers and government specialists to identify and control the insect, and improved skills among key stakeholders for surveillance and enforcement measures, enhancing coordination in fighting against the pest.

Another example of the FAO support is Integrated Pest Management Farmer Field Schools are part of an FAO initiative that supports farmers to increase crop production in sustainable ways. In the Republic of Moldova, it has enabled farmers to grow tomatoes in an environmentally friendly manner. Farmers received training on managing the most widespread pests and diseases as well as supporting materials for symptomatic detection, diagnostics, prevention and control methods. As a result of the training, farmers have started using shadow and insect nets in greenhouses as well as pheromone and sticky traps against insects. The project has increased the capacity of farmers to adapt to sustainable crop management practices, while also preventing the spread of pests.

There are many ways in which governments can protect plant health, thereby enhancing food security, protecting the environment, and facilitating trade. For this, it is necessary to align policies and actions with Sustainable Development Goals (SDG) related to plant health, in particular those aimed at eliminating hunger and malnutrition and reducing poverty and threats to the environment.

Hence, countries need to promote public awareness campaigns on the importance of plant health and what everyone can do to protect plants. Furthermore, it is necessary to invest in plant protection organizations and ensure that they have adequate human and financial resources. As well as increase investment in research related to plant health and in innovative practices and technologies, and support the private sector and farmers' investment. Each NPPO should use IPPC

и технологии, а также стимулировать инвестиции со стороны частного сектора и фермеров. Каждая национальная организация по карантину и защите растений должна вложить в основу фитосанитарных требований к импорту стандарты МККЗР и наличие технического обоснования, соответствие фитосанитарному риску, наименьший уровень ограничений и минимальные препятствия к международному перемещению людей, товаров и транспортных средств.

Соблюдение стандартов по фитосанитарным мерам и укрепление потенциала в сфере защиты растений, а также проведение оценки фитосанитарного потенциала (ОФП) в сотрудничестве с Секретариатом МККЗР, а также укрепление системы мониторинга и раннего предупреждения с целью защиты растений и сохранения здоровья растений являются неотъемлемой частью вклада в цель МГОЗР.

В свою очередь, частный сектор играет ключевую роль, являясь движущей силой инноваций в области охраны здоровья растений и ключевым звеном в производстве и защите растений и растительных продуктов. Так, предполагается, что частный сектор ответственен за продвижение экологически чистых продуктов и инновационных методов профилактики и борьбы с вредителями, а также в соблюдении международных стандартов и законодательства в области охраны здоровья растений.

Фермеры в сельском хозяйстве играют ключевую роль в охране здоровья растений. Фермеры оказывают непосредственное влияние на состояние растений и содействуют сохранению здоровья растений. Фермеры должны регулярно отслеживать и сообщать о появлении вредителей на своих фермах и применять экологически безопасные методы борьбы с вредителями, в том числе основанные на биологических подходах, сохраняя при этом опылителей и полезных насекомых. В последнее время фермерам стали доступны преимущества современных цифровых технологий, мобильных приложений и программного обеспечения для доступа к информации о профилактике и борьбе с вредителями и болезнями растений или о способах информирования о вспышках.

В настоящее время многие страны решают проблему продовольственной безопасности, которая постоянно находится под угрозой из-за заноса и распространения вредителей. Изменение климата снижает устойчивость растений к вредителям и болезням, что также меняет экосистемы, меняет жизненный цикл вредителей и создает новые ниши для вредителей и болезней растений.

Для защиты сельского хозяйства, лесного хозяйства и окружающей среды действуют фитосанитарные нормы. Многие растения и растительные продукты не должны перевозиться без официального разрешения. Поэтому каждый должен сыграть свою роль в достижении общей цели МГОЗР-2020, а именно в повышении осведомленности общественности и политических лиц, принимающих решения на глобальном, региональном и национальном уровнях, важности здоровья растений в достижении ЦУР ООН.



PROTECTING PLANTS, PROTECTING LIFE

standards as a basis for their phytosanitary import as well as provide technically justification and be consistent with the pest risk involved, represent the least restrictive measures available, and result in the minimum impediment to the international movement of people, commodities and conveyances.

Enforcement of ISPMs and strengthen plant protection capacity, as well as conducting a phytosanitary capacity evaluation (PCE) in collaboration with the IPPC Secretariat and strengthen monitoring and early warning systems to protect plants and plant health are the key part of the contribution to the objective of IYPH.

At the same time, private sector plays a key role in being a driver of innovation in the plant health domain. Hence, it is expected that private sector is responsible for promoting environmentally friendly products and practices for preventing and managing pests as well as complying with international plant health standards and legislation.

Farmers are playing a vital role in protecting plant health. Farmers directly influence direct influence on plants, and help to keep them healthy. Farmers have to regularly monitor and report the occurrence of pests on your farms as well as adopt and implement environmentally friendly pest management practices – including those based on biological approaches that do not kill pollinators and beneficial insects. Recently, modern digital technology, such as mobile apps and software to access information about how to prevent and manage plant pests or diseases or report outbreaks become more accessible for farmers.

Nowadays, many countries grapple with the issue of food security, which is constantly threatened by pest introduction and spread. Climate change reduces plants' resistance and resilience to pests and diseases which also is altering ecosystems, changing pests' life cycles and creating new niches where pests and plant diseases can thrive.

Plant health regulations are in place to protect agriculture, forestry and the environment. Many plants and plant products should not be transported without official authorization. Hence everyone has a role to play in achieving the overall objective of the IYPH 2020 to raise the awareness of the public and political decision makers at the global, regional and national levels about plant health's contribution to achieving the UN SDGs.

Фитосанитарная терминология на русском языке: программа переводов ЕОКЗР и «Глоссарий фитосанитарных терминов»

А.Д. ОРЛИНСКИЙ, д.б.н., научный советник, ЕОКЗР

М.Д. ЕРОХОВА, переводчик-фрилансер, ЕОКЗР; младший научный сотрудник, ФГБНУ ВНИИ фитопатологии

В настоящее время Европейская и Средиземноморская организация по карантину и защите растений (ЕОКЗР), основанная в 1951 году, включает 52 страны Европы, Азии и Средиземноморья.

Эти страны отличаются значительным культурным и языковым разнообразием. Среди них есть как англоговорящие, так и франкоговорящие страны. Но кроме них в ЕОКЗР входят страны бывшего Советского Союза, предпочтительным языком общения для многих экспертов которых является русский. К таким странам относятся Азербайджан, Беларусь, Грузия, Казахстан, Кыргызстан, Латвия, Литва, Молдова, Россия, Украина, Узбекистан и Эстония. Также потенциальными странами – членами ЕОКЗР из числа стран бывшего Советского Союза являются Армения, Таджикистан и Туркменистан. Эксперты из этих стран регулярно участвуют в заседаниях групп экспертов организации с целью обсуждения проектов региональных стандартов ЕОКЗР и утверждения их окончательных вариантов на Сессии Совета организации. Кроме того, в Исполнительный комитет ЕОКЗР на принципе ротации регулярно избираются страны бывшего Советского Союза, что позволяет лучше учесть их интересы.

Для упрощения общения между экспертами ЕОКЗР официальными языками организации утверждены английский и французский. В то же

Phytosanitary Terminology in Russian: EPPO Translation Program and Glossary of Phytosanitary Terms

A.D. ORLINSKI, Doctor of Advanced Studies in Biological Sciences, Scientific Advisor, EPPO

M.D. EROKHOVA, Freelance Translator, EPPO; Junior Researcher, FGBNU All-Russian Research Institute of Phytopathology (VNIIF)

Currently, the European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO), founded in 1951, includes 52 countries in Europe, Asia and the Mediterranean region.

These countries are characterized by considerable cultural and linguistic diversity. They include both English- and French-speaking countries. But apart from these, the EPPO includes some countries of the former Soviet Union, and for many experts in these countries Russian is the preferred language for communication. These countries include Azerbaijan, Belarus, Georgia, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Latvia, Lithuania, Moldova, Russia, Ukraine, Uzbekistan and Estonia. Also potential EPPO member countries from the former Soviet Union are Armenia, Tajikistan and Turkmenistan. Experts from these countries regularly participate in meetings of the EPPO Expert Group in order to discuss draft EPPO regional standards and approve their final versions at the Organization's Council Session. In addition, countries of the former Soviet Union are regularly elected to the EPPO Executive Committee on a rotational basis to better accommodate their interests.

To facilitate communication between EPPO experts, English and French are approved as the official

время русскому языку также уделяется значительное внимание посредством признания его рабочим языком на Сессиях Совета ЕОКЗР, заседаниях Исполкома организации и в ряде других мероприятий организации. Для удобства русскоязычных экспертов и признания их значительного вклада в работу организации в 2004 году в ЕОКЗР была запущена программа перевода международных фитосанитарных текстов с английского языка на русский. Сначала приоритетами для перевода служили международные стандарты по фитосанитарным мерам (МСФМ) ФАО/МККЗР, но с 2007 года ФАО приняла решение переводить МСФМ собственными силами с участием переводчиков из Службы по письменному переводу ФАО. С этого времени ЕОКЗР продолжила переводить фитосанитарные документы, сфокусировавшись на региональных стандартах ЕОКЗР и изредка осуществляя перевод проектов МСФМ для рассмотрения их на региональных семинарах ФАО. Кроме того, каждая научно-практическая статья из выпускаемого ЕОКЗР «Бюллетеня ЕОКЗР» сопровождается переводом резюме с английского языка на русский, что помогает русскопонимающим экспертам своевременно знакомиться с передовым международным опытом в области карантина и защиты растений. В настоящее время работу над переводами проводят специалисты в области карантина и защиты растений, редактуру выполненных переводов осуществляют сотрудники Секретариата ЕОКЗР.

Для полноценной работы над переводами необходимо утверждение терминологического документа, включающего основные используемые термины и понятия. Таким терминологическим документом в области карантина растений на сегодняшний день признан «Глоссарий фитосанитарных терминов» (МСФМ № 5). Этот документ существует в нескольких языковых версиях, в том числе и на русском. Впервые «Глоссарий фитосанитарных терминов» был переведен на русский язык в 1997 году Секретариатом ЕОКЗР в тесном сотрудничестве со специалистами ВНИИКР и был опубликован в журнале «Защита растений». Большую роль в этом переводе сыграли д-р Анатолий Иванович Сметник (в то время директор ВНИИКР) и д-р Ин Майкл Смит (в то время генеральный директор ЕОКЗР). Основной задачей при подготовке первого перевода Глоссария было использовать те русские термины, которые применялись в практике карантина растений в России и в других странах бывшего СССР. Официальная русская версия Глоссария была оформлена ЕОКЗР в 2004 году в начале программы по переводу на русский язык международных фитосанитарных текстов.

Стоит отдельно подчеркнуть огромную подвижническую роль в подготовке перевода Глоссария фитосанитарных терминов с английского на русский язык А.И. Сметника (1937-2004). Он активно участвовал в этой работе, благодаря своему широкому кругозору в области карантина растений и огромному практическому опыту. Навыки талантливого руководителя позволили ему собрать вокруг себя высококлассных специалистов, что способствовало продвижению и популяризации передовых научных достижений во многих областях карантинной науки. 10 января 2020 года исполнилось 16 лет со дня смерти А.И. Сметника – человека, посвятившего себя делу карантина растений в нашей стране.

languages of the organization. At the same time, Russian is also given considerable attention through its recognition as the working language at EPPO Council Sessions, meetings of the organization's Executive Committee and several other events of the organization. For the convenience of Russian-speaking experts and in recognition of their significant contribution to the organization's work, in 2004 the EPPO launched a programme to translate international phytosanitary texts from English into Russian. Initially, the priorities for translation were the FAO/IPPC International Standards for Phytosanitary Measures (ISPMs), but since 2007 FAO decided to translate ISPMs using its own resources with the participation of translators from the FAO Translation Service. Since then, the EPPO has continued to translate phytosanitary documents, focusing on the EPPO regional standards and occasionally translating ISPM drafts for consideration at FAO regional workshops. In addition, each scientific and practical article in the EPPO Newsletter published by the EPPO is accompanied by a translation of the Summary from English into Russian, which helps experts who understand Russian to learn timely about international best practices in plant protection and quarantine. Currently, the translations are being translated by experts in the field of plant protection and quarantine, and edited by the staff of the EPPO Secretariat.

For full translation work, it is necessary to approve a terminology document that includes the main terms and concepts used. Today, the Glossary of Phytosanitary Terms (ISPM No. 5) is recognized as such a terminology document in the field of plant quarantine. This document exists in several language versions, including Russian. The Glossary of Phytosanitary Terms was first translated into Russian in 1997 by the EPPO Secretariat in close cooperation with specialists from VNIICR and was published in the journal "Plant Protection". Dr Anatoly Ivanovich Smetnik (at that time Director of VNIICR) and Dr Ian Michael Smith (at that time Director General of EPPO) played a major role in this translation. The main task in preparing the first translation of the Glossary was to use those Russian terms that were used in plant quarantine practice in Russia and other countries of the former USSR. The official Russian version of the Glossary was produced by EPPO in 2004 at the beginning of its program to translate international phytosanitary texts into Russian.

It should be noted that A.I. Smetnik (1937-2004) played a huge role in the preparation of translation of the Glossary of Phytosanitary Terms from English into Russian. He was actively involved in this work, thanks to his wide knowledge of plant quarantine and extensive practical experience. He had the skills of the talented leader which allowed him to gather high-class specialists, contributing to the promotion and popularization of advanced scientific achievements in many areas of quarantine science. January 10, 2020 marked the 16th anniversary of the death of A.I. Smetnik – a man who devoted himself to plant quarantine in our country.

Об участии специалистов ФГБУ «ВНИИКР» в заседании Группы экспертов ЕОКЗР по диагностике в энтомологии

И.О. КАМАЕВ, к.б.н., старший научный сотрудник научно-методического отдела энтомологии ФГБУ «ВНИИКР»



Специалисты подведомственного Россельхознадзору Всероссийского центра карантина растений (ФГБУ «ВНИИКР») приняли участие в работе Группы экспертов

ЕОКЗР по диагностике в энтомологии в формате видеоконференции, заседание которой состоялось 3-5 марта 2020 г. в штаб-квартире ЕОКЗР. Российскую Федерацию представлял номинированный эксперт по диагностике насекомых и клещей старший научный сотрудник ФГБУ «ВНИИКР» к.б.н. Илья Камаев.

В повестке заседания рассматривали целый комплекс вопросов, посвященных диагностическим протоколам и проектам ЕОКЗР и отдельных стран.

В рамках презентаций собственных проектов специалисты ФГБУ «ВНИИКР» представили видеопроект «Онлайн-практика карантина растений». В качестве примеров выступили видеоролики, демонстрирующие этапы приготовления микропрепарата паутиного клеща и микропрепаратов личинок плодовых мух по оригинальным методикам. Данный проект вызвал большой интерес со стороны экспертов ЕОКЗР, единогласно было высказано предложение включить в соответствующие разделы диагностических протоколов ЕОКЗР ссылки на видеоролики российского проекта «Онлайн-практика карантина растений», авторами которого выступают ученые Всероссийского центра карантина растений.

Таким образом, видеопроект «Онлайн-практика карантина растений» становится элементом международных диагностических протоколов. Безусловно, это событие станет импульсом к активному развитию цифровизации методов диагностики и внедрению новых форматов не только образовательных

On participation of specialists of FGBU “VNIKR” at the meeting of the EPPO Panel on Diagnostics in Entomology

I.O. Kamayev, PhD in Biology, Senior Researcher of the Entomological Research and Methodology Department of FGBU “VNIKR”

Specialists of the All-Russian Plant Quarantine Center (FGBU “VNIKR”) subordinated to the Rosselkhoz nadzor participated in the EPPO Panel on Diagnostics in Entomology in the format of a videoconference which was held on March 3-5, 2020 at the EPPO Headquarters. The Russian Federation was represented by a nominated diagnostic expert on insects and mites, Senior Researcher of FGBU “VNIKR”, Ilya Kamayev.

The agenda of the meeting addressed a whole range of issues related to diagnostic protocols and projects of EPPO and individual countries.

Within a framework of the presentation of their own projects specialists of FGBU “VNIKR” presented video project “Online-practice of plant quarantine”. As examples, video clips demonstrating the stages of microscope slide preparation of spider mites and fruit fly larvae by original methods were presented. This project aroused great interest from the EPPO experts; it was unanimously proposed to include references to the video clips of the Russian project “Online-practice of plant quarantine”, authored by scientists of the All-Russian Plant Quarantine Center, into the relevant sections of the EPPO diagnostic protocols.

Thus, the video project “Online-practice of plant quarantine” becomes an element of international diagnostic protocols. Undoubtedly, this event will become an impulse for active development of digitalization of diagnostic methods and introduction of new formats not only educational manuals and materials, but also standard



Во время видеоконференции During a video conference

пособий и материалов, но и стандартных фитосанитарных процедур, а также основой для создания базы цифровых методик выявления и идентификации объектов Единого перечня карантинных объектов ЕАЭС.

Основное время заседания было посвящено пересмотру и разработке диагностических протоколов насекомых и клещей. В частности, обсуждался диагностический протокол по красному томатному паутиному клещу (*Tetranychus evansi*), который был пересмотрен специалистами ФГБУ «ВНИИКР» с предложением о внесении в него некоторых изменений по диагностике вида, снабжении ряда признаков оригинальными иллюстрациями и актуализации сведений о биологии вредителя.

Участие специалистов ФГБУ «ВНИИКР» в подобного рода мероприятиях исключительно важно для обмена опытом и получения новых знаний. А возможность представления оригинальных разработок учреждения служит важным этапом признания российских научных достижений международным профессиональным сообществом.

phytosanitary procedures, as well as the basis for creating a database of digital methods of detection and identification of objects of the Common List of Quarantine Objects of the EAEU.

The main time of the meeting was devoted to revision and development of diagnostic protocols for insects and mites. In particular, the diagnostic protocol for the red spider mite (*Tetranychus evansi*) was discussed and revised by specialists of FGBU “VNIKR” with a proposal to make some changes in the diagnostics of the species, supply some characters of original illustrations and update the information about the pest biology.

Participation of specialists of FGBU “VNIKR” in such events is extremely important for sharing experience and obtaining new knowledge. And the opportunity to present unique developments of the institute is an important stage of recognition of Russian scientific achievements by the international professional community.

Таксономические особенности и биоразнообразие грибов рода *Cronartium*

И.П. ДУДЧЕНКО, старший научный сотрудник научно-методического отдела микологии и гельминтологии ФГБУ «ВНИИКР»
Г.Н. ДУДЧЕНКО, научный сотрудник научно-редакционного отдела ФГБУ «ВНИИКР»
О.В. СКРИПКА, к.б.н., ведущий научный сотрудник научно-методического отдела микологии и гельминтологии ФГБУ «ВНИИКР»
М.Б. КОПИНА, к.с.-х.н., старший научный сотрудник – начальник научно-методического отдела микологии и гельминтологии ФГБУ «ВНИИКР»
А.Г. ЩУКОВСКАЯ, к.б.н., старший научный сотрудник отдела лесного карантина ФГБУ «ВНИИКР»

Аннотация. В статье приводится информация о некоторых видах галлообразующих ржавчин рода *Cronartium*. Рассмотрены их симптоматика, биологические особенности, распространение и экономическое значение. Особое внимание уделено вопросам таксономии и диагностики североамериканских галлообразующих ржавчин.
Ключевые слова. Галлообразующие ржавчины, таксономия, *Cronartium* spp., *Cronartium ribicola*, *Cronartium orientale*, североамериканские сосновые ржавчины, *Cronartium harknessii*, *Cronartium quercuum*, *Cronartium fusiforme*.



Ржавчинные грибы – широко известные растительные патогены, вызывающие на травянистых и древесных растениях разнообразные симптомы поражения. Чаще всего это пятнистости на листьях или других органах растений, на которых впоследствии образуются ярко-оранжевые, желтые пустулы – спороношения гриба, похожие на ржавчину. Также могут развиваться и более глубокие инфекции растительных тканей, например паренхимы коры. Такая инфекция приводит к гипертрофии и гиперплазии тканей вследствие разрастания и увеличения объ-

Taxonomic features and biodiversity of fungi of *Cronartium* genus

I.P. DUDCHENKO, Senior Researcher of the Research and Methodology Department for Mycology and Helminthology of FGBU “VNIIKR”
G.N. DUDCHENKO, Researcher of the Scientific and Editorial Department of FGBU “VNIIKR”
O.V. SKRIPKA, PhD in Biology, Leading Researcher of the Research and Methodology Department for Mycology and Helminthology of FGBU “VNIIKR”
M.B. KOPINA, PhD in Agriculture, Senior Researcher, Head of the Research and Methodology Department for Mycology and Helminthology of FGBU “VNIIKR”
A.G. SHCHUKOVSKAYA, PhD in Biology, Senior Researcher of the Forest Quarantine Department of FGBU “VNIIKR”

Abstract. The article provides information on some species of *Cronartium* genus gall rusts. Their symptoms, biological features, distribution and economic importance are considered. Particular attention is paid to taxonomy and diagnosis of North American gall rusts.
Keywords. Gall rusts, taxonomy, *Cronartium* spp., *Cronartium ribicola*, *Cronartium orientale*, North American rusts of pine, *Cronartium harknessii*, *Cronartium quercuum*, *Cronartium fusiforme*.

Rust fungi are well-known plant pathogens that cause a variety of symptoms damaging herbaceous and woody plants. Usually, these are spots on leaves or other parts of plant, on which bright orange, yellow pustules appear subsequently – sporulation of the fungus looking like rust. Deeper infections of plant tissues, such as cortical parenchyma, may also develop. Such an infection

ема составляющих их клеток. В результате на ветвях и стволах образуются галлы, пузыревидные или мешковидные вздутия, на поверхности которых закладываются эции. Такие симптомы вызывают галлообразующие ржавчины рода *Cronartium*.
Представители этого рода, имея высокий уровень патологической специализации, весьма вредоносны, широко распространены и причиняют значительный ущерб лесному и декоративному хозяйствам, особенно в странах Северной Америки и Карибского бассейна. Более всего страдают от галлообразующих ржавчин различные виды сосен. В силу биологических особенностей борьба с возбудителями этих заболеваний сложна, трудоемка и зачастую не приносит никакого результата. Все это способствует проявлению к ним значительного интереса со стороны специалистов и общественности. Кроме экономического значения, ржавчинники рода *Cronartium* представляют большой научный интерес, связанный с их плеоморфизмом, циклами развития и физиологической специализацией.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
Во время жизненного цикла ржавчинники могут формировать до шести морфологически и функционально различных стадий спороношения, наследственно закрепленных и постоянных для каждого вида. При этом на разных стадиях развития основные растения-хозяева меняются на промежуточные, полностью изменяется внешний вид грибов и симптоматика проявления. Так что, если не знать генетической связи между ними, то можно принять их за совершенно разные организмы. В связи с данной особенностью ржавчинных грибов их идентификация очень затрудняется. Она усугубляется также отсутствием единообразия в терминах, что нередко приводит к путанице и ошибкам в номенклатуре и таксономии в целом.

Жизненный цикл представителей рода *Cronartium* в зависимости от типа производимых спор может отличаться, но в своем полном выражении представляет следующую картину. Весной и в начале лета через год или несколько лет после заражения на галлах *Pinus* spp. образуются спермагонии и эции [10]. Эциоспоры разносятся потоками ветра и, при наличии достаточной влаги, заражают промежуточных, так называемых телиальных хозяев, проникая через устьица на нижней стороне листьев. Имея толстые стенки, эциоспоры могут сохранять жизнеспособность в течение длительного времени. Спустя примерно 1-3 недели после заражения на листьях промежуточных хозяев появляются ярко-оранжевые урединии с урединиоспорами [10, 21]. Урединии непрерывно продуцируют урединиоспоры, реинфицируя телиальных хозяев, таким образом накапливая инфекционный потенциал в течение всего лета и до поздней осени [10]. Урединиоспоры также могут переноситься ветром на большие расстояния. Волосоподобные телии образуются в конце лета, иногда вместе с урединиями, на нижней стороне листьев. Телиоспоры прорастают на этом же месте, образуя базидиоспоры [21]. Базидиоспоры чувствительны к высыханию и солнечному свету, поэтому они выделяются в основном в ночное время суток [21]. Зона заражения базидиоспорами обычно ограничена областью в пределах 1,5 км [10, 24]. Летом и осенью передающиеся по ветру базидиоспоры, в зависимости от вида *Cronartium*,

leads to tissue hypertrophy and hyperplasia due to the proliferation and increase in the volume of cells. As a result, galls, vesicular or bag-like swellings appear on branches and trunks and aecidia are formed on their surface. Such symptoms are caused by *Cronartium* genus gall rusts.
Species of this genus are highly specialized pathogens, being harmful and widespread they cause significant damage to forestry and ornamental farms, especially in North America and the Caribbean. Pine species suffer most from gall rusts. Due to biological characteristics, the control of the causative agents of these diseases is complex, time-consuming and often does not bring any result. All this attracts significant interest of specialists and public. In addition to economic importance, rusts of *Cronartium* genus are of great scientific interest because of their pleomorphism, development cycles, and physiological specialization.

BIOLOGICAL FEATURES
During the life cycle, rust fungi can form up to six morphologically and functionally different stages of sporulation, hereditary and constant for each species. At the same time, at different development stages the main host plants change to intermediate, the appearance and symptoms of the fungi completely change. So without knowing the genetic connection between them, they can be taken for completely different organisms. This feature of rust fungi makes their identification very complicated. It is also compounded by lack of uniformity in terminology, which often leads to confusion and errors in the nomenclature and taxonomy.

The life cycle of species of *Cronartium* genus may differ depending on the type of spores produced, but generally the cycle is following. In spring and early summer, a year or several years after infection in the galls on *Pinus* spp. spermogonia and aecidia are formed [10]. Aeciospores are transferred by wind and, if sufficient moisture is present, infect intermediate so-called telial hosts, penetrating through stomata on the underside of the leaves. Having thick walls, aeciospores can remain viable for a long time.
Approximately 1-3 weeks after infection, bright orange uredinia with urediniospores appear on the leaves of intermediate hosts [10, 21]. Uredinia continuously produce urediniospores, reinfesting the telial hosts, thus accumulating infectious potential throughout the summer and until late autumn [10]. Urediniospores can also be transferred by wind over long distances. Hair-shaped telia are produced on the underside of leaves at the end of summer, sometimes together with uredinia. Teliospores germinate in the same place, forming basidiospores [21]. Basidiospores are sensitive to drying out and sunlight; therefore, they are forming mainly at night time [21]. Area of basidiospores infection is usually limited to an area within 1.5 km [10, 24]. In summer and autumn, basidiospores transmitted with wind, depending on the species of *Cronartium*, infect needles, young cones or juicy shoots of the primary hosts of *Pinus* spp. [10, 21]. The time between infection and the formation of spermogonia varies from several weeks to two or more years, depending on the species of *Cronartium* and external conditions [21].

заражают хвою, молодые шишки или сочные побеги первичных хозяев *Pinus* spp. [10, 21]. Продолжительность между инфицированием и формированием сперматогониев варьирует от нескольких недель до двух и более лет, в зависимости от вида *Cronartium* и внешних условий [21]. Большая часть *Cronartium* spp., являясь многолетними паразитами, после заражения проникают в более глубокие ткани сосны и вырастают в слои заболони [21]. Через 4-6 месяцев после инфицирования на молодых побегах текущего года начинают образовываться галлы, которые могут сохраняться на протяжении десятилетий.

ЗАМЕЧАНИЯ ПО ТАКСОНОМИИ

Cronartium – это род грибов семейства Cronartiaceae, насчитывающий порядка 40 видов, количество которых постоянно меняется из-за продолжающихся таксономических пересмотров. Многие описанные ранее виды этого рода были реклассифицированы как принадлежащие к другим родам либо были объединены с описанными в настоящее время видами.



Рис. 1. Поражения, вызванные *C. coleosporioides* (<https://www.invasive.org>, фото: USDA Forest Service; <https://www.invasive.org>, фото: Thomas Beard)

Fig. 1. Damage caused by *C. coleosporioides* (<https://www.invasive.org>, photo by: USDA Forest Service; <https://www.invasive.org>, photo by: Thomas Beard)

Most of *Cronartium* spp., being perennial parasites penetrate into deeper pine tissues after infection and grow into sapwood layers [21]. Galls start forming on the young shoots of the current year 4 to 6 months after infection and they can persist for decades.

COMMENTS ON TAXONOMY

Cronartium is a genus of fungi of Cronartiaceae family, including about 40 species, which number is constantly changing due to ongoing taxonomic revisions. Many previously described species of this genus were reclassified as belonging to other genera or were combined with the currently described species. Conversely, species from other genera, in accordance with the International Code of Nomenclature for Algae, Fungi, and Plants [12, 19], were transferred to the genus *Cronartium*. For example, *Endocronartium harknessii* known for its pathogenicity, was transferred from genus *Endocronartium* to genus *Cronartium* and renamed to *Cronartium harknessii* [4].

The EFSA report on the categorization of *Cronartium* species (2018) states the presence of three representatives of this genus in Europe: *Cronartium gentianaeum*, *Cronartium pini* and *Cronartium ribicola*. Moreover, *C. gentianaeum*, *C. pini* are native to the European region, and *C. ribicola* gradually expanded its range from Siberia to the whole Eurasia [9]. In the middle of the XIX century *C. ribicola* was introduced to Europe and started to infect introduced *P. strobus* L., and from there with seedlings of the same pine entered North America, where it is now a real curse for many species of five-needle pines and currants. Most authors, arguing about the danger of introduction of non-native species of *Cronartium* spp. to new territories refer precisely to the destructive effect of *C. ribicola* on the American continent.

C. pini is widespread in Europe and has many synonyms consisting of the previously described individual species, such as *C. flaccidum* [23]. It is believed that six more species are conspecific to *C. flaccidum* [12], which in its turn is considered conspecific to *C. pini* [23]. In Russian literature, names of such species as *Endocronartium pini* and *Peridermium pini* are often found, that are now considered synonyms of *C. pini* [23].

In Russia, according to Z.M. Azbukina [2], three macrocyclic metoxenous species were found – Eurasian *C. pini* = *C. flaccidum*, Eurasian-North American *C. ribicola*, East Asian *C. orientale* and one endocyclic (pine-to-pine) – North-East Asian *C. kurilense*. The presence of another endocyclic species, *C. sahoanum*, in the Northern Kuril Islands is also reported [9], but this information should be confirmed.

According to EPPO data for 2019 *Cronartium quercuum* (Berk.) is present in the Russian Far East, but, as indicated above, according to the results of studies by Azbukina and other authors, this fact is not confirmed. For a long time, this causative agent was not found in Russia among various rust fungi [1, 2]. The studies were carried out together with Japanese mycologists, who for many years have been fruitfully studying rust fungi in East Asia. It should be mentioned that the Japanese uredinologists (uredinology – a section of mycology that studies rust fungi of the order Uredinales) made the greatest contribution to the recent taxonomy of rust fungi [2].



Рис. 2. Поражения, вызванные *C. harknessii* (фото: Andrew Khitsun, Tod Ramsfield, <https://gd.eppo.int>)

Fig. 2. Damage caused by *C. harknessii* (photo by: Andrew Khitsun, Tod Ramsfield, <https://gd.eppo.int>)



Рис. 3. Галлы с эциями (слева) и веретенообразное разрастание ветвей сосны (справа) (<https://www.invasive.org>, фото: Elizabeth Bush; <https://www.invasive.org>, фото: Robert L. Anderson)

Fig. 3. Galls with aecidia (left) and fusiform growth of pine branches (right) (<https://www.invasive.org>, photo by: Elizabeth Bush; <https://www.invasive.org>, photo by: Robert L. Anderson)

И наоборот, виды из других родов в соответствии с Международным кодексом номенклатуры водорослей, грибов и растений [12, 19] были переведены в род *Cronartium*. Например, известный своей патогенностью вид *Endocronartium harknessii* переведен из рода *Endocronartium* в род *Cronartium* и переименован в *Cronartium harknessii* [4].

В докладе EFSA о категоризации видов *Cronartium* (2018) сообщается о наличии в Европе трех представителей этого рода: *Cronartium gentianeum*, *Cronartium pini* и *Cronartium ribicola*. Причем *C. gentianeum*, *C. pini* являются нативными для европейского региона, а *C. ribicola* из Сибири постепенно расширил свой ареал, заняв всю Евразию [9]. В середине XIX в. *C. ribicola* был завезен в Европу и стал поражать интродуцированный *P. strobus* L., а оттуда с сеянцами этой же сосны проник в Северную Америку, где в настоящее время является настоящим бичом для многих видов пятихвойных сосен и смородины. Большинство авторов, рассуждая об опасности проникновения неаборигенных видов *Cronartium* spp. на новые территории, ссылаются именно на факт разрушительного воздействия *C. ribicola* на Американском континенте.

Вид *C. pini* распространен в Европе и имеет много синонимов, состоящих из ранее описанных отдельных видов, как, например, *C. flaccidum* [23]. Предполагается, что еще шесть видов являются конспецифичными по отношению к *C. flaccidum* [12], который, в свою очередь, считается конспецифичным по отношению к *C. pini* [23]. В российской литературе часто встречаются названия таких видов, как *Endocronartium pini* и *Peridermium pini*, которые теперь считаются синонимами по отношению к *C. pini* [23].

В России, по данным З.М. Азбукиной [2], обнаружено три макроциклических разнохозяйных вида – евразийский *C. pini* = *C. flaccidum*, евразийско-североамериканский *C. ribicola*, восточноазиатский *C. orientale* и один эндоциклический (pine-to-pine – от

For some time, it was believed that the causative agent of eastern gall rust of pine in Asia and North America is the same species – *Cronartium quercuum* (Berk.) Miyabe ex Shirai. However, questions have repeatedly arisen regarding the taxonomic scope of this species. S. Ito suggested back in 1939 that the Asian form of pine rust of oak differs from the American one [16], but he did not provide convincing evidence. Other researchers even believed that *C. quercuum* is an exclusively American species and has no distribution outside this continent [14].

In order to clarify the questions regarding the taxonomic scope and distribution of *C. quercuum*, Japanese uredinologist S. Kaneko carried out morphological, biological, molecular genetic studies of two geographical bioforms using Asian (including Far Eastern) and American collections. The results showed significant differences in features between Asian and North American forms [17], which enabled the description of the Asian form of pine-oak rust as a new species – *C. orientale* S. Kaneko. It is *C. orientale* S. Kaneko and not *C. quercuum* (Berk.) which is present in the Far East of Russia. Field studies have shown that most North American pine species are resistant to *C. orientale*. It was also noted that *Pinus montana* Mill. and *P. sylvestris* L. are susceptible to the pathogen, which poses a potential risk to these species of pine introduced to Asia [18, 20].

Aside from that there is still no final answer to the question of conspecificity between *C. quercuum* and fusiform rust of pine *C. fusiforme* Hed. & Hunt. ex Cum. The connections between these species are very close due to the fact that they have almost the same morphological characters, comparable life cycles, and can affect one range of host plants [5, 6, 7, 8]. Some differences are observed in diagnostic features and pathological

сосны к сосне) – северо-восточноазиатский *C. kurilense*. Сообщается также о присутствии еще одного эндоциклического вида, *C. sahoanum*, на Северных Курилах [9], но эта информация нуждается в подтверждении.

По данным ЕОКЗР за 2019 год, на Дальнем Востоке России присутствует вид *Cronartium quercuum* (Berk.), но, как указывалось выше, по результатам исследований Азбукиной и других авторов, этот факт не подтверждается. В течение продолжительного времени среди различных ржавчинников этот возбудитель в России так и не был обнаружен [1, 2]. Исследования проводились совместно с японскими микологами, которые уже много лет плодотворно изучают ржавчинные грибы Восточной Азии. И надо сказать, что именно японские урединологи (урединология – раздел микологии, изучающий ржавчинные грибы порядка Uredinales) внесли наибольший вклад в таксономию и систематику ржавчинных грибов последнего времени [2].

До некоторых пор считалось, что возбудителем рожковидной ржавчины буковых в Азии и Северной Америке является один и тот же вид – *Cronartium quercuum* (Berk.) Miyabe ex Shirai. Однако неоднократно по таксономическому объему данного вида возникали вопросы. Так, С. Ито еще в 1939 году предположил, что азиатская форма дубово-сосновой ржавчины отличается от американской [16], но убедительных доказательств в пользу этого не привел. Другие исследователи вообще считали, что *C. quercuum* является исключительно американским видом и не имеет распространения за пределами данного материка [14].

В целях выяснения возникших вопросов по таксономическому объему и распространению *C. quercuum* японским урединологом С. Канеко были

specialization. Thus, the galls of *C. fusiforme*, unlike the galls of *C. quercuum*, are more elongated, spindle-shaped, while *C. fusiforme* from the entire range of host plants prefers *Pinus taeda* and *P. elliotii*, which limits the distribution area of the pathogen. Therefore, *C. fusiforme* can be found in the sources as a species, conspecific to *C. quercuum*, but having the status of an intraspecific form and being quite authentic as a species [13, 11]. From a quarantine point of view, this fact is not of particular importance, since both species have a quarantine status, but the consideration of *C. fusiforme* as an intraspecific form of *C. quercuum* would simplify the identification procedure, since due to the genetic proximity of these species PCR method for the diagnosis of *C. fusiforme* is still not developed.

Describing *Cronartium quercuum* (Berk.) as a quarantine object for the Russian Federation, the Russian name for the disease caused by this biotroph is “rozhkovidnaja rzhavchina bukovyh” (eastern gall rust of pine). However, this name was cited by the authors of the USSR Rust fungus key for *Cronartium quercus* (Brondt.) Arth. [3] – a taxon that is synonymous with *C. quercuum* (Berk.) and which was thought to be common in the Far East of the USSR. But for the reasons described above, there is no *C. quercuum* in the Far East, but *C. orientale*. And, therefore, in our opinion, the Russian name of the disease may be used for this pathogen, and not for *C. quercuum*. Although the Russian name for *C. orientale* has not yet been designated.

DISTRIBUTION AND RISK OF INTRODUCTION

Due to the increasing volumes of international trade in plant products and timber, there is a real risk of the introduction of absent species of *Cronartium* into the territory of the Russian Federation, which pose a certain danger



Рис. 4. Раковые раны, приводящие к ломкости стволов пораженных деревьев (<https://www.invasive.org>, фото: USDA Forest Service; <https://www.invasive.org>, фото: E.G. Kuhlman)

Fig. 4. Cankers leading to trunk brashness of the affected trees (<https://www.invasive.org>, photo by: USDA Forest Service; <https://www.invasive.org>, photo by: E.G. Kuhlman)



Рис. 5. Симптомы *C. quercuum* на стволе сосны (<https://www.invasive.org>, фото: Robert L. Anderson; <https://www.invasive.org>, фото: Rebekah D. Wallace; <https://www.marylandbiodiversity.com/viewSpecies.php?species=14677>)

Рис. 5. *C. quercuum* symptoms on pine (<https://www.invasive.org>, photo by: Robert L. Anderson; <https://www.invasive.org>, photo by: Rebekah D. Wallace; <https://www.marylandbiodiversity.com/viewSpecies.php?species=14677>)



Рис. 6. Поражения, вызванные *C. fusiforme* (<https://ag.purdue.edu>, фото: Amy M. Deitrich; <https://www.flickr.com>, фото: William Tanneberger; <https://www.flickr.com>, фото: Alan Cressler)

Рис. 6. Damage caused by *C. fusiforme* (<https://ag.purdue.edu>, photo by: Amy M. Deitrich; <https://www.flickr.com>, photo by: William Tanneberger; <https://www.flickr.com>, photo by: Alan Cressler)

проведены морфологические, биологические, молекулярно-генетические исследования двух географических биоформ с использованием азиатских (в том числе дальневосточных) и американских коллекций. Результаты исследований показали существенные различия признаков азиатской формы от северо-американской [17], что позволило описать азиатскую форму сосново-дубовой ржавчины как новый вид – *C. orientale* S. Kaneko. И именно этот вид, *C. orientale* S. Kaneko, а не *C. quercuum* (Berk.), присутствует у нас в России на Дальнем Востоке. Полевые исследования показали, что большинство североамериканских видов сосен устойчивы к *C. orientale*. Также отмечалось, что *Pinus montana* Mill. и *P. sylvestris* L. восприимчивы к возбудителю, что представляет потенциальную опасность для интродуцированных в Азию этих видов сосен [18, 20].

Также до сих пор нет окончательного ответа на вопрос о конспецифичности между *C. quercuum* и возбудителем веретенообразной ржавчины сосны *C. fusiforme* Hed. & Hunt. ex Cum. Отношения между этими видами принимаются как очень близкие в силу того, что они обладают практически одинаковыми морфологическими признаками, имеют сопоставимые жизненные циклы и могут поражать один круг растений-хозяев [5, 6, 7, 8]. Некоторые различия наблюдаются в диагностических признаках

to our fauna. To assess the distribution range including almost all the natural areas of the Northern Hemisphere, and the diversity of representatives of this genus, the table below lists the majority of *Cronartium* species, their habitats and the range of host plants.

The most dangerous for the Russian Federation due to its pathogenic specialization, biological characteristics and harmfulness are North American rusts, such as *Cronartium coleosporioides*, *Cronartium comandrae*, *Cronartium harknessii*, *Cronartium quercuum*, as well as all the intraspecific forms.

NORTH AMERICAN RUSTS

C. coleosporioides and *C. comandrae* are holomorphic rusts and belong to the symptomatic group of the so-called blister rusts (which includes *C. ribicola*), causing cankers on the stems, which is not observed in gall and limb rusts.

Necrosis and cankers caused by these pathogens can be associated with a secondary infection, for example, *Atropellis piniphila*. Infection occurs through young needles. As it spreads from the site of infection, the pathogen causes death of branches, and then of the entire tree.

и патологической специализации. Так, галлы *C. fusiforme*, в отличие от галлов *C. quercuum*, более вытянутые, имеют форму веретена, при этом *C. fusiforme* из всего круга растений-хозяев предпочитает *Pinus taeda* и *P. elliotii*, что ограничивает ареал распространения возбудителя. Поэтому в источниках *C. fusiforme* можно встретить как вид, конспецифичный по отношению к *C. quercuum*, но имеющий статус внутривидовой формы, и как вид вполне аутентичный [11, 13]. С карантинной точки зрения этот факт не имеет особого значения, так как оба вида имеют карантинный статус, но рассмотрение *C. fusiforme* как внутривидовой формы *C. quercuum* позволило бы упростить процедуру идентификации, поскольку в силу генетической близости этих видов метод ПЦР для диагностики *C. fusiforme* до сих пор не разработан.

При описании *Cronartium quercuum* (Berk.) как карантинного объекта для Российской Федерации приводится русское название заболевания, вызываемого этим биотрофом, – рожковидная ржавчина буковых. Однако это название заболевания приводилось авторами Определителя ржавчинных грибов СССР для *Cronartium quercus* (Brondt.) Arth. [3] – таксона, который является синонимом для *C. quercuum* (Berk.), и который, как считалось, распространен на Дальнем Востоке СССР. Но по причинам, описанным выше, на Дальнем Востоке *C. quercuum* нет, а есть *C. orientale*. И, следовательно, по нашему мнению, русское название заболевания может быть именно у этого возбудителя, а не у *C. quercuum*. Хотя русское название для *C. orientale* пока никак не обозначено.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ОПАСНОСТЬ ПРОНИКНОВЕНИЯ

В связи с постоянно увеличивающимися объемами международной торговли растительной продукцией и лесоматериалами существует реальная угроза завоза на территорию Российской Федерации отсутствующих видов рода *Cronartium*, представляющих определенную опасность для нашей фауны. Чтобы оценить охват распространения, который включает в себя практически все природные зоны Северного полушария, и разнообразие представителей этого рода, ниже приводится таблица с перечнем большинства видов *Cronartium* мест их обитания и кругом растений-хозяев.

Наиболее опасными для Российской Федерации в силу своей патологической специализации, биологических особенностей и вредоносности являются североамериканские ржавчины, такие как *Cronartium coleosporioides*, *Cronartium comandrae*, *Cronartium harknessii*, *Cronartium quercuum*, со всеми внутривидовыми формами.

СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИЕ СОСНОВЫЕ РЖАВЧИНЫ

C. coleosporioides и *C. comandrae* являются голоморфными ржавчинами и входят в симптоматическую группу так называемых blisterных стеблевых ржавчин (куда входит и *C. ribicola*), вызывающих язвенные поражения на стеблях, чего не наблюдается у галловых и лимбовых ржавчин.

Некрозы и язвы от этих возбудителей могут быть связаны и со вторичной инфекцией, например, *Atropellis piniphila*. Заражение происходит через молодую хвою. По мере распространения от места заражения возбудитель убивает ветви, а затем и все

Infected seedlings die within 2-3 years. The pathogens are of quarantine importance for EPPO and are included in A1 list. The spread of holomorphic rusts is directly related to the presence of intermediate host plants. And if representatives of the genus *Castilleja* growing in north-western Russia and Ural can serve as such for *C. coleosporioides*, then for *C. comandrae* intermediate host plants can only be found on the Balkan Peninsula.

Cronartium harknessii – monocyclic gall rust, causing western gall rust of pine. Unlike other rusts, no intermediate hosts are needed for this disease since infection occurs directly pine-to-pine. In the shortened life cycle of *C. harknessii*, so-called aecidial teliospores are formed, i.e. spores similar to aecidiospores, but germinating and functioning as teliospores. They are transferred by the wind and secondary infect young shoots of pine trees. Uredinia with urediniospores are not formed at all. This feature enhances the infectious potential of this disease and in the areas of distribution, western gall rust is considered one of the most destructive diseases for susceptible pines.

The pathogen is native to North America and it is spread from Alaska to Mexico along the Pacific coast and from Nova Scotia in Canada to the state of New York in the USA and in the East. *C. harknessii* forms well-defined spherical or oblong galls on the branches and stems of host plants. Small galls can encircle branches, which leads to their death within a few years (Fig. 2). The harmfulness of *C. harknessii* is first of all contingent on the reduced merchantability of wood of the affected trees.

Every spring on galls, pale yellow aecidia 1-8 mm in diameter appear containing spore powder that infects new plants.



Рис. 7. Галл *C. orientale* в эцидиальной стадии (<https://fr.dreamstime.com/gall-rust-cronartium-quercuum-oriental-l-écorchure-sphérique-rouille-orientale-d-souvent-appelé-pin-chêne-branche-image143665587>)

Рис. 7. *C. orientale* gall, aecidial stage (<https://fr.dreamstime.com/gall-rust-cronartium-quercuum-oriental-l-écorchure-sphérique-rouille-orientale-d-souvent-appelé-pin-chêne-branche-image143665587>)



Рис. 8. Поражения, вызванные *C. ribicola* (<https://en.wikipedia.org>, фото: Marek Argent; <https://afsq.org>, фото: Ressources naturelles Canada; <https://www.flickr.com>, фото: Richard Sniezko)

Fig. 8. Damage caused by *C. ribicola* (<https://en.wikipedia.org>, photo by: Marek Argent; <https://afsq.org>, photo by: Ressources naturelles Canada; <https://www.flickr.com>, photo by: Richard Sniezko)

дерево. Зараженные саженцы погибают в течение 2-3 лет. Для ЕОКЗР возбудители имеют карантинный статус и входят в список A1. Распространение голоморфных ржавчин напрямую связано с наличием промежуточных растений-хозяев. И если в качестве таковых для *C. coleosporioides* могут выступать представители рода *Castilleja*, произрастающие на северо-западе России и на Урале, то для *C. comandrae* промежуточные растения-хозяева могут найтись только на Балканском полуострове.

Cronartium harknessii – моноциклическая галловая ржавчина, вызывающая западную галлоподобную ржавчину сосны. В отличие от других ржавчин для этого заболевания не нужны промежуточные хозяева, так как заражение происходит непосредственно от сосны к сосне. В сокращенном жизненном цикле *C. harknessii* образуются так называемые эцидиальные телиоспоры, т.е. споры, похожие на эциоспоры, но прорастающие и функционирующие как телиоспоры. Они переносятся ветром и повторно заражают молодые побеги сосен. Урединии с урединиоспорами при этом не образуются вовсе. Эта особенность усиливает инфекционный потенциал заболевания и в районах распространения западная галлоподобная ржавчина считается одним из самых разрушительных заболеваний для восприимчивых к нему сосен.

Родиной возбудителя является Северная Америка, и его распространение охватило по Тихоокеанскому побережью территорию от Аляски до Мексики, а на востоке от Новой Шотландии в Канаде до штата Нью-Йорк в США. *C. harknessii* образует хорошо разграниченные сферические или продолговатые древесные галлы на ветвях и стеблях растений-хозяев. Небольшие галлы могут опоясывать ветви, что приводит к их гибели в течение нескольких лет (рис. 2). Вредоносность *C. harknessii* заключается в первую очередь в ухудшении товарных качеств древесины поражаемых деревьев.

Ежегодно каждую весну на галлах происходит образование бледно-желтых эциев диаметром 1-8 мм, содержащих порошкообразные споры, которые заражают новые растения.

В ходе международной торговли патоген может распространяться с зараженным посадочным

During international trade, the pathogen can spread with infected planting material, cut branches, and unbarked pine wood susceptible to this disease. The causative agent *C. harknessii* is included in the A1 lists of plant protection organizations including EAEU Uniform list of quarantine objects. In Europe, pine species such as *P. halepensis*, *P. mugo*, and *P. nigra* are considered susceptible to the pathogen. In case of introduction and establishment, the pathogen can cause serious impact on coniferous forests and plantations leading to significant economic and social consequences.

Cronartium quercuum (Fig. 5) and *Cronartium fusiforme* (Fig. 6) discussed above should also be noted as especially harmful. These macrocyclic, heterozygous rusts are genetically very close to each other and can affect both pine seedlings and mature trees. The galls caused by these pathogens, encircling trunks and stems of plants cause the greatest damage to the genus *Pinus* (Fig. 3, 4). At the same time, damage caused by uredinal and telial stages on intermediate hosts of the genus *Quercus* is insignificant [22].

DIAGNOSTICS

Pine rusts can be divided into three large groups based on their symptoms. Gall rusts are stem rusts that cause galls on trunks and branches and normally do not cause cankers. They include *C. harknessii*, *C. quercuum*, *C. orientale* and others. Blister rusts are stem rusts causing cankers. *Cronartium ribicola* is a typical representative of this group. The third group – limb rusts causing infections, leading to the death of branches, but not causing cankers. These are, for example, the *C. arizonicum*, *Peridermium filamentosum*, *P. stalactiforme* [21].

Galls as a symptom are clearly visible on the tree. Despite the fact that galls are not significant diagnostic feature they differ depending on the species. So, in the aecidial stage galls of *C. quercuum* are “brain” shape (Fig. 5), while galls of *Endocronartium harknessii* look like bright yellow-orange balls. In spring, during the aecidial stage, pine plantations infected with *C. harknessii*

Виды р. *Cronartium* spp. , их эцидиальные и телиальные растения-хозяева и районы распространения

Виды <i>Cronartium</i>	Эцидиальные растения-хозяева	Урединиальные и телиальные растения-хозяева	Распространение
<i>Cronartium coleosporioides</i>	Основные: <i>Pinus banksiana</i> , <i>Pinus contorta</i> Промежуточные: <i>Pinus jeffreyi</i> , <i>Pinus ponderosa</i> , <i>Pinus sylvestris</i> и <i>Pinus nigra</i>	<i>Melampyrum lineare</i> и <i>Castilleja</i> spp., возможно, <i>Orthocarpus</i> , <i>Pedicularis</i> и <i>Rhinanthus</i> spp.	Канада, США
<i>Cronartium comandrae</i>	Основные: <i>Pinus banksiana</i> , <i>Pinus contorta</i> , <i>P. ponderosa</i> Промежуточные: <i>Pinus mugo</i> , <i>Pinus nigra</i> , <i>Pinus pinaster</i> , <i>Pinus sylvestris</i>	<i>Comandra livida</i> , <i>C. umbellata</i> , <i>C. richardsiana</i> , <i>Geocaulon lividum</i>	Канада, США
<i>Cronartium conigenum</i>	<i>Pinus</i> spp. (<i>P. chihuahuana</i> , <i>P. leiophylla</i> , <i>P. montezumae</i> , <i>P. oocarpa</i> , <i>P. pseudostrobus</i>)	<i>Quercus</i> spp. (<i>Q. arizonica</i> , <i>Q. dunnii</i> , <i>Q. emoryi</i> , <i>Q. grisea</i> , <i>Q. oblongifolia</i> , <i>Q. oocarpa</i> , <i>Q. peduncularis</i> , <i>Q. rugosa</i>)	Западная часть США, Мексики и Центральной Америки
<i>Cronartium kamschaticum</i>	Основные: <i>Pinus cembra</i> , <i>Pinus pumila</i> Промежуточные: <i>Pinus</i> spp., <i>Pinus strobus</i>	<i>Castilleja</i> spp. (<i>C. pallida</i>), <i>Pedicularis</i> spp. и <i>Ribes</i> spp.	Россия, Япония
<i>Cronartium ribicola</i>	<i>Pinus strobus</i> , <i>Pinus albicaulis</i> , <i>Pinus ayacahuite</i> , <i>Pinus flexilis</i> , <i>Pinus lambertiana</i> , <i>Pinus monticola</i> , <i>Pinus reflexa</i> , <i>Pinus strobiformis</i>	<i>Ribes</i> spp.	Канада, США, Европа и Азия повсеместно
<i>Cronartium fusiforme</i>	Основные: <i>P. elliotii</i> , <i>P. taeda</i> Промежуточные: <i>P. rigida</i> , <i>P. serotina</i>	<i>Quercus</i> spp. Основные: <i>Q. nigra</i> , <i>Q. phellos</i> , <i>Castanea dentata</i>	США
<i>Endocronartium harknessii</i>	<i>Pinus banksiana</i> , <i>Pinus contorta</i> , <i>Pinus ponderosa</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Pinus sensuata</i> , <i>Pinus muricata</i> , <i>Pinus radiata</i> , <i>Pinus halepensis</i> , <i>Pinus mugo</i> , <i>Pinus nigra</i>		Канада, США, Мексика
<i>Cronartium orientale</i>	<i>Pinus</i> spp. (включая <i>Pinus nigra</i> , <i>Pinus pinaster</i> , <i>Pinus sylvestris</i>)	<i>Castanea</i> , <i>Castanopsis</i> и <i>Quercus</i> spp. (включая <i>Q. rubra</i>)	Китай, Япония, Россия (Дальний Восток)
<i>Cronartium quercuum</i>	Основные: <i>Pinus banksiana</i> , <i>Pinus densiflora</i> , <i>Pinus echinata</i> , <i>Pinus thunbergii</i> , <i>Pinus virginiana</i> Промежуточные: <i>Pinus nigra</i> , <i>Pinus sylvestris</i>	<i>Quercus</i> spp. (<i>Q. acutissima</i> , <i>Q. rubra</i>), <i>Castanea</i> spp. (<i>C. dentata</i> , <i>C. pumila</i>) и <i>Castanopsis</i>	Канада, Белиз, Коста-Рика, Куба, Гайана, Гондурас, Мексика, Никарагуа, Панама, США, Китай, Индия, Корея, Филиппины, Тайвань
<i>Cronartium strobilinum</i>	<i>Pinus caribea</i> , <i>Pinus elliotii</i> , <i>Pinus palustris</i>	<i>Quercus</i> spp.	США, Грузия

Cronartium spp., their aecidial and telial host and areas of distribution

Cronartium spp.	Aecidial hosts	Uredinial and telial host	Distribution
<i>Cronartium coleosporioides</i>	Main: <i>Pinus banksiana</i> , <i>Pinus contorta</i> Intermediate: <i>Pinus jeffreyi</i> , <i>Pinus ponderosa</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , and <i>Pinus nigra</i>	<i>Melampyrum lineare</i> and <i>Castilleja</i> spp., prob., <i>Orthocarpus</i> , <i>Pedicularis</i> , and <i>Rhinanthus</i> spp.	Canada, USA
<i>Cronartium comandrae</i>	Main: <i>Pinus banksiana</i> , <i>Pinus contorta</i> , <i>P. ponderosa</i> Intermediate: <i>Pinus mugo</i> , <i>Pinus nigra</i> , <i>Pinus pinaster</i> , <i>Pinus sylvestris</i>	<i>Comandra livida</i> , <i>C. umbellata</i> , <i>C. richardsiana</i> , <i>Geocaulon lividum</i>	Canada, USA
<i>Cronartium conigenum</i>	<i>Pinus</i> spp. (<i>P. chihuahuana</i> , <i>P. leiophylla</i> , <i>P. montezumae</i> , <i>P. oocarpa</i> , <i>P. pseudostrobus</i>)	<i>Quercus</i> spp. (<i>Q. arizonica</i> , <i>Q. dunni</i> , <i>Q. emoryi</i> , <i>Q. grisea</i> , <i>Q. oblongifolia</i> , <i>Q. oocarpa</i> , <i>Q. peduncularis</i> , <i>Q. rugosa</i>)	Western part of the USA, Mexico, and Central America
<i>Cronartium kamtschaticum</i>	Main: <i>Pinus cembra</i> , <i>Pinus pumila</i> Intermediate: <i>Pinus</i> spp., <i>Pinus strobus</i>	<i>Castilleja</i> spp. (<i>C. pallida</i>), <i>Pedicularis</i> spp., and <i>Ribes</i> spp.	Russia, Japan
<i>Cronartium ribicola</i>	<i>Pinus strobus</i> , <i>Pinus albicaulis</i> , <i>Pinus ayacahuite</i> , <i>Pinus flexilis</i> , <i>Pinus lambertiana</i> , <i>Pinus monticola</i> , <i>Pinus reflexa</i> , <i>Pinus strobiformis</i>	<i>Ribes</i> spp.	Canada, USA, Europe and Asia widespread
<i>Cronartium fusiforme</i>	Main: <i>P. elliotii</i> , <i>P. taeda</i> Intermediate: <i>P. rigida</i> , <i>P. serotina</i>	<i>Quercus</i> spp. Main: <i>Q. nigra</i> , <i>Q. phellos</i> , <i>Castanea dentata</i>	USA
<i>Endocronartium harknessii</i>	<i>Pinus banksiana</i> , <i>Pinus contorta</i> , <i>Pinus ponderosa</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Pinus sensuata</i> , <i>Pinus muricata</i> , <i>Pinus radiata</i> , <i>Pinus halepensis</i> , <i>Pinus mugo</i> , <i>Pinus nigra</i>		Canada, USA, Mexico
<i>Cronartium orientale</i>	<i>Pinus</i> spp. (incl. <i>Pinus nigra</i> , <i>Pinus pinaster</i> , <i>Pinus sylvestris</i>)	<i>Castanea</i> , <i>Castanopsis</i> , and <i>Quercus</i> spp. (incl. <i>Q. rubra</i>)	China, Japan, Russia (Far East)
<i>Cronartium quercuum</i>	Main: <i>Pinus banksiana</i> , <i>Pinus densiflora</i> , <i>Pinus echinata</i> , <i>Pinus thunbergii</i> , <i>Pinus virginiana</i> Intermediate: <i>Pinus nigra</i> , <i>Pinus sylvestris</i>	<i>Quercus</i> spp. (<i>Q. acutissima</i> , <i>Q. rubra</i>), <i>Castanea</i> spp. (<i>C. dentata</i> , <i>C. pumila</i>), and <i>Castanopsis</i>	Canada, Belize, Costa Rica, Cuba, Guyana, Honduras, Mexico, Nicaragua, Panama, USA, China, India, Korea, Philippines, Taiwan
<i>Cronartium strobilinum</i>	<i>Pinus caribea</i> , <i>Pinus elliotii</i> , <i>Pinus palustris</i>	<i>Quercus</i> spp.	USA, Georgia



Рис. 9. Эцидиальная стадия *C. coleosporioides*
(<https://www.invasive.org>, фото: USDA Forest Service)



Fig. 9. Aecidial stage of *C. coleosporioides*
(<https://www.invasive.org>, photo by: USDA Forest Service)

материалом, срезанными ветвями и неокоренной древесиной сосен, подверженных этому заболеванию. Возбудитель *C. harknessii* входит в списки А1 организаций по карантину и защите растений, в том числе ЕПКО ЕАЭС. В Европе восприимчивыми к возбудителю считаются такие виды сосен, как *P. halepensis*, *P. mugo* и *P. nigra*. Возбудитель в случае проникновения и акклиматизации может оказать серьезное воздействие на хвойные леса и насаждения, что будет иметь значительные экономические и социальные последствия.

Также как особо опасные следует отметить виды *Cronartium quercuum* (рис. 5) и *Cronartium fusiforme* (рис. 6), о которых речь уже шла выше. Эти макроциклические, гетерозиготные и очень генетически близкие между собой ржавчины могут поражать и проростки сосен, и взрослые деревья. Наибольший ущерб представителям рода *Pinus* причиняют галлы, вызванные этими возбудителями, опоясывающие стволы и стебли растений (рис. 3, 4). При этом повреждения промежуточных растений – хозяев рода *Quercus*, где проходят уредиальная и телиальная стадии развития патогенов, являются весьма незначительными [22].

ДИАГНОСТИКА

Сосновые ржавчины по своим симптомам можно разделить на три большие группы. Галловые ржавчины – это ствольные ржавчины, вызывающие образование галлов на стволах и ветвях, при этом, как правило, язвы не образуются. К ним относятся *C. harknessii*, *C. quercuum*, *C. orientale* и др. Блистерные

resemble orange groves (Fig. 2). Galls of *C. ribicola* and *C. coleosporioides* are flattened, elongated, and have specific structure that distinguishes them from galls of *C. quercuum* and *C. harknessii*, especially in the aecidial stage (Fig. 8, 9).

Aecidial stage of rust fungi when they can be identified by aecidiospores, occurs in the spring and lasts several weeks. During the rest of the year galls of *C. quercuum*, *C. fusiforme*, *C. orientale* (Fig. 7), *C. harknessii*, etc., having a pronounced globular shape, are sometimes indistinguishable from each other. In such case, it should be kept in mind that rust fungi are highly specialized parasites and are quite strongly connected to their host plants. So, if a gall is found on a pine tree from the west coast of the USA, then with a high degree of probability we can expect that it is *E. harknessii*, and if from the east coast, then *C. quercuum*. Moreover, knowing pine species on which the gall is found, the place of its growth and the possible range of intermediate hosts in this area, a preliminary diagnosis can be made using the scheme proposed by Y. Hiratsuka (Fig. 10).

It is as follows. If gall is found on a pine tree, knowing the species of pine, it is possible to determine the subgenus to which it belongs: *Haploxylon* the so-called “white pines” or *Diploxylon* the so-called “yellow or hard pines”. After that the range of pathogens affecting this subgenus can be determined as well as the range of

(пузырчатые) ржавчины – стеблевые ржавчины, которые вызывают язвенные поражения. Характерным представителем этой группы является *Cronartium ribicola*. И третья группа – лимбовые ржавчины – ржавчины, вызывающие инфекции, приводящие к гибели ветвей, но не вызывающие язв. Это, например, виды *C. arizonicum*, *Peridermium filamentosum*, *P. stalactiforme* [21].

Галлы как симптом хорошо заметны на дереве. Несмотря на то, что галлы не являются определяющим диагностическим признаком, они в зависимости от вида, их вызвавшего, имеют некоторые отличия. Так, в эцидиальной стадии галлы *C. quercuum* напоминают по внешнему виду «мозг» (рис. 5), а галлы *Endocronartium harknessii* – яркие желто-оранжевые шары. Весной, во время прохождения эцидиальной стадии, плантации сосны, зараженные *C. harknessii*, напоминают апельсиновые рощи (рис. 2). Галлы *C. ribicola* и *C. coleosporioides* уплощены, вытянуты и имеют характерную структуру, отличающую их от галлов *C. quercuum* и *C. harknessii*, особенно в эцидиальной стадии (рис. 8, 9).

Эцидиальная стадия у ржавчинников, когда их можно идентифицировать по эциоспорам, протекает весной и длится несколько недель. В остальное время года галлы *C. quercuum*, *C. fusiforme*, *C. orientale* (рис. 7), *C. harknessii* и др., имея выраженную шарообразную форму, порой неотличимы друг от друга. В такой ситуации надо учитывать, что ржавчинники являются узкоспециализированными паразитами и довольно жестко привязаны к растениям-хозяевам, на которых протекает их жизненный цикл. Так, если мы находим галл на сосне с западного побережья США, то с большой долей вероятности можно ожидать, что это *E. harknessii*, а если с восточного побережья, то *C. quercuum*. К тому же, зная вид сосны, на которой обнаружен галл, место ее произрастания и возможный круг промежуточных хозяев в этом районе, можно составить предварительный диагноз, воспользовавшись схемой, предложенной Y. Hiratsuka (рис. 10). Суть ее заключается в следующем. При обнаружении галла на сосне, зная вид сосны, можно определить подрод, к которому она принадлежит: *Haploxyylon*, так называемые «белые сосны», или *Diploxyylon*, так называемые «желтые, или твердые сосны». Далее можно определить круг возбудителей, которые поражают данный подрод, и круг возможных промежуточных растений-хозяев. И наоборот: если обнаружены листья промежуточных растений-хозяев с симптомами уредимальной или телиальной стадии, то, зная семейство, к которому принадлежит это растение-хозяин, можно определить круг возбудителей и примерный круг видов сосен, подверженных заражению [15].

Анализ данной информации поможет составить предварительный диагноз, который необходимо подтвердить дальнейшими лабораторными исследованиями. Порядок этих исследований описан в разработанных специалистами ФГБУ «ВНИИКР» методических рекомендациях по выявлению и идентификации *C. quercuum*, *C. fusiforme* и *E. harknessii*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представители рода *Cronartium* находятся на одной из высших ступеней паразитической лестницы растительных патогенов. Они узкоспециализированы, широко распространены и очень вредоносны.

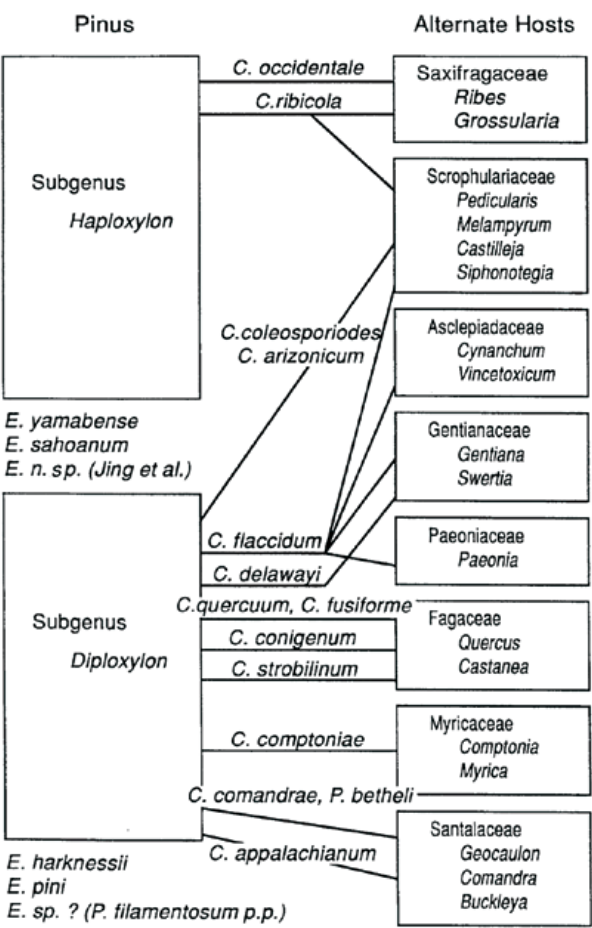


Рис. 10. Схема взаимоотношений между основными галло-образующими ржавчинами на сосне и их растениями-хозяевами

possible intermediate hosts. And vice versa: if leaves of intermediate hosts with symptoms of the uredinial or telial stages are found, then knowing the family to which this host plant belongs one can determine the range of pathogens and the approximate range of pine species susceptible to the infection [15].

Analysis of this information will help to make a preliminary diagnosis, which must be confirmed by further laboratory tests The order of these tests is described in the methodological recommendations for the detection and identification of *C. quercuum*, *C. fusiforme* and *E. harknessii* developed by the specialists of All-Russian Plant Quarantine Center.

CONCLUSION

Representatives of the genus *Cronartium* are on one of the highest steps of the parasitic staircase of plant pathogens. They are highly specialized, widespread and very harmful. In case of their introduction and distribution, one can expect a serious impact on forest stands, commercial plantations, ornamental plantings and nurseries, where pines, oaks, chestnuts and other plants grow. At the same time, climate conditions will not be a limiting factor. The only thing that can restrain the spread of pathogens with a full development cycle is

В случае их интродукции и распространения можно ожидать серьезное воздействие на лесные насаждения, коммерческие плантации, декоративные посадки и питомники, где произрастают сосны, дубы, каштаны и другие растения. При этом климатические условия не будут являться лимитирующим фактором. Единственное, что может сдержать распространение возбудителей с полным циклом развития, – это отсутствие промежуточных, телиальных растений-хозяев. Об идентификации видов *Cronartium* уже говорилось выше, она сложна и неоднозначна. Все это накладывает особую ответственность на карантинную службу для принятия мер по недопущению проникновения отсутствующих возбудителей из рода *Cronartium* на территорию Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азбукина З.М. Таксономические заметки о видах рода *Cronartium* (*Uredinales*), встречающихся в России // Микология и фитопатология. – 2008. – № 41. – С. 3-12.
 2. Азбукина З.М. Определитель ржавчинных грибов России. Порядок Ржавчинные. – Том 1. – Владивосток: Дальнаука, 2015. – С. 77-85.
 3. Купревич В.Ф. Определитель ржавчинных грибов СССР / В.Ф. Купревич, В.И. Ульянищев; под ред. Н.А. Дорожкина. Ч. 1: Сем. Melampsoraceae и некоторые роды сем. Pucciniaceae // Акад. наук БССР, Акад. наук Аз. ССР. – Минск: Наука и техника, 1975. – С. 85.
 4. Competing sexual and asexual generic names in Pucciniomycotina and Ustilaginomycotina (Basidiomycota) and recommendations for use / Aime M.C., Castlebury L.A., Abbasi M., Begerow D., Berndt R., Kirschner R., Marvanova L., Yoshitaka O., Padamsee M., Scholler M., Thines M. and Rossman A.Y. // IMA Fungus. – 2018. – Vol. 9. – P. 75-89.
 5. Dwinell L.D. Reaction of black oak (*Quercus velutina*) to infection by *Cronartium fusiforme* and *C. quercuum* // Phytopathology. – 1969. – Vol. 59. – 113 pp. (abstract).
 6. Dwinell L.D. Volume-size distribution of aeciospores of *Cronartium fusiforme* and *C. quercuum* // Phytopathology. – 1969. – Vol. 59. – P. 1024-1025.
 7. Dwinell L.D. Interaction of *Cronartium fusiforme* and *Cronartium quercuum* with *Quercus velutina* // Phytopathology. – 1971. – Vol. 61. – P. 1055-1058.
 8. Dwinell L.D. Susceptibility of southern oaks to *Cronartium fusiforme* and *Cronartium quercuum* // Phytopathology. – 1974. – Vol. 64. – P. 400-403.
 9. EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health) Guidance on quantitative pest risk assessment. EFSA Journal, 2018; 16 (8): 5350, 86 pp. – URL: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5350>.
 10. EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). Data sheets on quarantine pests: *Endocronartium harknessii* / Smith I.M., McNamara D.G., Scott P.R. and Holderness M. (eds.) // Quarantine Pests for Europe. 2nd edition. CABI/EPPO, Wallingford. – 1997. – 1425 pp.
 11. EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). EPPO Global Database. – 2018. – URL: <https://gd.eppo.int>.
 12. Farr D.F., Rossman A.Y. Fungal Databases, US National Fungus Collections, Agricultural Research Service, USDA. – 2018. – URL: <https://nt.ars-grin.gov/fungal-databases>.

the absence of intermediate telial hosts. The identification of *Cronartium* species has already been mentioned above; it is complex and ambiguous. All this imposes a special responsibility on the quarantine service for taking measures to prevent the introduction of absent *Cronartium* pathogens into the territory of the Russian Federation.

REFERENCES

1. Azbukina Z.M. Taxonomical notes on species of the genus *Cronartium* (*Uredinales*) occurring in Russia [Taksonomicheskie zametki o vidakh roda *Cronartium* (*Uredinales*), vstrechajushhihsja v Rossii]. *Mikologiya i fitopatologiya*. 2008; 41: 3-12 (in Russian).
 2. Azbukina Z.M. Key to rust fungi of Russia. Order Uredinales [Opredelitel' rzhavchinnykh gribov Rossii. Poriadok Rzhavchinnye]. Vladivostok: Dal'nauka; 2015 (1): 77-85 (in Russian).
 3. Kuprevich V.F. Key to rust fungi of USSR [Opredelitel' rzhavchinnykh gribov SSSR]. V.F. Kuprevich, V.I. Ulianishchev; pod red. N.A. Dorozhkina. Akad. nauk BSSR, Akad. nauk Az. SSR. Minsk: Nauka i tekhnika, 1975. Ch. 1: Sem. Melampsoraceae i nekotorye rody sem. Pucciniaceae. S. 85 (in Russian).
 4. Competing sexual and asexual generic names in Pucciniomycotina and Ustilaginomycotina (Basidiomycota) and recommendations for use. Aime M.C., Castlebury L.A., Abbasi M., Begerow D., Berndt R., Kirschner R., Marvanova L., Yoshitaka O., Padamsee M., Scholler M., Thines M. and Rossman A.Y. *IMA Fungus*. 2018; 9: 75-89.
 5. Dwinell L.D. Reaction of black oak (*Quercus velutina*) to infection by *Cronartium fusiforme* and *C. quercuum*. *Phytopathology*. 1969; 59 (abstract).
 6. Dwinell L.D. Volume-size distribution of aeciospores of *Cronartium fusiforme* and *C. quercuum*. *Phytopathology*. 1969; 59: 1024-1025.
 7. Dwinell L.D. Interaction of *Cronartium fusiforme* and *Cronartium quercuum* with *Quercus velutina*. *Phytopathology*. 1971; 61: 1055-1058.
 8. Dwinell L.D. Susceptibility of southern oaks to *Cronartium fusiforme* and *Cronartium quercuum*. *Phytopathology*. 1974; 64: 400-403.
 9. EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health) Guidance on quantitative pest risk assessment. *EFSA Journal*. 2018; 16 (8): 5350. URL: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5350>.
 10. EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). Data sheets on quarantine pests: *Endocronartium harknessii*. Smith I.M., McNamara D.G., Scott P.R. and Holderness M. (eds.). Quarantine Pests for Europe. 2nd edition. CABI/EPPO, Wallingford, 1997.
 11. EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). EPPO Global Database. 2018. URL: <https://gd.eppo.int>.
 12. Farr D.F., Rossman A.Y. Fungal Databases, US National Fungus Collections. *Agricultural Research Service*, USDA. 2018. URL: <https://nt.ars-grin.gov/fungal-databases>.
 13. Harold H., Jr., Glenn A. Snow Taxonomy of *Cronartium quercuum* and *C. fusiforme*. *Mycologia*. 1977; 69: 503-508.

13. Harold H., Jr., Glenn A. Snow Taxonomy of *Cronartium quercuum* and *C. fusiforme* // Mycologia. – 1977. – Vol. 69. – P. 503-508.
14. Hedgcock G.G., Siggers P.V. A comparison of the pine-oak rusts // U.S. Dep. Agr. Tech. Bull. – 1949. – No. 978. – 30 pp.
15. Hiratsuka Y. *Endocronartium*, a new genus for autoecious pine stem rusts // Canadian Journal of Botany. – 1969. – Vol. 47. – P. 1493-1495.
16. Ito S. Mycological flora of Japan. Basidiomycetes. Uredinales – Melampsoraceae // Tokyo: Yokendo, 1938. – Vol. 2, No. 2. – 249 pp.
17. Kaneko S. *Cronartium orientale*, sp. nov., segregation of the pine gall rust in eastern Asia from *Cronartium quercuum* // Mycoscience. – 2000. – Vol. 41, No. 2. – P. 115-122.
18. Kaneko S., Kuhlman E.G., Powers H.R., Jr. Morphological and physiological differences in the *Cronartium quercuum* complex / Rusts of Pine // Proc. IUFRO Rusts of Pine WP Conf., 1989, Banff, Alberta / eds. Hiratsuka Y., Samoil J.K., Blenis P.V., Crane P.E., Laisley B.L. / Forestry Canada, Northern Forestry Centre, Edmonton. Info. Rept. – 1991. – P. 69-75.
19. McNeill J., Turland N.J., Barrie F.R., Buck W.R., Greuter W., Wiersema J.H. International Code of Nomenclature for Algae, Fungi, and Plants // Koeltz Scientific Books. – 2012. – Konigstein, Germany. – 208 pp.
20. Powers H.R., Kaneko S., Kuhlman E.G., La Y.J., Yi C.K. Susceptibility of Asian and American oaks and pines to *Cronartium quercuum* / Rusts of Pine // Proc. IUFRO Rusts of Pine WP Conf., 1989, Banff, Alberta / eds. Hiratsuka Y., Samoil J.K., Blenis P.V., Crane P.E., Laisley B.L. / Forestry Canada, Northern Forestry Centre, Edmonton // Info. Rept. – 1991. – P. 313-318.
21. Sinclair W.A., Lyon H.H. Diseases of Trees and Shrubs. 2nd ed. // Cornell University Press, Ithaca, NY, 2005. – 660 pp.
22. Walkinshaw C.H., Roland T.A. Incidence and histology of stem-girdling galls caused by fusiform rust // Phytopathology. – 1990. – Vol. 80. – P. 251-255.
23. Index Fungorum. – URL: www.indexfungorum.org.
24. Zambino P.J. Biology and pathology of *Ribes* and their implications for management of white pine blister rust // Forest Pathology. – 2010. – Vol. 40. – P. 264-291.

14. Hedgcock G.G., Siggers P.V. A comparison of the pine-oak rusts. *U.S. Dep. Agr. Tech. Bull.* 1949; 978.
15. Hiratsuka Y. *Endocronartium*, a new genus for autoecious pine stem rusts. *Canadian Journal of Botany.* 1969; 47: 1493-1495.
16. Ito S. Mycological flora of Japan. Basidiomycetes. Uredinales – Melampsoraceae. Tokyo: Yokendo, 1938; 2 (2).
17. Kaneko S. *Cronartium orientale*, sp. nov., segregation of the pine gall rust in eastern Asia from *Cronartium quercuum*. *Mycoscience.* 2000; 41 (2): 115-122.
18. Kaneko S., Kuhlman E.G., Powers H.R., Jr. Morphological and physiological differences in the *Cronartium quercuum* complex. Rusts of Pine. Proc. IUFRO Rusts of Pine WP Conf., 1989, Banff, Alberta, eds. Hiratsuka Y., Samoil J.K., Blenis P.V., Crane P.E., Laisley B.L. Forestry Canada, Northern Forestry Centre, *Edmonton. Info. Rept.* 1991: 69-75.
19. McNeill J., Turland N.J., Barrie F.R., Buck W.R., Greuter W., Wiersema J.H. International Code of Nomenclature for Algae, Fungi, and Plants. *Koeltz Scientific Books.* Konigstein, Germany, 2012.
20. Powers H.R., Kaneko S., Kuhlman E.G., La Y.J., Yi C.K. Susceptibility of Asian and American oaks and pines to *Cronartium quercuum*. Rusts of Pine. Proc. IUFRO Rusts of Pine WP Conf., 1989, Banff, Alberta, eds. Hiratsuka Y., Samoil J.K., Blenis P.V., Crane P.E., Laisley B.L. Forestry Canada, Northern Forestry Centre, Edmonton. *Info. Rept.* 1991: 313-318.
21. Sinclair W.A., Lyon H.H. Diseases of Trees and Shrubs. 2nd ed. *Cornell University Press.* Ithaca, NY, 2005.
22. Walkinshaw C.H., Roland T.A. Incidence and histology of stem-girdling galls caused by fusiform rust. *Phytopathology.* 1990; 80: 251-255.
23. Index Fungorum. URL: www.indexfungorum.org.
24. Zambino P.J. Biology and pathology of *Ribes* and their implications for management of white pine blister rust. *Forest Pathology.* 2010: 264-291.

УДК 632.4.01/.08

О некоторых видах грибов в насаждениях черники обыкновенной на территории Республики Карелия и Архангельской области

М.Б. КОПИНА, к.с.-х.н., старший научный сотрудник – начальник научно-методического отдела микологии и гельминтологии

Т.А. СУРИНА, к.б.н., старший научный сотрудник научного отдела молекулярно-генетических методов диагностики

Д.А. УВАРОВА, младший научный сотрудник научного отдела молекулярно-генетических методов диагностики

Аннотация. В статье представлены результаты изучения фитопатологического состояния естественных насаждений на севере европейской части России: отдельные районы Республики Карелия и Большой Соловецкий остров (Архангельская область). Даны описания некарантинных видов грибов, выделенных с растений черники обыкновенной. Приводятся данные видовой идентификации микромицетов по морфологическим признакам и с помощью расшифровки нуклеотидных последовательностей.

Ключевые слова. Естественные насаждения, видовой состав, черника обыкновенная, фитопатогены, карантинный объект, ПЦР, секвенирование.



Черника обыкновенная *Vaccinium myrtillus* L. выделяется по значимости среди ягодных культур, она содержит большое количество микроэлементов, биологически активных веществ, при этом растение устойчиво к неблагоприятным природным условиям. Черника широко представлена в разных типах леса на севере европейской части России: ельник-черничник, сосняк-черничник, березняк-черничник, которые являются наиболее распространенными в подзоне южной тайги. Максимальный запас сырья черники отмечен в Новосибирской области,

UDC 632.4.01/.08

About some fungi species in blueberry plantations in the Republic of Karelia and Arkhangelsk Oblast

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

T.A. SURINA, PhD in Biology, Senior Researcher of the Research Department for Molecular Genetic Methods of Diagnosis

D.A. UVAROVA, Junior Researcher of the Research Department for Molecular Genetic Methods of Diagnosis

Abstract. The article presents the results of the study of the phytopathological condition of natural plantations in the north of the European part of Russia – separate districts of the Republic of Karelia and Bolshoy Solovetsky Island (Arkhangelsk Oblast). Descriptions of non-quarantine fungi species isolated from ordinary blueberry plants are given. Data on species identification of micromycetes by morphological characteristics and nucleotide sequence decoding are specified.
Keywords. Natural plantations, species complex, blueberry, phytopathogens, quarantine object, PCR, sequencing.

Blueberry *Vaccinium myrtillus* L. distinguishes itself by its importance among berry crops; it contains many micronutrients, biologically active substances, while the plant is resistant to adverse environmental conditions. Blueberries are widely represented in different forest types in the north of European Russia – bilberry spruce, pine and birch forests, which are the most common in the



Рис. 1. Симптомы поражения грибами на чернике обыкновенной: а – усыхание побегов, б-г – некрозы и пятнистости на стеблях (фото М.Б. Копиной, В.Г. Кулакова)

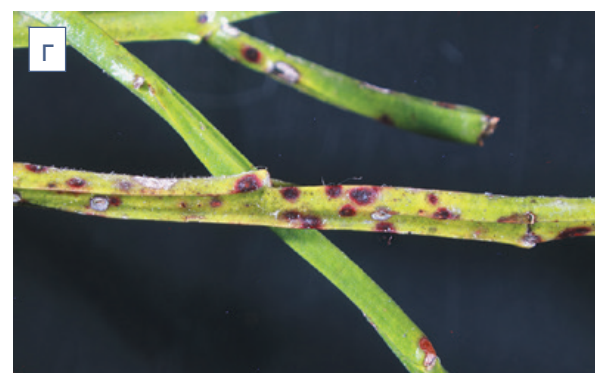


Fig. 1. Symptoms of fungal damage on blueberries: а – die-back of shoots, б-г – necroses and spots on stems (photo by M.B. Kopina, V.G. Kulakov)

Ханты-Мансийском автономном округе, республиках Карелия и Коми, Вологодской области. Основные районы заготовки черники – Карелия и Архангельская область [10].

Как и многие растения, черника обыкновенная поражается грибными вредными организмами. Изучению видового состава микромицетов, связанных как в целом с родом *Vaccinium*, так и с черникой обыкновенной, посвящены работы многих специалистов, в том числе и с применением молекулярных методов идентификации [5-8]. Всего выделяют от 70 до 120 видов грибов, поражающих представителей рода *Vaccinium*; преимущество составляют патогены, поражающие стебель и листья. Наибольшее влияние на состояние растений и урожайность оказывают представители родов: *Phomopsis*, *Phyllosticta*, *Phacidium*, *Monilinia*, *Physalospora* [2].

Из карантинных объектов на растениях *Vaccinium* spp. отмечен вид *Diaporthe vaccinii* Shear – возбудитель вязкой гнили черники, отсутствующий на территории Российской Федерации и включенный в «Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза». Вредоносность

southern taiga subzone. The maximum stock of blueberry is in the Novosibirsk Oblast, Khanty-Mansi Autonomous Okrug, the Republics of Karelia and Komi, and Vologda Oblast. The main areas of blueberry harvesting are Karelia and the Arkhangelsk Oblast [10].

Like many plants, blueberries are affected by fungal pests. The study of species composition of micromycetes, associated both with the *Vaccinium* genus in general, and blueberries, is devoted to the work of many experts, including the use of molecular identification methods [5-8]. In total, there are from 70 to 120 fungi species affecting representatives of the *Vaccinium* genus among which pathogens that damage the stem and leaves prevail. The representatives of the *Phomopsis*, *Phyllosticta*, *Phacidium*, *Monilinia*, *Physalospora* genus have the greatest influence on the plants and yield [2].

Diaporthe vaccinii Shear is noted among quarantine objects on plants of *Vaccinium* spp. It is a pathogen

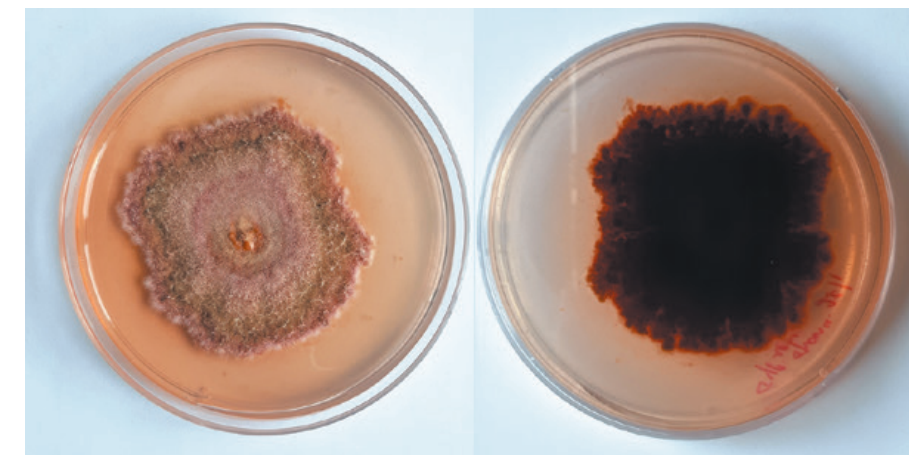


Рис. 2. Культура *Fusarium avenaceum* на КГА (фронтальная и обратная сторона чашки Петри) (фото М.Б. Копиной)

Fig. 2. Culture of *Fusarium avenaceum* on PDA (front and back side of the Petri dish) (photo by M.B. Kopina)

болезни заключается в гибели плодоносящих побегов и сокращении урожайности более чем на 65% [14]. Круг растений – хозяев данного возбудителя включает все виды (в том числе и дикие) рода *Vaccinium*. Естественные насаждения *V. myrtillus* ввиду бессменной вегетации питающего растения являются резервуарами патогенных микромицетов. В связи с этим одной из задач учреждений, подведомственных Россельхознадзору, является проведение фитосанитарных обследований естественных лесонасаждений на выявление карантинных и особо опасных заболеваний.

Специалистами ФГБУ «ВНИИКР» несколько лет проводится работа по изучению микобиоты лесных биоценозов. Так, в июле 2019 года состоялась поездка в Республику Карелия для реализации научной темы «Изучение видового состава карантинных и инвазионных видов грибов в лесонасаждениях сосны на территории РФ». При проведении обследований осуществляли отбор образцов пораженных растений родов *Pinus* и *Vaccinium* в лесонасаждениях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Отбор образцов черники обыкновенной был проведен в следующих точках: Государственный природный заповедник Кивач (Кондопожский район, Р. Карелия); острова низовья реки Выг, вблизи деревни Выгостров (Беломорский район, Р. Карелия); Большой Соловецкий остров в составе архипелага Соловецкие острова (Архангельская область).

В ходе маршрутных обследований проводили отбор проб надземных частей растений черники с симптомами поражения фитопатогенами. Всего было отобрано 20 образцов.

Исследования образцов в лаборатории проводили классическими методами: выделение возбудителя во влажной камере, на питательной среде

of the blight of blueberry, which is absent on the territory of the Russian Federation and included in the Unified List of Quarantine Objects of the Eurasian Economic Union. The disease is harmful because it destroys fruit-bearing shoots and reduces yield by more than 65% [14]. The host plant range of this pathogen includes all species of the *Vaccinium* genus, including wild ones. Natural plantings of *V. myrtillus* are reserves of pathogenic micromycetes due to perennial vegetation of the feeding plant. In this connection, one of the tasks of Rosselkhoz nadzor institutions is to conduct phytosanitary surveys of natural plantations to

detect quarantine and extremely dangerous diseases.

Specialists of FGBU «VNIICR» have been working for several years to study mycobiota of forest biocenosis. Thus, in July 2019 a trip to the Republic of Karelia was held to implement the research project “Study of species composition of quarantine and invasive fungi in pine forests of Russia”. During the survey, samples of diseased plants of the *Pinus* and *Vaccinium* genus were collected in plantations.

MATERIALS AND METHODS

Blueberries were sampled at the following locations: Kivach State Nature Reserve (Kondopozhsky District, Republic of Karelia); the islands of the lower reaches of the Vyg River, outskirts of the village of Vygostrov (Belomorsky District, Republic of Karelia); Bolshoy Solovetsky Island in the Solovetsky Islands archipelago (Arkhangelsk Oblast).

During the surveys, the above-ground parts of blueberry plants with symptoms of phytopathogen damage

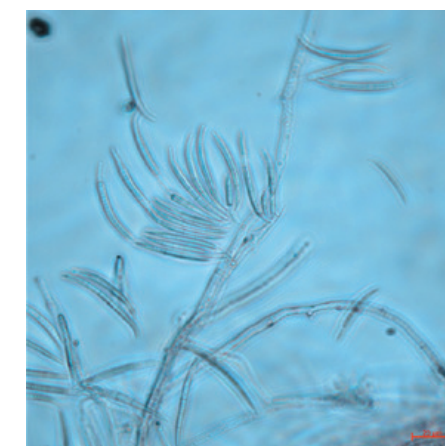


Рис. 3. Конидиеносец *F. avenaceum* на КГА (фото М.Б. Копиной)

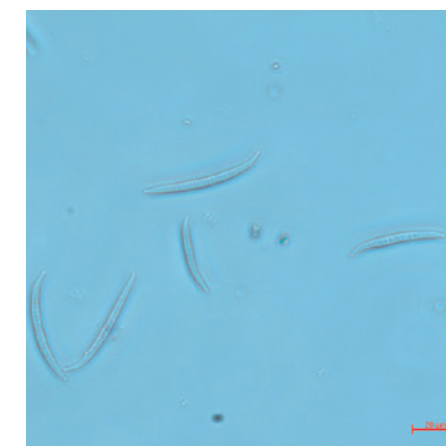


Рис. 4. Конидии *F. avenaceum* на КГА (фото М.Б. Копиной)

Fig. 4. Conidia of *F. avenaceum* on PDA (photo by M.B. Kopina)

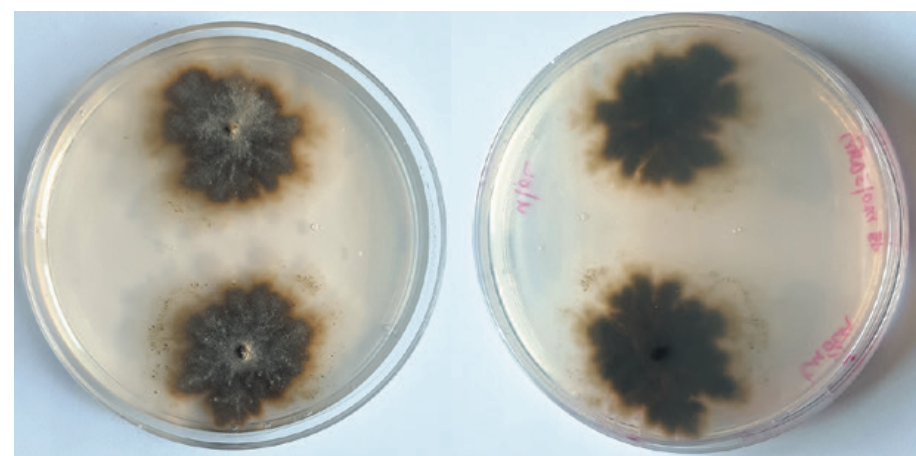


Рис. 5. Культура *Cytospora* sp. на КГА (фронтальная и обратная сторона чашки Петри) (фото М.Б. Копиной)

Fig. 5. Culture of *Cytospora* sp. on PDA (front and back side of the Petri dish) (photo by M.B. Kopina)

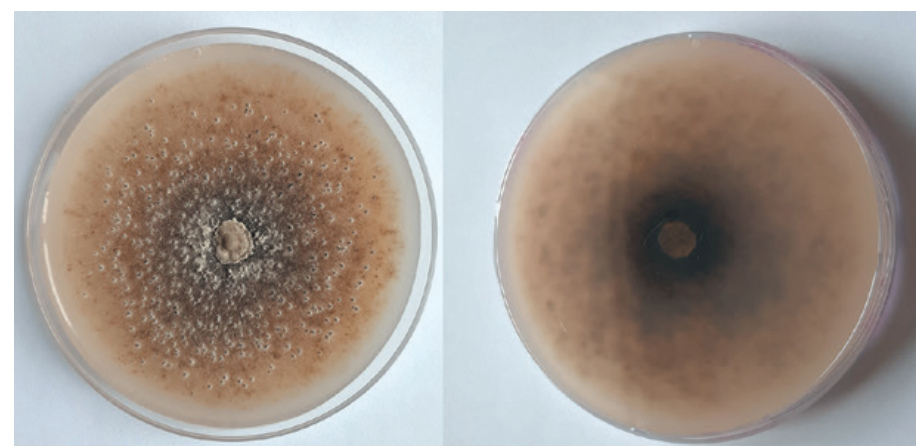


Рис. 6. Культура *Phacidium lacerum* на КГА (фронтальная и обратная сторона чашки Петри) (фото М.Б. Копиной)

Fig. 6. Culture of *Phacidium lacerum* on PDA (front and back side of the Petri dish) (photo by M.B. Kopina)

(КГА с добавлением 1% раствора стрептомицина), микроскопирование и морфометрия. Идентификацию полученных чистых культур микромицетов проводили по морфологическим признакам, в сочетании с молекулярно-генетическими методами (постановка ПЦР с универсальными праймерами, проведение секвенирования, биоинформационный анализ нуклеотидных последовательностей диагностических участков генома). Определение видовой принадлежности проводили на основе расшифровки следующих участков генов: внутренний транскрибируемый спейсер ядерной рДНК (ITS) (локус, рекомендованный для баркодирования грибов), гены, кодирующие актин и тубулин [11, 13, 19].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Выявление грибных возбудителей при обследовании естественных насаждений проводили по симптомам поражения дикорастущих ягод. Преобладающей симптоматикой в черничниках являлась некротизация и усыхание побегов, изменение окраски листьев, пятнистости (рис. 1).

В результате проведенных исследований было выявлено и идентифицировано 10 видов микромицетов, принадлежащих к 9 родам. Микобиота наземной части отобранных образцов представлена видами из родов *Alternaria*, *Cladosporium*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Phacidium*, *Sporocadus*, *Neocucurbitaria*, *Heterophoma*, *Cytospora*.

were sampled. In total 20 samples were taken.

Samples in the laboratory were studied by classical methods: extraction of the pathogen in a wet chamber, on a nutrient medium (PDA with the addition of 1% streptomycin solution), microscopy and morphometry. The pure cultures of micromycetes were identified by morphological characteristics in combination with molecular genetic methods (PCR with universal primers, sequencing, bioinformatical analysis of nucleotide sequences of genome diagnostic sites). Species identity was determined based on decoding the following gene sites: internal transcribed spacer of nuclear rDNA (ITS) (locus recommended for fungi barcoding), genes encoding actin and tubulin [11, 13, 19].

RESULTS AND DISCUSSION

The fungal pathogens during the examination of natural plantations were identified based on the symptoms of damage to wild berries. The predominant symptoms in blueberries were necrotization and die-back of shoots, changes in leaf colouration, spotting (Fig. 1).

As a result of the conducted researches, 10 species of micromycetes belonging to 9 genera were revealed and identified. Mycobiota of the above-ground part of selected samples is represented by species from genera *Alternaria*, *Cladosporium*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Phacidium*, *Sporocadus*, *Neocucurbitaria*, *Heterophoma*, *Cytospora*.

Several isolates of the species *Fusarium avenaceum* were identified and morphologically identified from samples taken at the lower reaches of the Vyg River. The pathogen culture had an average growth rate, and pionnotes of orange colour were formed on mycelium over time. Abundant macroconidia were noted in the culture, mesoconidia were less frequently found (Fig. 2, 3, 4) [4].

The species *F. avenaceum* has wide ecological plasticity and there are reports about the occurrence of the pathogen on plants of the genus *Vaccinium* in the literature. For example, in Poland and Germany, the species was isolated from shoots with obvious signs of wilt and roots of dead parts of high-bush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) [17, 18].

In blueberry samples taken in the Kivach State Nature Reserve the pathogens *Cytospora* sp. and *Phacidium lacerum* Fr. were identified (Fig. 5, 6).

Из образцов, отобранных в низовье реки Выг, были выделены и идентифицированы по морфологическим признакам несколько изолятов вида *Fusarium avenaceum*. Культура возбудителя обладала средней скоростью роста, со временем на мицелии образовывались пионноты оранжевого цвета. В культуре были отмечены обильные макроконидии, реже встречались мезоконидии (рис. 2, 3, 4) [4].

Вид *F. avenaceum* обладает широкой экологической пластичностью и в литературе встречаются сообщения о выделении возбудителя на растениях рода *Vaccinium*. Так, например, в Польше и Германии вид выделяли из побегов с явными признаками увядания и корней отмерших частей голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) [17, 18].

На образцах черники, отобранных в Государственном природном заповеднике Кивач, были выявлены возбудители цитоспороза *Cytospora* sp. и фацидиоза *Phacidium lacerum* Fr. (рис. 5, 6).

На территории России вид *Phacidium lacerum* широко распространен и отмечен на растениях родов *Pinus* и *Abies*. Гриб представляет большую опасность для молодых насаждений сосны, растущих в питомниках и в естественных насаждениях. В лесных биоценозах России и Белоруссии часто встречается другой вид этого заболевания – *Phacidium vaccinii* Fr. Патоген поражает дикие и культурные ягодные растения: бруснику *Vaccinium vitis-idaea* L. и голубику узколистую *Vaccinium angustifolium* Ait. Болезнь относится к наиболее опасным патогенам, вызывая массовое отмирание надземных частей растений [3, 9].

Наиболее разнообразной по видовому составу оказалась микофлора образцов, отобранных на Большом Соловецком острове. На черничниках было отмечено очаговое поражение возбудителями, растения отличали вытянутые серые пятна с четкой пурпурной каймой, усыхание побегов, изменение окраски листьев до рыже-бурой (рис. 7).

Согласно полученным данным, с черникой обыкновенной здесь были связаны следующие виды: *Neocucurbitaria cava* (Schulzer) Valenz.-Lopez, Crous, Stchigel, Guarro & J.F. Cano, *Heterophoma sylvatica* (Sacc.) Qian Chen & L. Cai, *Seimatosporium vaccinii* (Fuckel) B. Erikss. На веточках, пораженных последним видом, были серо-белые язвы с красно-бурными краями, длиной от 1 до 10 см.

Гриб *Seimatosporium vaccinii* ранее отмечали на растениях рода *Vaccinium* в Швейцарии, Англии, Новой Зеландии и США. Он был выделен из стеблей *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium* spp., *Rhododendron catawbiense*, *Rhododendron* sp., *Staphylea trifolia* и *Crataegus oxyacantha* [12, 16]. Отмечено, что *S. vaccinii* в комплексе с другими видами грибов выявляли на стеблях голубики высокорослой в Польше в разных регионах страны.

На чернике в штате Орегон (США) также был отмечен вид *Sporocadus lichenicola* (Corda), синоним *Seimatosporium lichenicola* (Corda) Shoemaker & E. Müll. (половая стадия: *Discostroma corticola*). В большинстве



Рис. 7. Симптомы поражения фитопатогенами образцов черники с Большого Соловецкого острова (фото М.Б. Копиной)

Fig. 7. Symptoms of phytopathogen damage to blueberry samples from the Bolshoy Solovetsky Island (photo by M.B. Kopina)

The species *Phacidium lacerum* is widely distributed on the territory of Russia and noted on plants of *Pinus* and *Abies* genera. The fungus is very dangerous for young pine trees growing in nurseries and natural plantings. In forest biocoenoses of Russia and Belarus, another type of this disease is often found – *Phacidium vaccinii* Fr. The pathogen affects wild and cultivated berry plants: foxberry *Vaccinium vitis-idaea* L. and lowbush blueberry *Vaccinium angustifolium* Ait. The disease is one of the most dangerous pathogens, causing mass die-back of above-ground plant parts [3, 9].

Mycoflora of samples taken on Bolshoy Solovetsky Island proved to be the most diverse in terms of species

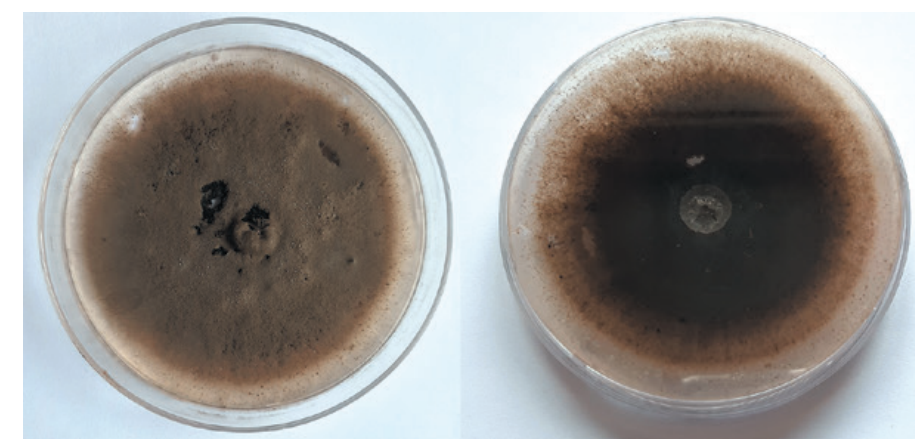


Рис. 8. Культура *Seimatosporium vaccinii* на КГА (фронтальная и обратная сторона чашки Петри) (фото М.Б. Копиной)

Fig. 8. Culture of *Seimatosporium vaccinii* on PDA (front and back side of the Petri dish) (photo by M.B. Kopina)



Рис. 9. Конидии *Seimatosporium vaccinii* на КГА (фото М.Б. Копиной)

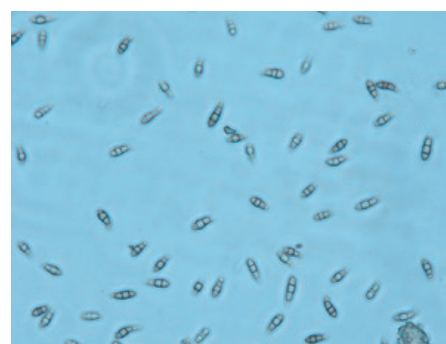


Fig. 9. Conidia of *Seimatosporium vaccinii* on PDA (photo by M.B. Kopina)

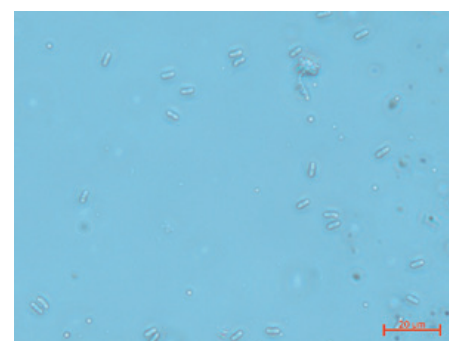


Рис. 10. Пикниды и конидии *Neocucurbitaria cava* на КГА (фото М.Б. Копиной)

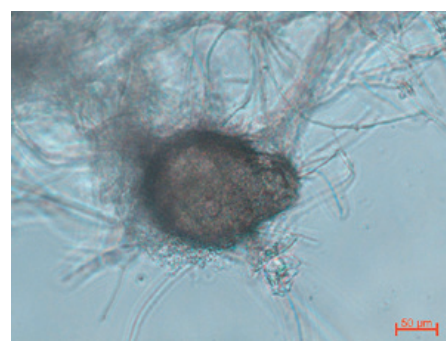


Fig. 10. Pycnidium and conidia of *Neocucurbitaria cava* on PDA (photo by M.B. Kopina)

случаев возбудитель поражал растения голубики, страдающие от механических повреждений, зимних травм, солнечных ожогов.

Также из пораженных веточек черники выделяли *Neocucurbitaria cava* (Schulzer) Valenz.-Lopez, Crous, Stchigel, Guarro & J.F. Cano и *Heterophoma sylvatica* (Sacc.) Qian Chen & L. Cai (рис. 10, 11). Род *Neocucurbitaria* как самостоятельный таксон был выделен D.N. Wanasinghe с соавторами из семейства Cucurbitariaceae в 2017 году. В качестве филогенетических маркеров авторами были использованы участки внутреннего транскрибируемого спейсера, большой и малой субъединиц рДНК. В литературных источниках информация о выявлении вида *N. cava* в естественных насаждениях минимальна. Вид *Pyrenochaeta cava* (Schulzer) Gruyter, Aveskamp & Verkley ранее выделяли из растений черники, *Pleurophoma cava* (Schulzer) Boerema, Loer. & Hamers был выделен с листьев *Salix* sp. в Республике Алтай [5, 17].

Таким образом, в природных популяциях черники на территории Республики Карелия и Архангельской области были выявлены более 10 видов возбудителей. Наиболее часто встречались возбудители фацидиоза, представители фомоидных грибов. Общее количество чистых культур возбудителей, связанных с черникой обыкновенной, депонированных в микологическую коллекцию ФГБУ «ВНИИКР», составило более 12 изолятов. Учитывая разнообразие видового состава микромицетов, очаговость проявления некоторых видов фитопатогенов, считаем целесообразным продолжение мониторинга естественных насаждений.

Авторы выражают благодарность начальнику отдела организации межлабораторных

stems of high-bush blueberry in Poland together with other fungal species in different regions of the country.

The species *Sporocadus lichenicola* (Corda), synonymous with *Seimatosporium lichenicola* (Corda) Shoemaker & E. Müll. (sexual stage: *Discostroma corticola*), was also observed on blueberries in Oregon, USA. In most cases, the pathogen affected blueberry plants suffering from mechanical damage, winter damage, sunburn.

Neocucurbitaria cava (Schulzer) Valenz.-Lopez, Crous, Stchigel, Guarro & J.F. Cano and *Heterophoma sylvatica* (Sacc.) Qian Chen & L. Cai were also isolated from the affected blueberry twigs (Fig. 10, 11). In 2017 D.N. Wanasinghe et al. isolated the *Neocucurbitaria* genus as a separate taxon from family Cucurbitariaceae. The authors used regions of internal transcribed spacer, large and small subunits of rDNA, as phylogenetic markers. In the literature, information on the identification of the species *N. cava* in natural plantations is minimal. The species *Pyrenochaeta cava* (Schulzer) Gruyter, Aveskamp & Verkley had previously been isolated from blueberries; *Pleurophoma cava* (Schulzer) Boerema, Loer. & Hamers was isolated blueberries from the leaves of *Salix* sp. in the Altai Republic [5, 17].

Thus, more than 10 species of the blueberry pathogen were identified in the natural populations of the Republic of Karelia and Arkhangelsk Oblast. Phacidiosis pathogens, representatives of phomoid fungi, were the most frequently encountered. The total number of pathogen pure cultures associated with blueberries deposited in the mycological collection of FGBU «VNIICR»

composition. Focal damage caused by pathogens were observed in blueberries; plants had elongated grey spots with a clear purple margin, their shoots died back, and leaves changed to red-brown (Fig. 7).

According to the data received, the following species were associated with blueberries: *Neocucurbitaria cava* (Schulzer) Valenz.-Lopez, Crous, Stchigel, Guarro & J.F. Cano, *Heterophoma sylvatica* (Sacc.) Qian Chen & L. Cai, *Seimatosporium vaccinii* (Fuckel) B. (Fuckel) B. Erikss. The twigs affected by the latter species had grey-white canker with reddish-brown edges, 1-10 cm long.

The fungus *Seimatosporium vaccinii* was previously observed on plants of the genus *Vaccinium* in Switzerland, England, New Zealand and the USA. It was isolated from the stems of *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium* spp., *Rhododendron catawbiense*, *Rhododendron* sp., *Staphylea trifolia* and *Crataegus oxyacantha* [12, 16]. It has been noted that *S. vaccinii* have been identified on the

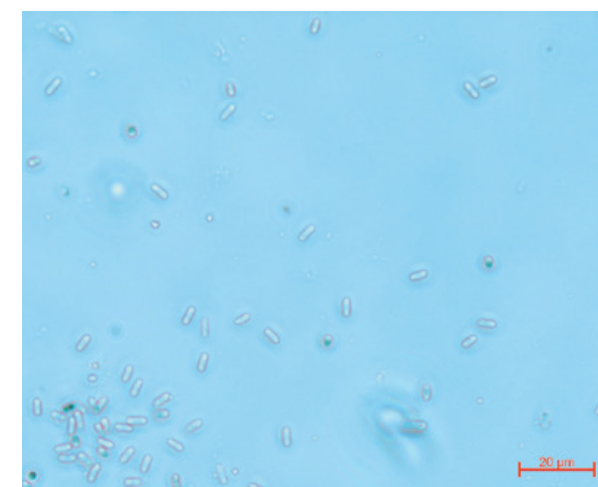


Рис. 11. Конидии *Heterophoma sylvatica* на КГА (фото М.Б. Копиной)

Fig. 11. Conidia of *Heterophoma sylvatica* on PDA (photo by M.B. Kopina)

сличительных испытаний В.Г. Кулакову за помощь в подготовке фотоматериала симптомов поражения растений черники фитопатогенными грибами; научному сотруднику Карельского филиала О.В. Синкевич, младшему научному сотруднику отдела лесного карантина А.А. Чалкину – за организацию и осуществление экспедиции по сбору материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрианова Т.В. Материалы к изучению митоспоровых грибов севера Алтая // Новости систематики низших растений. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2006. – Т. 40. – С. 92-97.
2. Божидай Т.Н. Заболевания растений рода *Vaccinium* L. различной этиологии, выявленные в Европе / Т.Н. Божидай // Труды БГТУ. – 2013. – № 1. – С. 210-212.
3. Булгаков Т.С. Грибы на хвойных растениях в условиях Ростовской области // Сб. матер. докладов 5-й всероссийской научно-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Молодежь XXI века – будущее российской науки. – Вып. III. – Т. 1. – Ростов-на-Дону: ЦВВР, 2007. – С. 9-11.
4. Гагкаева Т.Ю., Гаврилова О.П., Левитин М.М., Новожилов К.В. Фузариоз зерновых культур // Приложение к журналу Защита и карантин растений. – 2011. – № 5. – С. 52.
5. Галынская Н.А., Ярмолович В.А., Морозов О.В., Гордей Д.В. Комплекс патогенных грибов в молодых посадках *Vaccinium angustifolium* Ait. в Белорусском Поозерье // Труды БГТУ. Лесное хоз-во. – 2011. – № 1. – С. 224-228.
6. Гомжина М.М. Микобиота черники, произрастающей на северо-западе России и в Финляндии / М.М. Гомжина, Т.Ю. Гагкаева, Е.Л. Гасич, И.А. Казарцев, Ф.Б. Ганнибал // Материалы X международной конференции, посвященной 80-летию со дня рождения д.б.н. В.И. Крутова // Проблемы лесной фитопатологии и микологии. – Петрозаводск, 2018. – С. 47-50.
7. Грибные болезни вересковых ягодных кустарничков в рекреационных лесах. Автореф. дис. ... канд. биол. наук: специальность 03.00.16 / Е.А. Докукина [Рос. акад. наук, Ин-т лесоведения]. – М., 2001. – 26 с.
8. Нечаев А.А., Новомодный Е.В. Повреждаемость зарослей брусники насекомыми-вредителями и паразитическими грибами в Нижнем Приамурье //

was more than 12 isolates. Taking into account the diversity of micromycete species composition, the focality of some phytopathogens, we consider it expedient to continue monitoring of natural plantations.

The authors express gratitude to V.G. Kulakov, head of the Department for Organization of Proficiency Testing, who helped to prepare the photos with symptoms of the damage to blueberry plants by phytopathogenic fungi; to O.V. Sinkevich, researcher of the Karelian branch, and A.A. Chalkin, junior researcher of the Forest Quarantine Department, who arranged and took part in the expedition to collect materials.

REFERENCES

1. Andrianova T.V. Materials for the study of mitosporal fungi of the North Altai [Materialy k izucheniyu mitosporovyh gribov severa Altaya]. Novosti sistematiki nizshih rastenij. M.: Tovarishestvo nauchnyh izdanij KMK, 2006; 40: 92-97 (in Russian).
2. Bozhidai T.N. Diseases of the genus *Vaccinium* L. of various etiologies detected in Europe [Zabolevaniya rastenij roda *Vaccinium* L. razlichnoj etiologii, vyavlennye v Evrope]. Trudy BGTU. 2013; 1: 210-212 (in Russian).
3. Bulgakov T.S. Fungi on coniferous plants in Rostov Oblast conditions [Griby na hvoynyh rasteniyah v usloviyah Rostovskoy oblasti. Sb. mater. dokladov 5-j vserossijskoj nauchno-prakt. konf. studentov, aspirantov i molodyh uchenyh. Molodezh' XXI veka – budushchee rossijskoj nauki]. Rostov-on-Don: TsVVR, 2007; 3 (1): 9-11 (in Russian).
4. Gagkaeva T.I., Gavrilova O.P., Levitin M.M., Novozhilov K.V. Fusariosis of cereal crops [Fuzarioz zernovykh kul'tur]. Prilozhenie k zhurnalu Zashchita i karantin rastenij, 2011; 5 (in Russian).
5. Galynskaia N.A., Iarmolovich V.A., Morozov O.V., Gordei D.V. Complex of pathogenic fungi in young plantings of *Vaccinium angustifolium* Ait. species in the Belarusian Poozerye [Kompleks patogennyh gribov v molodyh posadkah *Vaccinium angustifolium* Ait. v Belorusskom Poozer'e]. Trudy BGTU. Lesnoe hoz-vo. 2011; 1: 224-228 (in Russian).
6. Gomzhina M.M. Mycobiota of blueberries growing in northwest Russia and Finland [Mikobiota cherniki, proizrastayushchej na severo-zapade Rossii i v Finlyandii. M.M. Gomzhina, T.I. Gagkaeva, E.L. Gasich, I.A. Kazartsev, F.B. Gannibal. Materialy X mezhdunarodnoj konferencii, posvyashchennoj 80-letiyu so dnya rozhdeniya d.b.n. V.I. Krutova. Problemy lesnoj fitopatologii i mikologii]. Petrozavodsk; 2018: 47-50 (in Russian).
7. Fungal diseases of heathy berry bushes in recreational forests [Gribnye bolezni vereskovykh yagodnyh kustarnichkov v rekreacionnyh lesah. Avtoref. dis. ...kand. biol. nauk: special'nost' 03.00.16]. E.A. Dokukina, Russian Academy of Sciences, Institute of Forest Science. M., 2001 (in Russian).
8. Nechaev A.A., Novomodnyi E.V. Damage to foxberry thickets by pests and parasitic fungi in the Lower Amur region [Povrezhdaemost' zaroslej brusniki nasekomymi-vreditel'nyami i paraziticheskimi gribami v Nizhnem Priamur'e. Resursy i ekologicheskie problemy Dal'nego Vostoka. Mat-ly region. nauch.-prakt. konf.]. Khabarovsk; 2006: 33-37 (in Russian).

Ресурсы и экологические проблемы Дальнего Востока // Мат-лы регион. науч.-практ. конф. – Хабаровск, 2006. – С. 33-37.

9. Черепанова Н.П., Перфильева О.В., Тобиас А.В. О флоре грибов о-ва Средний (Кандалакшский залив Белого моря) // Новости систематики низших растений. – 1981. – Т. 24. – С. 107-110.

10. Ярославцев А.В. Морфологические особенности черники обыкновенной, произрастающей в разных типах лесных фитоценозов южной тайги // Мат-лы межд. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию ВНИИОЗ. – Киров, 2007. – С. 498-499.

11. Carbone I., Kohn L. A Method for Designing Primer Sets for Speciation Studies in Filamentous Ascomycetes // Mycologia. – 1999. – Vol. 91, No. 3. – P. 553-556.

12. Farr D.F., Bills G.F., Chamuris G.P., Rossman A.Y. Fungi on plants and plant products in the United States // APS Press (Am. Phytopathol. Soc.), St. Paul, Minnesota, USA, 1995. – 1252 pp.

13. Groenewald M., Kang J.C., Crous P.W., Gams W. ITS and β -tubulin phylogeny of *Phaeoacremonium* and *Phaeomoniella* species // Mycological Research. – 2001. – Vol. 105. – P. 651-657.

14. Scientific opinion on the pest categorisation of *Diaporthe vaccinii* Shear / EFSA Journal. – 2014. – Vol. 12, Issue 7. – P. 11-28.

15. Serdani M., Curtis M., Castagnoli S., Putnam M.L. First report of twig canker of blueberry caused by *Sporocadus lichenicola* (Corda) in Oregon // Plant Health Progress. – 2010.

16. Sutton B.C. The Coelomycetes. Fungi Imperfecti with Pycnidia, Acervuli and Stroma // Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England, 1980. – 696 pp.

17. Szmagara M. Biodiversity of fungi inhabiting the highbush blueberry stems // Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus. – 2009. – Vol. 8. – P. 37-50.

18. Weber R., Entrop A. Ursache des Triebsterbens an Heidelbeeren in Norddeutschland: Schadpilze oder Winterfrost? // Erwerbs-Obstbau. – 2013. – Vol. 55. – P. 35-45.

19. White T.J., Bruns T.D., Lee S., Taylor J. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics / Innis M.A., Gelfand D.H., Sninsky J.J., White T.J. (eds.) // PCR protocols, a guide to methods and applications // San Diego: Academic Press, 1990. – P. 315-322.

9. Cherepanova N.P., Perfileva O.V., Tobias A.V. About the flora of fungi of the Sredny Island (Kandalaksha Gulf of the White Sea) [O flore gribov ostrova Srednij (Kandalakshskij zaliv Belogo morya)]. *Novosti sistematiki nizshih rastenij*. 1981; 24: 107-110 (in Russian).

10. Iaroslavtsev A.V. Morphological characteristics of blueberry growing in different types of southern taiga forest phytocoenoses [Morfologicheskie osobennosti cherniki obyknovennoj, proizrastayushchej v raznyh tipah lesnyh fitocenozov yuzhnoj tajgi. Mat-ly mezhd. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 85-letiyu VNIIOZ]. Kirov; 2007: 498-499 (in Russian).

11. Carbone I., Kohn L. A. Method for Designing Primer Sets for Speciation Studies in Filamentous Ascomycetes. *Mycologia*. 1999; 91 (3): 553-556.

12. Farr D.F., Bills G.F., Chamuris G.P., Rossman A.Y. Fungi on plants and plant products in the United States. *APS Press* (Am. Phytopathol. Soc.), St. Paul, Minnesota, USA, 1995.

13. Groenewald M., Kang J.C., Crous P.W., Gams W. ITS and β -tubulin phylogeny of *Phaeoacremonium* and *Phaeomoniella* species. *Mycological Research*. 2001; 105: 651-657.

14. Scientific opinion on the pest categorisation of *Diaporthe vaccinii* Shear. *EFSA Journal*. 2014; 12 (7): 11-28.

15. Serdani M., Curtis M., Castagnoli S., Putnam M.L. First report of twig canker of blueberry caused by *Sporocadus lichenicola* (Corda) in Oregon. *Plant Health Progress*. 2010.

16. Sutton B.C. The Coelomycetes. Fungi Imperfecti with Pycnidia, Acervuli and Stroma. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England, 1980.

17. Szmagara M. Biodiversity of fungi inhabiting the highbush blueberry stems. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*. 2009; 8: 37-50.

18. Weber R., Entrop A. Ursache des Triebsterbens an Heidelbeeren in Norddeutschland: Schadpilze oder Winterfrost? *Erwerbs-Obstbau*. 2013; 55: 35-45.

19. White T.J., Bruns T.D., Lee S., Taylor J. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. Innis M.A., Gelfand D.H., Sninsky J.J., White T.J. (eds.). PCR protocols, a guide to methods and applications. San Diego: Academic Press, 1990: 315-322.

Стандарт семьи шмелей, выращиваемых в биолaborатории ФГБУ «ВНИИКР», для опыления овощных, ягодных культур и ведения семеноводства в закрытом грунте



Семья шмелей вида *Bombus terrestris*, выращиваемых в биолaborатории ФГБУ «ВНИИКР», состоит из одной активной репродуктивной матки возраста 5 месяцев, не менее 100-120 крупных рабочих особей фуражиров, не менее 100 личинок, коконов разных возрастов и яйцекладки.

Ветеринарная безопасность семей шмелей подтверждена ветеринарным справкой (свидетельством).

Информация о стоимости:

Наименование продукции	До 100	Свыше 100	Свыше 500
	шмелиных семей в рамках договора		
Шмелиная семья «Биологическое опыление» (при условии самовывоза)	3310,67 руб.	3086,21 руб.	2945,93 руб.
Шмелиная семья «Биологическое опыление» (с учетом доставки)	3552,91 руб.	3312,04 руб.	3161,49 руб.

Все цены указаны с учетом НДС 20%.
 Приведено количество шмелей в рамках одного договора.



По вопросам приобретения обращаться:
 электронная почта
 bombus-vniikr@mail.ru

Заведующий биолaborаторией к.б.н. Пономарев Всеволод Алексеевич	8 (905) 106-39-44, +7 (499) 707-22-27 (доб. 2606)
Директор Ивановского филиала Требукова Юлия Александровна	8 (906) 512-93-39, +7 (499) 707-22-27 (доб. 2601)

ФГБУ «ВНИИКР» дорожит качеством выпускаемой продукции и отношением своих клиентов. Мы предлагаем вам высококачественную продукцию для достижения высоких урожаев!

Классические и современные методы диагностики грибов рода *Colletotrichum* на землянике садовой

Ю.В. ЦВЕТКОВА, агроном лаборатории микологии ИЛЦ ФГБУ «ВНИИР»

А.А. КУЗНЕЦОВА, заведующая лабораторией микологии, старший научный сотрудник ИЛЦ ФГБУ «ВНИИР»

Аннотация. В статье представлен обзор информации о видах рода *Colletotrichum*, поражающих растения земляники, включая комплекс *Colletotrichum acutatum* и комплекс *Colletotrichum gloeosporioides*, а также трудности, связанные с непосредственной идентификацией патогенов. Описаны особенности диагностики микологических исследований и применение комплексного подхода с использованием классических и современных молекулярно-генетических методов для точного анализа в лабораторных условиях.

Ключевые слова. Карантин растений, антракноз земляники, комплекс *Colletotrichum acutatum*, комплекс *Colletotrichum gloeosporioides*, патогены земляники, микологические исследования.



ВВЕДЕНИЕ

Главной задачей для всех специалистов, работающих в сфере карантина растений, является своевременное выявление и точная идентификация грибных возбудителей болезней в подкарантинном материале. В связи с тем, что посадочный материал импортного происхождения регулярно ввозится на территорию РФ и существует высокая вероятность проникновения и распространения опасных карантинных грибных фитопатогенов, необходимо проводить быструю и достоверную диагностику, основываясь на применении классических и современных методов. К классическим методам относится закладка растительного материала во влажную камеру и на питательную среду, к современным – диагностика с использованием молекулярно-генетических методов. В процессе работы возникают трудности, связанные с непосредственной идентификацией патогена,

Conventional and modern methods for the diagnosis of *Colletotrichum* fungi on garden strawberry *Fragaria ananassa*

Y.V. TSVETKOVA, Agronomist of the Mycology Laboratory of the LTC of FGBU “VNIIR”

A.A. KUZNETSOVA, Head of the Mycology Laboratory of the LTC, Senior Researcher of FGBU “VNIIR”

Abstract. The article overviews information on the species of the genus *Colletotrichum* that affect strawberry plants, including the *Colletotrichum acutatum* and the *Colletotrichum gloeosporioides* species complexes. It also specifies difficulties associated with the direct identification of pathogens and describes features of mycological research diagnosis and application of the complex approach using conventional and modern molecular genetic methods for precise in vitro analysis.

Keywords. Plant quarantine, strawberry anthracnose, *Colletotrichum acutatum* species complex, *Colletotrichum gloeosporioides* species complex, strawberry pathogens, mycological research.

INTRODUCTION

The main task for all professionals working in the plant quarantine field is to timely detect and accurately identify fungal pathogens in regulated articles. Since foreign planting material is regularly imported into Russia and dangerous quarantine fungal phytopathogens are highly likely to enter and spread here, it is necessary to rapidly and reliably diagnose them with conventional and modern methods. Conventional methods include setting plant material up in a wet chamber and on a nutrient medium; modern methods imply diagnosis using molecular genetic methods. In the process of work, there are difficulties associated with direct pathogen identification, as well as the duration of methods used in mycological studies.



Рис. 1. Симптомы проявления антракноза на листьях земляники при искусственном заражении: а – возбудитель комплекса *Colletotrichum gloeosporioides*; б, в – возбудитель комплекса *Colletotrichum acutatum* (фото Ю.В. Цветковой)

Fig. 1. Symptoms of anthracnose on strawberry leaves in case of artificial contamination: а – *Colletotrichum gloeosporioides* complex pathogen; б, в – *Colletotrichum acutatum* complex pathogen (photo by Y.V. Tsvetkova)

а также с длительностью используемых методов в проведении микологических исследований.

Одним из наиболее важных заболеваний земляники является антракноз. Возбудители антракноза относятся к группе видов рода *Colletotrichum*. Наиболее вредоносными являются грибы из комплекса *Colletotrichum acutatum*, который с 2016 года имеет карантинное фитосанитарное значение на территории Евразийского экономического союза и считается ограничено распространенным на территории РФ. Антракноз земляники является одним из наиболее вредоносных и опасных заболеваний, приводя к значительным потерям урожая, выпадению растений в маточниках, а также снижению товарных качеств плодов растений.

Особенностью комплекса *Colletotrichum acutatum* является то, что он является полифагом, поражает широкий круг растений: плодовые, бобовые, овощные, древесные, кустарниковые и травянистые культуры. Однако наибольший экономический ущерб возбудитель вызывает при поражении земляники садовой – *Fragaria ananassa* Duch. Также заболевание опасно тем, что после заражения может оставаться в латентном состоянии и при благоприятных условиях давать массовые эпифитотии.

Colletotrichum acutatum представляет собой комплекс из 31 вида [5]. В ходе работы из образцов земляники был выделен один вид из комплекса – *Colletotrichum nymphaeae*.

Патоген поражает все части растения земляники, вызывая темные некрозы на листьях, усах и стеблях, а также вдавленные темно-бурые до черных пятна на ягодах (с темными семечками внутри). При влажных условиях среды на пятнах выделяется желто-оранжевый экссудат клейких спор, который разносится на другие растения, являясь первичным источником инфекции. При сухих и жарких условиях пораженные ягоды чернеют и ссыхаются. *Colletotrichum acutatum* также проникает в корневую систему, стремительно разрушая ее. Пораженные рожки при разрезе становятся красновато-бурыми, главный и боковые корни постепенно отмирают, что приводит к полной гибели растения [6].

Сложность определения возбудителя заключается в том, что «антракнозное повреждение» земляники вызывают несколько видов грибов

Anthracnose is one of the most important strawberry diseases. Its pathogens belong to the species group of *Colletotrichum* genus. The most harmful are fungi from the *Colletotrichum acutatum* species complex which have been of quarantine phytosanitary importance in the Eurasian Economic Union since 2016 and are considered to be limitedly spread in Russia. Strawberry anthracnose is one of the most harmful and dangerous diseases, resulting in significant yield reduction, loss of plants in stock nurseries, as well as a decrease in the commercial quality of plant fruits.

Species of *Colletotrichum acutatum* complex are polyphages, affecting a wide range of plants – fruit, legumes, vegetables, tree, bushy and herbaceous crops. However, it is garden strawberry *Fragaria ananassa* Duch. that causes the greatest economic damage. The disease is also dangerous because it can remain in a latent state after infection and cause mass epiphytomy under favourable conditions.

Colletotrichum acutatum complex consists of 31 species [5]. During work, one species of the *Colletotrichum nymphaeae* complex was isolated from strawberry specimens.

The pathogen affects all parts of strawberry plants, causing dark necrosis on leaves, tendrils and stems, as well as depressed dark-brown to black spots on berries (with dark seeds inside). In humid conditions, sticky spores excrete yellow-orange exudate on the stains, which spreads to other plants and is the primary source of infection. In dry and hot conditions, the affected berries turn black and shrivel. *Colletotrichum acutatum* also penetrates the root system, rapidly destroying it. Affected branch crowns become reddish-brown when cut; the main and side roots gradually die back destroying the plant [6].

It is difficult to identify the pathogen because there are several fungi species of the *Colletotrichum* genus, for example, species of the *Colletotrichum gloeosporioides* complex, that cause anthracnose damage to strawberries. Like *Colletotrichum acutatum*, *Colletotrichum gloeosporioides* is a polyphage and affects about 470 plant species.

из рода *Colletotrichum*, например, виды комплекса *Colletotrichum gloeosporioides*. Как и *Colletotrichum acutatum*, *Colletotrichum gloeosporioides* является полифагом и поражает порядка 470 видов растений. *Colletotrichum gloeosporioides* также представляет собой комплекс из 23 видов [4, 8], которые отличаются своей специализацией к растениям-хозяевам, морфологическими и биологическими особенностями, географическим распространением [2].

Патогены имеют сходные внешние симптомы поражения вегетативной и генеративной частей растения (рис. 1).

Несмотря на то, что симптомы проявления на растениях выглядят одинаково, культуральные характеристики грибов комплексов *Colletotrichum acutatum* и *Colletotrichum gloeosporioides* различны (рис. 2). Колонии *Colletotrichum gloeosporioides* бархатисто-пушистые, иногда ватообразные с бугристой, не всегда однородной поверхностью. Окраска от белого до темно-серого. С возрастом колония темнеет. В культуре быстро теряются спорогенные свойства, часто образуются склероциеподобные структуры.

Колонии *Colletotrichum acutatum* характеризуются бархатно-опушенным строением, зональной поверхностью со слабоволнистым краем, цвет колонии в начальный период роста бело-серый со светлой слабоволнистой поверхностью, на 14-й день колония становится серой с оранжевым экссудатом по всей поверхности, с образованием четких кругов.

Такое культуральное различие позволяют явно определить принадлежность культуры к тому или иному комплексу видов. Поэтому при диагностике возбудителей рекомендуется при наличии

Colletotrichum gloeosporioides also represents a complex of 23 species [4, 8], which differ in their specialization to host plants, morphological and biological characteristics, and geographical distribution [2].

Pathogens have similar external symptoms of damage to vegetative and generative plant parts (Fig. 1).

Although disease symptoms on plants look the same, the cultural characteristics of fungi belonging to *Colletotrichum acutatum* and *Colletotrichum gloeosporioides* complexes are different (Fig. 2). The colonies of *Colletotrichum gloeosporioides* are velvety and downy, sometimes cottony with a humpy surface, which is not always homogenous. The colouration varies from white to dark grey. The colony gets darker with age. The culture quickly loses its sporogenic properties and forms sclerotium-like structures.

Colletotrichum acutatum colonies are characterized by a velvety and downy structure, a zonal surface with a weakly waved edge; the colony is white-grey with a light-white weakly waved edge in the initial growth period; it becomes grey with orange exudate across the surface and clear circles on the 14th day.

This cultural difference makes it possible to identify whether a culture belongs to a particular species complex. Therefore, when diagnosing pathogens, it is recommended to subculture the fungus and isolate pure culture if it shows itself in a wet chamber or on a nutrient medium.

The spores of the *Colletotrichum gloeosporioides* species complex in the pure culture, isolated in the laboratory, differed from the spores of the *Colletotrichum acutatum* species by a blunter, rounder edge, greater variability of the spore size, and spore quantity (Fig. 3).

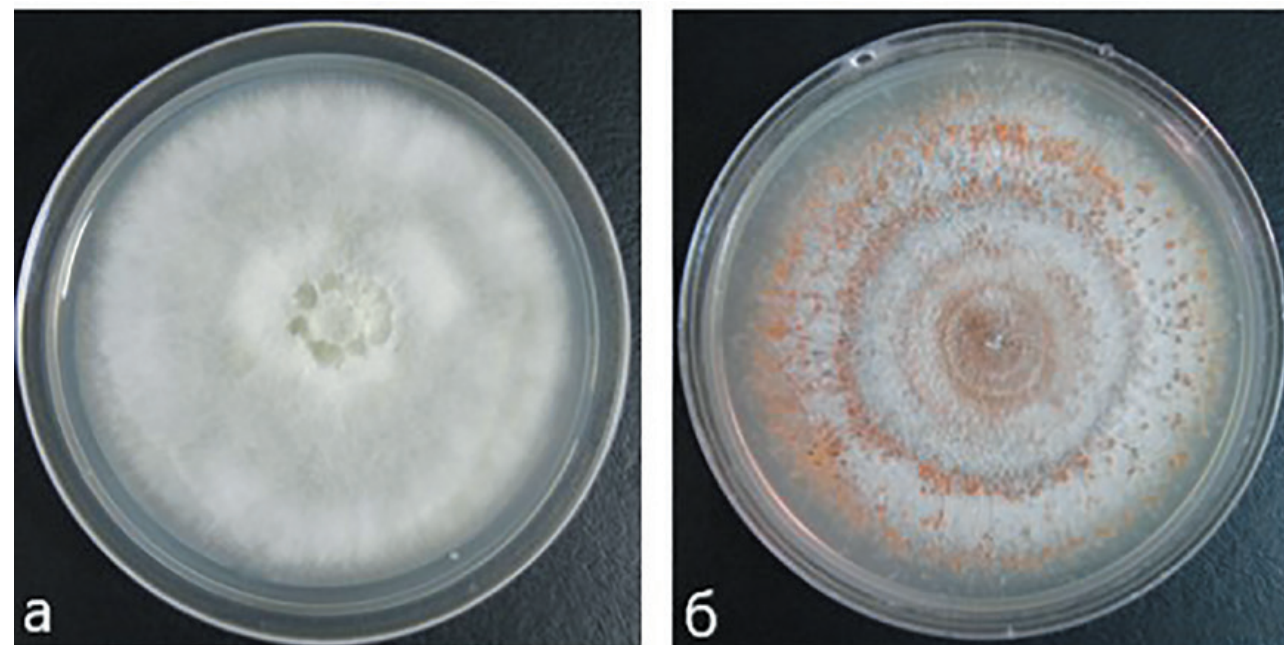


Рис. 2. Выделенные культуры грибов из зараженных листьев культуры на КГА: а – вид комплекса *Colletotrichum gloeosporioides*; б – вид комплекса *Colletotrichum acutatum* (фото Ю.В. Цветковой)

Fig. 2. Isolated fungal cultures from contaminated leaves of a culture on PDA: а – *Colletotrichum gloeosporioides* complex species; б – *Colletotrichum acutatum* complex species (photo by Y.V. Tsvetkova)

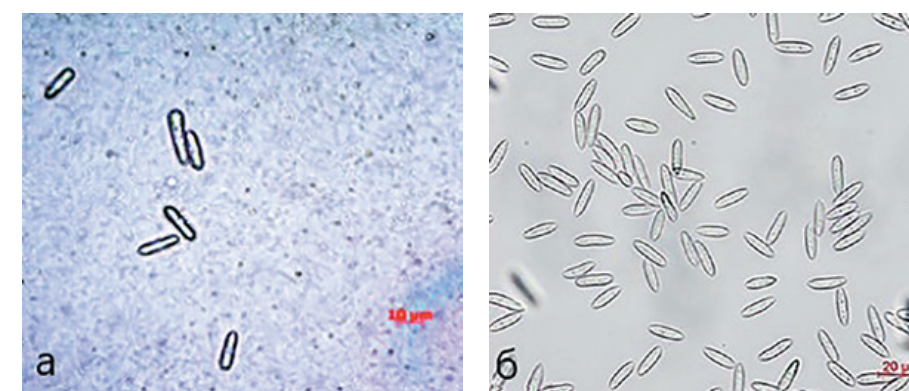


Рис. 3. Споры грибов в культуре: а – *Colletotrichum gloeosporioides*; б – *Colletotrichum nymphaeae* (фото Ю.В. Цветковой)

Fig. 3. Fungal spores in a culture: а – *Colletotrichum gloeosporioides*; б – *Colletotrichum nymphaeae* (photo by Y.V. Tsvetkova)

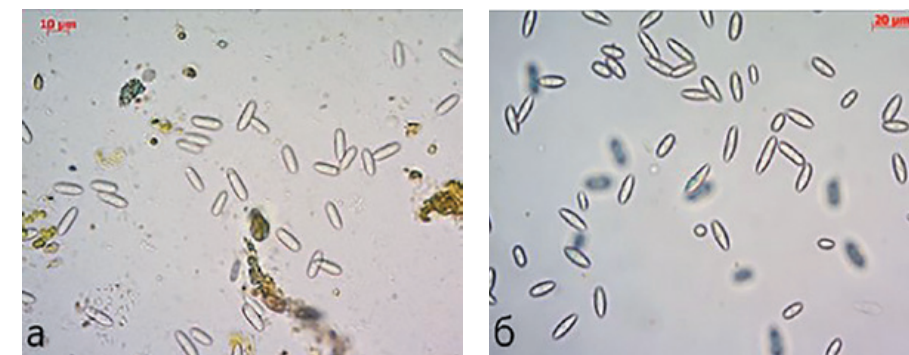


Рис. 4. Споры грибов на растении-хозяине – землянике садовой: а – *Colletotrichum gloeosporioides*; б – *Colletotrichum nymphaeae* (фото Ю.В. Цветковой)

Fig. 4. Fungal spores on garden strawberry, host plant: а – *Colletotrichum gloeosporioides*; б – *Colletotrichum nymphaeae* (photo by Y.V. Tsvetkova)

соответствующего проявления гриба во влажной камере или на питательной среде проводить пересев гриба с выделением чистой культуры.

Споры у видов комплекса *Colletotrichum gloeosporioides* в чистой культуре, выделенных в ходе работы лаборатории, отличались от спор видов *Colletotrichum acutatum* более тупым, округлым краем, большей вариативностью размера спор, их количеством (рис. 3).

Однако при просмотре спор непосредственно на растении-хозяине споры видов можно перепутать друг с другом, в особенности при раннем обнаружении инфекции, в период формирования спор и при наличии незрелых спор (см. рис. 4).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились сотрудниками лаборатории микологии ФГБУ «ВНИИР» в период 2018-2019 гг.

Объектами исследования являлся подкарантинный посадочный материал земляники импортного происхождения (Италия, Сербия, Польша) и отечественного происхождения (Московская и Нижегородская области), завезенный из Нидерландов и Италии.

В исследовании использовали следующие методы:

Визуальный метод. В ходе первичного визуального осмотра растений земляники симптомы заболевания наблюдались только на некоторых исследуемых

However, when viewing spores directly on the host plant, species spores can be confused with each other, particularly at early detection of infection, during the formation of spores and when immature spores are present (see Fig. 4).

MATERIALS AND METHODS

The employees of the mycology laboratory of FGBU «VNIIR» conducted researches in the period from 2018 to 2019.

They researched both foreign quarantine strawberry plants (Italy, Serbia, Poland) as well as domestic ones (Moscow and Nizhny Novgorod Oblast), that were imported from the Netherlands and Italy.

The following techniques were used in the study:

Visual technique. During the initial visual examination of strawberry plants, only some tested samples showed disease symptoms; other plants did not have typical symptoms. However, asymptomatic plants were also selected for further examination to exclude latent infection.

Biological techniques. Setting up in a wet chamber. Setting up on a nutrient medium (2% potato glucose agar with the addition

of 1% streptomycin solution).

Parts of leaves, petioles, berries as well as rosettes and root system were selected, washed with running water for 10-15 minutes, sterilized in 96% alcohol for 1-2 minutes, and subsequently washed two times with sterile distilled water. Samples were then simultaneously set up on a nutrient medium and in a wet chamber (Fig. 5). Dishes were incubated at 25 °C.

Microscopy and morphometry techniques. The grown fungal mycelium was microscoped. Then it was selected when its microscopic characteristics coincided to be confirmed with PCR [3].

Molecular genetic technique. Conventional PCR using complex specific primers.

For accurate identification, the isolates were confirmed by molecular genetic method based on conventional PCR with complex specific primers CaInt2 (5'-GG-GGAAGCCTCGG-3') (Sreenivasaprasad et al., 1996) [7] and ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATGATGC-3') (White et al., 1990) [9] with the size of the amplified area equal to 490 b.p.

It is possible to sample the mycelium directly from plant material for analysis because complex specific primers are used. However, it requires a sufficient amount of mycelium, i.e., heavy sporulation, which does

образцах, на остальных растениях типичные симптомы обнаружены не были. Однако для дальнейшего исследования были отобраны и бессимптомные растения для исключения латентной инфекции.

Биологические методы. Закладка во влажную камеру. Закладка на питательную среду (2% картофельно-глюкозный агар с добавлением 1% раствора стрептомицина).

Части листьев, черешков, ягод, а также розеток и корневой системы были отобраны, промыты в проточной воде в течение 10-15 мин и простерилизованы в 96% спирте 1-2 мин с последующим двукратным промыванием стерильной дистиллированной водой. Далее пробы закладывали на питательную среду и параллельно во влажную камеру (рис. 5). Чашки инкубировали при температуре 25 °C.

Метод микроскопирования и морфометрии. Выросший мицелий гриба микроскопировали и при совпадении микроскопических признаков отбирали для подтверждения с использованием ПЦР [3].

Молекулярно-генетический метод. Классическая ПЦР с применением комплексоспецифичных праймеров.

Для точной идентификации изоляты подтверждали молекулярно-генетическим методом, основанным на проведении классической ПЦР с комплексоспецифичными праймерами CaInt2 (5'-GGGGAAGCCTCTCGCGG-3') (Sreenivasaprasad et al., 1996) [7] и ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') (White et al., 1990) [9], с размером амплифицированного участка, равным 490 п.о.

Отбор образцов мицелия для анализа непосредственно с растительного материала возможен, т.к. в работе используются комплексоспецифичные праймеры, но необходимо присутствие достаточного количества мицелия, т.е. обильного спороношения, что не всегда проявляется во влажной камере и на питательной среде. Рекомендуется предварительно получить чистые культуры гриба. Чем быстрее гриб обнаружен и пересеван в отдельные чашки, тем меньше вероятность застарения чашек с влажной камерой и питательной средой сапротрофными и сопутствующими видами.

Также наличие чистой культуры гриба необходимо в качестве доказательного материала, а сравнение культуральных признаков может являться дополнительным диагностическим признаком.

Для отбора образцов брали участок мицелия гриба с минимальным захватом растительной ткани (1 см²), в случае отбора из чистой культуры – выщечку мицелия с минимальным захватом питательной среды, вносили в 1,5 мл пробирки, добавляли 200 мкл лизирующего буфера и растирали пестиком для микропробирок. Выделение ДНК проводили с использованием готового набора реагентов «М-СорбТуб» (ЗАО «Синтол», Москва), действие которого основано на использовании магнитных частиц. В ходе работы лаборатории было выявлено,



Рис. 5. Пораженные растения земляники во влажной камере (а) и развившийся мицелий *Colletotrichum acutatum* на КГА (б) (фото А.А. Кузнецовой)

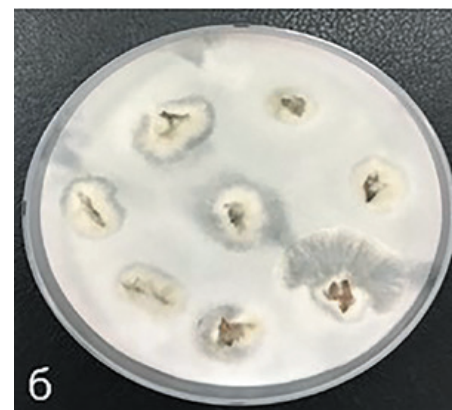


Fig. 5. Affected strawberry plants in a wet chamber (a) and developed *Colletotrichum acutatum* mycelium on PDA (b) (photo by A.A. Kuznetsova)

not always occur in a wet chamber and on a nutrient medium. It is recommended to obtain pure fungal cultures beforehand. The faster the fungus is identified and subcultured into individual dishes, the less likely it is that saprotrophic and associated species will colonize the dishes with a wet chamber and nutrient medium.

The pure fungal culture is also necessary to serve as evidence, and a comparison of cultural characteristics may be an additional diagnostic feature.

The fungal mycelium with minimum capture of plant tissue (1 cm²) was taken for sampling, and the mycelium cutting with minimum capture of the nutrient medium was used when sampling from a pure culture. Then they were placed into 1.5 ml tubes with adding 200 µl of lysing buffer and comminuted with a pestle for microtubes. DNA was extracted using M-Sorb-Tub reagent kit (ZAO Sintol, Moscow), which is based on magnetic particles. In the course of the laboratory work, these kits showed perfect suitability for DNA extraction from pure cultures of mycelial fungi.

PCR was performed in the T100 Touch Thermal Cycler, Bio-Rad. The mixture of reagents for setting one 25 µl reaction contained 5 µl 5x Mas^{BD}TaqMix PCR buffer (Dialat Ltd., Moscow), 0.5 µM of each primer, 1 ng of target DNA, and sterile water.

Amplification conditions: 3 min – 94 °C; 30 cycles: 30 sec – 94 °C, 30 sec – 58 °C, 90 sec – 72 °C; 1 cycle: 7 min – 72 °C.

After amplification, 4 µl PCR-product was pipetted in tubes with 1.0% agarose gel with ethidium bromide in 0.5x TBE buffer and separated by electrophoresis. Later on, visualization was performed using a gel documenting system.

Afterwards, conventional PCR with universal primers ITS5/ITS4 was carried out to identify the species. After amplification, the products were electrophoretically separated. Then the samples were cleaned by Thermo Fisher commercial set (GeneJET PCR Purification Kit) and sequenced on the 3500 Applied Biosystems genetic analyzer according to the methodological recommendations [1]. The obtained sections of nucleotide sequences were processed and aligned in BioEdit software.

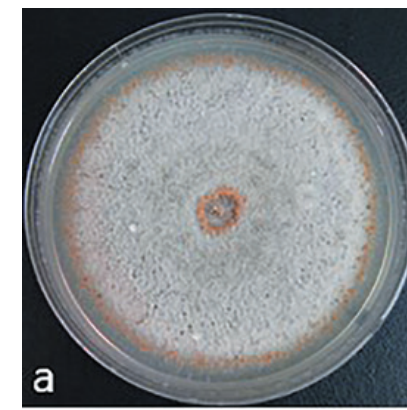


Рис. 6. Колония изолята, выделенного из растений земляники сербского происхождения (а), колония изолята, выделенного из растений земляники голландского происхождения (б), колония изолята, выделенного из растений земляники итальянского происхождения (в) (фото Ю.В. Цветковой, А.А. Кузнецовой)

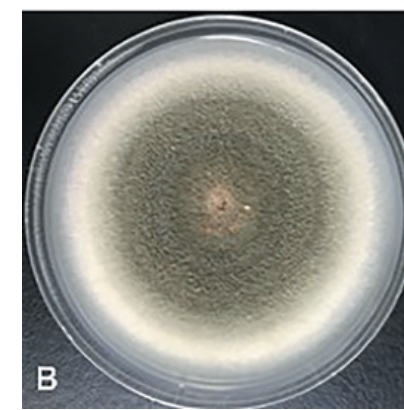
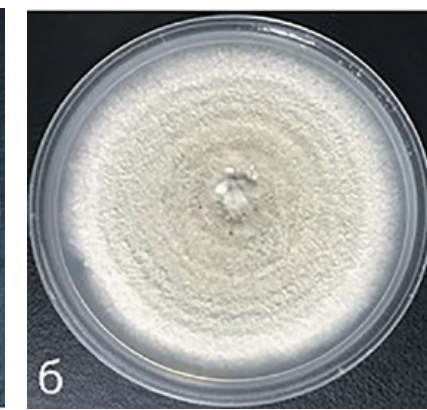


Fig. 6. Serbian strawberry plant isolate colony (a), Dutch strawberry plant isolate colony (b), Italian strawberry plant isolate colony (v) (photo by Y.V. Tsvetkova, A.A. Kuznetsova)

что данные наборы оптимально подходят для выделения ДНК из чистых культур мицелиальных грибов.

ПЦР проводили в термоциклере T100 Touch Thermal Cycler, Bio-Rad. Смесь реактивов для постановки одной реакции объемом 25 мкл содержала 5 мкл 5x ПЦР-буфера Mas^{BD}TaqMix 2025 (ООО «Диалат Лтд», Москва), 0,5 µM каждого праймера, 1 нг целевой ДНК и стерильную воду.

Условия амплификации на приборе: 3 мин – 94 °C; 30 циклов: 30 сек – 94 °C, 30 сек – 58 °C, 90 сек – 72 °C; 1 цикл 7 мин – 72 °C.

После амплификации 4 мкл ПЦР-продукта раскапывали в лунки 1,0% агарозного геля с бромистым этидием в 0,5x TBE-буфере и разделяли с помощью электрофореза. В дальнейшем проводили визуализацию с использованием гель-документирующей системы.

В дальнейшем для определения видовой принадлежности проводили классическую ПЦР с универсальными праймерами ITS5/ITS4. После амплификации продукты разделяли электрофоретически. Затем образцы очищали с помощью коммерческого набора Thermo Fisher (GeneJET PCR Purification Kit) и проводили секвенирование на генетическом анализаторе 3500 Applied Biosystems согласно методическим рекомендациям [1]. Полученные участки нуклеотидных последовательностей обрабатывали и выравнивали в программном обеспечении BioEdit.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Через четыре дня после начала инкубации на чашках с питательной средой сформировался характерный бело-серый мицелий. На 7-е сутки на питательной среде бархатистый мицелий колонии развился и образовал оранжевый слизистый экссудат. На чашках с влажной камерой мицелий сформировался только на 10-14-й день.

Необходимо отметить, что на питательной среде КГА изоляты комплекса *Colletotrichum acutatum* отличались по культуральным признакам в зависимости от происхождения исследуемых образцов. Так, из посадочного материала происхождения из Италии были выделены изоляты комплекса *Colletotrichum acutatum*, которые характеризовались бархатно-опушенным строением, ровной зоной поверхности, темно-серым цветом со

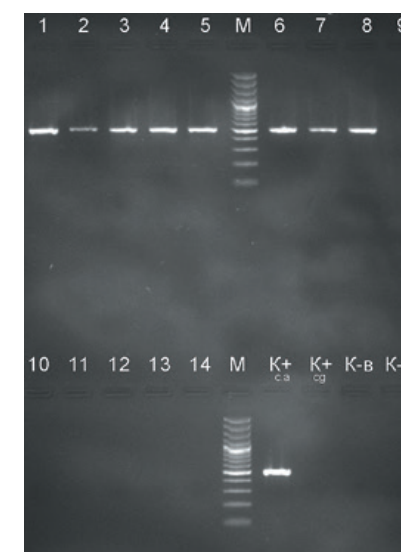


Рис. 7. Электрофореграмма продуктов амплификации с праймерами CaInt2/ITS4: № 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 – образцы комплекса *Colletotrichum acutatum*; № 9, 10, 11, 12, 13, 14 – образцы комплекса *Colletotrichum gloeosporioides*; K+c.a. – положительный контроль комплекса *Colletotrichum acutatum*; K+c.g. – положительный контроль комплекса *Colletotrichum gloeosporioides*; K-в – отрицательный контроль выделения; K-ч – отрицательный контроль чистой зоны

Fig. 7. Electropherogram of amplification products with CaInt2/ITS4 primers: No. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 – *Colletotrichum acutatum* complex samples; No. 9, 10, 11, 12, 13, 14 – *Colletotrichum gloeosporioides* complex samples; PC+c.a. – positive control of *Colletotrichum acutatum* complex; PC+c.g. – positive control of *Colletotrichum gloeosporioides* complex; NCI – negative control of isolation; NCC – negative control of cleanroom

RESULTS

Four days after the beginning of incubation, a characteristic white-grey mycelium appeared in dishes with a nutrient medium. On the 7th day, the velvety mycelium of the colony developed on the nutrient medium and formed

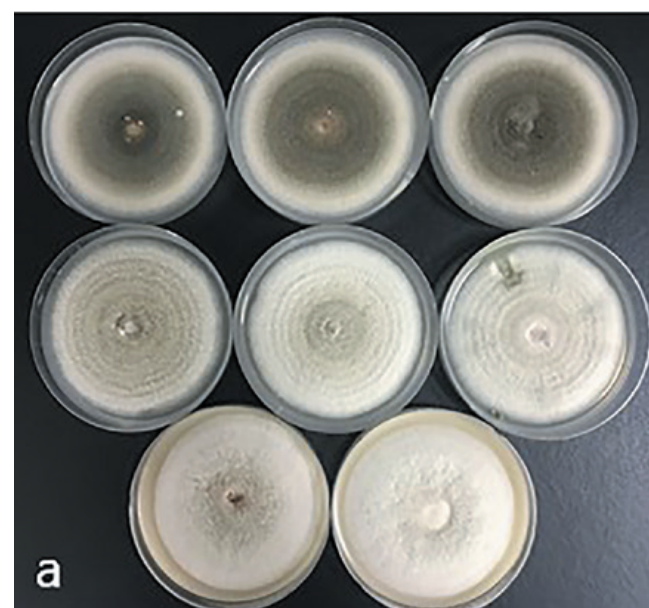


Рис. 8. Чистые культуры, выделенные из посадочного материала земляники: а – верхний ряд, слева направо – 1-й изолят – происхождение Италия, последующие 2 изолята – происхождение Нижегородская область, завезенные из Италии; средний ряд, слева направо – 1-й изолят – происхождение Сербия, 2-й изолят – происхождение Польша, 3-й изолят – происхождение Нижегородская область, завезенный из Нидерландов; нижний ряд, слева направо – 2 изолята – происхождение Московская область, завезенные из Нидерландов; б – чистые культуры изолятов, пересеянные для хранения в пробирки (фото А.А. Кузнецовой)



Fig. 8. Pure cultures isolated from strawberry planting material: а – top row, left to right – 1st isolate – origin from Italian, the next 2 isolates – origin from Nizhny Novgorod Oblast, imported from Italy; middle row, left to right – 1st isolate – origin from Serbia, 2nd isolate – origin from Poland, 3rd isolate – origin from Nizhny Novgorod Oblast, imported from the Netherlands; bottom row, left to right – 2 isolates – origin from Moscow Oblast, imported from the Netherlands; б – pure cultures of isolates, subcultured into test tubes for storage (photo by A.A. Kuznetsova)

светло-серым ровным краем; реверзум темно-серый, с характерным оранжевым экссудатом в середине колонии (рис. 6 в). Нидерландские изоляты характеризовались бархатно-опушенным строением, зональной поверхностью со слабоволнистым краем, цвет колонии в начальный период роста бело-серый со светло-белым слабоволнистым краем, на 14-й день колония становилась серой, оранжевый экссудат был хорошо заметен со стороны реверзума (рис. 6 б). А изоляты, выделенные из стран Сербии и Польши, имели бело-серый цвет со светлым краем с каплями ярко-оранжевого экссудата, реверзум бежевый с темно-розовой серединой, а также с оранжевым экссудатом в середине колонии (рис. 6 а).

Из образцов, отобранных от бессимптомных растений, был также выделен фитопатогенный гриб комплекса *Colletotrichum acutatum*, что доказывает необходимость отбора бессимптомных образцов для анализа латентной инфекции [2].

После анализа морфологических признаков принадлежность выделенных изолятов к комплексу *Colletotrichum acutatum* была подтверждена с использованием ПЦР и комплексоспецифичных праймеров (рис. 7).

Подтвержденный мицелий гриба отсевали в пробирки с КГА для хранения в качестве подтверждающего материала (рис. 8).

Дальнейший анализ нуклеотидных последовательностей ITS-региона и сравнение с сиквенсами эталонных штаммов базы CBS показали, что выделенные изоляты принадлежат к виду *Colletotrichum*

orange mucous exudate. In dishes with a wet chamber, mycelium was formed only on the 10th-14th day.

It should be noted that isolates of *Colletotrichum acutatum* complex differed in cultural characteristics on the PDA medium depending on the origin of the samples. Thus, isolates of the *Colletotrichum acutatum* complex were isolated from the planting material originating from Italy, which were characterized by a velvety and downy structure, a flat zonal surface, dark-grey colour with a light-grey flat edge; the reverse side was dark-grey with a characteristic orange exudate in the middle of the colony (Fig. 6 в). The Dutch isolates were characterized by a velvety and downy structure, a zonal surface with a weakly waved edge; the colony was white-grey with a light white weakly waved edge in the initial growth period; on the 14th day the colony turned grey, and the orange exudate was well visible from the reverse side (Fig. 6 б). The Serbian and Polish isolates were white grey with a light edge with drops of bright orange exudate; the reverse side was beige with a dark-pink middle, and the orange exudate in the middle of the colony (Fig. 6 а).

The phytopathogenic fungi of the *Colletotrichum acutatum* complex were also isolated from the samples of asymptomatic plants, which proves that it is necessary to analyse asymptomatic samples for latent infection [2].

After analysing morphological characteristics, it was established that the isolated isolates belong to the

nymphaeae (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucore/JQ948246.1>) [10].

Необходимо отметить, что в настоящий момент в карантинном перечне ограниченно распространенных объектов на территории РФ находится весь комплекс видов *Colletotrichum acutatum*.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные результаты говорят о том, что при применении современных методов диагностики возможно быстрое и точное определение фитопатогена, что соответствует фитосанитарным требованиям при досмотре подкарантинной продукции. Для возможности осуществления новых методов и их подтверждения также необходимо использование классических методов.

При диагностике возбудителя важным остается исследование латентной инфекции, то есть отбор бессимптомных растений. Отсутствие явных признаков поражения может быть связано с рядом причин. Во-первых, зачастую производители применяют большое количество пестицидов, которые действительно подавляют развитие гриба. В дальнейшем такие образцы требуют большего времени для проявления характерного спороношения и выявления гриба. Во-вторых, факультативные паразиты проявляют себя при ослаблении растений-хозяев, в то время как в здоровых растениях симптомов поражения не наблюдается.

Интересно отметить, что культурально-морфологические свойства выделенных изолятов не находят отражения в анализе нуклеотидных последовательностей по ITS-региону. Необходимо более детальное изучение нуклеотидных последовательностей изолятов по другим генам.

ВЫВОДЫ

1. Совмещение классических и молекулярно-генетических методов позволяет достоверно идентифицировать возбудителя антракноза земляники и повышает специфичность микологических исследований.
2. Исследуемые изоляты комплекса *Colletotrichum acutatum* отличаются по культуральным признакам (фенотипу) в зависимости от происхождения исследуемых образцов.
3. На данный момент основным видом рода *Colletotrichum* исследуемой подкарантинной продукции земляники является вид *Colletotrichum nymphaeae*.
4. Выделенные в ходе работы изоляты *Colletotrichum nymphaeae* отличимы от видов комплекса *Colletotrichum gloeosporioides* как по культуральным признакам, так и по современному молекулярно-генетическому ПЦР-методу, основанному на применении комплексоспецифичных праймеров CaInt2/ITS4.
5. Для ускорения микологической диагностики возбудителя антракноза земляники для бессимптомного подкарантинного материала следует использовать закладку на питательные среды с применением антибиотиков (стрептомицина или др. аналогов).
6. При обследовании подкарантинной продукции необходимо проводить отбор как растений с типичными признаками поражения, так и бессимптомных растений для выявления латентной инфекции.

Colletotrichum acutatum complex, which was confirmed by using PCR and complex specific primers (Fig. 7).

The confirmed fungal mycelium was subcultured in tubes with PDA for storage as confirmation material (Fig. 8).

Further analysis of the nucleotide sequences in the ITS region and comparison with sequences of reference strains from the CBS base showed that the isolates belong to the species *Colletotrichum nymphaeae* [10].

It should be noted that the entire *Colletotrichum acutatum* species complex is currently included in the quarantine list of objects with limited spread on the territory of Russia.

DISCUSSION

The results obtained show that it is possible to quickly and accurately identify the phytopathogen by using modern diagnostic methods which meet the phytosanitary requirements for the inspection of regulated products. The use of conventional methods is also necessary to make it possible to use new methods and confirm them.

It is important to study the latent infection, that is, the selection of asymptomatic plants, in the diagnosis of the pathogen. The absence of obvious signs of lesions may be due to several reasons. Firstly, producers often use lots of pesticides that do inhibit fungal development. Later on, such samples require more time to show distinctive sporulation and identify the fungus. Secondly, the facultative parasites reveal themselves when the host plants are weakened, while healthy plants show no symptoms of damage.

Notably, the cultural and morphological properties of the isolates are not reflected in the analysis of nucleotide sequences in the ITS region. It is necessary to study nucleotide sequences of isolates in other genes in greater detail.

CONCLUSIONS

1. The combination of conventional and molecular genetic methods allows to reliably identify the pathogen of strawberry anthracnose and increases the specificity of mycological research.
2. The studied isolates of the *Colletotrichum acutatum* complex differ in cultural characteristics (phenotype) depending on the origin of the tested samples.
3. At the moment, *Colletotrichum nymphaeae* is the main species of the *Colletotrichum* genus on the regulated strawberry products.
4. The isolates of *Colletotrichum nymphaeae* isolated in the course of the work differ from the species of the *Colletotrichum gloeosporioides* complex both by their cultural characteristics and by the modern molecular genetic PCR method based on the application of CaInt2/ITS4 complex specific primers.
5. Setting up on the nutrient media using antibiotics (streptomycin or other analogues) should be used to accelerate the mycological diagnosis of the strawberry anthracnose pathogen for asymptomatic regulated articles.
6. When studying regulated products, both plants with typical signs of lesions and asymptomatic plants should be selected to detect latent infection.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко Г.Н., Белкин Д.Л. и др. Методические рекомендации по проведению секвенирования при диагностике карантинных объектов и других организмов. – М.: ФГБУ «ВНИИКР», 2018. – 37 с.
2. Котова В.В., Кунгурцева О.В. Антракноз сельскохозяйственных растений. – СПб.: ВИЗР, 2014. – 132 с. (Приложение к журналу «Вестник защиты растений», № 11).
3. Петина В.В., Скрипка О.В. и др. Методические рекомендации по выявлению и идентификации возбудителя антракноза земляники *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. – М.: ФГБУ «ВНИИКР», 2013. – 22 с.
4. Damm U., Baroncelli R., Cai L. et al. *Colletotrichum*: species, ecology and interactions // IMA Fungus, 2010. – Vol. 1. – P. 161-165.
5. Damm U., Cannon P.F., Woudenberg J.H.C., Crous P.W. The *Colletotrichum acutatum* species complex // Studies in Mycology, 2012. – P. 37-113. DOI: 10.3114/sim0010.
6. Peres N.A., Timmer L.W., Adaskaveg J.E., Correll J.C. Life styles of *Colletotrichum acutatum* // Plant Disease, 2005. – Vol. 89, No. 8. P. 784-796. DOI: 10.1094/PD-89-0784.
7. Sreenivasaprasad S., Sharada K., Brown A.E., Mills P.R. PCR-based detection of *Colletotrichum acutatum* on strawberry // Plant Pathology, 1996. – 45. P. 650-655.
8. Weir B.S., Johnston P.R. Damm U. The *Colletotrichum gloeosporioides* species complex // Studies in Mycology, 2012. – Vol. 73. – P. 115-180. DOI: 10.3114/sim0011.
9. White T.J, Bruns T., Lee S., Taylor J. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics / Innis M.A., Gelfand D.H., Sninsky J.J., White T.J., eds. // PCR Protocols: A Guide to Methods and Amplifications. San Diego, CA, USA: Academic Press, 1990. – P. 315-322.
10. The National Center for Biotechnology. *Colletotrichum nymphaeae* culture-collection CBS: 125959. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/JQ948246.1>.

REFERENCES

1. Bondarenko G.N., Belkin D.L. et al. Methodological recommendations for sequencing in the diagnosis of quarantine objects and other organisms [Metodicheskie rekomendacii po provedeniyu sekvenirovaniya pri diagnostike karantinnyh ob"ektov i drugih organizmov]. M.: FGBU “VNIKR”, 2018: 37 pp. (in Russian).
2. Kotova V.V., Kungurtseva O.V. Anthracnose of agricultural plants [Antraknoz sel'skohozyajstvennyh rastenij]. *Prilozhenie k zhurnalu Vestnik zashchity rastenij*. SPb.: VIZR, 2014; 11: 132 pp. (in Russian).
3. Petina V.V., Skripka O.V. et al. Methodological recommendations for the detection and identification of strawberry anthracnose pathogen *Colletotrichum acutatum* [Metodicheskie rekomendacii po vyvavleniyu i identifikacii vozbuditelya antraknoza zemlyaniki *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds]. M.: FGBU “VNIKR”, 2013 (in Russian).
4. Damm U., Baroncelli R., Cai L. et al. *Colletotrichum*: species, ecology and interactions. *IMA Fungus*. 2010; 1: 161-165.
5. Damm U., Cannon P.F., Woudenberg J.H.C., Crous P.W. The *Colletotrichum acutatum* species complex. *Studies in Mycology*. 2012; 73: 37-113. DOI: 10.3114/sim0010.
6. Peres N.A., Timmer L.W., Adaskaveg J.E., Correll J.C. Life styles of *Colletotrichum acutatum*. *Plant Disease*. 2005; 89 (8): 784-796. DOI: 10.1094/PD-89-0784.
7. Sreenivasaprasad S., Sharada K., Brown A.E., Mills P.R. PCR-based detection of *Colletotrichum acutatum* on strawberry. *Plant Pathology*. 1996; 45: 650-655.
8. Weir B.S., Johnston P.R., Damm U. The *Colletotrichum gloeosporioides* species complex. *Studies in Mycology*. 2012; 73: 115-180. DOI: 10.3114/sim0011.
9. White T.J., Bruns T., Lee S., Taylor J. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics, eds. Innis M.A., Gelfand D.H., Sninsky J.J., White T.J., eds. PCR Protocols: A Guide to Methods and Amplifications. San Diego, CA, USA: Academic Press, 1990: 315-322.
10. The National Center for Biotechnology. *Colletotrichum nymphaeae* culture-collection CBS: 125959. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/JQ948246.1>.

УДК 632.654

Некоторые замечания о биологии и проблемах диагностики красного томатного паутинного клеща *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard, 1960 (Acari: Prostigmata: Tetranychidae)

И.О. КАМАЕВ, к.б.н., старший научный сотрудник научно-методического отдела энтомологии ФГБУ «ВНИИКР»

Аннотация. Приводятся актуальные сведения о распространении, новая информация о растениях-хозяевах и вопросах диагностики красного томатного паутинного клеща (*Tetranychus evansi*) – карантинного объекта Единого перечня ЕАЭС. В статье даны оригинальные иллюстрации симптомов повреждения растений-хозяев и диагностических признаков вредителя.
Ключевые слова. Карантин растений, акарология, паутинные клещи, красный томатный паутинный клещ, диагностика.



красный томатный паутинный клещ *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard, 1960 (рис. 1), относящийся к отсутствующим карантинным объектам Единого перечня стран – участниц ЕАЭС, – один из агрессивных активно распространяющихся вредителей пасленовых культур, прежде всего томата. Значение этого вредителя для сельского хозяйства определяет интерес к данному виду со стороны широкого круга специалистов, включая акарологов, специалистов по защите растений и возделыванию культуры томата и фитосанитарии. На прошедшем XV Международном акарологическом конгрессе и совещании «Интегрированный контроль растительноядных клещей» Западнопалеарктической региональной секции Международной организации по биологической

UDC 632.654

Some comments on the biology and diagnostic problems of red spider mite *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard, 1960 (Acari: Prostigmata: Tetranychidae)

I.O. KAMAYEV, PhD in Biology, Senior Researcher of the Entomological Research and Methodology Department of FGBU “VNIKR”

Abstract. The article provides current information on distribution, new data on host plants and diagnostic issues of the red spider mite (*Tetranychus evansi*) – a quarantine object of the Unified List of the EAEU. Original illustrations of host plant damage symptoms and diagnostic characters of the pest are given in the article.
Keywords. Plant quarantine, acarology, spider mites, red spider mites, diagnosis.

Red spider mite *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard, 1960 (Fig. 1), which belongs to the quarantine objects that are not included in the Unified List of the EAEU member states, is one of the aggressive pests of solanaceous crops, primarily tomato, which spread actively. The importance of this pest for agriculture determines the interest of a wide range of specialists, including acarologists, plant protection experts, tomato cultivators and phytosanitary specialists. This species was repeatedly discussed in the reports of acarologist at the XV International Congress of Acarology and at the meeting



Рис. 1. Красный томатный паутинный клещ *Tetranychus evansi*, самец. Фото микропрепарата при темнопольном микрокопировании с помощью ZEISS Axio Imager 2 и ПО Zen 2.3 (фото И.О. Камаева)

Fig. 1. Red spider mite *Tetranychus evansi*, male. Photo of the microslide during darkfield microscopy using ZEISS Axio Imager 2 and Zen 2.3 software (photo by I.O. Kamayev)

борьбе с вредными животными и растениями (Конгресс МОББ по клещам – 2019) этот вид неоднократно обсуждался в докладах специалистов-акарологов.

Ранее нами были опубликованы сведения о диагностике, растениях – хозяевах данного вредителя и характеристиках его фитосанитарного риска [2, 3]. С учетом новых данных о биологии вредителя в рамках данной публикации приводятся некоторые замечания относительно вопросов диагностики красного томатного клеща, имеющих практическое значение для специалистов в области карантина растений.



Рис. 2. Паслен каролинский *Solanum carolinense*, сорное растение на клумбе – резерват для паутинных клещей. Япония, Осака (фото И.О. Камаева)

Fig. 2. Bull nettle *Solanum carolinense*, a weed plant in a flowerbed, a reserve for spider mites. Japan, Osaka (photo by I.O. Kamayev)

“Integrated Control of Plant-Feeding Mites” of the West Palaearctic Regional Section of the International Organization for Biological and Integrated Control (IOBC Congress on Mites in 2019).

Earlier we published data on diagnostics, host plants of this pest and characteristics of its pest risk [2, 3]. Taking into account the new data on the pest biology, this publication provides some comments on the diagnostic issues of the red spider mite, which are of practical importance for specialists of plant quarantine.

It is suggested that the red spider mite originates from South America and is now reliably recorded in 44 countries of North and South America, Africa, Europe, Asia, Australia [11, 13]. Recent studies based on molecular genetic approaches show that this species has independently reached the European continent several times [12, 13]. Its active invasion is particularly noticeable in the countries of the Mediterranean Basin. For example, *T. evansi* was first recorder in Serbia in 2013 on tomato plants, but by 2019 it has already spread widely throughout the country, including the northern areas, and formed sustainable populations [9, 10]. These records to be the northernmost records of the species in Eurasia known to date.

In Serbia, the red spider mite is found both in the protected ground and on wild plant species – black nightshade (*Solanum nigrum*) and field bindweed (*Convolvulus arvensis*). In addition, this species was first noted by the researchers on *Cucurbita pepo* pumpkin plants [10]. It is important to take this information into account in phytosanitary practice, in particular, the ability of vegetable crops, as well as weeds (Fig. 2), and not only members of the solanaceous family to serve as reserves for the pest.



Рис. 3. Паслен черный *Solanum nigrum*. Характер окраски листьев растения зависит от обилия особей красного томатного паутинного клеща *Tetranychus evansi*. Япония, Осака (фото И.О. Камаева)

Fig. 3. Black nightshade *Solanum nigrum*. The nature of the plant's leaf color depends on the abundance of red spider mite individuals *Tetranychus evansi*. Japan, Osaka (photo by I.O. Kamayev)



Рис. 4. Паслен черный *Solanum nigrum* с высоким обилием красного томатного паутинного клеща. Япония, Осака (фото И.В. Веремеенко)

Fig. 4. Black nightshade *Solanum nigrum* with high abundance of red spider mite. Japan, Osaka (photo by I.V. Veremeenko)

Считается, что красный томатный паутинный клещ происходит из Южной Америки и к настоящему времени достоверно отмечен в 44 странах Северной и Южной Америк, Африки, Европы, Азии, Австралии [11, 13]. Исследования последних лет на основе молекулярно-генетических подходов показывают, что этот вид несколько раз независимо попадал на европейский континент [12, 13]. Его активная инвазия особенно заметна в странах средиземноморского бассейна. В частности, *T. evansi* в Сербии был впервые зарегистрирован в 2013 году на растениях томата, но уже к 2019 году широко распространился по всей стране, включая северные районы, и сформировал устойчивые популяции [9, 10]. По-видимому, это самые северные находки вида в Евразии, известные к настоящему времени.

В Сербии красный томатный паутинный клещ отмечен как в условиях защищенного грунта, так и на дикорастущих видах растений: паслене черном (*Solanum nigrum*) и вьюнке полевом (*Convolvulus arvensis*). Кроме того, этот вид впервые был отмечен исследователями на растениях тыквы *Cucurbita pepo* [10]. Эти сведения важно учитывать в фитосанитарной практике, в частности то, что овощные культуры, а также сорные растения (рис. 2), и не только представители семейства пасленовых могут служить резерватами для вредителя.

В целом вид является крайне широким полифагом, согласно сведениям базы данных по паутинным клещам мира *T. evansi* был отмечен по меньшей мере на 138 видах растений [11].

В Сербии в условиях защищенного грунта *T. evansi* встречается вместе с другими характерными вредителями из семейства паутинных клещей *Tetranychus urticae* Koch, 1836 и *T. turkestanii* (Ugarov & Nikolskii, 1937), относящимися к группе видов *T. urticae*.

В связи с возможностью наличия смешанных популяций двух и более видов необходимо отметить проблему дифференциации красного томатного



Рис. 5. Лист розы *Rosa* sp., пораженный обыкновенным паутинным клещом *T. urticae* (фото И.О. Камаева)

Fig. 5. Rose leaf *Rosa* sp., damaged by common red spider mite *T. urticae* (photo by I.O. Kamayev)

In general, the species is an extremely wide polyphage; according to the database on spider mites of the world, *T. evansi* has been recorded on at least 138 plant species [11].

In Serbia, *T. evansi* is found in the protected ground along with other typical the spider mites – *Tetranychus urticae* Koch, 1836 and *T. turkestanii* (Ugarov & Nikolskii, 1937), belonging to the group of *T. urticae* species.

Due to the fact that mixed populations of two or more species may exist it is necessary to note the problem of differentiation of red spider mite (*T. evansi*) and common red (two-spotted) spider mite (*T. urticae*). In particular, the symptoms of plant damage by mites of both species are not specific. In both cases it is a change of chlorenchyma (Fig. 3-4 for *T. evansi* and Fig. 5 for *T. urticae*); both parts of the plant and the plant as a whole die back in case of mass reproduction of the pest (often coupled with lack of water nutrition), and the abundance of spider webs and mite individuals becomes noticeable. *T. evansi* forms characteristic clusters of red-orange colour, often on tops of plant parts (Fig. 6). At the same time, it should be taken into account that the colour of common red (two-spotted) spider mite (*T. urticae*) extremely varies from yellow-green to carmine-red (Fig. 7), including orange, due to which individuals of this species are similar to the ones of red spider mite. A more detailed description of morphological variability of *T. urticae*, including colouration of individuals and factors influencing it, is provided in the fundamental article devoted to the problem of synonymization of *T. cinnabarinus* and *T. urticae* [6]. The particular paper also provides information on the differences in colouration of *T. evansi* and *T. urticae* [16].

In this regard, it is necessary to identify this species by morphological or molecular genetic methods.



Рис. 6. Скопление особей *T. evansi* на паслене черном *Solanum nigrum*. Япония, Осака (фото И.О. Камаева)

(*T. evansi*) и обыкновенного (*T. urticae*) паутинных клещей. В частности, симптомы повреждения растений клещами обоих видов не являются специфическими. В обоих случаях это изменение окраски хлорофиллоносной ткани (рис. 3-4 для *T. evansi* и рис. 5 для *T. urticae*), при массовом размножении вредителя (часто вкупе с недостатком водного питания) наблюдается усыхание как отдельных частей растения, так и всего растения в целом, становятся заметными обилие паутины и особи клещей. *T. evansi* образует характерные скопления красно-оранжевого цвета, часто на вершинах частей растений (рис. 6). При этом следует учитывать, что окраска обыкновенного паутинного клеща (*T. urticae*) варьирует чрезвычайно широко: от желто-зеленой до карминно-красной (рис. 7), в том числе может быть и оранжевого цвета, благодаря чему особи данного вида сходны с особями красного томатного паутинного клеща. Более подробно характеристика морфологической изменчивости этого вида, включая окраску особей и оказывающие на нее влияние факторы, рассмотрена в фундаментальной статье, посвященной проблеме синонимизации *T. cinnabarinus* и *T. urticae* [6]. Также сведения по различиям в окраске *T. evansi* и *T. urticae* приводятся в работе [16].

В связи с этим необходимо проведение идентификации морфологическими или молекулярно-генетическими методами. В первом случае требуется изготавливать микропрепараты паутинных клещей на основе гуммиарабиковой смеси (жидкость Хойера).



Рис. 7. Скопление особей *T. urticae* на цветке розы *Rosa* sp. Япония, Осака (фото И.О. Камаева)

In the first case, it is necessary to mount spider mite slides based on a gum arabic (Hoyer's medium). According to our experience for laboratory practice it is recommended to use a modified method of mounting spider mite slides, which consists in increasing the slide heating temperature on a hot bench up to 70-85 °C [1]; following the generally accepted methods, in contrast, the slide is kept at 40-60 °C (recommended, for example, in [4, 14, 15]). The modified method of spider mite slide preparation allows to enlightening the objects in 3 hours, depending on the type of fixation of the material (fresh or alcoholic). This

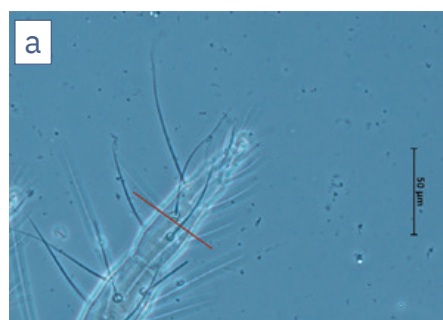


Рис. 8. Фото лапки первой пары ног *T. urticae*. Красная линия проведена относительно проксимальной хетопакры (сдвоенные щетинки, заметные по характерным щиткам): а – дорсально, б – вентрально. Фото микропрепарата при фазово-контрастном микрофотографировании с помощью ZEISS Axio Imager 2 и ПО Zen 2.3 (фото И.О. Камаева)

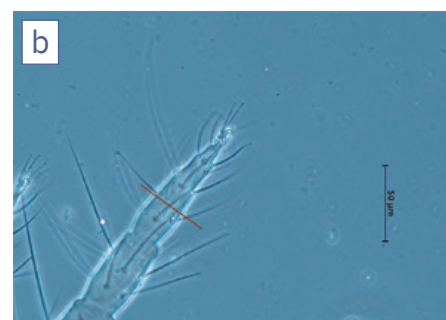


Fig. 8. Photo of the *T. urticae* tarsi I. The red line is drawn relative to proximal pair of chaetae (twin setae, visible from the characteristic disks): a – dorsally, b – ventrally. Photo of the slide during phase-contrast microscopy using ZEISS Axio Imager 2 and Zen 2.3 software (photo by I.O. Kamayev)

практики рекомендуется использование модифицированной методики изготовления микропрепарата паутинных клещей, заключающейся в увеличении температуры нагрева микропрепарата на термостатике до 70-85 °C [1], в отличие от общепринятых методик, когда микропрепараты выдерживают при температуре 40-60 °C (рекомендованных, например, [4, 14, 15]). Модифицированный метод изготовления микропрепаратов паутинных клещей позволяет в зависимости от типа фиксации материала (свежий или спиртовой) достичь просветления объектов уже через 3 часа, тем самым существенно ускоряя процесс рутинной лабораторной диагностики.

Дифференциация *T. evansi* от видов группы *T. urticae* основана на морфологических признаках самцов и самок [3, 14, 15, 16]. В первую очередь определяют принадлежность исследуемых особей к группе *desertorum* или *urticae*. Для видов группы *urticae*, к которым относятся *T. urticae* и *T. turkestan*, характерно, что у самок на лапке I несколько проксимальных тактильных щетинок расположены ближе к основанию лапки, чем проксимальная хетопакры (рис. 8). У самок группы *desertorum*, к которой относится *T. evansi*, на лапке I все 4 проксимальные тактильные щетинки находятся примерно на одной линии с проксимальной хетопарой, т.е. эти щетинки не расположены ближе к основанию лапки, чем проксимальная хетопакры (рис. 9). Однако следует отметить, что для японской популяции красного томатного паутинного клеща *T. evansi* характерно некоторое отклонение от приведенного выше правила, ямки некоторых щетинок могут быть расположены несколько проксимальнее линии относительно проксимальной хетопакры (рис. 10). Ранее представители этой географической популяции были описаны в качестве самостоятельного вида *T. takafuji* [7], впоследствии синонимизированного с *T. evansi* на основе морфологических и молекулярно-генетических данных [8]. Самцы видов *T. evansi*¹ и большинство видов группы *T. urticae* хорошо дифференцируются друг от друга по строению копулятивного органа (рис. 11). Красный томатный паутинный клещ отличается по диагностическим признакам от подавляющего большинства видов рода *Tetranychus*, встречающихся на территории бывшего СССР [5]. Таким образом, своевременное предотвращение инвазии красного паутинного клеща может быть осуществлено при оперативном принятии фитосанитарных мер, включая оперативную идентификацию этого опасного вредителя.

В заключение следует отметить, что полученные новые данные о красном томатном паутинном клеще представляются важными. В частности, по экоклиматическим характеристикам территория Сербии близка к территории Южного федерального округа Российской Федерации, где сосредоточено основное промышленное производство томатов. Здесь будет уместным напомнить, что Российская Федерация в разные годы входила в 10-15 стран – лидеров по производству плодов томата [17], но при этом на экспорт направляется до 2% растительной продукции от объемов производства (на основе анализа данных Росстата и ФТС). В то же время существуют

significantly accelerates the process of routine laboratory diagnostics.

The differentiation of *T. evansi* from *T. urticae* species is based on morphological characteristics of males and females [3, 14, 15, 16]. First of all, it is determined if the species of the investigated individuals belongs to the *desertorum* or *urticae* group. The females of *urticae* group, which include *T. urticae* and *T. turkestan*, are characterized by several proximal tactile setae on tarsus I that are located closer to the base of the tarsus than proximal duplex of setae (Fig. 8). The females of the *desertorum* group, to which *T. evansi* belongs, all 4 proximal tactile setae on tarsus I are approximately in line with the proximal duplex of setae, i.e. these setae are not closer to the base of the tarsus than the proximal duplex of setae (Fig. 9). However, it should be noted that the Japanese population of red spider mite *T. evansi* is characterized by some deviation from the above rule – the cavities of some setae may be located somewhat proximal to the line relative to the proximal duplex of setae (Fig. 10). Previously, representatives of this geographic population were described as an independent species *T. takafuji* [7], later synonymized with *T. evansi* based on morphological and molecular



Рис. 9. Фото лапки первой пары ног *T. evansi*. Красная линия проведена относительно проксимальной хетопакры (сдвоенные щетинки, заметные по характерным щиткам): все тактильные щетинки расположены в одну линию – характерный признак группы видов *desertorum*. Микропрепараты и определение выполнено Дж. Остоя-Старжевски (Dr. J. Ostoj-Starzewski, FERA) на основе собранного материала на *Solanum melongena* из Кении в аэропорту Великобритании в 2005 году. Фото микропрепарата при фазово-контрастном микрофотографировании с помощью ZEISS Axio Imager 2 и ПО Zen 2.3 (фото И.О. Камаева)

Fig. 9. Photo of the *T. evansi* tarsi I. The red line is drawn relative to proximal pair of chaetae (twin setae, visible from the characteristic disks): all tactile setae are in a single line, which is characteristic of the *desertorum* species group. Slides and definition were prepared by Dr. J. Ostoj-Starzewski (FERA) based on the collected material on *Solanum melongena* from Kenya at the UK airport in 2005. Photo of the slide during phase-contrast microscopy using ZEISS Axio Imager 2 and Zen 2.3 software (photo by I.O. Kamayev)

¹ Следует отметить, что проблема дифференциации двух сходных видов *T. evansi* и *T. marianae* McGregor, 1950 (особенно это касается формы копулятивного органа самцов, см. Seeman & Beard, 2005, 2011; PM 7/116 (1)) в данной работе не рассматривается.

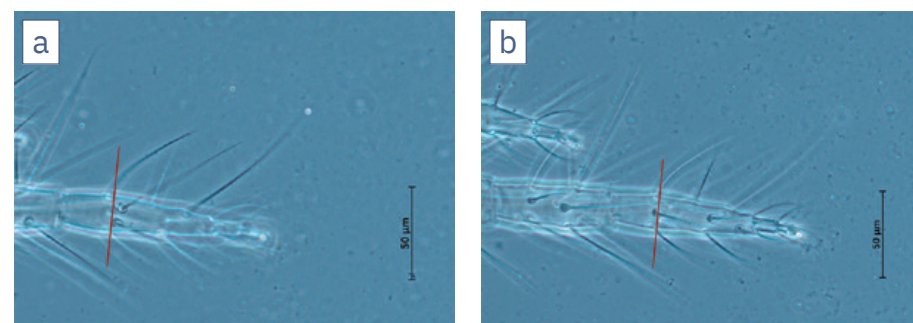


Рис. 10. Фото лапки первой пары ног *T. evansi*. Красная линия проведена относительно проксимальной хетопары (сдвоенные щетинки, заметные по характерным щиткам): а – дорсально, б – вентрально. Фото микропрепарата при фазово-контрастном микрофотографировании с помощью ZEISS Axio Imager 2 и ПО Zen 2.3 (фото И.О. Камаева)



Fig. 10. Photo of the *T. evansi* tarsi I (individual from Japan, Osaka). The red line is drawn relative to proximal pair of chaetae (twin setae, visible from the characteristic disks): a – dorsally, b – ventrally. Photo of the slide during phase-contrast microscopy using ZEISS Axio Imager 2 and Zen 2.3 software (photo by I.O. Kamayev)

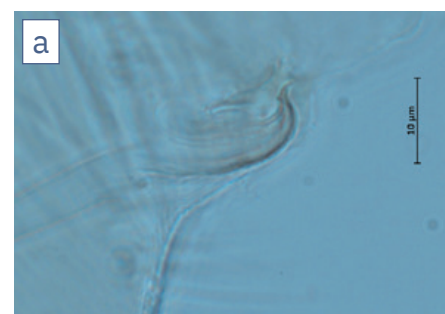


Рис. 11. Формы копулятивных органов самцов *T. evansi* (а) и *T. urticae* (б). Фото микропрепаратов при фазово-контрастном микрофотографировании с помощью ZEISS Axio Imager 2 и ПО Zen 2.3 (фото И.О. Камаева)

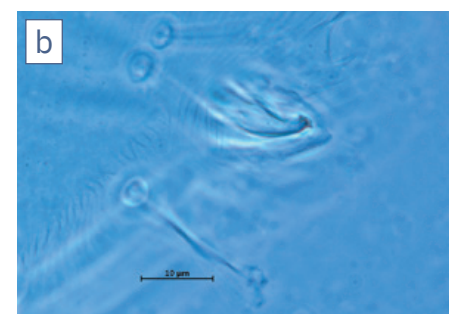


Fig. 11. Forms of copulatory organs of *T. evansi* (a) and *T. urticae* (b) males. Photo of slides during phase-contrast microscopy using ZEISS Axio Imager 2 and Zen 2.3 software (photo by I.O. Kamayev)

сложности в идентификации красного томатного паутинного клеща, требующие соответствующей подготовки специалистов и наличия микроскопической техники (фазово-контрастная микроскопия в проходящем свете). Все это определяет важность предотвращения проникновения красного томатного паутинного клеща на территорию Российской Федерации и стран – участниц ЕАЭС. Как отметила в своем пленарном докладе Мария Навайас на XV Международном акарологическом конгрессе, предотвращение инвазий растительноядных клещей потребует меньших затрат, чем последующая борьба с ними [12]. И в этом отношении наиболее эффективным является карантинный фитосанитарный контроль растений, в том числе применение такой фитосанитарной меры в отношении красного томатного паутинного клеща, как поставки растительной продукции (плоды томата, баклажана и перца и посадочных растений семейства пасленовые) из мест и участков производства, свободных от данного организма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Камаев И.О. Подходы к диагностике паутинных клещей (Acari: Tetranychidae) в фитосанитарной практике // Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике. Материалы Второй всероссийской конференции с международным

time, there are difficulties in identifying the red spider mite, that require appropriate training and use of microscopic techniques (phase-contrast microscopy). All this makes it important to prevent red spider mite from entering the territory of the Russian Federation and the EAEU member countries. As Maria Navajas noted in her plenary report at the XV International Congress of Acarology, prevention of invasions of plant-feeding mites will require less cost than their subsequent control [12]. In this respect, phytosanitary control is most effective, including the application of such a phytosanitary measure to red spider mite as the supply of plant products (tomato, eggplant and pepper fruits and plants for planting of the solanaceous family) from places and sites of production free from the pest.

REFERENCES

1. Kamayev I.O. Approaches to the diagnosis of spider mites (Acari: Tetranychidae) in phytosanitary practice. Monitoring and biological control methods of woody

¹ It should be noted that the problem of differentiation of two similar species of *T. evansi* and *T. marianae* McGregor, 1950 (especially the shape of the male copulatory organ, see Seeman & Beard, 2005, 2011; PM 7/116 (1)) is not considered in this paper.

genetic data [8]. The males of *T. evansi*¹ and most species of the *T. urticae* group are well differentiated from each other by the structure of the copulatory organ (Fig. 11). Red spider mite differs in diagnostic characteristics from the overwhelming majority of *Tetranychus* species occurring on the former USSR territory [5]. Thus, red spider mite infestation can be timely prevented by taking prompt phytosanitary measures, including rapid identification of this dangerous pest.

In conclusion, it should be pointed out that the new data obtained on the red spider mite seem important. In particular, following ecoclimatic characteristics, the territory of Serbia is close to the territory of the Southern Federal District of the Russian Federation, where the main industrial tomato production areas are concentrated. It would be appropriate to remind here that the Russian Federation was among 10-15 countries, leading in tomato fruit production in different years [17], but at the same time, up to 2% of plant production is exported (based on analysis of data from the Russian Federal State Statistics Service and the Federal Customs Service of Russia). At the same

участием. Москва, 22-26 апреля 2019 г. Москва – Красноярск: ИЛ СО РАН, 2019. – С. 82.

2. Камаев И.О., Миронова М.К. Фитосанитарный риск растительноядных клещей (Arachnida: Acariformes) // Карантин растений. Наука и практика. – 2018. – № 3 (45). – С. 13-20.

3. Камаев И.О., Миронова М.К. Характеристика трофического спектра и диагностических признаков красного томатного паутинного клеща *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard, 1960 (Acariformes: Tetranychidae) // Карантин растений. Наука и практика. – 2016. – № 16 (2). – С. 12-19.

4. Лившиц И.З., Митрофанов В.И. Растениеобитающие клещи // Тр. Гос. Никитского бот. сада. – 1975. – С. 1-180.

5. Митрофанов В.И., Стрункова З.И., Лившиц И.З. Определитель тетраниховых клещей фауны СССР и сопредельных стран. – Душанбе: Дониш, 1987. – 224 с.

6. Auger P., Migeon A., Ueckermann E.A., Tiedt L., Navajas M. Evidence for synonymy between *Tetranychus urticae* and *Tetranychus cinnabarinus* (Acari, Prostigmata, Tetranychidae): review and new data // Acarologia. – 2013. – Vol. 53, No. 4. – P. 383-415.

7. Ehara S., Ohashi K. A new species of from *Tetranychus* (Acari: Tetranychidae) the Kinki District, Japan // Acta Arachnologica. – 2002. – Vol. 51, No. 1. – P. 19-22.

8. Gotoh T., Araki R., Boubou A., Migeon A., Ferragut F., Navajas M. Evidence of co-specificity between *Tetranychus evansi* and *Tetranychus takafujii* (Acari: Prostigmata, Tetranychidae): comments on taxonomic and agricultural aspects // International Journal of Acarology. – 2009. – Vol. 35. – P. 485-501.

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

10. Marić I., Medo I., Marčić D., Petanović R. The occurrence of tomato red spider mite (*Tetranychus evansi*) in Serbia // 7th IOBC Working Group Meeting “Integrated Control of Plant-Feeding Mites”, 16-19 September 2019, Vienna, Austria. – P. 15.

11. Migeon A., Dorkeld F. Spider Mites Web: a comprehensive database for the Tetranychidae. – 2020. – URL: <http://www.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb>.

12. Navajas M. Mites in a changing world // XV International Congress of Acarology. 2-8 September 2018, Antalya, Turkey. – 3 pp.

13. Navajas M., de Moraes G.J., Auger P., Migeon A. Review of the invasion of *Tetranychus evansi*: biology, colonization pathways, potential expansion and prospects for biological control // Experimental and Applied Acarology. – 2012. – № 59 (1-2). – P. 43-65.

14. PM 7/116 (1) *Tetranychus evansi*. – URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/enhanced/doi/10.1111/epp.12060>.

15. Seeman O., Beard J. National diagnostic standards for *Tetranychus* spider mites // Plant Health Australia. – 2005. – 128 p.

16. Seeman O.D., Beard J.J. Identification of exotic pest and Australian native and naturalised species of *Tetranychus* (Acari: Tetranychidae) // Zootaxa. – 2011. – Vol. 2961. – P. 1-72.

17. Food and agriculture data. – URL: <http://www.fao.org/faostat/ru>.

plant pests and pathogens: from theory to practice. Proceedings of Second International conference. Moscow, April 22-26, 2019. Moscow – Krasnoyarsk: SIF SB RAS; 2019: 82 (in Russian).

2. Kamayev I.O., Mironova M.K. Phytosanitary risk of herbivorous mites (Arachnida: Acariformes). *Plant Health. Research and Practice*, 2018; 3 (45): 13-20.

3. Kamayev I.O., Mironova M.K. Trophic spectre and Diagnostic Characteristics of Red Tomato Mites *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard, 1960 (Acariformes: Tetranychidae). *Plant Health. Research and Practice*, 2016; 16 (2): 12-19.

4. Livshits I.Z., Mitrofanov V.I. Plant inhabiting mites [Rastenieobitayushchie kleshchi]. *Tr. Gos. Nikitskogo bot. sada*, 1975: 1-180 (in Russian).

5. Mitrofanov V.I., Strunkova Z.I., Livshits I.Z. Keys to mites of *Tetranychus* genus of fauna of the USSR and neighboring countries [Opredelitel' tetranihovykh kleshchej fauny SSSR i sopredel'nyh stran]. Dushanbe: Dornish; 1987 (in Russian).

6. Auger P., Migeon A., Ueckermann E.A., Tiedt L., Navajas M. Evidence for synonymy between *Tetranychus urticae* and *Tetranychus cinnabarinus* (Acari, Prostigmata, Tetranychidae): review and new data. *Acarologia*. 2013; 53 (4): 383-415.

7. Ehara S., Ohashi K. A new species of from *Tetranychus* (Acari: Tetranychidae) the Kinki District, Japan. *Acta Arachnologica*. 2002; 51 (1). 19-22.

8. Gotoh T., Araki R., Boubou A., Migeon A., Ferragut F., Navajas M. Evidence of co-specificity between *Tetranychus evansi* and *Tetranychus takafujii* (Acari: Prostigmata, Tetranychidae): comments on taxonomic and agricultural aspects. *International Journal of Acarology*. 2009; 35: 485-501.

9. Marić I., Marčić D., Petanović R., Auger P. Biodiversity of spider mites (Acari: Tetranychidae) in Serbia: a review, new records and key to all known species. *Acarologia*. 2018; 58 (1): 3-14.

10. Marić I., Medo I., Marčić D., Petanović R. The occurrence of tomato red spider mite (*Tetranychus evansi*) in Serbia. 7th IOBC Working Group Meeting “Integrated Control of Plant-Feeding Mites”, 16-19 September 2019, Vienna, Austria: 15.

11. Migeon A., Dorkeld F. Spider Mites Web: a comprehensive database for the Tetranychidae. 2020. URL: <http://www.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb>.

12. Navajas M. Mites in a changing world. XV International Congress of Acarology. 2-8 September 2018, Antalya, Turkey.

13. Navajas M., de Moraes G.J., Auger P., Migeon A. Review of the invasion of *Tetranychus evansi*: biology, colonization pathways, potential expansion and prospects for biological control. *Experimental and Applied Acarology*. 2012; 59 (1-2): 43-65.

14. PM 7/116 (1) *Tetranychus evansi*. URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/enhanced/doi/10.1111/epp.12060>.

15. Seeman O., Beard J. National diagnostic standards for *Tetranychus* spider mites. *Plant Health Australia*, 2005.

16. Seeman O.D., Beard J.J. Identification of exotic pest and Australian native and naturalised species of *Tetranychus* (Acari: Tetranychidae). *Zootaxa*. 2011; 2961: 1-72.

17. Food and agriculture data. URL: <http://www.fao.org/faostat/ru>.

О географических популяциях табачной белокрылки *Bemisia tabaci* Genn.

М.В. УШКОВА, младший научный сотрудник лаборатории энтомологии ИЛЦ ФГБУ «ВНИИР»

Е.В. КОЛЕСНИКОВА, заведующая лабораторией энтомологии ИЛЦ ФГБУ «ВНИИР»

Н.И. ЕРШОВА, ведущий агроном лаборатории энтомологии ИЛЦ ФГБУ «ВНИИР»

Аннотация. В работе представлен обзор литературных данных по географическим популяциям табачной белокрылки *Bemisia tabaci* Genn. по результатам молекулярной диагностики. Проведено исследование морфологической изменчивости биотипов табачной белокрылки. Настоящая работа может быть использована специалистами лабораторий, осуществляющих исследования в области карантина растений, в качестве справочной информации, а также может быть использована для мониторинга популяций табачной белокрылки.

Ключевые слова. Табачная белокрылка, морфологическая идентификация, географические популяции (биотипы), клада, среднеазиатская популяция.



ВВЕДЕНИЕ

Табачная белокрылка *Bemisia tabaci* входит в список 100 опасных инвазионных видов как вредитель сельскохозяйственных культур и переносчик вирусов в современных высокоинтенсивных агроценозах открытого и закрытого грунта [18].

Имаго и личинки данного вида питаются соком флоэмы и переносят многочисленные вирусы, а также являются единственным переносчиком бегумовирусов (семейство Geminiviridae). Вредитель является широким полифагом и быстро приобретает резистентность к новым пестицидам.

Табачной белокрылке свойственна сложная структура географических морфологически неразличимых, однако различающихся биологических параметров, таких как инвазивность (способность легко акклиматизироваться в новых местах обитания), плодовитость, способность к переносу вирусов.

On geographical populations of the silverleaf whitefly (*Bemisia tabaci* Genn.)

M.V. USHKOVA, Junior Researcher of the Entomology Laboratory of the LTC of FGBU "VNIIR"

E.V. KOLESNIKOVA, Head of the Entomology Laboratory of the LTC of FGBU "VNIIR"

N.I. ERSHOVA, Leading Agronomist of the Entomology Laboratory of the LTC of FGBU "VNIIR"

Abstract. The paper presents a review of literature data on geographical populations of silverleaf whitefly *Bemisia tabaci* Genn. based on the results of molecular diagnostics. The study of morphological variability of silverleaf whitefly biotypes was conducted. This work can be used by specialists of laboratories carrying out research in the field of plant quarantine, as reference information, and can also be used to monitor populations of silverleaf whitefly.

Keywords. Silverleaf whitefly, morphological identification, geographical populations (biotypes), clade, population of Central Asia.

INTRODUCTION

The silverleaf whitefly (*Bemisia tabaci*) is included in the list of 100 dangerous invasive species as a pest of agricultural crops and a vector of viruses in modern high-intensity agroecosis of open and glass-covered ground [18].

Imago and larvae of this species feed on the juice of the phloem and transmit numerous viruses, and are the only vector of begomoviruses (Geminiviridae family). The pest is highly polyphagous and quickly becomes resistant to new pesticides.

The silverleaf whitefly is characterized by a complex structure of morphologically indistinguishable geographical but biologically different parameters, such as invasiveness (ability to easily acclimatize to new habitats), fertility, ability to transmit viruses.

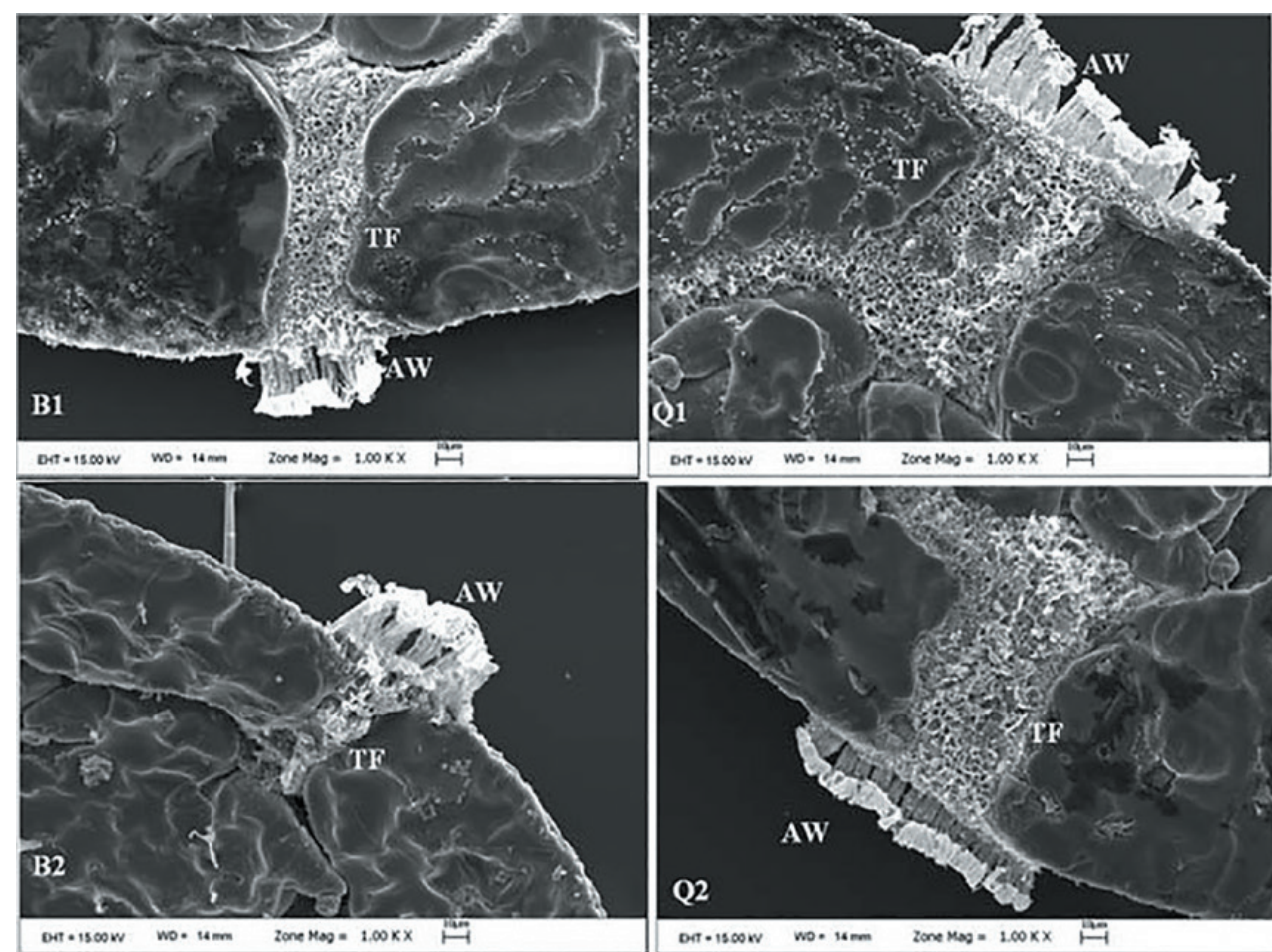


Рис. 1. Ширина восковых бахромок (AW) и ствола трахеи (TF) биотипов Q и B. Слева – передняя восковая бахромка и ствол передней трахеи биотипа B, справа – биотипа Q (фото: [14])

Fig. 1. Width of wax fringes (AW) and tracheal trunk (TF) of Q and B biotypes. On the left – anterior wax fringe and frontal trachea's trunk of B-biotype, on the right – anterior wax fringe and frontal trachea's trunk of Q-biotype (photo: [14])

В силу географической близости и перемещения через границу значительного потока людей и товарной продукции, которые способствуют распространению вредителя, особый интерес представляет исследование среднеазиатской популяции табачной белокрылки, как самой северной азиатской популяции в открытом грунте.

КРАТКИЙ ОЧЕРК СТРУКТУРЫ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ПОПУЛЯЦИЙ ТАБАЧНОЙ БЕЛОКРЫЛКИ *BEMISIA TABACI*

Морфология псевдопупария *Bemisia tabaci* чрезвычайно вариабельна и в наибольшей степени зависит от растения-хозяина, в частности, от опушенности его листьев. В результате вид, диагностика которого проводится по морфологическим признакам псевдопупария, был описан под многочисленными синонимами, пока не были установлены стабильные диагностические признаки, позволяющие проводить точную идентификацию *Bemisia tabaci* [20].

До 1985 года табачная белокрылка считалась второстепенным вредителем сельскохозяйственных культур, но в середине 1980-х гг. появились первые сообщения о новом инвазивном биотипе *Bemisia tabaci*, биотипе В (в настоящее время принято наименование Middle East-Asia Minor 1 species, или MEAM1). Инвазивный биотип В морфологически не отличался от местного североамериканского

Due to geographical proximity and the cross-border movement of a significant flow of people and commodities that contribute to the spread of the pest, the study of the Central Asian population of silverleaf whitefly, as the northernmost Asian population in the open ground, is of particular interest.

A BRIEF OUTLINE OF THE GEOGRAPHICAL POPULATION STRUCTURE OF SILVERLEAF WHITEFLY (*BEMISIA TABACI*)

The morphology of pseudopupa of *Bemisia tabaci* is extremely variable and is most dependent on the host plant, in particular on the pubescence of its leaves. As a result, the species which is diagnosed on the morphological character of pseudopupa, has been described under numerous synonyms until stable diagnostic features have been established that allow accurate identification of *Bemisia tabaci* [20].

Until 1985, the silverleaf whitefly was considered a secondary pest of crops, but in the mid-1980s, the first reports of a new invasive biotype of *Bemisia tabaci*, B-biotype (now Middle East-Asia Minor 1 species, or MEAM1), appeared. The invasive B-biotype did not

биотипа А, но был более широким полифагом, например, заселял пуансеттию, которая не привлекала местную популяцию (биотип А), имел вдвое более высокую плодовитость, вызывал эффект «серебристой окраски» листьев тыквенных и являлся переносчиком бегомовирусов на овощных и технических культурах [13]. Позднее в США был выявлен другой инвазивный биотип – биотип Q (Mediterranean, MED), который также не отличался морфологически от аборигенного североамериканского биотипа А, но обнаружил высокую устойчивость к широкому кругу пестицидов [15].

Для идентификации морфологически неразличимых биотипов наиболее надежным молекулярным маркером оказалась последовательность цитохромоксидазы mtCOI, которая позволяла выявлять наибольшую нуклеотидную дивергенцию между популяциями и внутри них [17]. Проведенные впоследствии многочисленные генетические исследования географических популяций табачной белокрылки и филогенетический анализ сходства выявленных гаплотипов позволили определить происхождение инвазивных биотипов В и Q. Биотип В (MEAM1) был родственен популяциям из пустыни на северо-востоке Африки, Ближнего Востока и Аравийского полуострова, тогда как Q (MED) был близок к популяциям Сахары и к югу от Сахары [12, 17]. Инвазивные биотипы В и Q сейчас рассматривают как криптические виды (виды-двойники) [18].

Результаты многочисленных исследований биотипов/популяций были обобщены в обзорах Де Барро и др. [16, 17]. Идентификация различными молекулярными методами дала в общих чертах близкие результаты и показала существование устойчивых филогеографических группировок из биотипов/популяций, образующих несколько основных клад, связанных внутри них единством происхождения. Клады расходятся друг от друга почти на одинаковые расстояния (дивергенция клад на ~10%). Исходя из стандартной для митохондриальной ДНК оценки уровня мутаций 2-5% за 1 миллион лет, мы можем сделать вывод, что основные филогенетические (или филогеографические) клады разделились миллионы лет назад [13].

Собранный исследователями массив данных по ДНК популяций табачной белокрылки часто не сопровождался данными о биологических характеристиках географических популяций (полифагии, плодовитости при скрещивании с другими биотипами и т.п.), поэтому разделение на биотипы было проведено преимущественно по степени нуклеотидной дивергенции и географическому происхождению.

Исследователи выделили 34 морфологически неразличимых вида/биотипа на основании как минимум 3,5% нуклеотидной дивергенции mtCOI [20]. Большинство биотипов, для которых биологические характеристики были изучены, имели узкий круг растений-хозяев, ограниченное распространение и слабую инвазивность [15].

Наиболее подробно исследованы космополитические биотипы Q и В, явно связанные с международной торговлей посадочным материалом, горшечными растениями и срезкой цветов.

Группа биотипов Q была разделена на две родственные генетические группы: из Восточного Средиземноморья и из Западного Средиземноморья [19].

morphologically differ from the local North American A-biotype, but was a wider polyphage, for example, it colonized Poinsettia, which did not attract the local population (A-biotype), had twice higher fertility, caused the effect of “silver coloration” of pumpkin leaves and was a vector of Begomovirus on vegetable and industrial crops [13]. Later another invasive biotype, Q-biotype (Mediterranean, MED), was identified in the USA, and it did not differ morphologically from the indigenous North American A-biotype, but showed high resistance to a wide range of pesticides [15].

In order to identify morphologically indistinguishable biotypes, the most reliable molecular marker was the sequence of mitochondrial cytochrome oxidase I (mtCOI), which allowed identifying the largest nucleotide divergence between and within populations [17]. Numerous genetic studies of the geographical populations of silverleaf whitefly and phylogenetic analysis of the similarity of the haplotypes identified subsequently made it possible to determine the origin of invasive B and Q biotypes. B-biotype (MEAM1) was related to populations from the desert in northeastern Africa, the Middle East and the Arabian Peninsula, while Q (MED) was close to populations from the Sahara and sub-Saharan Africa [12, 17]. The invasive B and Q biotypes are now considered as cryptic species (sibling species) [18].

The results of numerous biotype/population studies have been summarized in the reviews of De Barro et al. [16, 17]. Identification by different molecular methods gave generally similar results and showed the existence of stable phylogeographic groups of biotypes/populations forming several main clades connected with-in them by unity of origin. The clades differ from each other by almost equal distances (divergence of clades by ~10%). Based on the standard estimate of the mutation level of 2-5% within 1 million years for mitochondrial DNA, we can conclude that the main phylogenetic (or phyllogeographic) clades were separated millions of years ago [13].

The data set collected by researchers on DNA of silverleaf whitefly populations was often not accompanied by data on biological characteristics of geographical populations (polyphagia, fecundity when crossed with other biotypes, etc.), so the division into biotypes was carried out mainly by the degree of nucleotide divergence and geographical origin.

The researchers identified 34 morphologically indistinguishable species/biotypes based on at least 3.5% nucleotide divergence of mtCOI [20]. Most of the biotypes for which biological characteristics were studied had a narrow host plant circle, limited distribution and low invasiveness [15].

Cosmopolitan biotypes Q and B, clearly associated with international trade in planting material, potted plants and cut flowers, have been studied in most detail.

The group of Q-biotypes was divided into two related genetic groups: from the Eastern Mediterranean and from the Western Mediterranean [19].

B-biotype formed a monophyletic group with a high penetration rate of genes from related populations, which was associated with a high level of new genetic material intake in international trade in flowers and potted plants.

Биотип В образовал монофилетическую группу с высокой частотой проникновения генов из родственных популяций, что связали с высоким уровнем поступления нового генетического материала при международной торговле цветами и горшечными растениями.

После исследования степени сходства между биотипами установлены другие монофилетические клады – из Испании и Западной Африки, Италии, Карибских островов.

Для некоторых популяций/биотипов не удалось установить связь с какими-либо ранее описанными кладами.

Самое большое разнообразие гаплотипов/биотипов было описано в Китае [10].

К аналогичным выводам пришли Де Барро и соавторы [16, 17], которые сделали вывод, что существует шесть основных «рас» (биотипов): Азия; Бали; Австралия; территория к югу от Сахары; Средиземноморье, Малая Азия, Африка; Америка, а также многочисленные популяции из азиатских регионов без четкой связи с какими-либо группами (расами).

По последним данным предполагается существование 11 рас, или групп [18], различные авторы не придерживаются единой терминологии.

Исследование структуры географических популяций *Bemisia tabaci* в Китае и Индии показало наличие 8 биотипов, которые принадлежали к двум основным аборигенным азиатским подгруппам (I, II). От общего массива азиатских биотипов заметно отличался биотип К в Пакистане, который характеризуется высокой плодовитостью, устойчивостью к пестицидам, массовым размножением и способностью к распространению вирусов на хлопчатнике [11].

Таким образом, географическая популяция *Bemisia tabaci* на юго-востоке Азиатского континента состоит преимущественно из многочисленных аборигенных, различающихся генетически биотипов. Предполагается, что этот регион являлся важным центром диверсификации в Старом Свете для формирования комплекса биотипов *Bemisia tabaci* [10].

ВОЗМОЖНОСТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ БИОТИПОВ ТАБАЧНОЙ БЕЛОКРЫЛКИ

В последние годы накапливается все больше данных по отсутствию плодового потомства табачной белокрылки в результате скрещивания биотипов, поэтому биотипы все чаще трактуются как криптические виды, виды-двойники [18].

Виды-двойники обычно обнаруживают минимальные морфологические различия, которые могут быть использованы для диагностики и мониторинга.

Чтобы найти устойчивые диагностические признаки для разграничения биотипов табачной белокрылки, в США исследовали 137 популяций со всего мира по таким морфологическим признакам, как фронтальные щетинки, передние и каудальные восковые бахромки, дорсальные щетинки, ширина ствола передней трахеи, задние субмаргинальные щетинки, каудальные щетинки. Специалисты пришли к выводу, что исследованные морфологические признаки не позволяют идентифицировать инвазивные биотипы В и Q, т.к. они специфичны

Other monophyletic clades – from Spain and West Africa, Italy, the Caribbean Islands – have been identified after a study of the degree of similarity between the biotypes.

For some populations/biotypes, it was not possible to establish a link with any of the previously described clades.

The largest variety of haplotypes/biotypes has been described in China [10].

Similar conclusions were drawn by De Barro and co-authors [16, 17], who concluded that there are six major “races” (biotypes): Asia; Bali; Australia; sub-Saharan Africa; the Mediterranean, Asia Minor, Africa; and America, as well as numerous populations from Asian regions with no clear association with any groups (races).

According to the latest data, 11 races, or groups, are supposed to exist [18], different authors do not follow the same terminology.

A study of the geographical population structure of *Bemisia tabaci* in China and India revealed the presence of 8 biotypes that belonged to two major aboriginal Asian subgroups (I, II). From the total array of Asian biotypes, the K-biotype in Pakistan differed significantly. It was characterized by high fertility, resistance to pesticides, mass reproduction and the ability to spread viruses on cotton plant [11].

Thus, the geographical population of *Bemisia tabaci* in southeast Asia consists mainly of numerous aboriginal, genetically distinct biotypes. It is assumed that this region was an important center of diversification in the Old World for formation of biotype complex of *Bemisia tabaci* [10].

THE POSSIBILITY OF MORPHOLOGICAL IDENTIFICATION OF BIOTYPES OF SILVERLEAF WHITEFLY

In recent years, more and more data have been accumulated on the absence of the fertile offspring of silverleaf whitefly as a result of cross-breeding of biotypes, therefore, biotypes are increasingly treated as cryptic species, sibling species [18].

Sibling species usually detect minimal morphological differences that can be used for diagnosis and monitoring.

In order to find stable diagnostic characters to differentiate biotypes of silverleaf whitefly, 137 populations from around the world were studied in the United States for morphological features such as frontal setae, anterior and caudal wax fringes, dorsal bristles, width of the frontal trachea’s trunk, posterior submarginal bristles, caudal bristles. Specialists concluded that studied morphological features do not allow identifying invasive B and Q biotypes, as they are specific to a given geographical population, but do not retain specificity to the biotype in other regions [21].

Subsequent studies have confirmed that within geographical regions, B and Q biotypes show persistent differences.

Morphological differences between Q and B biotypes, such as: anterior submarginal bristles, length of posterior submarginal bristles, length and width of

для данной географической популяции, но не сохраняют специфичность для биотипа в других регионах [21].

Последующие исследования подтвердили, что внутри географических регионов биотипы В и Q обнаруживают устойчивые различия.

В Турции исследовали морфологические различия между биотипами Q и В, такие как: передние субмаргинальные щетинки, длина задних субмаргинальных щетинок, длина и ширина передних и задних восковых бахромок, длина дорсальных щетинок, длина каудальных щетинок и ширина ствола передней трахеи.

Для разграничения двух биотипов наиболее значимыми оказались такие признаки, как ширина передних восковых бахромок и ствола трахеи. Восковые бахромы биотипа Q и ствол трахеи оказались значительно шире, чем данные параметры биотипа В [23].

Измерение длины псевдопупария, а также длины и ширины передних восковых бахромок, формы входной камеры и ствола передней трахеи у псевдопупариев шести биотипов табачной белокрылки в Китае показало, что длина псевдопупария инвазивных биотипов была больше, чем аборигенных, а передние восковые бахромы биотипа В были достоверно шире, чем у биотипа Q [24].

Данные по турецким и китайским популяциям табачной белокрылки подтверждают [21] неприменимость изученных морфологических признаков в качестве диагностических для идентификации биотипов, происходящих из разных географических популяций.

Вместе с тем полученные результаты показывают возможность использования таких признаков, как ширина трахейного ствола и передних восковых бахромок для мониторинга биотипов табачной белокрылки на данной территории, а при появлении в популяции особей с заметно отличающимися размерами псевдопупария или другой шириной передних восковых бахромок или трахейного ствола предполагают использование молекулярной идентификации для выявления потенциальных инвазивных биотипов.

Таким образом, к настоящему времени установлено существование множества географических популяций табачной белокрылки, различающихся не только по молекулярным характеристикам, но и по морфологическим микропризнакам, но вместе с тем собрано очень мало данных по биологическим характеристикам отдельных географических популяций (биотипов) и связанному с ними потенциальному фитосанитарному риску.

В данном исследовании мы собрали и проанализировали литературные данные по среднеазиатской популяции табачной белокрылки и дополнили их собственными результатами по зимовке табачной белокрылки в открытом грунте, путях распространения и морфологических признаках псевдопупария.

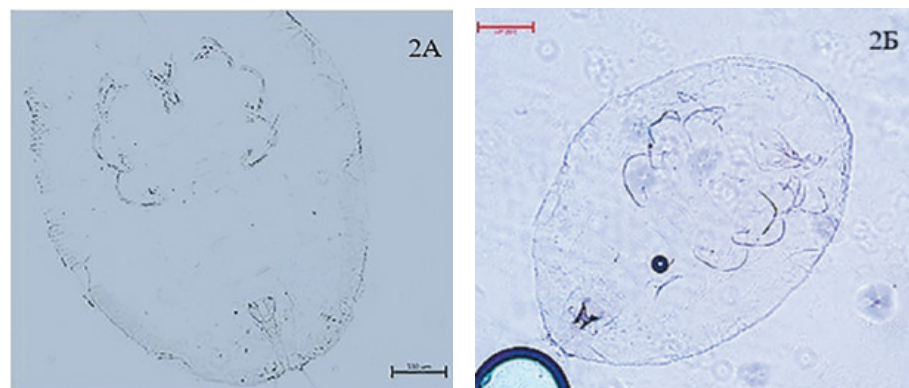


Рис. 2. Форма псевдопупариев табачной белокрылки (Узбекистан): а – огурец; б – гибискус (фото М.В. Ушковой)

Fig. 2. The form of silverleaf whitefly's pseudopupa (Uzbekistan): a – cucumber; б – hibiscus (photo by M.V. Ushkova)

anterior and posterior wax fringes, length of dorsal bristles, length of caudal bristles and width of the frontal trachea's trunk were investigated in Turkey.

The most important features for distinguishing between the two biotypes were the width of the anterior wax fringes and the trachea's trunk. Wax fringes of Q-biotype and tracheal trunk appeared to be much wider than these parameters of B-biotype [23].

Measuring the length of pseudopupa as well as the length and width of the anterior wax fringes, the form of chamber and trunk of the pseudopupae's frontal trachea of silverleaf whitefly's six biotypes in China showed that the length of pseudopupa of invasive biotypes was longer than that of aboriginal biotypes and the anterior wax fringes of B-biotype were significantly wider than those of Q-biotype [24].

Data on Turkish and Chinese populations of silverleaf whitefly confirm [21] that the studied morphological features are not applicable as diagnostic ones for identification of biotypes originating from different geographical populations.

At the same time, the obtained results show the possibility of using such features as the width of the tracheal trunk and the anterior wax fringes for monitoring biotypes of silverleaf whitefly in a given territory, and in case of individuals with significantly different sizes of pseudopupa or other width of the anterior wax fringes or tracheal trunk in the population, the use of molecular identification for detection of potential invasive biotypes is assumed.

Thus, to date, it has been established that there are many geographical populations of silverleaf whitefly that differ not only in molecular characteristics, but also in morphological micro traits, but also very little data are collected on the biological characteristics of individual geographical populations (biotypes) and the associated potential phytosanitary risks.

In this study, we collected and analyzed literature data on the Central Asian population of silverleaf whitefly and supplemented it with our own results on silverleaf whitefly overwintering in the open ground, distribution pathways and morphological features of pseudopupa.

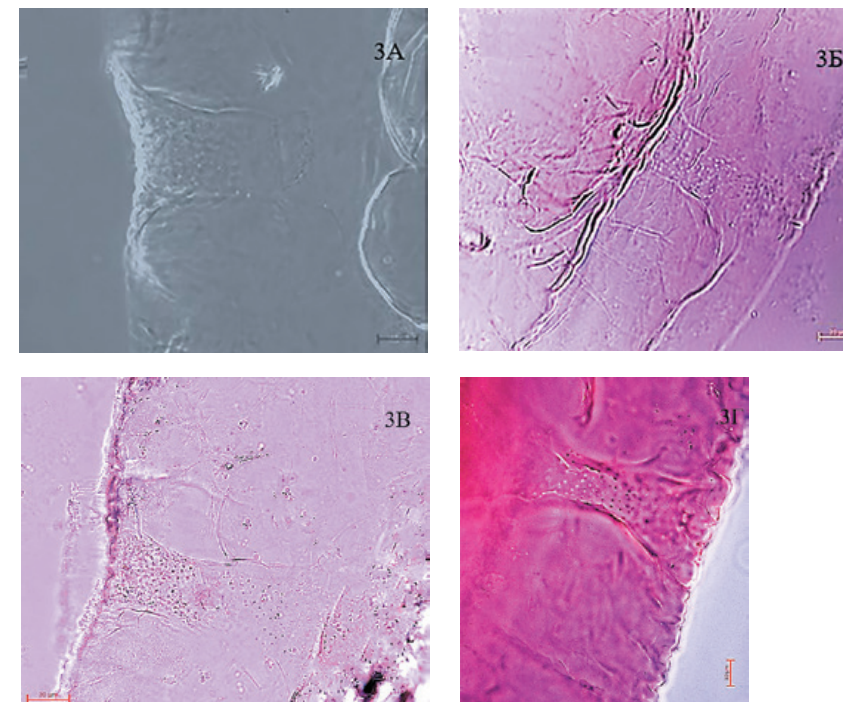


Рис. 3. Ширина стволов трахей табачной белокрылки: а – огурец; б – гибискус (Узбекистан); в – тимьян (Израиль); г – хлопчатник (Туркмения, препарат из лабораторной коллекции) (фото М.В. Ушковой)

Fig. 3. Width of tracheal trunk of silverleaf whitefly: a – cucumber; б – hibiscus (Uzbekistan); в – thyme (Israel); г – cotton plant (Turkmenistan, a specimen from the laboratory collection) (photo by M.V. Ushkova)

СРЕДНЕАЗИАТСКАЯ ПОПУЛЯЦИЯ ТАБАЧНОЙ БЕЛОКРЫЛКИ. ИСТОРИЯ И ПУТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТАБАЧНОЙ БЕЛОКРЫЛКИ В СРЕДНЕЙ АЗИИ

Табачная белокрылка была впервые обнаружена в Туркмении в 1988 г. в большой численности на хлопчатнике в Ашхабадском и Бахарденском районах и в Узбекистане в Хорезмской и Бухарской областях [2]. К 1993 г. вредитель полностью заселил основные зоны хлопкосеяния Туркмении и Узбекистана и всю территорию Каракалпакии [3].

Bemisia tabaci была обнаружена в Таджикистане в 1994 году и к 1998 году стала опасным вредителем в южном Таджикистане. На хлопчатнике развиваются два вида белокрылок – табачная и тепличная, но после 2000 г. численность табачной белокрылки стала превышать экономический порог вредоносности со второй половины лета и до поздней осени [5, 8]. В Западном Памире табачная белокрылка присутствует, но не является массовым вредителем [4].

В 2015 г. табачная белокрылка была указана как обычный вредитель растений открытого грунта в Южной Киргизии [22].

История распространения вредителя показывает, что среднеазиатская популяция *Bemisia tabaci* относится к высокоинвазивному типу. За 5 лет, несмотря на принятые карантинные меры, была полностью заселена Туркмения, Узбекистан, несколько позднее Таджикистан и Киргизия, где белокрылка остается массовым видом с высокой численностью на хлопчатнике и овощных культурах закрытого и открытого грунта.

Пути распространения белокрылки включали как самостоятельный разлет насекомых из очагов, так и распространение с автотранспортом, но

CENTRAL ASIAN POPULATION OF SILVERLEAF WHITEFLY. HISTORY AND DISTRIBUTION PATHWAYS OF SILVERLEAF WHITEFLY IN CENTRAL ASIA

The silverleaf whitefly was first discovered in Turkmenistan in 1988 in large numbers on cotton plant in Ashgabat and Bakharden regions and in Uzbekistan in Khorezm and Bukhara regions [2]. By 1993 the pest had completely infested the main cotton-growing zones of Turkmenistan and Uzbekistan and the whole territory of Karakalpakstan [3].

Bemisia tabaci was found in Tajikistan in 1994 and by 1998 had become a harmful pest in southern Tajikistan. Two species of whiteflies – silverleaf and greenhouse – develop on cotton plant, but after 2000 the number of silverleaf whiteflies began to exceed the economic pest levels from the second half of summer to late autumn [5, 8]. The silverleaf whitefly is present but not a mass pest in the Western Pamirs [4].

In 2015, the silverleaf whitefly was listed as a common pest of open ground plants in South Kyrgyzstan [22].

The pest distribution history shows that the Central Asian population of *Bemisia tabaci* belongs to the highly invasive type.

During 5 years, despite the quarantine measures taken, it was completely inhabited by Turkmenistan, Uzbekistan, a little later Tajikistan and Kirghizia, where whitefly remains a mass species with high abundance on cotton and vegetable crops of open and glass-covered ground.

Whitefly distribution pathways included both insect flying from outbreaks and distribution with vehicles, but the main distribution pathway, according to our data, was trade in seedlings of flower crops and vegetables, which were grown in polytunnels and shelters in the private sector.

BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SILVERLEAF WHITEFLY IN TURKMENISAN

Depending on the weather conditions, silverleaf whitefly develop in Turkmenistan in 5-7 generations, of which 3-5 develop on cotton plant. This is much less than in the southern tropical cotton-growing zones, where up to 9 generations develop on cotton plant. Fertility was also low, reaching 70 eggs per female on cotton [3]. The silverleaf whiteflies are characterized by seasonal migration between cultures. In spring, before cotton, it develops on cucurbits, nightshade and cocklebur. Tomatoes are often already inhabited by whiteflies when setting out plants from greenhouses in the open ground. Initially, the pest population on plants is low, on average 0.02-0.22 larvae per plant. Then, during the month, in mid-July, a sharp increase in pest population

Основные растения –
 хозяева табачной белокрылки
 в Средней Азии

Республика	Предпочитаемые растения	Источник
Киргизия	Хлопчатник, табак, томаты, дыня	[22]
Таджикистан	Хлопчатник, огурцы, тыквенные	[29]
Туркмения	Хлопчатник, дыня, баклажан, бруссонетия, гибискус, паслен, дурнишник	[6, 7]
Узбекистан	Хлопчатник, огурцы, помидоры, гибискус, бахчевые и капуста	Ершова, неопубл.

основным путем распространения, по нашим дан-ным, была торговля рассадой цветочных культур и овощей, которую выращивали в пленочных тепли-цах и укрытиях в частном секторе.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
 ХЛОПКОВОЙ БЕЛОКРЫЛКИ
 В ТУРКМЕНИИ

В зависимости от погодных условий хлопковая белокрылка развивается в Туркмении в 5-7 поко-лениях, из которых 3-5 проходят на хлопчатнике. Это значительно меньше, чем в южных тропи-ческих зонах хлопкосеяния, где на хлопчатнике развивается до 9 поколений. Плодовитость также была невысокой, достигая на хлопчатнике 70 яиц на самку [3]. Для хлопковой белокрылки характер-на сезонная миграция между культурами. Весной, перед заселением хлопчатника, она развивается на бахчевых культурах, паслене, дурнишнике. Рас-сада томатов зачастую бывает уже заселена бело-крылкой при высаживании из теплиц в открытый грунт. Первоначально численность вредителя на растениях невысокая, в среднем 0,02-0,22 личинки на растение. Далее, в течение месяца, в середине июля, наблюдается резкое увеличение численно-сти вредителя, достигающей максимума в конце августа – начале сентября. В годы массового раз-множения плотность популяции к осени доходила до 4240 имаго и 24000 личинок и псевдопупариев на растение, а в отдельных случаях до 100000 экз., т.е. до 100 особей на квадратный сантиметр листо-вой поверхности. После дефолиации хлопчатника *Bemisia tabaci* дает еще одно поколение в сентябре – октябре на поздней капусте, дыне, люцерне, пасле-не, дурнишнике [3].

В конце мая – начале июня различные овощные культуры, а также хлопчатник заселяла тепличная белокрылка *Trialeurodes vaporariorum*. В дальнейшем она постепенно вытеснялась хлопковой белокрыл-кой, которая в августе – начале сентября достигала высоких уровней численности, от 50 до 160 личинок и псевдопупариев на квадратный сантиметр. Ино-гда оба вида белокрылок образовывали смешанные колонии с преобладанием хлопковой белокрылки.

was observed, reaching its maximum in late August – early September. In years of mass reproduction, the population density by autumn reached 4,240 adults and 24,000 larvae and pseudopupae per plant, and in some cases up to 100,000 specimens, i.e. 100 individ-uals per square centimeter of leaf surface. After defoli-ation of cotton, *Bemisia tabaci* gives another generation in September-October on late cabbage, melon, alfalfa, nightshade, cocklebur [3].

In late May – early June various vegetable crops as well as cotton were inhabited by greenhouse white-fly *Trialeurodes vaporariorum*. Later it was gradually re-placed by the silverleaf whitefly, which reached high population levels of 50 to 160 larvae and pseudopu-pae per square centimetre in August and early Sep-tember. Sometimes both species of whiteflies formed mixed colonies dominated by silverleaf whitefly. In the Mary region, silverleaf whitefly completely displaced the greenhouse whitefly on all crops of open and glass-covered ground [3].

Silverleaf whitefly hibernates in the pseudopu-pa stage on fallen leaves or on the leaves of evergreen plants. According to our observations, leaves of the main host plants of whiteflies – plants from the families of melons and gourds and nightshades – are not preserved on the soil until spring and pseudopupa on the destroyed leaves die. Fallen leaves of *Rosa canina* are rolled up in a tube and on their inner surface pseudopupa of silverleaf whitefly successfully hibernates until spring. Thus, in experiments conducted in 1991, according to our data, 11 (about 1%) out of 1,174 pseudopupae survived on 100 leaves of *Rosa canina* until March. In the literature we have data on natural micropopulations of *Bemisia ta-baci* in mountain gorges [8]. The basic mass of the hiber-nating population of sprilverleaf whitefly is preserved in winter on plants in greenhouses and under polytunnel shelters in private households [3].

SPREAD OF THE VIRUSES

According to field observations confirmed by laboratory studies, the effective vector of Tomato leaf curl virus is

Main host plants of silverleaf whitefly
 in Central Asia

Republic	Preferred plants	Source
Kyrgyzstan	Cotton plant, tobacco, tomato, melon	[22]
Tajikistan	Cotton plant, cucumber, Cucurbitaceae (cucurbits)	[29]
Turkmenistan	Cotton plant, melon, eggplant, paper mulberry, hibiscus, nightshade, cocklebur	[6, 7]
Uzbekistan	Cotton plant, cucumber, tomato, hibiscus, melons and gourds, cabbage	Ershova, unpub-lished

В Марыйской области хлопковая белокрылка пол-ностью вытеснила тепличную на всех культурах от-крытого и закрытого грунта [3].

Табачная белокрылка зимует в стадии псев-допупария на опавших листьях или на листьях вечнозеленых растений. По нашим наблюдениям, листья основных хозяев белокрылки – растений из семейств бахчевых и пасленовых – не сохраняются на почве до весны и псевдопупарии на разрушен-ных листьях погибают. Опавшие листья розы (*Rosa canina*) сворачиваются в трубочку и на их внутренней поверхности до весны псевдопупарии табачной бе-локрылки успешно зимуют. Так, в опытах, проведен-ных в 1991 году, по нашим данным, до марта месяца из 1174 псевдопупариев на 100 листьях розы выжи-ло 11 (около 1%). В литературе имеются сведения о природных микропопуляциях *Bemisia tabaci* в гор-ных ущельях [8]. Основная масса зимующей попу-ляции табачной белокрылки сохраняется зимой на растениях в теплицах и под пленочными укрытиями в частных хозяйствах [3].

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВИРУСОВ

По данным полевых наблюдений, подтвержденных лабораторными исследованиями, эффективным пе-реносчиком хлоротической курчавости листьев то-мата (Tomato leaf curl virus) является тепличная, а не хлопковая белокрылка [1]. На хлопчатнике заболе-ваний и гибели растений из-за поражения вирусной инфекцией в очагах табачной белокрылки не отме-чено [3]. Размножение *Bemisia tabaci* на хлопчатнике в Таджикистане не сопровождалось распростране-нием вирусных заболеваний [4, 5]. При маршрутных исследованиях в Узбекистане мы также не отмечали симптомов вирусных заболеваний на растениях, за-селенных табачной белокрылкой.

УСТОЙЧИВОСТЬ К ПЕСТИЦИДАМ

Результаты исследований выявили в ашхабадской популяции уровень резистентности 416Х к Би-58 (диметоат), уровень резистентности 63Х – к данито-лу (фенпропатрин) и 47.5Х – к сумицидину (фенва-лерат). Эти результаты свидетельствует о развитии перекрестной резистентности к фосфорорганиче-ским и пиретроидным инсектицидам и объясня-ют низкую эффективность пиретроидов в опытах 1989 г. и полное отсутствие эффективности Би-58 и фозалона (фосфорорганических инсектицидов). Некоторые популяции табачной белокрылки были чувствительны к инсектицидам, значения СК (смер-тельной концентрации) для них находятся в преде-лах 0,00012-0,00020 по д.в. [3].

Таким образом, в среднеазиатской популяции табачной белокрылки наблюдается быстрое форми-рование высокого уровня устойчивости к пестицидам.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
 СТРОЕНИЯ ПСЕВДОПУПАРИЕВ
 И ВОСКОВЫХ КАНАЛЬЦЕВ
 СРЕДНЕАЗИАТСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ
 ТАБАЧНОЙ БЕЛОКРЫЛКИ

Мы проводили фотографирование псевдопупариев табачной белокрылки в лаборатории Всероссийско-го центра карантина растений посредством аппа-ратного комплекса на базе микроскопа Axio Imager A2 при фазовом контрасте микропрепаратов окра-шенных фуксином псевдопупариев белокрылки,

the greenhouse, not silverleaf whitefly [1]. Diseases and plant deaths due to viral infection in foci of silverleaf whitefly have not been observed on cotton plant [3]. Re- production of *Bemisia tabaci* on cotton in Tajikistan was not accompanied by the spread of viral diseases [4, 5]. During the pathway studies in Uzbekistan we also did not observe any symptoms of viral diseases on plants attacked by silverleaf whitefly.

RESISTANCE TO PESTICIDES

The results of the research revealed the level of re- sistance in the Ashgabat population of 416X to Bi-58 (dimethoate), the level of resistance of 63X to danitol (Fenpropathrin) and 47.5X to sumicidin (fenvalerate). These results indicate the development of cross-resis- tance to organophosphorus and pyrethroid insecticides and explain the low efficiency of pyrethroids in the ex- periments of 1989 and the complete lack of efficien- cy of Bi-58 and phosalone (organophosphorus insecc- icides). Some populations of silverleaf whitefly were sensitive to insecticides, their values of lethal concen- tration are in the range 0.00012-0.00020 on primary nutrient basis [3].

Thus, in the Central Asian population of silverleaf whitefly there is a rapid formation of a high level of re- sistance to pesticides.

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS
 OF THE STRUCTURE OF PSEUDOPUPAE
 AND WAX TUBULES OF THE CENTRAL
 ASIAN POPULATION
 OF SILVERLEAF WHITEFLY

We photographed pseudopupae of silverleaf whitefly in the laboratory of the All-Russian Plant Quarantine Cen- ter by means of a hardware complex based on the Axio Imager A2 microscope at phase contrast of microslides of pseudopupae of whitefly coloured with fuchsine, col- lected on cucumber leaves (leaves with lint) and hi- biscus leaves (leaves are smooth) with magnification 200x (general form of pseudopupa) (Fig. 2 a, б) and 400x (tracheal trunks) (Fig. 3 a, б, в, г) to investigate and measure the width of the anterior tracheal trunk. The width of the anterior trunk of the trachea was mea- sured using a micrometer eyepiece. In the study, 15 pseudopupae from hibiscus and cucumber plants (Uz- bekistan, Tashkent), thyme (Israel, laboratory collec- tion) and cotton (Turkmenistan, laboratory collection) were used.

RESULTS AND DISCUSSION

The form of a pseudopupa. The edges of a pseudopupa of silverleaf whitefly on a cucumber leaf were curved, with noticeable festoons (Fig. 2 a). The edges of pseudopupa on hibiscus leaves were smooth, with small crenations (Fig. 2 б).

Thus, the structure of the pseudopupa’s edge of the silverleaf whitefly was not a stable morphological diag- nostic feature for the geographical population.

Tracheal trunks. The absence of anterior wax fringes was typical for the Uzbek pseudopupae of sil- verleaf whitefly collected on hibiscus and cucumber leaves (Fig. 3 a, б), and for the Turkmen pseudopupae

собранных на листьях огурца (листья с ворсинками) и листьях гибискуса (листья гладкие) с увеличением 200х (общая форма псевдопупария) (рис. 2 а, б) и 400х (стволы трахеи) (рис. 3 а, б, в, г) для исследования и измерения ширины переднего ствола трахеи. Измерение ширины переднего ствола трахеи проводили с помощью окуляр-микрометра. В исследовании было использовано по 15 псевдопупариев с растений гибискуса и огурца (Узбекистан, г. Ташкент), тимьяна (Израиль, лабораторная коллекция) и хлопчатника (Туркмения, лабораторная коллекция).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Форма псевдопупария. Края псевдопупария табачной белокрылки на листе огурца были извилистыми, с заметными фестонами (рис. 2 а). Края псевдопупария на листьях гибискуса были гладкими, с мелкой городчатостью (рис. 2 б).

Таким образом, строение края псевдопупария табачной белокрылки не было стабильным морфологическим диагностическим признаком для географической популяции.

Стволы трахей. Для узбекских псевдопупариев табачной белокрылки, собранных на листьях гибискуса и огурцов (рис. 3 а, б), и для туркменских псевдопупариев, собранных с листьев хлопчатника (рис. 3 г), было характерно отсутствие передней восковой бахромы. Псевдопупарии характеризовались широкими стволами трахей. Между псевдопупариями, собранными на листьях огурца в теплице и листьях гибискуса в открытом грунте, статистически достоверных различий по ширине стволов трахей не обнаружено (72,5 мкм и 65 мкм соответственно). Для псевдопупариев, собранных на листьях тимьяна из Израиля (рис. 3 в), было характерно наличие передней восковой бахромки и более узкие стволы передних трахей, 48,8 мкм.

Таким образом, ширина ствола трахеи представляется относительно устойчивой характеристикой псевдопупария табачной белокрылки, хотя наши предварительные выводы требуют подтверждения дополнительными исследованиями. Полученные результаты, свидетельствующие о стабильности ширины стволов передней трахеи, для географической популяции/биотипа соответствуют выводам специалистов, исследовавших аналогичный показатель в Турции [22] и в Китае [23]. Также стволы трахей характеризуются однотипной формой входной камеры ствола трахеи и крупной грануляцией стенок ствола. При дальнейшем подтверждении стабильности данного комплекса признаков его можно использовать как экономически выгодный и практически применимый метод мониторинга инвазий табачной белокрылки в новые местообитания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проанализировав результаты исследований по биологии и распространению табачной белокрылки в Средней Азии, мы можем прийти к выводу, что среднеазиатская популяция табачной белокрылки *Bemisia tabaci* характеризуется следующими биологическими особенностями:

- устойчивость к низким температурам при зимовке;
- не отмечена как переносчик вирусов растений;
- низкая плодовитость;

collected from cotton leaves (Fig. 3 r). Pseudopupae were characterized by wide tracheal trunks. No statistically reliable differences in width of tracheal trunks were found between pseudopupae collected on cucumber leaves in a greenhouse and hibiscus leaves in the open ground (72.5 μm and 65 μm respectively). Pseudopupae collected on thyme leaves from Israel (Fig. 3 в) were characterized by anterior wax fringes and narrower trunks of the anterior trachea, 48.8 μm.

Thus, the width of tracheal trunk appears to be a relatively stable characteristic of the pseudopupa of the silverleaf whitefly, although our preliminary findings require confirmation by additional studies. The results obtained indicating stability in the width of the anterior trachea's trunk for the geographical population/biotype correspond to the findings of specialists who have studied a similar indicator in Turkey [22] and China [23]. Also, tracheal trunks are characterized by the same form of chamber of tracheal trunk and large granulation of trunk's sides. In case of further confirmation of the stability of this complex of features, it can be used as an economically advantageous and practically applicable method for monitoring of silverleaf whitefly's invasion into new habitats.

CONCLUSION

Having analyzed the results of studies on biology and distribution of silverleaf whitefly in Central Asia, we can conclude that the Central Asian population of silverleaf whitefly (*Bemisia tabaci*) is characterized by the following biological characteristics:

- resistance to low temperatures during overwintering;
- has not been noted as a vector of plant viruses;
- low fecundity;
- wide polyphagia;
- high invasiveness.

According to our preliminary data, pseudopupae of silverleaf whitefly in Uzbekistan are characterized by wide trunks of anterior trachea and absence of anterior wax fringes. In complex, this allows us to speak about the originality of the Central Asian geographical population and the expediency of its further study on the scheme of identification of unknown populations of silverleaf whitefly using a global data set on mtCOI [12].

REFERENCES

1. Vlasov I.I., Seiidov B. New infectious disease of tomatoes – Tomato leaf curl virus [Novoe infektsionnoe zabolevanie tomatov – hlоротическаia kurchavost' list'ev]. *Agro XXI*. 1997; 4: 8-9 (in Russian).
2. Dantsig E.M., Shenderovskaia L.P. Silverleaf whitefly [Hlopkovaia belokrylka]. *Zashchita rastenii*. 1989; 12: 40 (in Russian).
3. Yevdokarova T.G. Biotoxicological substantiation of rational use of insecticides to control silverleaf whitefly on cotton in Turkmenistan. Abstract of a thesis ... PhD in Agriculture [Biotoksikologicheskoe obosnovanie ratsional'nogo primeneniia insektitsidov dlia bor'by s hlopkovoi belokrylkoi na hlochatnike v Turkmenii. Avtoref. dis. ... kand. s/h nauk]. St. Petersburg, 1993 (in Russian).

- широкая полифагия;
 - высокая инвазивность.
- По нашим предварительным данным, псевдопупарии табачной белокрылки в Узбекистане характеризуются широкими стволами передних трахей и отсутствием передних восковых бахромок. В комплексе это позволяет говорить о своеобразии среднеазиатской географической популяции и целесообразности ее дальнейшего исследования по схеме идентификации неизвестных популяций табачной белокрылок с помощью глобального набора данных о mtCOI [12].

ЛИТЕРАТУРА

1. Власов Ю.И., Сейидов Б. Новое инфекционное заболевание томатов – хлоротическая курчавость листьев // *Агро XXI*, 1997. – № 4. – С. 8-9.
2. Данциг Е.М., Шендеровская Л.П. Хлопковая белокрылка // *Защита растений*. – 1989. – № 12. – С. 40.
3. Евдокарова Т.Г. Биотоксикологическое обоснование рационального применения инсектицидов для борьбы с хлопковой белокрылкой на хлопчатнике в Туркмении. Автореф. дис. ... канд. с/х наук. – СПб., 1993.
4. Карамхудоева М.Н. Экология белокрылок (Homoptera, Aleyrodinea) Западного Памира и научные основы меры борьбы с ними защита растений. Автореф. дис. ... канд. с/х наук. – Душанбе, 2017.
5. Мадаминов В.С. Хлопковая белокрылка – серьезный вредитель хлопчатника / Мадаминов В.С., Сухорученко Г.И., Ташпулатов М.М., Великань В.С., Абдуллаев В. // *Вестник, Агронауки (Кишоварз)*. – Душанбе, 1998. – № 3. – С. 23-27.
6. Мярцева С.Н. Видовой состав членистоногих и динамика численности основных фитофагов и их хищников на дыне в Туркменистане // *Изв. АН ТССР, сер. биол. наук*. – 1996. – № 5. – С. 62-67.
7. Мярцева С.Н. Новые вредители в Туркмении // *Защита и карантин растений*. – 1997. – № 10. – С. 29-30.
8. Мярцева С.Н., Смирнова Ж.В. Обнаружение природных очагов хлопковой белокрылки в Туркменистане // *Изв. АН ТССР, сер. биол. наук*. – 1990. – № 2. – С. 73-75.
9. Ташпулатов М.М. Биологическое обоснование оптимизации системы интегрированной системы защиты хлопчатника от вредителей в Таджикистане. Автореф. дис. ... канд. с/х наук. – СПб., 2007.
10. Baoli Q., Coats S.A., Shunxiang R., Idris A.M., Xu Caixia, Brown J.K. Phylogenetic relationships of native and introduced *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) from China and India based on mtCOI DNA sequencing and host plant comparisons // *Progress in natural science*. – 2007. – Vol. 17, No. 6. – P. 645-654.
11. Bedford I.D., Briddon R.W., Brown J.K., Rosell R.C., Markham P.G. Geminivirus transmission and biological characterization of *Bemisia tabaci* (Gennadius) from different geographic regions. *Annals of Applied Biology*. – 1994. – Vol. 125. – P. 311-325.
12. Boykin L.M., De Barro P.J. A practical guide to identifying members of the *Bemisia tabaci* species complex: and other morphologically identical species // *Front. Ecol. Evol*. – 2014. – Vol. 2, No. 45. DOI: 10.3389/fevo.2014.00045.
13. Brown J.K. Phylogenetic biology of the *Bemisia tabaci* sibling species group / *Bemisia*: Bionomics and Management of a Global Pest // Springer Netherlands. – 2010. – P. 31-67. – URL: https://doi.org/10.1007/978-90-481-2460-2_2.

4. Karamkhudoeva M.N. Ecology of Whiteflies (Homoptera, Aleyrodinea) of the Western Pamirs and Scientific Basis of Plant Protection Measures against them. Abstract of a thesis ... PhD in Agriculture [Ekologii belokrylok (Homoptera, Aleyrodinea) Zapadnogo Pamira i nauchnye osnovy mery bor'by s nimi. Avtoref. dis. ... kand. s/h nauk]. Dushanbe, 2017 (in Russian).
5. Madaminov V.S. Silverleaf whitefly is a serious Cotton Pest / Madaminov V.S., Sukhoruchenko G.I., Tashpulatov M.M., Velikan V.S., Abdullaev V.S. [Hlopkovaia belokrylka – ser'eznyi vreditel' hlochatnika]. Dushanbe: *Vestnik, Agronauki (Kishovarz)*, 1998; 3: 23-27 (in Russian).
6. Miartseva S.N. Species composition of arthropods and population dynamics of the main phytophages and their predators on melon in Turkmenistan [Vidovoi sostav chlenistonogih i dinamika chislennosti osnovnyh fitofagov i ih hishchnikov na dyne v Turkmenistane]. *Izv. Academy of Sciences of Turkmen Soviet Socialist Republic, Ser. Biological Sciences*. 1996; 5: 62-67 (in Russian).
7. Miartseva S.N. New pests in Turkmenistan [Novye vrediteli v Turkmenii]. *Zashchita i karantin rastenii*, 1997; 10: 29-30 (in Russian).
8. Myartseva S.N., Smirnov Z.V. Discovery of natural focuses of silverleaf whitefly in Turkmenistan [Obnaruzhenie prirodnih ochagov hlopkovoi belokrylki v Turkmenistane]. *Izv. Academy of Sciences of Turkmen Soviet Socialist Republic, Ser. Biological Sciences*. 1990; 2: 73-75 (in Russian).
9. Tashpulatov M.M. Biological substantiation for optimization of the integrated system of cotton protection from pests in Tajikistan. Abstract of a thesis ... PhD in Agriculture [Biologicheskoe obosnovanie optimizatsii sistemy integrirovannoi sistemy zashchity hlochatnika ot vreditel'ei v Tadzhikestane. Avtoref. dis. ... kand. s/h nauk]. *Zashchita rastenij*. St. Petersburg, 2007 (in Russian).
10. Baoli Q., Coats S.A., Shunxiang R., Idris A.M., Xu Caixia, Brown J.K. Phylogenetic relationships of native and introduced *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) from China and India based on mtCOI DNA sequencing and host plant comparisons. *Progress in Natural Science*. 2007; 17, 6: 645-654.
11. Bedford I.D., Briddon R.W., Brown J.K., Rosell R.C., Markham P.G. Geminivirus transmission and biological characterization of *Bemisia tabaci* (Gennadius) from different geographic regions. *Annals of Applied Biology*. 1994; 125: 311-325.
12. Boykin L.M., De Barro P.J. A practical guide to identifying members of the *Bemisia tabaci* species complex: and other morphologically identical species. *Front. Ecol. Evol*. 2014; 2: 45. DOI: 10.3389/fevo.2014.00045.
13. Brown J.K. Phylogenetic biology of the *Bemisia tabaci* sibling species group / *Bemisia*: Bionomics and Management of a Global Pest. *Springer Netherlands*. 2010; 31-67. URL: https://doi.org/10.1007/978-90-481-2460-2_2.
14. Brown J.K., Frohlich D.R. and Rosell R.C. The sweet potato or silverleaf whiteflies: Biotypes of *Bemisia tabaci* or a new species complex. *Annual Review of Entomology*. 1995; 40: 511-534.

14. Brown J.K., Frohlich D.R. and Rosell R.C. The sweet potato or silverleaf whiteflies: Biotypes of *Bemisia tabaci* or a new species complex // Annual Review of Entomology. – 1995. – Vol. 40. – P. 511-534.
15. CABI. *Bemisia tabaci* / Invasive Species Compendium // Wallingford, UK: CAB International. – 2019. – URL: www.cabi.org/isc.
16. De Barro P.J. *Bemisia tabaci* – from molecular to landscape // Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) – Entomology. 120 Meiers Road, Indooroopilly, Queensland 4068, Australia. 2005. – URL: http://www.fftc.agnet.org/htmlarea_file/library/20110712184749/tb171.pdf.
17. De Barro P.J., Driver F. Use of RAPD PCR to distinguish the B biotype from other biotypes of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) // Australian Journal of Entomology. – 1997. – Vol. 36. – P. 149-152.
18. Global Invasive Species Database. – URL: https://www.gbif.org. 2019.
19. Hadjistyli M., Roderick G.K., Brown J.K. Global Population Structure of a Worldwide Pest and Virus Vector: Genetic Diversity and Population History of the *Bemisia tabaci* Sibling Species Group // PLoS ONE. – 2016. – Vol. 11, No. 11. – URL: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165105.
20. Martin J.H. Whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) – their systematic history and the resulting problems of conventional taxonomy, with special reference to descriptions of *Aleyrodes proletella* (Linnaeus, 1758) and *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) // Entomologist's Gazette. – 2003. – Vol. 54. – P. 125-136.
21. Rosell R.C., Bedford I.D., Frohlich D.R., Gill R.J., Brown J.K., Markham P.G. Analysis of Morphological Variation in Distinct Populations of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) // Annals of the Entomological Society of America. – 1997. – Vol. 90, Issue 5. – P. 575-589. – URL: https://doi.org/10.1093/aesa/90.5.575.
22. Tair E.U., Ulusoy M.R., Çalışkan A.F. Determination of whitefly (Hemiptera: Aleyrodidae) species from South Kyrgyzstan // Manas. J. Agr. Vet. Life Sci. – 2017. – Vol. 7, No. 2. – P. 13-19.
23. Topakci N., Göçmen H. *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae)'nin B ve Q biyotiplerinin tarayıcı elektron mikroskop ile morfolojik özellikleri üzerine bir araştırma *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) // Türk. entomol. derg. – 2011. – Vol. 35, No. 3. – P. 495-507.
24. Yan A.I. Comparative Morphology and Morphometry of Six Biotypes of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) from China // J. of Integrative Agriculture. – 2013. – Vol. 12, Issue 5. – P. 846-852. – URL: https://doi.org/10.1016/S2095-3119(13)60303-2G.

15. CABI. *Bemisia tabaci*. Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International, 2019. URL: www.cabi.org/isc.
16. De Barro P.J. *Bemisia tabaci* – from molecular to landscape. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) – *Entomology*. 120 Meiers Road, Indooroopilly, Queensland 4068, Australia, 2005. URL: http://www.fftc.agnet.org/htmlarea_file/library/20110712184749/tb171.pdf.
17. De Barro P.J., Driver F. Use of RAPD PCR to distinguish the B biotype from other biotypes of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). *Australian Journal of Entomology*. 1997; 36: 149-152.
18. Global Invasive Species Database. URL: https://www.gbif.org. 2019.
19. Hadjistyli M., Roderick G.K., Brown J.K. Global Population Structure of a Worldwide Pest and Virus Vector: Genetic Diversity and Population History of the *Bemisia tabaci* Sibling Species Group. *PLoS ONE*. 2016; 11 (11). URL: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165105.
20. Martin J.H. Whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) – their systematic history and the resulting problems of conventional taxonomy, with special reference to descriptions of *Aleyrodes proletella* (Linnaeus, 1758) and *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889). *Entomologist's Gazette*. 2003; 54: 125-136.
21. Rosell R.C., Bedford I.D., Frohlich D.R., Gill R.J., Brown J.K., Markham P.G. Analysis of Morphological Variation in Distinct Populations of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Annals of the Entomological Society of America*. 1997; 90 (5): 575-589. URL: https://doi.org/10.1093/aesa/90.5.575.
22. Tair E.U., Ulusoy M.R., Çalışkan A.F. Determination of whitefly (Hemiptera: Aleyrodidae) species from South Kyrgyzstan. *Manas. J. Agr. Vet. Life Sci*. 2017; 7 (2): 13-19.
23. Topakci N., Göçmen H. *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae)'nin B ve Q biyotiplerinin tarayıcı elektron mikroskop ile morfolojik özellikleri üzerine bir araştırma. *Türk. entomol. derg*. 2011; 35 (3): 495-507.
24. Yan A.I. Comparative Morphology and Morphometry of Six Biotypes of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) from China. *J. of Integrative Agriculture*. 2013; 12 (5): 846-852. URL: https://doi.org/10.1016/S2095-3119(13)60303-2G.

УДК 581.9(581.527.7)

Гербологическая экспедиция в Красноярский край и Республику Хакасия

Т.В. ЭБЕЛЬ, научный сотрудник Томского филиала ФГБУ «ВНИИКР»

А.Л. ЭБЕЛЬ, д.б.н., профессор кафедры ботаники ФГАОУ «Национальный исследовательский Томский государственный университет»

С.И. МИХАЙЛОВА, научный сотрудник Томского филиала ФГБУ «ВНИИКР»

Аннотация. В статье сообщается о гербологической экспедиции в Красноярский край и Республику Хакасия, состоявшейся в рамках выполнения НИР в августе 2019 года, а также о результатах данной экспедиции. В полевых условиях проводилось изучение распространения сорных, инвазивных (в том числе карантинных) видов растений: осуществлялся сбор семенного и гербарного материалов, выполнялись геоботанические описания агроценозов и наблюдения за растениями в природе.

Ключевые слова. Сорные растения, инвазивные виды, агроценозы, карантинные виды растений, Красноярский край, Республика Хакасия.



В 2019 г. в Томском филиале ФГБУ «ВНИИКР» в рамках выполнения темы НИР «Изучение распространения и эколого-биологических особенностей карантинных и инвазивных видов растений на территории Сибирского федерального округа» были продолжены экспедиционные исследования. Состоялась экспедиционная поездка сотрудников филиала и Томского государственного университета (в рамках договора о сотрудничестве) в Республику Хакасия и южную часть Красноярского края.

Целью данной гербологической экспедиции являлось изучение распространения карантинных и особо опасных инвазивных видов растений в Республике Хакасия и южных районах Красноярского края.

Задачи экспедиции были следующие:
 - обследование сорно-полевой и рудеральной флоры Республики Хакасия и южных районов Красноярского края;
 - сбор семенного и гербарного материалов для пополнения карпологической коллекции и гербария;

UDC 581.9(581.527.7)

Herbological Expedition to Krasnoyarsk Krai and the Republic of Khakassia

T.V. EBEL, Researcher of the Tomsk Branch of FGBU “VNIKR”

A.L. EBEL, Doctor of Advanced Studies in Biological Sciences, Professor of the Botany Faculty at FGAOU National Research Tomsk State University

S.I. MIKHAILOVA, Researcher of the Tomsk Branch of FGBU “VNIKR”

Abstract. The article describes the herbological expedition to Krasnoyarsk Krai and the Republic of Khakassia, which took place part of the research project in August 2019, and its results. Researchers studied distribution of weed, invasive (including quarantine) plant species in the field, collected seed and herbarium materials, described the geobotany of agrocenoses, and observed plants in nature.

Keywords. Weed plants, invasive species, agrocenoses, quarantine plant species, Krasnoyarsk Krai, Republic of Khakassia.

In 2019, the Tomsk branch of FGBU “VNIKR” continued its expedition research as part of a research project called “Study of Distribution and Ecological and Biological Characteristics of Quarantine and Invasive Plant Species in Siberian Federal District”. The employees of the branch and the Tomsk State University made an expedition trip (under the cooperation agreement) to the Republic of Khakassia and the southern part of Krasnoyarsk Krai.

The herbological expedition aimed to study the distribution of quarantine and extremely dangerous invasive plant species in the Republic of Khakassia and southern Krasnoyarsk Krai. The expedition had the following tasks:

- survey of weed, field and ruderal flora of the Republic of Khakassia and the southern regions of Krasnoyarsk Krai,
 - collect seed and herbarium materials to supplement the carpological collection and herbarium,



Рис. 1. Красноярский край и Республика Хакасия на карте Российской Федерации (штриховкой отмечен район проведения исследований)

Fig. 1. Krasnoyarsk Krai and the Republic of Khakassia on the map of the Russian Federation (shaded are areas under study)

- поиск карантинных видов растений на исследуемой территории;
- выполнение геоботанических описаний агроценозов и ценозов с сорными растениями,
- наблюдения за сорными, инвазивными (в том числе особо опасными) и карантинными видами растений в природных условиях.

Красноярский край – второй по площади субъект Российской Федерации (рис. 1), занимает 2366,8 тыс. км² (или 13,86% территории страны). Красноярский край входит в Сибирский федеральный округ. На востоке край граничит с Республикой Саха (Якутия) и Иркутской областью, на юге – с Республикой Тыва и с Республикой Хакасия, на западе – с Кемеровской и Томской областями, а также с Ханты-Мансийским и Ямало-Ненецким автономными округами.

Красноярский край расположен в бассейне реки Енисей. Вдоль левого берега Енисея располагается низменная долина, а вдоль правого – Среднесибирское плоскогорье, высота которого достигает 500-700 м выше уровня моря. На севере край омывается Карским морем и морем Лаптевых. Протяженность территории от севера до горных районов Южной Сибири почти 3000 км. Рельеф Красноярского края разнообразен. На большом протяжении северной части река Енисей проложила долину на стыке двух тектонических структур. С правобережья к долине реки уступами спускается сложенное древними породами Среднесибирское плоскогорье и Енисейский кряж. На левом берегу реки расположена восточная часть Западно-Сибирской низменности, которая на севере смыкается с обширной Енисейско-Хатангской низменностью, занимающей часть Таймырского полуострова. Юг края занимают горы и межгорные впадины Алтае-Саянской горной страны. Левобережье Енисея неоднократно перекрывалось ледниками, поэтому рельеф здесь в основном равнинно-холмистый (рис. 2), имеется много озер, болот и рек. В южной части края высятся хребты Восточного и Западного Саян и Кузнецкого Алатау. У подножия хребтов лежит Минусинская котловина, где благоприятные климатические условия. Восточный Саян начинается немного западнее города Красноярска и проходит на юго-востоке до гор Забайкалья. Эта обширная горная область состоит из многих горных хребтов, впадин и высоких плато (рис. 3). Здесь есть

- search for quarantine plant species in the area under study,
- geobotanical description of agrocenoses and cenoses with weed plants,
- observation over weed, invasive (including extremely dangerous) and quarantine plant species in natural conditions.

Krasnoyarsk Krai is the second-largest subject of the Russian Federation (Fig. 1) occupying 2,366.8 thousand sq. km (or 13.86% of the country's territory). It is a part the Siberian Federal District and borders the Republic of Sakha (Yakutia) and Irkutsk Oblast in the east, the Tyva Republic and the Republic of Khakassia in the south, Kemerovo and Tomsk Oblast, as well as the Khanty-Mans and Yamalo-Nenets Autonomous Okrug in the west.

Krasnoyarsk Krai is situated in the basin of the Yenisei River. There is a lowland valley along the Yenisei's left bank, and the Mid-Siberian Plateau along its right bank, which height reaches 500-700 m above sea level. The region is washed by the Kara Sea and the Laptev Sea in the north. Its territory is almost 3,000 km long from the north to the mountainous areas of Southern Siberia. Krasnoyarsk Krai has diverse terrain. The Yenisei River has laid a valley at the junction of two tectonic structures over a large area in the northern part of the region. The Central Siberian Plateau and the Yenisei Range, composed of ancient rocks, descend from the right bank to the river valley in echelon. On the left bank of the river, the east part of the West Siberian Plain is located which meets with the extensive Yenisei-Khatanga Lowland in the north covering a part of the Taymyr Peninsula in the north. Mountains and intermountain areas of the Altai-Sayan Highlands occupy the southern part of the region. Glaciers repeatedly covered the left bank of the Yenisei and made the terrain here pretty much flat and hilly (Fig. 2) with an abundance of lakes, swamps and rivers. In the southern part of the region, the ranges of the East and West Sayans and Kuznetsk Alatau rise. At the foothills of the ranges lies the Minusinsk Basin, where climatic conditions are favourable. The East



Рис. 2. Вид на левобережье Енисея с Красноярского водохранилища (Новоселовский р-н, окрестности пристани Улазы напротив с. Новоселово) (фото Т.В. Эбель)

Fig. 2. View on the left bank of the Yenisei River from the Krasnoyarsk Reservoir (Novosyolovo District, near the Ulazy pier opposite to Novosyolovo village) (photo by T.V. Ebel)



Рис. 3. Восточный Саян в Манском районе Красноярского края (фото Т.В. Эбель)

Fig. 3. East Sayans in Mansky District of Krasnoyarsk Krai (photo by T.V. Ebel)



Рис. 5. Отроги восточного макросклона Кузнецкого Алатау в Ширинском районе Республики Хакасия (фото А.Л. Эбеля)

Fig. 5. Spurs of the eastern macroslope of the Kuznetsk Alatau in Shirin District of the Republic of Khakassia (photo by A.L. Ebel)

несколько плосковершинных хребтов высотой до 900 м, которые называют «белогорьями», – Манское, Канское, Пезинское и другие. Западный Саян протянулся на южной границе Красноярского края более чем на 650 км. Он состоит из многих хребтов (Ергаки, Саянский, Куртушибинский, Тазарама, Джебашский, Араданский и др.) и древних поверхностей выравнивания. На юго-западе протянулся Кузнецкий Алатау, отделяющий Минусинскую впадину от Кузнецкой.

На территории края выделяют арктический, субарктический и умеренный климатические пояса. Южная часть края отличается теплым летом и умеренной зимой. Сухой и чистый воздух, обилие солнечных дней, целебные воды создают благоприятные климатические условия для лечения и отдыха. В западной части края выпадает большее количество осадков.

Значительную часть территории Красноярского края занимает зона тайги. Типичная степь расположена на юге края (рис. 4) и занимает большую часть Минусинской впадины, Чулымско-Енисейской котловины. Земледелие в крае возможно примерно до широты Енисейска, а севернее – только очагами.



Рис. 4. Агроландшафт у подножия остепненных гор в Курагинском районе Красноярского края (фото А.Л. Эбеля)

Fig. 4. Agricultural landscape at the foot of steppified mountains in Kuragino District of Krasnoyarsk Krai (photo by A.L. Ebel)



Рис. 6. Горы Саксары – предгорья Абаканского хребта в Аскизском районе Республики Хакасия (фото А.Л. Эбеля)

Fig. 6. Saksary Mountains – foothills of the Abakan Range in Askizsky District of the Republic of Khakassia (photo by A.L. Ebel)

Sayans begin a little west of the city of Krasnoyarsk and reach the Trans-Baikal Mountains in the southeast. This vast mountainous region consists of many ranges, intermountain areas and high plateaus (Fig. 3). There are several flat-topped ranges up to 900 m high called “Belogorye” (white mountains) – Manskoye, Kanskoye, Pezinsky, and others. The West Sayans stretch for over 650 km on the southern border of Krasnoyarsk Krai. It includes many ranges (Ergaki, Sayan, Kurtushibinsky, Tazarama, Dzhebashsky, Aradan, etc.) and ancient peneplains. The Kuznetsk Alatau stretches in the south-west, separating the Minusinsk Hollow from the Kuznetsk Hollow.

The region comprises arctic, subarctic and temperate climate zones. The southern part of the region boasts warm summer and moderate winter. Dry and clean air, plenty of sunny days, and healing waters create favourable climatic conditions for treatment and recreation. The western part of the region gets more rainfall.



Рис. 7. Озеро Красное в Бейском районе Республики Хакасия (фото Т.В. Эбель) **Fig. 7. Lake Krasnoye in Beysky District of the Republic of Khakassia (photo by T.V. Ebel)**

Регион является крупным производителем сельскохозяйственной продукции в Сибирском федеральном округе. Валовой сбор зерновых здесь ежегодно составляет около 2 млн тонн. Красноярский край в числе лидеров по урожайности зерновых и зернобобовых культур среди регионов Сибири. В последние годы аграрии успешно возделывают новые для края сельскохозяйственные культуры: рапс и кукурузу на зерно [7].

Республика Хакасия расположена в левобережной части бассейна реки Енисей, на территориях Саяно-Алтайского нагорья и Хакасско-Минусинской котловины. Протяженность территории с севера на юг – 460 км, с запада на восток (в наиболее широкой части) – 200 км. Площадь Республики Хакасия 61900 км². Это 0,4% от территории Российской Федерации (см. рис. 1). На севере, востоке и юго-востоке Хакасия граничит с Красноярским краем, на юге – с Республикой Тыва, на юго-западе – с Республикой Алтай, на западе – с Кемеровской областью. Климат Хакасии резко континентальный, с сухим жарким летом и холодной малоснежной зимой. Средняя температура воздуха июля +17,9 °С, января -18,9 °С. Количество солнечных дней в республике значительно выше, чем в соседних регионах [3].

80% территории Хакасии занимают горы; на котловины приходится 20%. На западе расположена южная часть восточного макросклона Кузнецкого Алатау (выс. до 2178 м) (рис. 5), который южнее продолжает Абаканский хребет (рис. 6); на юге – глубоко расчлененные хребты крайнего северо-запада Западного Саяна (выс. до 2930 м), к северу от них – среднегорья Джебашского, Хансын, Джойского хребтов. Среди межгорных котловин наибольшую площадь занимает Минусинская котловина (выс. 250-400 м), для нее характерны небольшие куэстовые гряды и останцы, равнинные части называются степями: Койбальская, Уйбатская, Абаканская. К северу от Батеневского края находится Чулым-Енисейская котловина [1]. Самые крупные реки Хакасии – Енисей, Абакан, Чулым и Томь. В республике более 500 озер, рек и мелких речушек (рис. 7).

Хакасия – развитый сельскохозяйственный район Южной Сибири. Сельхозугодья составляют свыше 30% территории Хакасии, из них пашня около 25%. Свыше 50% посевных площадей занимают



Рис. 8. Сенокосные луга на Косинском хребте (Усть-Абаканский район Республики Хакасия) (фото А.Л. Эбеля) **Fig. 8. Hay meadows on the Kosinsky Range (Ust-Abakan District of the Republic of Khakassia) (photo by A.L. Ebel)**

The taiga zone occupies a significant part of Krasnoyarsk Krai. The typical steppe is located in the south of the region (Fig. 4) and covers a large part of the Minusinsk Basin, the Chulym-Yenisei Hollow. Farming in the region is possible up to the latitude of the Yenisei and is focal to the north. The region is a major producer of agricultural products in the Siberian Federal District. Gross yield of grain here is about 2 million tonnes annually. Krasnoyarsk Krai is one of the leaders in terms of grain and leguminous crop yields among Siberian regions. Over the last years, farmers have successfully cultivated new crops in the region – rape and corn to be used as grains [7].

The Republic of Khakassia lies on the left bank of the Yenisei River basin, in the Sayan-Altai Highlands and the Khakass-Minusinsk Hollow. The territory stretches 460 km from north to south and 200 km from west to east (in its widest part). The Republic of Khakassia

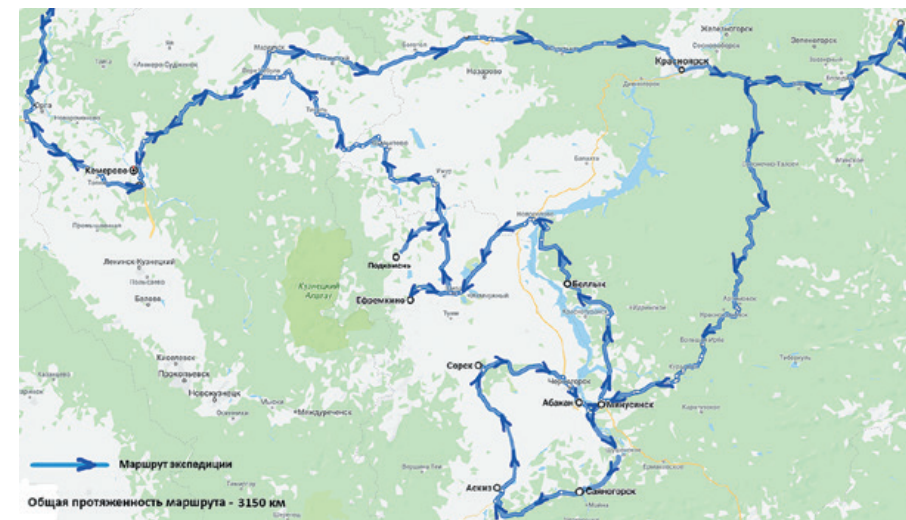


Рис. 9. Карта маршрута экспедиционной поездки **Fig. 9. Expedition route map**

кормовые, свыше 40% – зерновые и зернобобовые культуры, около 5% – картофель и овощи, около 1% – технические культуры [1]. Обширные площади заняты пастбищами и сенокосами – основой развития животноводства (рис. 8).

В период с 14 по 27 августа 2019 г. маршрутными обследованиями была охвачена практически вся территория Республики Хакасия (за исключением самых южных и западных горно-лесных районов) и сельскохозяйственные районы Красноярского края, расположенные к югу от линии Боготол – Канск (см. рис. 1). Общая протяженность маршрута составила около 3150 км (рис. 9).

Изучение сорной флоры как сегетальных, так и рудеральных местообитаний проводили маршрутно-рекогносцировочным методом обследования территории [2]. Всего было зафиксировано около 200 точек местонахождений инвазивных (в том

occupies 61,900 sq. km. This is 0.4% of the territory of the Russian Federation (Fig. 1). Khakassia borders Krasnoyarsk Krai in the north, east and south-east, the Tyva Republic in the south, the Altai Republic in the south-west and Kemerovo Oblast in the west. Khakassia has a harsh continental climate with dry, hot summers and cold, snowy winters. The average air temperature is +17.9 °C in July and -18.9 °C in January. There are many more sunny days in the republic compared to neighbouring regions [3].

80% of Khakassia's territory is mountainous with the hollows accounting for 20% of it. In the west is the southern part of

the eastern Kuznetsk Alatau macroslope (up to 2,178 m high) (Fig. 5), which prolongs the Abakan Range to the south (Fig. 6); the rugged mountains of the extreme north-west of the West Sayans (up to 2,930 m high) are in the south with the middle mountains of the Dzhebashsky, Khansyn and Dzhoysky Ranges to the north of them. The Minusinsk Hollow is the largest one (250-400 m high) among intermountain hollows; it is characterized by small cuestas and residual mountains; the plain parts are called steppes – Koybalskaya, Uybatkaya, Abakan. To the north of the Batenevsky Range lies the Chulym-Yenisei Basin [1]. The largest rivers in Khakassia are the Yenisei, Abakan, Chulym and Tom. There are over 500 lakes, rivers and creeks in the republic (Fig. 7).

Khakassia is a developed agricultural region of Southern Siberia. Over 30% of the Khakassia's territory is farmland, about 25% of which is tillable. About 50% of crop acreage is occupied by fodder crops, over 40% – by



Рис. 10. Выполнение геоботанического описания агроценоза рапса в окрестностях г. Боготол (Красноярский край) (фото А.Л. Эбеля) **Fig. 10. Geobotanical description of rapeseed agrocnosis near Bogotol (Krasnoyarsk Krai) (photo by A.L. Ebel)**



Рис. 11. Геоботаническое описание агроценоза пшеницы в окрестностях п. Суходол (Минусинский р-н Красноярского края) (фото А.Л. Эбеля) **Fig. 11. Geobotanical description of wheat agrocnosis near Sukhodol (Minusinsk District of Krasnoyarsk Krai) (photo by A.L. Ebel)**



Рис. 12. Геоботаническое описание сильно засоренного пасленом, черным кукурузного поля в с. Курагино (Красноярский край) (фото А.Л. Эбеля)

Fig. 12. Geobotanical description of a cornfield in the village of Kuragino, heavily infested with black nightshade (Krasnoyarsk Krai) (photo by A.L. Ebel)

числе карантинных) видов растений. В ходе экспедиции было сделано 45 геоботанических описаний в различных агроценозах (пшеница, рапс, овес, кукуруза, просо, соя, ячмень, люцерна посевная, клевер, сорго, гречиха, горох, картофель, смешанные агроценозы, залежи) (рис. 10-12). Следует отметить, что выполнение геоботанических описаний на территории южных районов Хакасии было значительно затруднено тем, что многие агроценозы здесь окружены по периметру глубоким и широким рвом и земляным валом, точное предназначение которых нами не установлено (рис. 13). Возможно, что данные сооружения предназначены для защиты



Рис. 14. Сушка в полевых условиях семян паслена черного (*Solanum nigrum* L.) (фото Т.В. Эбель)

Fig. 14. Drying seeds of black nightshade (*Solanum nigrum* L.) in the field (photo by T.V. Ebel)



Рис. 13. Земляной ров по периметру овсяного поля в окрестностях с. Новороссийское (Алтайский р-н Республики Хакасия) (фото А.Л. Эбеля)

Fig. 13. Earth ditch along the perimeter of an oatmeal field near the village Novorossiyskoye (Altai District of the Republic of Khakassia) (photo by A.L. Ebel)

cereals and legumes, about 5% – by potatoes and vegetables, about 1% – by technical crops [1]. Pastures and hayfields span vast areas; they form the basis for the development of animal husbandry (Fig. 8).

From 14 August to 27 August 2019 route surveys covered almost the entire territory of the Republic of Khakassia (except for the southernmost and western mountainous and forest areas) and agricultural areas of Krasnoyarsk Krai located south of the Bogotol – Kansk line (see Fig. 1). The total length of the route was about 3,150 km (Fig. 9).

Weed flora of both segetal and ruderal habitats was studied by route survey method [2]. In total, about 200 locations of invasive (including quarantine) plant species were recorded. During the expedition 45 geobotanical descriptions were made in different agroecosystems (wheat, rape, oats, corn, millet, soybean, barley, purple medick, clover, sorghum, buckwheat, peas, potatoes, mixed agroecosystems, deposits) (Fig. 10-12). It should be noted that it was quite difficult to describe geobotany in the southern regions of Khakassia due to deep and wide ditches and earth walls that surround many agroecosystems here, the true purpose of which was not established (Fig. 13). These structures may have been designed to protect crops from farm animals or for transport entry.

The members of the expedition collected over 100 samples (more than 90 species) of weed plant seeds (Fig. 14) and about 250 herbarium leaves (82 species of weed plants from 25 families). After analyzing geobotanical descriptions of agroecosystems of various crops and deposits, they determined species composition of weed plants. In agroecosystems, 162 species of weeds belonging to 32 families were found. The most numerous families in agroecosystems are Asteraceae, Fabaceae, Poaceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, Lamiaceae, Rosaceae, Caryophyllaceae, Polygonaceae, Apiaceae, Boraginaceae. Species of these families constitute 79% of the total number of species; the other families are represented by one to four species.

посевов от сельскохозяйственных животных или заезда транспорта.

В ходе экспедиции собрано свыше 100 образцов (более 90 видов) семян сорных растений (рис. 14) и около 250 листов гербария (82 вида сорных растений из 25 семейств). В результате анализа геоботанических описаний агроценозов различных сельскохозяйственных культур и залежей установлен видовой состав сорняков. В агроценозах обнаружено 162 вида сорных растений, относящихся к 32 семействам. Наиболее многочисленными в агроценозах являются семейства Астровые (Asteraceae), Бобовые (Fabaceae), Мятликовые (Poaceae), Капустные (Brassicaceae), Маревые (Chenopodiaceae), Яснотковые (Lamiaceae), Розоцветные (Rosaceae), Гвоздичные (Caryophyllaceae), Гречишные (Polygonaceae), Зонтичные (Apiaceae), Бурачниковые (Boraginaceae). Число видов этих семейств составляют 79% от общего числа, остальные семейства представлены одним-четырьмя видами.

Наиболее часто и с высоким обилием в исследованных агроценозах встречаются 16 видов сорных растений (см. таблицу). Все они относятся к широко распространенным сорнякам. Более половины из перечисленных в таблице видов относятся к опасным (*Chenopodium album* L., *Setaria viridis* (L.) P. Beauv., *Fallopia convolvulus* (L.) Á. Löve, *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv., *Amaranthus retroflexus* L., *Galeopsis bifida* Boenn.) и особо опасным (*Avena fatua* L., *Cirsium setosum* (Willd.) Besser, *Sonchus arvensis* L.) для продукции растительного происхождения вредным организмам [4, 5].

В половине геоботанических описаний (51%) присутствует щетинник зеленый (*Setaria viridis* (L.) P. Beauv.). В южных районах Хакасии и Красноярского края он замещается на щетинник низкий (*S. pumila* (Poir.) Schult.), который встречается здесь в 27% описаний. В целом щетинники отмечены нами в 76%



Рис. 15. Ежовник обыкновенный (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) – обычный в агроценозах Средней Сибири инвазивный вид (фото А.Л. Эбеля)

Fig. 15. Barnyard grass (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) – an invasive species common in agroecosystems of Central Siberia (photo by A.L. Ebel)



Рис. 16. Обманчивоплодник тонкий (*Sphallerocarpus gracilis* (Besser ex Trevir.) (фото А.Л. Эбеля)

Fig. 16. *Sphallerocarpus gracilis* (Besser ex Trevir.) (photo by A.L. Ebel)

The most frequently found are 16 species of weed plants (see table) with a high incidence in the studied agroecosystems. All of them belong to widespread weed plants. More than half of the species listed in the table belong to dangerous (*Chenopodium album* L., *Setaria viridis* (L.) P. Beauv., *Fallopia convolvulus* (L.) Á. Löve, *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv., *Amaranthus retroflexus* L., *Galeopsis bifida* Boenn.) and extremely dangerous (*Avena fatua* L., *Cirsium setosum* (Willd.) Besser, *Sonchus arvensis* L.) pests of plant products [4, 5].

Half of the geobotanical descriptions (51%) contain green bristlegrass (*Setaria viridis* (L.) P. Beauv.). In southern regions of Khakassia and Krasnoyarsk Krai, it is replaced by red bristlegrass (*S. pumila* (Poir.) Schult.), which is found here in 27% of descriptions. In general, we found bristlegrass in 76% of descriptions and it occurs in agroecosystems throughout the whole studied area.

The incidence of lots (7 species each) of wormwood (*Artemisia*) and tormentils (*Potentilla*) indicates a low level of agricultural machinery used in these farmlands.

It should also be noted that we found species of weed plants that are included in the lists of pests prohibited for entry in several countries that import grain quite often [6]. These are, for example, such species as Russian pigweed (*Axyris amaranthoides* L., prohibited for entry in Iran), pigeonweed (*Buglossoides arvensis* (L.) I.M. Johnst, prohibited for entry in Mexico), viper's bugloss (*Echium vulgare* L., Mexico, Sri Lanka), bearbind (*Fallopia convolvulus* (L.) Á. Löve, Israel, Mexico), flaxweed (*Linaria vulgaris* Mill., Mexico), ball mustard (*Neslia paniculata* (L.) Desv., Mexico), green bristlegrass (*Setaria viridis* (L.) P. Beauv., Brazil, Guatemala) and red bristlegrass (*Setaria pumila* (Poir.) Schult., Brazil, Guatemala, Mexico), field pennycress (*Thlaspi arvense* L., Mexico, Paraguay, Syria, Thailand), night-flowering catchfly (*Silene noctiflora* L., Mexico), horse daisy (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip., India, Mexico), heartsease (*Viola arvensis* Murray, India), and others.

Studied agroecosystems also had 15 invasive species included in the Black Book of the Flora of Siberia (2016): *Acer negundo* L., *Atriplex sagittata* Borkh., *Axyris*



Рис. 17. Латук компасный (*Lactuca serriola* L.) встречается не часто в агроценозах Красноярского края и Хакасии (фото А.Л. Эбеля)

описаний и встречаются в агроценозах по всей исследованной территории. Произрастание в ряде агроценозов довольно большого количества (по 7 видов) полыней (*Artemisia*) и лапчаток (*Potentilla*) свидетельствует о низком уровне агротехники, применяемой в данных сельхозугодьях. Следует также отметить, что в исследованных агроценозах довольно часто встречаются виды

amaranthoides L., *Conyza canadensis* (L.) Cronquist, *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., *Echium vulgare* L., *Epilobium adenocaulon* Hausskn., *Lactuca serriola* L., *Lepidium densiflorum* Schrad., *Malva verticillata* L., *Melilotus officinalis*

Встречаемость основных видов сорных растений в исследованных агроценозах Красноярского края и Республики Хакасия

Вид	Встречаемость, % от общего числа агроценозов
Встречаемость выше 50%	
<i>Chenopodium album</i> L.	84
<i>Panicum miliaceum</i> ssp. <i>rudera</i> le (Kitag.) Tzvelev	62
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér.	53
<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	51
Встречаемость 30-50%	
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve	47
<i>Avena fatua</i> L.	44
<i>Cirsium setosum</i> (Willd.) Besser	44
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	44
<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	44
<i>Chenopodium aristatum</i> L.	42
<i>Sonchus arvensis</i> L.	42
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	38
<i>Lappula squarrosa</i> (Retz.) Dumort.	38
<i>Cannabis sativa</i> L.	36
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	31
<i>Galeopsis bifida</i> Boenn.	31

сорных растений, включенные в списки вредных организмов, запрещенных к ввозу в ряде стран – импортеров зернопродукции [6]. Это, например, такие виды, как: аксирис щирицевый (*Axyris amaranthoides* L., запрещен к ввозу в Иране), буглоссойдес полевой (*Buglossoides arvensis* (L.) I.M. Johnst, запрещен к ввозу в Мексике), синяк обыкновенный (*Echium vulgare* L., Мексика, Шри-Ланка), гречишка вьюнковая (*Fallopia convolvulus* (L.) Á. Löve, Израиль, Мексика), льнянка обыкновенная (*Linaria vulgaris* Mill., Мексика), нес-ля метельчатая (*Neslia paniculata* (L.) Desv., Мекси-ка), щетинники зеленый (*Setaria viridis* (L.) P. Beauv., Бразилия, Гватемала) и низкий (*Setaria pumila* (Poir.) Schult., Бразилия, Гватемала, Мексика), ярутка по-левая (*Thlaspi arvense* L., Мексика, Парагвай, Сирия, Таиланд), смолевка нощецветная (*Silene noctiflora* L., Мексика), трехреберник непахучий (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip., Индия, Мексика), фиалка по-левая (*Viola arvensis* Murr., Индия) и др. В составе исследованных агроценозов нами отмечено 15 инвазивных видов, внесенных в «Чер-ную книгу флоры Сибири» (2016): *Acer negundo* L., *Atriplex sagittata* Borkh., *Axyris amaranthoides* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronquist, *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., *Echium vulgare* L., *Epilobium adenocaulon* Hausskn., *Lactuca serriola* L., *Lepidium densiflorum* Schrad., *Malva verticillata* L., *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *Pastinaca sativa* L., *Sphallerocarpus gracilis* (Besser ex Trevir.)

(L.) Pall., *Pastinaca sativa* L., *Sphallerocarpus gracilis* (Besser ex Trevir.) Koso-Pol., *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip., *Vicia hirsuta* (L.) Gray. The incidence of barnyard grass (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) is quite high in the surveyed area – this invasive weed plant was recorded in 44% of the studied agrocnoses (Fig. 15). Butterweed (*Conyza canadensis* (L.) Cronquist) was found in 18% of the studied agrocnoses. Such species as parsnip (*Pastinaca sativa* L.), *Sphallerocarpus gracilis* (Besser ex Trevir.) Koso-Pol., horse daisy (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.) are recorded in 11-13% of agrocnoses. We found *Sphallerocarpus gracilis* (Besser ex Trevir.) Koso-Pol. in agrocnoses of steppe regions of the Republic of Khakassia (Fig. 16). It grows on fields in rather large numbers here. It is a biennial umbelliferous plant typical for Central Siberia with a natural habitat confined to the East Asian region (the Far East, Japanese and Chinese

Incidence of the main species of weed plants in the studied agrocnoses of Krasnoyarsk Krai and the Republic of Khakassia

Species	Incidence, % from the total number of agrocnoses
Incidence over 50%	
<i>Chenopodium album</i> L.	84
<i>Panicum miliaceum</i> ssp. <i>rudera</i> le (Kitag.) Tzvelev	62
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér.	53
<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	51
30-50% incidence	
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve	47
<i>Avena fatua</i> L.	44
<i>Cirsium setosum</i> (Willd.) Besser	44
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	44
<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	44
<i>Chenopodium aristatum</i> L.	42
<i>Sonchus arvensis</i> L.	42
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	38
<i>Lappula squarrosa</i> (Retz.) Dumort.	38
<i>Cannabis sativa</i> L.	36
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	31
<i>Galeopsis bifida</i> Boenn.	31



Рис. 18. Т.В. Эбель
возле растения лебеды
стреловидной (*Atriplex
sagittata* Borkh.) на пшеничном
поле в окрестностях
с. Беллык (Краснотуранский
р-н Красноярского края)
(фото А.Л. Эбеля)

Fig. 18. T.V. Ebel near
glossy-leaved orache
(*Atriplex sagittata*
Borkh.) in a wheat field
near the village of Bellyk
(Krasnoturansky District
of Krasnoyarsk Krai)
(photo by A.L. Ebel)

Koso-Pol., *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip., *Vicia hirsuta* (L.) Gray.

Довольно высока на обследованной территории встречаемость ежовника обыкновенного (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.): этот инвазивный сорняк отмечен в 44% изученных агроценозов (рис. 15). Мелколепестничек канадский (*Conyza canadensis* (L.) Cronquist) встречен нами в 18% исследованных агроценозов. Такие виды, как пастернак посевной (*Pastinaca sativa* L.), обманчивоплодник тонкий (*Sphallerocarpus gracilis* (Besser ex Trevir.) Koso-Pol.), трехреберник непашучий (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.), отмечены в 11-13% агроценозов.

Обманчивоплодник тонкий (*Sphallerocarpus gracilis* (Besser ex Trevir.) Koso-Pol.) встречен нами в агроценозах степных районов Республики Хакасия (рис. 16). Здесь он произрастает на полях в довольно большом количестве. Это характерное для Средней Сибири двулетнее зонтичное растение с естественным ареалом, приуроченным к Восточно-Азиатской области (Дальневосточно-Японо-Китайский регион). Вторичный ареал этого инвазивного вида охватывает почти весь Дальний Восток, большую часть Сибири, а в конце XX века этот вид был занесен в центральные районы европейской части России. Обманчивоплодник вызывает обеднение видового состава окружающей растительности. Появление данного сорняка в агроценозах свидетельствует о несоблюдении основных правил зональной агротехники: нарушении чередования культур в севообороте, недоброкачественном и несвоевременном выполнении агротехнических правил по обработке почвы и уходу за растениями [8].

Латук компасный (*Lactuca serriola* L.) (рис. 17) и аксирис щирицевый (*Axyris amaranthoides* L.) встречались довольно редко (в 9% агроценозов). В двух-трех описаниях (от 4 до 7% агроценозов) отмечались лебеда стреловидная (*Atriplex sagittata* Borkh.) (рис. 18), горошек волосистый (*Vicia hirsuta* (L.) Gray),

region). The secondary habitat of this invasive species covers almost the entire Far East, most of Siberia; at the end of XX century, this species was introduced into the central areas of European Russia. *Sphallerocarpus gracilis* causes the species composition of the surrounding vegetation to deteriorate. The occurrence of this weed plant in agrocnoses shows that main zonal agricultural techniques are not observed: disruption of crop rotation, poor quality and untimely fulfilment of farming procedures on soil cultivation and plant care [8].

Compass plant (*Lactuca serriola* L.) (Fig. 17) and Russian pigweed (*Axyris amaranthoides* L.) was found rather rarely (in 9% of agrocnoses). In two or three descriptions (4-7% of agrocnoses) glossy-leaved orache (*Atriplex sagittata* Borkh.) (Fig. 18), common hairy tare (*Vicia hirsuta* (L.) Gray), viper's bugloss (*Echium vulgare* L.) and common melilot (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.) were observed. As for ash-leaved maple (*Acer negundo* L.), fringed willowherb (*Epilobium adenocaulon* Hausskn.), greenflower pepperwort (*Lepidium densiflorum* Schrad.) and verticillate mallow (*Malva verticillata* L.) (Fig. 19), we recorded them only once in agrocnoses.

When surveying ruderal vegetation during the expedition we found 4 sites (2 per Krasnoyarsk Krai and Khakassia) of greater dodder (*Cuscuta europaea* L.). We collected herbarium material of this quarantine species and samples of seeds as well as took photos of the discovered foci (Fig. 20, 21).

We also observed invasive species in the ruderal sites. In addition to the 16 species, mentioned above (including the greater dodder), we also recorded 17 more invasive weed plant species that are included in the Black Book of the Flora of Siberia (2016): *Conium maculatum* L., *Centaurea jacea* L., *C. pseudomaculosa* Dobroc., *Helianthus tuberosus* L., *Matricaria discoidea* DC.,



Рис. 19. Просвирник
мутовчатый (*Malva
verticillata* L.)
на картофельном поле
в д. Большой Сютик
(Орджоникидзевский
р-н Республики Хакасия)
(фото А.Л. Эбеля)

Fig. 19. Verticillate mallow
(*Malva verticillata* L.)
on a potato field in the
village of Bolshoy Syutik
(Ordzhonikidzevsky
District of the Republic
of Khakassia)
(photo by A.L. Ebel)



Рис. 20. Очаг повилики европейской
(*Cuscuta europaea* L.) на берегу
р. Есауловка в д. Кускун Манского р-на
Красноярского края (фото Т.В. Эбеля)

Fig. 20. Focus of greater dodder (*Cuscuta
europaea* L.) on the bank of the Yesaulovka
River in the village of Kuskun of Mansky District
in Krasnoyarsk Krai (photo by T.V. Ebel)

синяк обыкновенный (*Echium vulgare* L.) и донник лекарственный (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.). А клен ясенелистный (*Acer negundo* L.), кипрей железистостебельный (*Epilobium adenocaulon* Hausskn.), клоповник густоцветковый (*Lepidium densiflorum* Schrad.) и просвирник мутовчатый (*Malva verticillata* L.) (рис. 19) встречены нами в агроценозах лишь однажды.

В ходе экспедиции при обследовании рудеральной растительности были обнаружены 4 местонахождения (по 2 – в Красноярском крае и в Хакасии) карантинного вида повилики европейской (*Cuscuta europaea* L.). Собран гербарный материал данного карантинного вида и образцы семян, сделаны фотографии обнаруженных очагов (рис. 20, 21).

Также в рудеральных местонахождениях отмечались инвазивные виды. Кроме перечисленных выше 16 видов (включая повилику европейскую) были обнаружены еще 17 видов инвазивных сорных растений, внесенных в «Черную книгу флоры Сибири» (2016): *Conium maculatum* L., *Centaurea jacea* L., *C. pseudomaculosa* Dobroc., *Helianthus tuberosus* L., *Matricaria discoidea* DC., *Solidago canadensis* L., *Impatiens glandulifera* Royle, *Armoracia rusticana* Gaertn., *Rorippa sylvestris* (L.) Besser, *Sisymbrium officinale* (L.) Scop., *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et A., *Lotus corniculatus* L., *Medicago sativa* L., *Trifolium hybridum* L., *Elodea canadensis* Michx., *Hordeum jubatum* L., *Ulmus laevis* Pall., *U. pumila* L.

Чрезвычайно широко в населенных пунктах Хакасии и Красноярского края распространен ячмень гривастый (рис. 22).

Также преимущественно с населенными пунктами связаны многочисленные местонахождения недотроги железконосной (*Impatiens glandulifera* Royle) и эхиноцистиса лопастного (*Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et A.).

По обочинам автодорог, на пустырях нередко встречаются василек луговой (*Centaurea jacea* L.), болиголов пятнистый (*Conium maculatum* L.). Из полезащитных лесных полос в естественные местообитания активно расселяется ильм приземистый, или карагач (*Ulmus pumila* L.). А в некоторых водоемах исследованной территории нами были обнаружены очаги злодеи канадской (*Elodea canadensis* Michx.) (рис. 23).

Solidago canadensis L., *Impatiens glandulifera* Royle, *Armoracia rusticana* Gaertn., *Rorippa sylvestris* (L.) Besser, *Sisymbrium officinale* (L.) Scop., *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et A., *Lotus corniculatus* L., *Medicago sativa* L., *Trifolium hybridum* L., *Elodea canadensis* Michx., *Hordeum jubatum* L., *Ulmus laevis* Pall., *U. pumila* L.

Foxtail barley is extremely widespread in the settlements of Khakassia and Krasnoyarsk Krai (Fig. 22).

Numerous records of Himalayan balsam (*Impatiens glandulifera* Royle) and wild balsam apple (*Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et A.) are also related to settlements mostly.

Brown knapweed (*Centaurea jacea* L.), carrot fern (*Conium maculatum* L.) are often found on the roadsides, in bare places. Dwarf

Asiatic elm (*Ulmus pumila* L.) actively spreads from forest shelterbelts to natural habitats. We have also found foci of American waterweed (*Elodea canadensis* Michx.) in some water reservoirs of the studied areas (Fig. 23).

Thus, during the herbological expedition in the territory of the Republic of Khakassia and southern regions of Krasnoyarsk Krai, we identified the locations of 33 of 58 invasive species included in the Black Book of the Flora of Siberia (2016).

Herbal and carpological samples collected during the expedition supplemented the carpological collection



Рис. 21. Повилика
европейская (*Cuscuta
europaea* L.) в зарослях
кустарников по берегу
р. Рыбная (с. Рыбное
Рыбинского р-на
Красноярского края)
(фото А.Л. Эбеля)

Fig. 21. Greater dodder
(*Cuscuta europaea* L.) in
thickets of bushes along
the bank of the Rybnaya
River (the village of
Rybnoye in Rybinsky
District of Krasnoyarsk
Krai) (photo by A.L. Ebel)



Рис. 22. Инвазивный ячмень гривастый (*Hordeum jubatum* L.) в населенных пунктах часто образует сплошные заросли (с. Ашкаул Канского района Красноярского края) (фото А.Л. Эбеля)

Fig. 22. Invasive foxtail barley (*Hordeum jubatum* L.) often forms solid thickets in settlements (the village of Ashkaul in Kansk District of Krasnoyarsk Krai) (photo by A.L. Ebel)



Рис. 23. Заросли и цветущие экземпляры инвазивной элодеи канадской (*Elodea canadensis* Michx.), обнаруженной в протоке р. Мана (Манский р-н Красноярского края) (фото А.Л. Эбеля)

Fig. 23. Thickets and flowering specimens of invasive American waterweed (*Elodea canadensis* Michx.), found in the arm of the Mana River (Mansky District of Krasnoyarsk Krai) (photo by A.L. Ebel)

Таким образом, в ходе герботологической экспедиции на территории Республики Хакасия и южных районов Красноярского края нами были выявлены местонахождения 33 из 58 инвазивных видов, включенных в «Черную книгу флоры Сибири» (2016).

Гербарные и карпологические образцы, собранные в экспедиционной поездке, дополнили карпологическую коллекцию и гербарий сорных и инвазивных видов, созданные на базе Испытательной лаборатории Томского филиала ФГБУ «ВНИИКР». Часть собранных образцов передана в ФГБУ «ВНИИКР». Полученные в герботологической экспедиции материалы будут использованы при написании научных отчетов и статей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Большая российская энциклопедия: Хакасия. – URL: <https://bigenc.ru/geography/text/4728024>.
2. Лунева Н.Н. Современная методология фитосанитарного мониторинга сорных растений / Н.Н. Лунева // Защита и карантин растений, 2009. № 11. – С. 21-24.
3. Официальный портал исполнительных органов государственной власти Республики Хакасия: География. – URL: <https://r-19.ru/about-khakasia/geography>.
4. Перечень опасных для продукции растительного происхождения вредных организмов / Вестник защиты растений. – 2010. – № 4. – С. 74-75.
5. Перечень особо опасных для продукции растительного происхождения вредных организмов / Вестник защиты растений. – 2010. – № 4. – С. 73.
6. Россельхознадзор / Ввоз. Вывоз. Транзит. – URL: <https://www.fsvps.ru/fsvps/importExport>.
7. Современный Красноярский край. – URL: <http://www.krskstate.ru/about/krai>.
8. Черная книга флоры Сибири / науч. ред. Ю.К. Виноградова, отв. ред. А.Н. Куприянов; Рос. акад. наук, Сибирское отделение; ФИЦ угля и углехимии [и др.]. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2016. – 440 с.

and herbarium of weed and invasive plant species created based on the Tomsk branch testing laboratory of FGBU “VNIICR”. Some of the collected samples were transferred to FGBU “VNIICR”. The materials received in the herbotological expedition will be used to prepare scientific reports and articles.

REFERENCES

1. Great Russian Encyclopedia: Khakassia. URL: <https://bigenc.ru/geography/text/4728024>.
2. Luniova N.N. Modern methodology for phytosanitary monitoring of weed plants [Sovremennaya metodologiya fitosanitarnogo monitoringa sornyh rastenij]. N.N. Luniova. *Zashchita i karantin rastenij*, 2009; 11: 21-24 (in Russian).
3. Official portal of the executive authorities of the Republic of Khakassia: Geography. URL: <https://r-19.ru/about-khakasia/geography>.
4. List of pests dangerous for plant products [Perechen' opasnyh dlya produkci rastitel'nogo proiskhozhdeniya vrednyh organizmov]. *Vestnik zashchity rastenij*, 2010; 4: 74-75 (in Russian).
5. Perechen' osobo opasnyh dlya produkci rastitel'nogo proiskhozhdeniya vrednyh organizmov [List of pests extremely dangerous for plant products]. *Vestnik zashchity rastenij*, 2010; 4: 73 (in Russian).
6. Rosselkhoz nadzor / Import. Export. Transit [Electronic resource]. URL: <https://www.fsvps.ru/fsvps/importExport>.
7. Modern Krasnoyarsk Krai. URL: <http://www.krskstate.ru/about/krai>.
8. Black Book of the Flora of Siberia [Chernaya kniga flory Sibiri]. Sc. ed. I.K. Vinogradova, ch. ed. A.N. Kupriyanov; Russian Academy of Sciences, Siberian branch; Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry [et al.]. Novosibirsk: Geo academic publishing house, 2016 (in Russian).

Здесь может быть ваша статья!

Журнал «Фитосанитария. Карантин растений» приглашает авторов для публикации своих научных работ

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 достоверное 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 и борьбы с карантинными и некарантинными вредителями
- ФГБУ «ВНИИКР» – партнер международной программы по координации научных исследований в области карантина растений EUPHRESO 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>