

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ

Назин Е.И. Основные направления научной деятельности: результаты и перспективы	4
--	---

БАКТЕРИОЛОГИЯ

Авдеев И.С., Словарева О.Ю. Особенности биологии и экологии возбудителя розового бактериоза пшеницы <i>Erwinia rhapontici</i> (Millard) Burkholder	5
Воронов Е.В., Словарева О.Ю. Оптимизация и оценка критериев применимости метода изоляции культуры <i>Pseudomonas cichorii</i>	6
Доморацкая Д.А. Некоторые способы идентификации <i>Ralstonia solanacearum</i> молекулярно-генетическим методом	7
Десятерик А.А., Словарева О.Ю., Доморацкая Д.А., Кононова Е.П. Разработка схемы лабораторного исследования при выявлении и идентификации <i>Pseudomonas fuscovaginae</i>	8
Umiraliyeva Z.Z., Zhamalbekova A.A., Sardar A.A., Abylaeva U.A., Torgyn N.N. Выявления бактериального ожога кустарниковых и древесных растений семейства rosaceae на юго-востоке казахстана	9
Жаркова Е.К., Дренова Н.В. Коллекция микроорганизмов, ассоциированных с тимьяном обыкновенным (<i>Thymus vulgaris</i> L.)	10
Игнатов А.Н. <i>Xanthomonas campestris</i> и болезни растений семейства капустные – новая модель для изучения эпифитотий и механизма патогенеза у фитопатогенных бактерий	11
Игнатов А.Н., Миславский С.М., Пакина Е.Н. Генетическое разнообразие и синергия между видами <i>Pectobacterium</i> и другими фитопатогенными бактериями при комплексном заражении растений картофеля в России	12
Игнатьева И.М. Испытание сортов гороха отечественной селекции на устойчивость к возбудителю ржаво-бурой пятнистости сои <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>Flaccumfaciens</i>	13
Каракай М.В., Игнатьева И.М. Опыт внедрения методов ПЦР-диагностики при выявлении и идентификации возбудителя бактериального ожога фасоли <i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>Phaseoli</i>	14
Козарь Е.Г., Енгальчева И.А., Тихонова Т.О., Степанов В.А. Распространенность бактериозов <i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i> и агрессивность выделенных изолятов бактерий из пораженных корнеплодов моркови столовой	15

Кравченко С.В., Курбатов Л.К., Хмелева С.А., Птицын К.Г., Тимошенко О.С., Радько С.П., Лисица А.В. <i>Crispr/Cas</i> -детекция бактериальных фитопатогенов <i>Dickeya solani</i> и <i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>sepedonicus</i>	16
Мун М.В., Дренова Н.В., Селицкая О.В. Изучение продукции антимикробных веществ против <i>Erwinia amylovora</i> бактериями-антагонистами различных таксономических групп	16
Оболенский Р.Р., Словарева О.Ю. Морфологические признаки <i>Rathayibacter tritici</i> на питательных средах <i>NBY</i> , <i>YPGA</i> и <i>R2A</i>	18
Писарева И.Н., Шнейдер Е.Ю., Белошапкина О.О. Изучение состава культивируемых бактерий, ассоциированных с <i>Dianthus caryophyllus</i>	18
Приходько С.И., Яремко А.Б., Каракай М.В., Кавиза Н.Д. Выявление и идентификация возбудителя листового ожога лука <i>Xanthomonas euvesicatoria</i> pv. <i>allii</i> (kadota et al.) Constantin et al. из лукович растений <i>Allium cepa</i> L.	20
Селявкин С.Н., Ряскин Д.И., Харченко А.А., Дренова Н.В. Мониторинг бактериального ожога плодовых культур в Воронежской области	21
Словарева О.Ю. Бактерии, имеющие значение для экспорта российской зерновой продукции	22
Словарева О.Ю., Трунов В.В., Присяжная Н.В., Дорофеева Л.В. Новые актинобактерии рода <i>Rathayibacter</i> из агробиоценозов регионов Российской Федерации зерновой продукции	23
Турсунова А.К., Турбекова Ш.М., Абылаева У.А., Абишева Г.Д. Молекулярная диагностика <i>Candidatus phytoplasma solani</i> на растениях томата в условиях Алматинской области	24
Фоменко М. А., Дренова Н.В., Селицкая О.В. Поиск эффективных культуральных сред для бактерий рода <i>Pseudomonas</i> – антагонистов <i>Erwinia amylovora</i>	25
Фролова С.Л., Тихонова Т.О., Ушаков А.А., Козарь Е.Г. Проявление агрессивности различных рас <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i> при инокуляции растений капусты белокочанной на разных фазах развития	27
Хамаева Б.Б., Бондаренко Г.Н., Радионовская Я.Э. Оценка географической распространенности и их векторов фитоплазмоз виноградной лозы	28

Журнал «Фитосанитария. Карантин растений» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор), свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-76606 от 15 августа 2019 года
Фото на обложке: Колонии возбудителя желтого слизистого бактериоза пшеницы *Rathayibacter tritici* (Carlson & Vidaver) Zgurskaya et al. на среде R2A спустя 7 суток инкубирования при 27 °C (фото О.Ю. Словаревой)

Дизайн и верстка: Мария Бондарь
Учредитель: ФГБУ «ВНИИР», 140150, Московская область, г. о. Раменский, р. п. Быково, ул. Пограничная, д. 32
Издатель: ООО «Вейнард»
Телефон редакции: 8 (495) 925-06-34
Электронная почта: veinardtd@gmail.com
Подписной индекс АО «Почта России» – ПМ 126
Отпечатано в типографии ООО «ГРАН ПРИ», 152900, Ярославская область, г. Рыбинск, ул. Луговая, 7
Тираж 3000 экз.

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
Establisher: FGBU VNIIR, 140150, Moskovskaya oblast, Urban district Ramensky, r. p. Bykovo, Pogranichnaya ulitsa, 32

Publisher: ООО "Veynard"
Editorial Board Office:
Tel: +7 (495) 925-06-34
E-mail: veinardtd@gmail.com
Subscription index JSC Russian Post – PM 126
Printing house: GRAND PRI, 7 Lugovaya St., Rybinsk, Yaroslavl Oblast, 152900
Circulation: 3000 copies

Цыгичко А.А., Асатулова А.М.
Инсектицидная активность штаммов *CpGV*
в отношении *Cydia pomonella* 29

Шнейдер Е.Ю., Писарева И.Н. Возбудитель
листового ожога лука *Xanthomonas axonopodis* pv. *allii* –
карантинная бактерия для Российской Федерации 30

Яремко А.Б., Словарева О.Ю. Разработка схемы
выявления и идентификации значимых для экспорта
зерна патогенов *Pseudomonas syringae* 31

ВИРУСОЛОГИЯ

Балан А.А. Филогенетика вируса мозаики пепино
(*PePMV*) и анализ последовательностей геномов 32

Башкирова И.Г., Шнейдер Ю.А., Каримова Е.В.
Диагностика вирусов картофеля из рода *Carlavirus* 33

Бондаренко Г.Н., Мурашова Е.К., Алейникова Н.В.
Основные некультивируемые фитопатогены
винограда при производстве посадочного материала
в Российской Федерации 34

**Галушка П.А., Шишкина О.А., Варицев Ю.А.,
Усков А.И.** Идентификация изолятов Y-вируса
картофеля из различных регионов Российской
Федерации по серологическим и фитопатологическим
свойствам 35

**Долгов С.В., Муринец Л.Ю., Пушин А.С.,
Хмельницкая Т., Тимербаев В.Р.** Биоинженерные
и геномные технологии в создании устойчивости
растений к вирусной инфекции на примере
устойчивости косточковых к вирусу шарки сливы 36

Емельянова А.А. Диагностика вируса мозаики
люцерны методом ПЦР в реальном времени 37

Емельянова А.А. Диагностика вируса южной мозаики
фасоли методом ПЦР в реальном времени 38

**Живаева Т.С., Приходько Ю.Н., Лозовая Е.Н.,
Пручкина М.А., Селявкин С.Н., Шнейдер Ю.А.**
Разработка молекулярных методов диагностики
почвообитающих вирусов свеклы 39

Каримова Е.В., Шнейдер Ю.А. Сложности
в диагностике вируса коричневой морщинистости
плодов томата 40

**Лозовая Е.Н., Живаева Т.С., Приходько Ю.Н.,
Шнейдер Ю.А., Башкирова И.Г.** Оценка
возможности применения петлевой изотермической
амплификации при диагностике бегомовирусов 41

Магомедова К.Н., Бондаренко Г.Н., Киракосян Р.Н.
Методы идентификации
Southern bean Mosaic Virus (sbmv) 42

Мурашова Е.К., Бондаренко Г.Н., Алейникова Н.В.
Изучение особо опасных вирусов винограда
на территории Республики Дагестан 43

**Приходько Ю.Н., Живаева Т.С., Лозовая Е.Н.,
Селявкин С.Н., Шнейдер Ю.А., Пручкина М.А.,
Каримова Е.В.** Серомониторинг вирусов пшеницы
(2021–2023 гг.) 44

Пручкина М.А., Живаева Т.С. Вирус метельчатости
верхушек картофеля – потенциальная угроза
для картофелеводства Российской Федерации 45

**Шнейдер Ю.А., Каримова Е.В., Приходько Ю.Н.,
Живаева Т.С., Лозовая Е.Н., Башкирова И.Г.**
Вирус желтой пятнистости ириса (IYSV) –
причина снижения урожая и качества овощных
луковых культур 47

ГЕЛЬМИНТОЛОГИЯ

Гаврилова М.Ю., Стогниенко О.И. Видовой состав
почвенных нематод в свекловичном агроценозе 48

Иванов А.В., Бондаренко Г.Н. Совершенствование
методов диагностики соевой цистообразующей
нематоды *Heterodera glycines* 49

Мананков В.В., Зейрук В.Н., Белов Г.Л., Колесова Е.А.
Сорт – основа защиты от карантинных объектов
картофеля 49

Кулинич О.А., Арбузова Е.Н., Чалкин А.А.
Альтернативный путь заноса и распространения
сосновой стволовой нематоды *Bursaphelenchus xylophilus*
(*Steiner and buhrer*) *nickle* через древесные опилки 50

Хусаинов Р.В. Нематоды-триходориды (*Triplonchida*:
trichodoridae) в посадках картофеля в регионах
центрально-европейской части России 51

Шестеперов А.А., Щитков Г.С. Основы
фитопаразитизма 52

ФИТОСАНИТАРНАЯ БОТАНИКА И ГЕРБОЛОГИЯ

Варганова И.В., Первушева М.А. Полезные сорные
растения сем. *Lamiaceae* Lindl. в гербарии WIR 53

Вишняков К.Н. Отработка методов выделения ДНК
из плодов Череды (*Bidens*, *Psilocarphae* DC) 54

Гасиян К.Э., Баева Е.Э., Сайнулла Е.Э. Обнаружение
возбудителя жёлтой пятнистости листьев пшеницы
(*Pyrenophora tritici-repentis*) с помощью
спороулавливающих приборов 55

Железова С.В., Веллер В.Е. Видовое разнообразие
сегетального сообщества в посевах зерновых культур
при длительном применении сульфонилмочевин
на дерново-подзолистой почве 56

**Карасева В.С., Селезнева Ю.М., Жулина Д.А.,
Федотова Т.С., Сомов В.В.** Интерпретация
аэробических данных по результатам
фенологических наблюдений на примере
Ambrosia artemisiifolia L. в г. Рязани 57

Кобзарь-Шпиганович А.В., Головченко Л.А.
Вредители растений семейства *Agaceae* juss.
коллекционного фонда центрального
ботанического сада НАН Беларуси 58

Королев К.П. Фитомониторинг *Linum usitatissimum* L.
в Тюменской области 59

Эбель А.Л., Эбель Т.В., Михайлова С.И. О щетинниках
(*setaria* p. *beauv.*, *poaceae*) во флоре сибиря 60

Конопля Н.И. Аллелопатическое воздействие
сидератов как мера контроля сорняков
в посадках картофеля 61

Курдюкова О.Н. Семенная продуктивность
и всхожесть семян некоторых адвентивных сорняков
Ленинградской области 61

Курдюкова О.Н. Виды <i>Solidago</i> – экологически опасные сорняки, возможности их контроля	62	Камаев И.О., Шипулин А.В. Анализ изменчивости локусов митохондриального генома натальной плодовой мухи <i>Ceratitis rosa</i> (diptera: tephritidae)	77
Лунева Н.Н. Инвазионные и агрессивные, но не карантинные	63	Камаев И.О. Вариабельность морфологических признаков и диагностика удлинённого клеща <i>Tyrophagus putrescentiae</i> (schrank, 1781) (acariformes: acaridae)	78
Омельяненко Т.З., Багрикова Н.А. Некоторые биологические особенности амброзии полыннолистной в условиях предгорного Крыма	64	Кобзарь-Шпиганович А.В., Головченко Л.А. Вредители растений семейства <i>Araceae</i> juss. коллекционного фонда Центрального ботанического сада НАН Беларуси	78
Орлова Ю.В. Применение сканирующей электронной микроскопии для идентификации семян и плодов сорных растений в зерновой продукции	65	Коваленко Я.Н. Биологические особенности мексиканского зернового жука (<i>Pharaxonotha kirschii</i> rtt.) в условиях синантропизации вида и обусловленного этим расширения ареала	79
Петрик А.А., Кобзарь В.Ф., Колесова Н.И. Применение признаков растительного покрова для определения давности нахождения пахотных земель Иркутской области в залежном состоянии	67	Коваленко Я.Н. Биологические особенности сонорского хруща (<i>Cynaesus angustus</i> (LeConte)) в условиях синантропизации вида и обусловленного этим расширения ареала	80
Птицына Е.В., Дудов С.В., Гладилин А.А., Ежова М.А., Прокопчук С.Р., Гельтман Д.В. Пенин А.А., Логачева М.Д. Генетические особенности популяций инвазивных борщевиков на территории России и сопредельных государств	68	Коваленко М.Г., Ловцова Ю.А. Опыт применения ловушек с синтетическим половым феромоном зерновой огневки <i>ephestia elutella</i> (hübner, 1796) (lepidoptera, pyralidae) на территории Белгородской области	81
Разгуляева Н.В., Костенко Н.Ю., Благовещенская Е.Ю. Фитосанитарный мониторинг как основа при создании болезнестойчивых сортов многолетних кормовых культур	69	Курбатов С.А. Кукурузный короед <i>pagiocerus frontalis</i> (f.) – потенциально опасный вредитель для территории РФ	82
Сухолозова Е.А., Комаров Д.А., Сафонов А.В., Стельмах К.Н. Создание прототипа базы данных по сорным растениям пшеницы Среднего Поволжья	70	Ловцова Ю.А., Коваленко М.Г. Применение окрашивания для идентификации гусениц и имаго чешуекрылых (lepidoptera)	83
Харченко В.Е., Черская Н.А., Мельник Н.А., Долгих Е.Д. К вопросу о долгосрочной перспективе ограничения распространения <i>Ambrosia artemisiifolia</i> l. в Донбассе	71	Лопатина С.В., Лукьянцев С.В. Вредители семян бобовых трав на территории Томской области	84
Эбель Т.В., Михайлова С.И., Эбель А.Л. Подготовка атласа сорных растений агроценозов Сибирского федерального округа	72	Митюшев И.М. Прикладные исследования феромонов насекомых на кафедре защиты растений Российского Государственного Аграрного Университета – МСХА имени К.А. Тимирязева	85
Ярмош В. Г. Фитосанитарная оценка преобладающих древесных пород в исторических парках Белорусского Полесья	73	Нужных С.А. Черный пшеничный пилильщик (<i>Dolerus nigratus</i> Mull.) как новый компонент энтомофауны яровой пшеницы Томской области	87
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭНТОМОЛОГИЯ И АКАРОЛОГИЯ		Стрюкова Н.М., Глебов В.Э. Новые морфологические признаки имаго малого чёрного хруща	87
Абасова Н.М. Комплекс вредителей хурмы (<i>Diospyros kaki</i>) в Ленкоран-Астаринской области Азербайджана	74	Ушкова М.В. Синяя льняная блошка <i>Aphthona euphorbiae</i> (Schrank) (Coleoptera: Chrysomelidae) – методы выявления и идентификации	88
Арапова М.Ю. Молекулярно-генетическая идентификация карантинного вида <i>Bactrocera cucurbitae</i> (coquillett, 1899) (diptera: tephritidae) методом ПЦР-ПДРФ	75	Ушкова М.В. Сравнительная морфология анального комплекса алейродид (hemiptera: homoptera: aleyrodinea)	89
Ахатов А.К. <i>Lasiophora tomatocola</i> (diptera: cecidomyiidae) – новый вредитель томата и огурца в открытом грунте и в теплицах России	76	Шипулин А.В. Особенности выделения ДНК для молекулярно-генетических исследований щитовок (hemiptera: diaspididae)	90
Камаев И.О., Ловцова Ю.А., Шипулин А.В., Коваленко М.Г., Гура Н.А., Курбатов С.А. Научные исследования ФГБУ «ВНИИКР» в области диагностики карантинных и инвазионных видов насекомых и клещей	76	Шпанев М.А. Массовое размножение капустной тли на посевах ярового рапса в северо-западном регионе РФ	91
Гребенников К.А. Вопросы прогнозирования вероятности акклиматизации и распространения вредных организмов	77	Яковлев П.А. Применением морфометрических характеристик имаго в качестве диагностических признаков для дифференциации родов семейств <i>bostrichidae</i> и <i>ptinidae</i>	91

ПРЕДИСЛОВИЕ

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ:
РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

НАЗИН ЕВГЕНИЙ ИВАНОВИЧ
ФГБУ «ВНИИКР»

Всероссийский центр карантина растений за последние годы стал настоящим координационным центром в части объединения усилий ученых и специалистов различных научных центров в вопросах обеспечения не только фитосанитарной, но и продовольственной безопасности. ФГБУ «ВНИИКР» – научно-методический и практический центр Россельхознадзора в области карантина растений. В составе Центра головной институт в подмосковном Быково и 14 филиалов по всей стране. Здесь проводят абсолютно все виды фитосанитарных экспертиз, а также широкий спектр профильных исследований растительной продукции, в том числе ГМО. Институт является важным звеном в системе охраны растительного мира на территории Российской Федерации и за ее пределами. В его задачи входит проведение анализа фитосанитарного риска фитопатогенных организмов, определение их карантинного статуса и необходимости регулирования.

Центр участвует в подготовке материалов и научной документации для проведения международных научных исследований. Специалисты центра собирают образцы, хранят и ведут научные и лабораторные коллекции карантинных и опасных вредных организмов. Благодаря своей работе ВНИИКР как центр фитосанитарного контроля и регулирования помогает защитить растительный мир от различных вредителей и болезней. Важность его работы подчеркивается участием в международных проектах и статусом арбитражного эксперта.

ВНИИКР включен в состав координационного совета Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период до 2030 года.

Направления научных работ идут в ногу, а иногда и опережают актуальные запросы времени. Основная задача ученых и специалистов – не только теоретический анализ и моделирование распространения фитосанитарных рисков и оценка их последствий, но и разработка эффективных мер и способов борьбы с вредителями и болезнями, в том числе с использованием агентов биологического контроля.

Сегодня в портфеле института более 70 видов феромонов для борьбы с вредителями в сельском и лесном хозяйствах. В институте ведутся работы по культивированию и применению энтомофагов. Еще одно направление – шмелиные семьи, выращенные в собственных биологических лабораториях.

С 2022 года активно развивается направление по разработке биопестицидов. Сейчас мы завершаем промышленные испытания первой отечественной фитовакцины против вирусов пасленовых.

ВНИИКР, являясь научно-методическим центром Службы, успешно реализует ряд образовательных программ в партнерстве с ведущими российскими научными центрами и учебными ВУЗами. Лабораторный комплекс института как один из самых высокотехнологичных в России давно стал излюбленным местом для прохождения практики студентами разных ВУЗов страны. За плечами специалистов есть успешный опыт реализации сетевого образовательного курса «Карантин растений» на базе учебной платформы Росаккредитации. Вся эта работа направлена на решение актуальных задач с учетом нового качества и объема знаний.

С 2017 года ВНИИКР наделен статусом Базовой организации государств – участников СНГ по подготовке, профессиональной переподготовке и повышению квалификации кадров в области карантина растений, в стенах Центра есть аспирантура, в 2023 году на базе РУДН запущена магистерская программа, ведется постоянная работа по программам ДПО, направленная на формирование профессионального кадрового резерва Службы.

В части востребованности практических результатов научных работ ВНИИКР сегодня – это:

- разработка и производство тест-систем для диагностических лабораторий;
- производство стандартных образцов по карантинным организмам и экспортным видам;
- развитие кластера биологических средств защиты растений и их практическое внедрение.

Все эти направления должны лечь в основу нашего сотрудничества и тесного взаимодействия с разными организациями и учреждениями. Это даст возможность осуществить качественный, технологичный рывок для достижения результатов,

еще раз подчеркну, в одной из главных отраслей мировой экономики.

В нашей стране активно развивается экспорт. Значительная часть сельхозпродукции направляется в страны, где присутствуют требования в части отсутствия вредителей, сорняков и болезней растений. Поэтому необходимо проводить и интенсивно осуществлять работу по установлению и признанию зон, мест и участков производства, свободных от организмов, имеющих карантинное значение для стран-импортеров, на территорию которых она экспортируется.

Установление этих зон, мест и участков позволит:

- повысить уровень защиты территории ЕАЭС от заноса и распространения карантинных объектов;
- надежно обеспечивать фитосанитарные требования стран-импортеров при экспорте продукции растительного происхождения с территорий государств – членов.

ВНИИКР готов к проведению данной работы, в том числе путем подготовки документов для обсуждения этого вопроса с НОКЗР государств – членов, разработки и утверждения в ЕЭК порядка установления и признания зон, мест и участков производства, свободных от карантинных объектов, но мы бы хотели видеть среди участников этой работы и вас, уважаемые коллеги.

Много вопросов и в части обеспечения внутренней продовольственной безопасности. Например, с саженцами плодовых и ягодных культур связано по меньшей мере 50 видов карантинных объектов. Только с посадочным материалом винограда, а у нас по нему существует отдельная государственная программа, связано 24 особо опасных карантинных вредных организма. За последние три года мы остановили более миллиона зараженных саженцев. Поэтому проникновение зараженного посадочного материала может привести к существенным экономическим потерям, а меры борьбы являются кардинальными, чаще всего – полное уничтожение.

Не менее важная сторона этого вопроса – контроль качественных показателей посадочного материала и зараженность некарантинными для стран ЕАЭС заболеваниями.

Семенной и посадочный материал относится к группе высокого фитосанитарного риска, его основная часть завозится на территорию нашей страны из-за рубежа. Качественные и фитосанитарные показатели данной продукции напрямую влияют на продовольственную безопасность Российской Федерации. Эти показатели должны подвергаться 100% контролю.

Уважаемые коллеги! Это далеко не полный круг вопросов, где могут быть найдены точки взаимодействия, но я абсолютно уверен, что состав участников нашей конференции – это лучший катализатор любых процессов.

Всё это вопросы обеспечения продовольственной безопасности, а значит вопросы будущего нашей планеты, наших детей и внуков.

БАКТЕРИОЛОГИЯ

ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ ВОЗБУДИТЕЛЯ РОЗОВОГО БАКТЕРИОЗА ПШЕНИЦЫ *ERWINIA* *RHAPONTICI* (MILLARD) BURKHOLDER

АВДЕЕВ ИВАН СЕРГЕЕВИЧ
ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»),
Быково, Россия; ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА
имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия;
ORCID: 0009-0006-9266-7073,
e-mail: avdeevfey@mail.ru

СЛОВАРЕВА ОЛЬГА ЮРЬЕВНА
ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), Быково, Россия;
ORCID ID: 0000-0001-6022-5955,
e-mail: slovareva.olga@gmail.com

BIOLOGICAL AND ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE CAUSANT OF ROSE BACTERIOSIS OF WHEAT *ERWINIA* *RHAPONTICI* (MILLARD) BURKHOLDER

AVDEEV I. S., SLOVAREVA O. YU.

Производство продуктов питания было и остается одной из глобальных проблем человечества. Численность населения постоянно растет, а это означает, что производство продукции растениеводства необходимо постоянно увеличивать. Путь к этому пролегает через радикальное изменение существующих технологий на основе современных достижений геномной инженерии, приведение в действие ресурсов, которым до сих пор не уделялось должного внимания и через развитие защиты растений от вредителей, болезней и сорняков [1]. Болезни растений ежегодно существенно снижают урожайность сельскохозяйственных культур, что приводит к огромным экономическим потерям во всем мире. В связи с этим своевременное выявление болезней растений является одной из наиболее важных задач в сельском хозяйстве. Для эффективной борьбы с болезнями растений и принятия управленческих решений необходи-

мы современные технологии быстрой и точной идентификации фитопатогенов сельскохозяйственных культур, позволяющие качественно и количественно идентифицировать патогенных микроорганизмов. Для фитопатологического мониторинга сельскохозяйственных земель, наряду со стандартными методами визуального наблюдения, чрезвычайно важно применение молекулярно-генетических методов анализа патогенов [2]. Видов рода *Erwinia* вызывают заболевания у многих экономически важных растений. *Erwinia rhapontici* – бактериальный патоген, вызывающий различные заболевания растений, включая розовый бактериоз зерновых и зернобобовых культур, а также мягкую гниль садовых культур [3].

E. rhapontici является малоизученным видом фитопатогенных бактерий. Отсутствие расширенной теоретической основы для исследования этого вредного организма может стать причиной поздней разработки надежных методов обнаружения и идентификации, а, следовательно, и неконтролируемого распространения по миру. На данный момент существует единичное количество ПЦР-тестов, вызывающих возбуждения розового бактериоза пшеницы, но они не проверены на российских штаммах, из чего и вытекает актуальность апробации всех имеющихся молекулярных методов диагностики. Россия является крупнейшим экспортером пшеницы, а многие страны-импортеры зерна избегают нарушения карантина растений различными путями, в том числе и полным запретом на ввоз на свою территорию, от чего вопрос разработки методов идентификации *E. rhapontici* становится по-настоящему важным.

Помимо апробации и разработки ПЦР-тестов, необходимо уделять внимание и не молекулярным исследованиям, например, оценке роста бактериальных колоний на различных питательных средах, созданию рецептуры для новых сред, позволяющих ученым выделять чистые культуры из растительного материала, изучению морфологии, а также биохимии штаммов *E. rhapontici*. Такие работы пополняют теоретическую базу и помогут в дальнейших исследованиях данного патогена, связанных не только с целями карантина растений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Горбачев И. В., Гриценко В. В., Захваткин Ю. А. и др. Защита растений от вредителей. ред. В. В. Исаичев. Москва: Колосс, 2002. 472 с.
2. Чохели В.А., Дмитриев П.А., Козловский Б.Л., Степаненко В.В., Дмитриева А.А., Бушкова А.А., Раджпут В.Д., Купрюшкин Д.П., Капралова О.А., Вардуни Т.В. Идентификация фитопатогенов сельскохозяйственных культур с применением генетических методов и технологий дистанционного зондирования земли // Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия, 2022.
3. Hung-Chang Huang, R. Scott Erickson and Ting-Fang Hsieh Lack of host specificity of strains of

Erwinia rhapontici, causal agent of pink seed of pulse and cereal crops // Agriculture and Agri-Food Canada, Lethbridge Research Centre, P.O. Box 3000, Lethbridge, Alberta, T1J 4B1 Canada, Floriculture Research Center, Agricultural Research Institute, Gukeng, Yunlin, Taiwan, 2007.

ОПТИМИЗАЦИЯ И ОЦЕНКА КРИТЕРИЕВ ПРИМЕНИМОСТИ МЕТОДА ИЗОЛЯЦИИ КУЛЬТУРЫ *PSEUDOMONAS CICHORII*

ВОРОНОВ ЕВГЕНИЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ
ФГБУ «ВНИИКР», Быково, Россия;
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА
имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия;
ORCID ID: 0009-0009-1244-7954,
e-mail: voronov865@gmail.com

СЛОВАРЕВА ОЛЬГА ЮРЬЕВНА
ФГБУ «ВНИИКР», Быково, Россия;
ORCID ID: 0000-0001-6022-5955,
e-mail: slovareva.olga@gmail.com

OPTIMIZATION
AND EVALUATION OF CRITERIA
FOR THE *PSEUDOMONAS CICHORII*
ISOLATING METHOD APPLICABILITY
VORONOV E. V., SLOVAREVA O. YU.

Одним из возбудителей зерновых культур, имеющих значение при экспорте зерновой продукции из РФ, является *Pseudomonas cichorii*. Впервые бактерия как патоген зерновых культур была выделена из яровой пшеницы, выращенной на почве с недостатком меди в Канаде. Симптомы проявлялись на пшенице, находившейся в фазе молочной спелости, в виде темных пятен неправильной формы с четким контуром [1]. Болезнь, вызываемую *P. cichorii* на пшенице, назвали стеблевым меланозом пшеницы. При благоприятных экологических условиях бактерия *P. cichorii* способна вызывать эпифитотии. В связи с экономическим риском, бактерия регулируется импортерами российской пшеницы, такими как Египет, Мексика и Иордания. Для обеспечения фитосанитарных требований указанных стран, необходимо разработать методы выявления и идентификации *P. cichorii* в зерне. Один из основных методов – культурально-морфологический, и критерии его применимости не описаны. В практике испытательных лабораторий данный метод применяется при положительном результате ПЦР-теста. Целью исследования являлась оценка применимости метода

изоляции *P. cichorii* в зависимости от концентрации бактерии в пробе семян и значения порогового цикла ПЦР-РВ (Ct).

Методика опыта заключалась в искусственном заражении семян пшеницы, их пробоподготовке, выделении ДНК из полученных проб и ПЦР-тестировании в трех повторах. Одновременно с проведением ПЦР, по 20 мкл зараженных проб в двух повторах высевали на среду R2A методом Дригальского (с растяжением на 4 чашки Петри). Методом предельных разведений проводили посев штамма *P. cichorii*, чтобы определить число колониеобразующих единиц в суспензиях, используемых для заражения семян.

ПЦР-тестирование ДНК, выделенной из проб семян, позволило обнаружить *P. cichorii* в концентрации 10^1 КОЕ/мл в 3 тестах из 3. Указанной концентрации соответствовал пороговый цикл ПЦР-РВ (Ct) 39,1, 10^2 КОЕ/мл – Ct 37,5, 10^3 КОЕ/мл – Ct 34,2, 10^4 КОЕ/мл – Ct 32,5. Хорошо различимые колонии *P. cichorii* были получены на 2-й и 3-й чашках Петри с посевом 20 мкл пробы семян, зараженной до пробоподготовки в концентрации 10^3 КОЕ/мл и выше. Принадлежность обнаруженных колоний виду *P. cichorii* подтверждена видоспецифичным тестом ПЦР-РВ. На чашках Петри с посевом проб, зараженных в более низких концентрациях, колонии *P. cichorii* отсутствовали.

Оценка применимости метода изоляции *Pseudomonas cichorii* из семян показала, что бактерия может быть выделена в случае заражения семян в концентрации 10^3 КОЕ/мл, что соответствует пороговому циклу флуоресценции ПЦР-РВ (Ct) 34,2. При более высоком уровне заражения возбудитель стеблевого меланоза пшеницы также может быть выделен на среде R2A путем посева 20 мкл пробы методом Дригальского. В случае заражения ниже 10^3 КОЕ/мл (Ct > 34,2), приведенный метод изоляции *P. cichorii* не эффективен.

Материалы подготовлены по результатам научно-исследовательской работы в рамках Государственного задания по теме: «Разработка методов диагностики возбудителей бактериозов зерновых культур, имеющих фитосанитарное значение при экспорте и импорте зерновой продукции», регистрационный номер НИОКТР 123022100104-4.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Piening L.J., MacPherson D.J. Stem melanosis, a disease of spring wheat caused by *Pseudomonas cichorii*. Canadian Journal of Plant Pathology. – 1985. – 7. – P. 168–172.

НЕКОТОРЫЕ СПОСОБЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ RALSTONIA SOLANACEARUM МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

ДОМОРАЦКАЯ ДАНА АЛЕКСЕЕВНА

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), р.п. Быково, Россия, ORCID: 0009-0005-9362-6655, email: danadomoratskaya@mail.ru

SOME OF THE MOLECULAR-GENETIC TECHNIQUES OF RALSTONIA SOLANACEARUM IDENTIFICATION

DOMORATSKAYA D.A.

В Российской Федерации бактерия *Ralstonia solanacearum* известна как возбудитель бурой гнили картофеля, однако она вызывает болезни и других растений – арахиса, перца, банана, табака, томата, баклажана и других; она входит в список отсутствующих карантинных организмов во многих странах в связи с ее полифагией и способностью сохраняться в почве [1]. Ранее к этому виду причислялись также бактерии *R. pseudosolanacearum* и *R. syzygii*, но по современной номенклатуре эти три микроорганизма входят в так называемый комплекс видов *R. solanacearum*. В связи с необходимостью эффективно и своевременно регулировать бурую гниль картофеля в мире постоянно разрабатываются новые способы ее идентификации, на данный момент самым популярным является молекулярно-генетический метод ПЦР ввиду его скорости и специфичности при правильной разработке.

Уже устоявшимися в практике являются классическая ПЦР и ПЦР в реальном времени (ПЦР-РВ) – весьма специфичные и чувствительные, и абсолютно применимые к идентификации *R. solanacearum*, однако для первого теста необходима детекция в агарозном геле, а второй при всех своих качествах не может использоваться без подтверждения другими тестами на другие мишени в геноме. Помимо этого, постоянно совершенствуется и модифицируется сама технология проведения ПЦР – были разработаны изотермическая петлевая ПЦР (LAMP-PCR), ПЦР-РВ с сильно модифицированными зондами («скорпион», «якорь»), ПЦР-РВ в присутствии интеркалирующего красителя, который позволяет проводить классическую ПЦР без необходимости детекции результатов электрофорезом, также были найдены новые типы ДНК-полимераз с разнообразными свойствами.

Одним из таких тестов, разработанных для идентификации *R. solanacearum*, является тест

на основе LAMP-PCR – этот способ проведения амплификации отличается высокой скоростью проведения, очень высокой чувствительностью к мишени и низкой чувствительностью к ингибиторам. Однако для проведения изотермической петлевой ПЦР необходимо разрабатывать систему из трех пар праймеров, а также нужна иная полимеразы, чем Taq – например, Bst, которая может работать при относительно низких температурах. В протоколе ЕОКЗР для выявления и идентификации *Ralstonia solanacearum* предложена LAMP-PCR для мишени гена эндонуклеазы *egl* [3].

Также из необычных методов идентификации *R. solanacearum* можно выделить так называемую Rep-PCR – она не слишком полезна и удобна в применении в диагностической лаборатории, но ее использование весьма обосновано в научных целях. Rep-PCR основана на амплификации повторяющихся фрагментов генома и составления «отпечатка пальца» конкретного организма в виде электрофореграммы (обычно используют стандартные праймерные системы), этот метод применяют для выявления полиморфизма, например, внутривидового [2].

Кроме вышеперечисленного, сейчас есть возможность ускорить и повысить специфичность любого классического теста – путем применения более быстрых и точных полимераз или за счет модификаций олигонуклеотидов (например, LNA).

Таким образом, среди способов идентификации возбудителя бурой гнили картофеля *Ralstonia solanacearum* молекулярно-генетическим методом до сих пор актуальны тесты на основе как классической ПЦР, так и ПЦР-PB с зондом TaqMan, но все еще разрабатываются новые тесты, более быстрые, более точные, более удобные в применении, либо же более полезные с точки зрения научных исследований биологии этого фитопатогена.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. EPPO global database [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gd.eppo.int/taxon/RALSSL>
2. Hossain MM, Masud MM, Hossain MI, Haque MM, Uddin MS, Alam MZ, Islam MR. Rep-PCR Analyses Reveal Genetic Variation of *Ralstonia solanacearum* Causing Wilt of Solanaceous Vegetables in Bangladesh. Curr Microbiol. 2022 Jun 29;79(8):234.
3. PM 7/21 (3) *Ralstonia solanacearum*, *R. pseudosolanacearum* and *R. syzygii* (*Ralstonia solanacearum* species complex). EPPO Bulletin, 52, 225–261.

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ЛАБОРАТОРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ И ИДЕНТИФИКАЦИИ *PSEUDOMONAS FUSCOVAGINAE*

ДЕСЯТЕРИК АНАСТАСИЯ АНДРЕЕВНА
ФГБУ «ВНИИКР», Быково, Россия, Российский
государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия.
ORCID ID: 0000-0003-3045-8023,
e-mail: Anastasiya.10.00@mail.ru

СЛОВАРЕВА ОЛЬГА ЮРЬЕВНА
ФГБУ «ВНИИКР», Быково, Россия.
ORCID ID: 0000-0001-6022-5955,
e-mail: slovareva.olga@gmail.com

ДОМОРАЦКАЯ ДАНА АЛЕКСЕЕВНА
ФГБУ «ВНИИКР», Быково, Россия, Российский
государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия.
e-mail: danadomoratskaya@mail.ru

КОНОНОВА ЕЛЕНА ПЕТРОВНА
ФГБУ «ВНИИКР», Быково, Россия.
ORCID ID: 0009-0000-3050-0565,
e-mail: catamont@yandex.ru

DEVELOPMENT OF A LABORATORY RESEARCH SCHEME FOR DETECTION AND IDENTIFICATION OF *PSEUDOMONAS FUSCOVAGINAE*

DESYATERIK A.A., SLOVAREVA O.YU.,
DOMORATSKAYA D.A., KONONOVA E.P.

Pseudomonas fuscovaginae (ex Tanii et al.) Miyajima et al. вызывает заболевания таких ценных сельскохозяйственных культур, как пшеница, кукуруза, рис и сорго (Cottyn B., 2003). Бактерия распространена на территории некоторых стран Азии, Европы, Океании, Южной и Северной Америки, и в связи с её способностью вызывать экономически существенные потери урожая злаковых культур, регулируется фитосанитарными требованиями Египта и Пакистана. Суммарно указанные страны импортируют из Российской Федерации более 6 млн. тонн зерна ежегодно (ФГИС, 2023). В связи с необходимостью соблюдения фитосанитарных требований импортеров российской зерновой продукции проведено исследование, целью которого являлась разработка схемы выявления и идентификации *Pseudomonas fuscovaginae*. Схема бактериологического исследования, как правило, включает в себя культурально-морфологические методы и методы ПЦР-диагностики. В работе использовали данные, полученные в ходе апробации существующих тестов ПЦР-PB Pfs207-F/Pfs207-R/

Pfs207-P (Bangratz M., 2020), ПЦР-PB с комплектом реагентов «*Pseudomonas fuscovaginae*-PB», ЗАО «Синтол», проведения оптимизации тестов ПЦР-PB Pff3/PfR3/PfP3 (Onasanya A., 2010), ПЦР (Pf)B3/(Pf)F3 (Ash G. J., 2013), разработки новых тестов ПЦР-PB Pfs207-Fnew2/Pfs207-R/Pfs207-P3 и Pff3NEW/PfR3/PfP3, а также оптимизации метода изоляции культуры фитопатогена на питательные среды. В результате разработана схема выявления и идентификации *Pseudomonas fuscovaginae*, включающая в себя визуальный осмотр лабораторного образца зерновых культур, метод подготовки аналитических проб, молекулярные методы: ПЦР-PB Pfs207-Fnew2/Pfs207-R/Pfs207-P3; ПЦР-PB с комплектом реагентов «*Pseudomonas fuscovaginae*-PB», ЗАО «Синтол», ПЦР-PB Pff3NEW/PfR3/PfP3, ПЦР (Pf)B3/(Pf)F3 и культурально-морфологический метод. В соответствии с разработанной схемой станет возможным проведение выявления и идентификации *Pseudomonas fuscovaginae* в образцах пшеницы, кукурузы, риса и сорго, их семенах, частях указанных растений, растительных экстрактах и бактериальных культурах. Схема рекомендована для проведения исследований в лабораториях в области фитосанитарии и карантина растений.

Материалы подготовлены при выполнении научно-исследовательской работы в рамках государственного задания по теме: «Разработка методов диагностики возбудителей бактериозов зерновых культур, имеющих фитосанитарное значение при экспорте и импорте зерновой продукции», регистрационный номер НИОКТР 123022100104-4.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Федеральная государственная информационная система (ФГИС) «Аргус-Фито» [Электронный ресурс]. URL: <https://fsvps.gov.ru/ru/fsvps/foremployees/argusfito/index.html> (дата обращения: 18.10.2023).
2. Ash G. J., Lang J. M., Triplett L. R., Stodart B. J., Verdier V., Leach J. E. Development of a Genomics-Based LAMP (Loop-Mediated Isothermal Amplification) Assay for Detection of *Pseudomonas fuscovaginae* from Rice. J Plant disease. Vol. 98 (7). 2013. P. 909–915.
3. Bangratz M., Wonni I., Kini K., Sondo M., Brigidou C., Béna G., Gnacko F., Barro M., Koebnik R., Silué D., Tollenaere C. Design of a new multiplex PCR assay for rice pathogenic bacteria detection and its application to infer disease incidence and detect co-infection in rice fields in Burkina Faso. J Plos one. Vol.15(4). 2020. P.1–13.
4. Cottyn B. Bacteria associated with rice seed from Philippine farmers' fields [PhD Thesis]. Los Baños: International Rice Research Institute (IRRI), 2003.
5. Onasanya A., Basso A., Somado E., Gasore E.R., Nwile F.E., Ingelbrecht I., Lamo J., Wydra K., Ekperigin M.M., Langa M., Oyelakin O., Sere Y., Winter S., Onasanya R.O. Development of a Combined Molecular Diagnostic and DNA Fingerprinting Technique for Rice Bacteria Pathogens in Africa. J Biotechnology. Vol.9 (2). 2010. P. 89–105.

ВЫЯВЛЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНОГО ОЖОГА КУСТАРНИКОВЫХ И ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА ROSACEAE НА ЮГО-ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА

DETECTION OF FIRE BLIGHT OF SHRUBBY AND WOODY PLANTS OF ROSACEAE FAMILY IN SOUTHEAST KAZAKHSTAN

UMIRALIYEVA ZHANSAYA ZIYATKHANOVNA,
ms.umiralieva@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7203-5171>

ZHAMALBEKOVA AKERKE ALTAIKYZY,
akerke-zhamalbekova@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-8077-5361>

SARDAR AIZHAN ANARBEKKYZY,
s_aizhan.888@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9876-5674>

ABYLAIEVA ULZHALGAS AMANILAKYZY,
ablay.ula@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6254-3209>

TORGYN NURMUKANBET NURGABYLKYZY,
torgyn_97.06@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-2027-9075>

MAULEN ARINA TALAPKYZY,
arina.maulen@mail.ru,
<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0001-9956-2809>

LLP «Kazakh Scientific Research Institute
of Plant Protection and Quarantine
named after Zh.Zhiembayev», Almaty,
md. Rahat, Kultobe 1, 050070, Kazakhstan

Fire blight, caused by the enterobacterium *Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et. al. is a quarantine object in Kazakhstan, as well as in most CIS and EAEU countries. Already since 2010, it continues to spread and poses a great threat to the south-east of the country, which is the main fruit zone, where one of the progenitors of the wild apple species *Malus siversii* also grows [1,2].

Over the last ten years in Kazakhstan, fire blight has managed to cause significant damage to fruit plantations in the southern and southeastern region of the country. The pathogen mainly affected pear, apple, quince, plum, apricot, cherry, hawthorn and mountain ash to a severe degree [3]. This year, samples for suspected fire blight infection of raspberry and rose were obtained and confirmed by classical and molecular genetic methods.

Samples of different parts of woody and shrub plants with typical symptoms of fire blight were analyzed using 2 tests based on polymerase chain reaction (classical PCR and FLASH PCR), sequencing method, and culture and morphological method.

Isolation of bacteria was carried out on Levan medium and on Miller Schroth selective medium. On the basis of morphological features, colonies were selected that, according to the description in the literature, corresponded to the phytopathogenic bacteria *Erwinia*

amylovora (Burrill.) Winslow et al. - the causative agent of the blight. Then the selected 2–3 isolates were transplanted onto oblique agar to study their pathogenic properties on indicator plants [4].

Pathogenic properties of the isolated bacteria were tested by the infection-infiltration method of Clement using the hypersensitivity reaction on the indicator plant – indoor geranium (*Pelargonium zonale* L.). Simultaneously with the hypersensitivity reaction, the pathogenicity of bacteria on young immature pear fruits was tested according to White's method [5].

Molecular genetic identification was performed using a set of reagents (DNA isolation, PCR amplification, purification of PCR products) according to the manufacturer's protocol.

Identification of isolated strains of the phytopathogen *Erwinia amylovora* was performed by FLASH-PCR.

DNA extraction was performed using GeneJET Plant Genomic DNA Purification Mini Kit #K0792 and GeneJET Genomic DNA Purification Mini Kit #K0722. (ThermoFisher, USA) according to the instructions provided by the manufacturer of this reagent.

Further, the identification of isolates of the fire blight pathogen *E. amylovora* by classical PCR was carried out. PCR amplification was performed with primers FER1 F-rGER2 R. The PCR product is 458 bp [8].

Under laboratory conditions, all organs of woody and shrubby plants were analyzed, with symptoms of the disease – ovary, leaves, fruits, shoots, bark and branches. A total of 276 woody samples were analyzed during the growing season – apple, pear, quince, cherry plum, peach, plum, apricot; shrubby – raspberry, rose from different regions of the south and south-east of Kazakhstan. 339 isolates were isolated. Of these, 14 isolates were identified as the bacterium *Erwinia amylovora*, the remaining 325 isolates were identified as concomitant microflora. The bulk of the phytopathogen *E. amylovora* was isolated from apple, pear and raspberry from different regions of Almaty, Turkestan and Zhambyl regions. Perhaps this is due to the local weather conditions of this year (cool, prolonged spring and hot summer) and due to the influence of global climate change.

BIBLIOGRAPHY:

1. Дренова Н. В. и др. Рябина (*Sorbus* spp.) как потенциальное растение-хозяин возбудителя бактериального ожога плодовых культур (*Erwinia amylovora*) в Российской Федерации // Фитосанитария. Карантин растений. – 2021. – №. 4. – С. 46–64.
2. Maltseva E. R. et al. Assessment of fire blight introduction in the wild apple forests of Kazakhstan // Biodiversity. – 2022. – Т. 23. – №. 3-4. – С. 123–128.
3. Umiraliyeva Z. Z. et al. Epidemiology of fire blight in fruit crops in Kazakhstan // AGRIVITA, Journal of Agricultural Science. – 2021. – Т. 43. – №. 2. – С. 273–284.
4. Crosse J. E. et al. A selective medium for and a definitive colony characteristic of *Erwinia amylovora* // Phytopathology. – 1973. – Т. 63. – №. 11. – С. 1425–1426.

5. Ishimaru C. et al. New medium for detecting *Erwinia amylovora* and its use in epidemiological studies // Phytopathology. – 1984. – Т. 74. – №. 11. – С. 1342–1345.

6. Klement Z., Rudolph K., Sands D.S. Methods in phytopathology. – Budapest: Akademia kiado, 1990. – 568 p.

7. Карантин растений. Методы выявления и идентификации возбудителя ожога плодовых деревьев. Межгосударственный стандарт. – М.: изд-во Стандартинформ, – С.5–50.

8. Llop P. et al. Development of a highly sensitive nested-PCR procedure using a single closed tube for detection of *Erwinia amylovora* in asymptomatic plant material // Applied and environmental microbiology. – 2000. – Т. 66. – №. 5. – С. 2071–2078.

КОЛЛЕКЦИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ, АССОЦИИРОВАННЫХ С ТИМЬЯНОМ ОБЫКНОВЕННЫМ (*THYMUS VULGARIS* L.)

ЖАРКОВА ЕКАТЕРИНА КОНСТАНТИНОВНА
РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, Москва,
Россия, 0000-0002-7095-418X

ВАНЬКОВА АННА АНДРЕЕВНА
РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, Москва,
Россия, 0000-0001-5473-9714

ДРЕНОВА НАТАЛИЯ ВАСИЛЬЕВНА
Всероссийский центр карантина растений,
Быково, Россия, 0000-0003-4020-2910

COLLECTION OF THYME-ASSOCIATED MICROORGANISMS (*THYMUS VULGARIS* L. SYMBIONTS)

ZHARKOVA E. K., VANKOVA A. A., DRENOVA N. V.

Для успешной интродукции нового вида растений целесообразно контролировать и при необходимости корректировать состав ассоциированного с ним микробного сообщества.

Микроорганизмы ризосферы и ризопланы средиземноморского лекарственного растения тимьян обыкновенный (*Thymus vulgaris* L.), интродуцированного в зону дерново-подзолистых почв (г. Москва), выделяли методом питательных пластин на глюкозо-пептоном агаре. Идентификацию проводили методом секвенирования по Сэнгеру [1].

Для дальнейшего изучения были отобраны 100 чистых культур микроорганизмов, из них биотехнологическим потенциалом обладают: *Ensifer adhaerens*, *Bosea vaviloviae* (азотфиксаторы); *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus licheniformis* (синтез

росторегулирующих и антимикробных веществ); *Paenibacillus sp.*, *Bacillus sp.* (антагонизм к фитопатогенам); *Metarhizium anisopliae* (регулирование численности насекомых-вредителей); *Sphingomonas sp.*, *Pseudomonas sp.* (разложение ароматических, в частности, фенольных соединений). Потенциальные функциональные особенности данных микроорганизмов могут быть использованы для разработки биопрепарата, способного улучшить акклиматизацию тимьяна обыкновенного (*T. vulgaris* L.). Коллекционным штаммам были присвоены номера, после чего они были подготовлены к длительному хранению для дальнейших исследований.

Таким образом, 9 штаммов микроорганизмов могут быть рекомендованы в качестве компонентов биопрепарата с защитным и росторегулирующим действием для улучшения адаптивности тимьяна обыкновенного (*T. vulgaris* L.) в стрессовых условиях зоны интродукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Жаркова Е.К., Ванькова А.А., Дренова Н.В. Бактериальные сообщества ризосферы тимьяна обыкновенного (*Thymus vulgaris* L.) Естественные и технические науки. 2021. № 6 (157). С. 37–39.

XANTHOMONAS CAMPESTRIS И БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ – НОВАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЭПИФИТОТИЙ И МЕХАНИЗМА ПАТОГЕНЕЗА У ФИТОПАТОГЕННЫХ БАКТЕРИЙ.

ИГНАТОВ АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ
РУДН им. Патриса Лумумбы, Москва, Россия
ORCID: 0000-0003-2948-753X
e-mail: ignatov_an@pfur.ru

XANTHOMONAS CAMPESTRIS AND DISEASES OF BRASSICA PLANTS – A NEW MODEL FOR STUDYING EPIDEMICS AND THE MECHANISM OF PATHOGENESIS IN PHYTOPATHOGENIC BACTERIA

IGNATOV A.N.

Сосудистый бактериоз капустных культур (возб. *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Dowson) Dye, et al. (1980) (далее Хсс) – наиболее вредоносное заболевание капустных культур, распространенное в мире повсеместно. Интенсивное исследование эпидемиологии, генетики, геномики и механизма патогенеза Хсс набирает обороты в последние годы, сделав Хсс одним из основных модельных фитопатогенов.

Патоген относится к классу Gamma-proteobacteria; отряду Xanthomonadales; семейству Xanthomonadaceae; роду *Xanthomonas*; виду *X. campestris* (Naushad et al., 2015). Хсс может вызывать заболевания у большого числа видов семейства Brassicaceae, включая основные экономически важные овощные культуры рода *Brassica* и ряд других сельскохозяйственных культур, декоративных растений и сорняков, включая *Arabidopsis thaliana*. Патоген передается через семена, поливную воду, с насекомыми и при механической обработке почвы. Болезнь быстро развивается при теплых, влажных условиях, и она может быстро распространяться в результате рассеивания дождевой и оросительной воды. Сосудистый бактериоз – системное (сосудистое) заболевание. Собранные в различных странах изоляты Хсс были разделены на физиологические расы на основе реакции нескольких устойчивых генотипов различных видов *Brassica*. После первого обнаружения рас селекция на устойчивость к Хсс получила новое направление. Число рас патогена (11 на настоящий момент) и предполагаемых генов устойчивости постоянно возрастает благодаря активным исследованиям, что затрудняет использование сложной модели, описывающей ген-на-ген отношения между патогеном и растениями (Vicente and Holub, 2013). Разработанные молекулярные маркеры генов устойчивости и рас патогена пока не дают надежного результата из-за высокого генетического разнообразия популяций. Устойчивость к основным расам патогена очень редка у *B. oleracea*, и более доступна у других видов, включая *B. гара* и *B. carinata*. К настоящему моменту доступны геномы 313 штаммов патогена и его ближайших родственников вида *X. campestris*. Геном *X. campestris* состоит из одной хромосомы длиной приблизительно 5 100 000 п.н., с содержанием GC около 65% и средним числом генов (CDS) 4308. В геномах Хсс были идентифицированы и изучены три различные системы секреции, связанные с вирулентностью. Кластеры генов *xps* и *xcs* кодируют систему секреции II типа. Роль системы секреции IV типа в патогенности все еще остается неопределенной. Кластер генов *hrg* кодирует систему секреции III типа, которая связана с вирулентностью и спектром поражаемых растений. Ряд других генов был связан с вирулентностью и патогенностью, включая гены *gpf*, *gum* и *wxs*, участвующие в регуляции синтеза экзоферментов, ксантана и липополисахаридов (Tang et al., 2021). Вероятно, что поиск генов восприимчивости, а не генов устойчивости, скорее приведет к желаемому результату, и редактирование генома (по примеру других растений) позволит быстрее получать устойчивые сорта капустных культур.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (грант № 23–26–00168).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Naushad, S., Adeolu, M., Wong, S. et al. A phylogenomic and molecular marker based taxonomic framework for the order Xanthomonadales: proposal

to transfer the families Algiphilaceae and Solimonadaceae to the order Nevskiales ord. nov. and to create a new family within the order Xanthomonadales, the family Rhodanobacteraceae fam. nov., containing the genus Rhodanobacter and its closest relatives. Antonie van Leeuwenhoek 107, 467–485 (2015). <https://doi.org/10.1007/s10482-014-0344-8>

2. Vicente, J.G. and Holub, E.B. (2013), Xanthomonas campestris pv. campestris. Molecular Plant Pathology, 14: 2–18. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2012.00833.x>

3. Tang, J.L., Tang, D.J., Dubrow, Z.E., Bogdanove, A., An, S.Q. Xanthomonas campestris Pathovars. Trends Microbiol. 2021 Feb;29(2):182–183. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2020.06.003>

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И СИНЕРГИЯ МЕЖДУ ВИДАМИ РЕСТОВАСТЕРИУМ И ДРУГИМИ ФИТОПАТОГЕННЫМИ БАКТЕРИЯМИ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ЗАРАЖЕНИИ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ В РОССИИ

ИГНАТОВ А.Н., МИСЛАВСКИЙ С.М., ПАКИНА Е.Н.
РУДН им. Патриса Лумумбы, Москва, Россия;
ORCID: 0000-0003-2948-753X
e-mail: ignatov_an@pfur.ru

ДЖАЛИЛОВ Ф.С., ТАРАКАНОВ Р.И.,
РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия;
КЫРОВА Е.И.,
ВИЗР, Ст. Петербург, Пушкин, Россия

GENETIC DIVERSITY AND SYNERGY BETWEEN PECTOBACTERIUM SPECIES AND OTHER PHYTOPATHOGENIC BACTERIA IN COMPLEX INFECTION OF POTATO PLANTS IN RUSSIA.

IGNATOV A.N., MISLAVSKIY S.M., PAKINA E.N.,
DZHALILOV F.S., TARAKANOV R.I., KYROVA E.I.



Мокрая гниль и черная ножка картофеля относится к распространенным болезням картофеля. Все виды рода *Pectobacterium* и *Dickeya* могут вызывать эти болезни при подходящих условиях, хотя они и различаются по агрессивности и симптомам вызываемых поражений. Не все пектобактерии вызывают черную ножку, и факторы, ответственные за это различие, остаются неизвестными. Четкое понимание таксономии патогенов необходимо для понимания эволюции и эпидемиологии патогенов

и разработки методов борьбы с наиболее проблемными видами – возбудителями бактериальной мягкой гнили. Информации об этих патогенах, в том числе об их ареале обитания, эпифитотии, таксономии и относительной важности очень мало. Подробная таксономическая и геномная информация доступна для некоторых видов *Pectobacterium* и *Dickeya*, и они демонстрируют высокую вариативность генов и фенотипов. Каждое новое исследование выявляет высокие уровни как генетической, так и фенотипической изменчивости внутри известных видов, а часто и совершенно новых видов и новых видов растений-хозяев (Bugaeva et al., 2021). Как грамотрицательные, так и грамположительные бактерии могут вызывать заболевание мягкой гнилью, и в больных растениях часто встречается несколько видов одновременно, например, виды *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Pantoea*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Leuconostoc* и *Clostridia* (Charkowski 2018) могут вызывать симптомы бактериальной мягкой гнили во время хранения растений. Взаимодействие между этими патогенами, как правило, не изучено. Розовая мягкая гниль неоднократно наблюдалась на образцах картофеля из разных регионов России с 2018 года, и из этих образцов последовательно выделялись бактерии с розовой пигментацией. Согласно их биохимическим свойствам и последовательностям генов 16S rRNA и *groD*, штаммы были идентифицированы как *Erwinia persicina*. В тестах на патогенность было показано, что *E. persicina* успешно заражает клубни картофеля. Однако развивающаяся гниль была наиболее выраженной (в 2–4 раза) при совместном заражении растений со штаммами *Pectobacterium brasiliense*. Аналогичные результаты были ранее получены для совместного заражения бактериями *Erwinia persicina* и прочими пектолитическими бактериями на других растениях (Nechwatal, Theil, 2019; Canik Orel, 2020).

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России (проект FSSF-2023-0015).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Charkowski AO. The Changing Face of Bacterial Soft-Rot Diseases. Annu Rev Phytopathol. 2018 Aug 25;56:269–288. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-080417-045906>
2. Bugaeva EN, Voronina MV, Vasiliev DM, Lukianova AA, Landyshev NN, Ignatov AN, Miroshnikov KA. Use of a Specific Phage Cocktail for Soft Rot Control on Ware Potatoes: A Case Study. Viruses. 2021; 13(6):1095. <https://doi.org/10.3390/v13061095>
3. Canik Orel, D. *Erwinia persicina* as the new causal agent of lettuce soft rot. European Journal of Plant Pathology. 2020 Sep;158(1):223–35.
4. Nechwatal, J., Theil, S. *Erwinia persicina* associated with a pink rot of parsley root in Germany. Journal of Plant Diseases and Protection. 2019 Apr 4;126:161–7.

ИСПЫТАНИЕ СОРТОВ ГОРОХА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ВОЗБУДИТЕЛЮ РЖАВО-БУРОЙ ПЯТНИСТОСТИ СОИ *CURTOBACTERIUM FLACCUMFACIENS* PV. *FLACCUMFACIENS*

ИГНАТЬЕВА ИРИНА МИХАЙЛОВНА

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), Быково, Россия, ORCID: 0000-0003-1047-0105, email: babiraignirmi@yandex.ru

МАНУКЯН АЛЕКСАНДРА КАРЕНОВНА

РГАУ МСХА им. К.А.Тимирязева, Москва, email: obwn666@gmail.com

DOMESTICALLY BRED PEA CULTIVARS TESTING FOR RESISTANCE TO *CURTOBACTERIUM FLACCUMFACIENS* PV. *FLACCUMFACIENS*, THE CAUSATIVE AGENT OF BACTERIAL TAN SPOT OF SOYBEAN

IGNATYIEVA I.M., MANUKYAN A.K.

Возбудитель ржаво-бурой пятнистости сои *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* (далее Cff) является бактериальным заболеванием, поражающим преимущественно растения гороха обыкновенного (*Pisum sativum*), вигны угловатой (*Vigna angularis*), коровьего гороха (*V. unguiculata*), лобии (*Lablab purpureus*), маша (*V. radiata*), фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris*), фасоли огненно-красной (*P. coccineus*), фасоли луновидной (*P. lunatus*), сои культурной (*Glycine max*), черного маша (*V. mungo*) [1]. В ряде стран, включая страны-импортеры гороха из России, возбудитель Cff, вызывающий бактериоз зернобобовых культур, включен в карантинные перечни. Экономический ущерб, вызванный фитопатогеном, связан с нарушением прорастания зараженных семян, гибелью растений, снижением урожая и его качества. Выращивание устойчивых к болезням сортов, приспособленных к местным почвенно-климатическим условиям, позволяет снизить применение химических средств защиты и сохранить полезную биоту в агроценозах [2]. Внедрение методов выявления и идентификации возбудителя болезни и поиск резистентных сортов стали актуальными в стратегии сохранения уровня экспорта гороха из России. С этой целью в ходе проведенной работы выбраны и проверены сорта гороха на устойчивость к фито-

патогену. Для исследования был произведен посев пяти сортов гороха отечественной селекции Спартак, Софья, Оптимус, Ягуар, Бирюза (оригинатор ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур») [3]. После прорастания в фазе 2–3 листьев по десять растений каждого сорта инокулировали бактериальной суспензией в концентрации 10^6 КОЕ/мл [4]. Одно растение оставляли в качестве отрицательного контрольного образца, используя для инокуляции стерильную дистиллированную воду. В процессе развития проростков выполнялось сравнение зараженных растений с контрольным образцом, проводилась регистрация проявления симптомов заболевания и фиксация его инкубационного периода [5]. На 22-й день после посева отобраны образцы вегетативных частей растений и проведен контроль наличия клеток патогена с использованием ПЦР-РВ (НПК «Синтол»). Согласно полученным результатам ПЦР-РВ, в 31 пробе растений (в том числе и бессимптомных) подтверждено наличие ДНК возбудителя Cff. В результате исследования выявлена восприимчивость сортов гороха к бактериозу у сортов гороха Софья, Оптимус, Ягуар, Бирюза. По результатам анализа развития болезни на зараженных растениях и проведения ПЦР-тестов, сорт Спартак определен как перспективный для использования в селекции на устойчивость к бактериозу. Также подтверждена необходимость оценки развития симптомов фитопатогена в совокупности с молекулярно-генетическими методами выявления ДНК бактерии в растительных клетках для подтверждения резистентности сорта к возбудителю ржаво-бурой пятнистости сои.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Karimova E.V., Ignatieva I.M. Bacterial Disease Pathogens of Grain Legumes and Development of Methods for Their Diagnostics // Карантин растений. Наука и практика. 2018. No. 4(26). P. 34–40.
2. Зотиков В.И., Бударина Г.А. Болезни гороха и основные приемы защиты культуры в условиях средней полосы России // Защита и карантин растений. 2015. №5. С. 11–15.
3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1 «Сорта растений» (официальное издание). М: ФГБНУ «Росинформагротех», 2023. 631 с.
4. Тараканов Р.И., Беспалова Д.Е., Игнатъева И.М., Джалилов Ф.С.У. Изменение структуры урожая сои при искусственном заражении возбудителями угловатой и ржаво-бурой пятнистостей // Растениеводство и луговодство: сборник статей Всероссийской научной конференции с международным участием, Москва, 18–19 октября 2020 года. Москва: ЭЙПиСиПаблишинг, 2020. С. 397–401.
5. Belete T., Bastas K.K., Ceyhan E. Evaluation of Dry Bean Cultivars in Turkey for Resistance against Common Bacterial Blight Disease // Legume Research. V. 45. № 6. P. 769–774.

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ МЕТОДОВ ПЦР- ДИАГНОСТИКИ ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ И ИДЕНТИФИКАЦИИ ВОЗБУДИТЕЛЯ БАКТЕРИАЛЬНОГО ОЖОГА ФАСОЛИ *XANTHOMONAS AXONOPODIS* PV. *PHASEOLI*

КАРАКАЙ МИЛЕНА ВЯЧЕСЛАВОВНА

email: milena1fkjlf@gmail.com

ИГНАТЬЕВА ИРИНА МИХАЙЛОВНА

ORCID: 0000-0003-1047-0105,

email: babiragnirmi@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), Быково, Россия

AN EXPERIENCE OF PCR DIAGNOSTICS
METHODS INTRODUCTION
IN SEARCHING AND IDENTIFICATION
OF *XANTHOMONAS AXONOPODIS* PV. *PHASEOLI*,
THE CAUSATIVE AGENT OF COMMON
BACTERIAL BLIGHT OF BEAN

KARAKAY M. V., IGNATYEV I. M.

Возбудитель бактериального ожога фасоли *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Smith 1897) Vauterin et al. (далее *Xaph*) является основным фитопатогеном фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.), способен поражать многие виды растений рода *Phaseolus*. Проникнув в растение, быстро размножается в межклеточном пространстве. Фитопатоген сохраняется на зараженных растительных остатках, на поверхности растений-хозяев, на поверхности и внутри семян [1]. Национальные организации по карантину и защите растений (НОКЗР) ряда стран-торговых партнеров РФ (Египет, Марокко, Тунис, Саудовская Аравия, Азербайджан, Турция) регулируют ввоз семенной продукцией зернобобовых культур и требуют надежных методов подтверждения отсутствия возбудителя бактериоза. Внедрение методов выявления и идентификации возбудителя болезни стало перспективным в стратегии повышения уровня экспорта фасоли из России. В ходе проведенной работы с целью апробации ряда диагностических ПЦР-тестов на выявление фитопатогена были выбраны образцы фасоли импортного и отечественного происхождения, собранные с 2020 по 2023 годы. Исследована возможность применения ПЦР-тестов в диагностике *Xaph* с использованием коммерческих наборов, официально принятых в Российской Федерации. В работе использованы набор «Проба-ГС», произве-

денный ООО «АгроДиагностика» (РФ), праймеры AuF/AuR и зонд AuP (Boldwin et al., 2017), праймеры X4e/X4c (Audi et al., 1996), праймеры Rst21/Rst22 (Leite et al., 2008) [24]. В ходе апробации в качестве контрольного образца в работе применен референтный штамм *Xaph* CFBR2534. В результате исследований методика выявления бактериоза апробирована на 40 образцах фасоли отечественного происхождения и на 42 образцах импортной фасоли. Результатами проведенных исследований подтверждена возможность идентификации фитопатогена в экстрактах фасоли с помощью молекулярно-генетических методов. В 6-ти образцах выявлен *Xaph* с последующей изоляцией чистых культур. В дальнейшем при разработке методических рекомендаций для выявления и идентификации возбудителя будет предложено применение ПЦР в режиме реального времени на основе праймеров AuF/AuR и зонда AuP в качестве отборочного теста и классических ПЦР на основе праймеров X4e/X4c и Rst21/Rst22 в качестве подтверждающих тестов. Внедрение молекулярно-генетических методов в схему испытаний позволит ускорить проведение исследований в диагностических лабораториях сельскохозяйственного профиля.

Исследование было финансово поддержано Всероссийским центром карантина растений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Анализ фитосанитарного риска возбудителя бактериального ожога фасоли *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Smith) Vauterin et al. для территории Российской Федерации / Ю.Ю. Кулакова, Е.В. Каримова, Г.Н. Матяшова, Д.А. Комаров. М.: ФГБУ «ВНИИКР», 2017.
2. Игнатьева И.М. Каримова Е.В., Приходько С.И. Оптимизация ПЦР в режиме реального времени при идентификации бактериального ожога фасоли *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* в семенном и растительном материале зернобобовых культур // Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и сельскохозяйственной микробиологии: Сборник тезисов докладов 20-й Всероссийской конференции молодых учёных, Москва, 27–29 октября 2020 года. М: ФГБНУ «ВНИИСБ». 2020. DOI 10.48397/ARRIAB.2020.20.092. EDN LOYNEZ.
3. Ignatyeva I.M. Karimova E.V., Prikhodko S.I. Diagnostics of the bacterial blight *pathogen* of bean *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* in plant and seed material of grain legumes using molecular genetics methods // Modern Synthetic Methodologies for Creating Drugs and Functional Materials (MOSM2020): Proceedings of the IV International Conference. Yekaterinburg, Russia, 2021. AIP Conf. Proc. 2021. P. 030014. DOI 10.1063/5.0068504. EDN MKSSHR.
4. Ignatieva I.M., Karimova E.V., Prikhodko S.I. An experience of PCR methods implementation for a bacterial blight of bean *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* detection in a seed and plant material of legumes // The EuroXanth COST Action 4th Annual Conference 28–30 June 2021. URL: <http://euroxanthconf2021.events.co.rs/e-posters-area/>.

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ БАКТЕРИОЗОВ *DAUCUS CAROTA* SUBSP. *SATIVUS* И АГРЕССИВНОСТЬ ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗОЛЯТОВ БАКТЕРИЙ ИЗ ПОРАЖЕННЫХ КОРНЕПЛОДОВ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ

КОЗАРЬ ЕЛЕНА ГЕОРГИЕВНА

ORCID ID 0000-0002-1319-5631; kozar_eg@mail.ru

ЕНГАЛЫЧЕВА ИРИНА АЛЕКСАНДРОВНА

Россия; ORCID ID 000-0003-4843-111x;

engirina1980@mail.ru

ТИХОНОВА ТАТЬЯНА ОЛЕГОВНА

ORCID ID 0000-0002-9342-9628; tat-paslova94@yandex.ru

СТЕПАНОВ ВИКТОР АЛЕКСЕЕВИЧ

ORCID ID 000-0002-8749-1425; vstepanov8848@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение «Федеральный научный
центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО), Одинцово

PREVALENCE OF BACTERIOSE *DAUCUS CAROTA* SUBSP. *SATIVUS* AND AGGRESSIVENESS OF ISOLATED BACTERIA FROM AFFECTED ROOT CARROTS

KOZAR E. G.; ENGALYCHEVA I. A.;

TIKHONOVA T. O.; STEPANOV V. A.

В последние десятилетия в России, как и во всем мире, отмечается нарастание вредоносности бактериозов, в том числе и на культуре моркови столовой в Нечерноземной зоне РФ. По данным лабораторий молекулярно-иммунологических исследований ФГБНУ ФНЦО, их распространенность на моркови столовой при хранении за период 2009-2019 годы в среднем увеличилась почти в десять раз относительно восьмидесятых годов прошлого столетия и уже приблизилась к экономически значимому уровню вредоносности. Наиболее вредоносными бактериальными болезнями являются: *бактериальный ожог моркови* (*Xanthomonas hortorum* pv. *Carotae*), который особо опасен для семенных растений и в условиях средней полосы России встречается пока не часто; *бактериальная мягкая гниль* (в патогенезе могут участвовать бактерии родов *Pectobacterium*, *Dickeya*, *Pseudomonas* и *Bacillus*), которая вызывает мокрое гниение корнеплодов, и в Московской области степень ее распространения в последние годы может достигать уже 20% от общего числа заложенных на хранение корнеплодов моркови.

Наибольшую опасность представляет наличие скрытой внутренней бактериальной инфекции, которая обнаруживается только при создании провокационных внешних условий (температура >10°C и ОВВ > 80%). Доля таких корнеплодов в отдельные

годы превышала 25% от числа отобранных для посадки маточных корнеплодов. При высадке маточных корнеплодов с внутренним поражением происходит дальнейшее развитие болезни, которое чаще приводит к полной гибели семенных растений на стадии отрастания розетки и формирования цветоноса (>50% от числа высаженных пораженных корнеплодов) или на стадии бутонизации и цветения (около 20%). Оставшаяся часть семенных растений выглядит внешне здоровыми практически до стадии завязывания семян. У большинства из них позже могут проявляться признаки поражения отдельных соцветий или цветочков в пределах соцветий, но у ряда растений (около 10%) семена достигают биологической спелости без внешних проявлений симптомов поражения семенника. Однако дальнейший анализ показал, что бактериальная инфекция через семена передается потомству, в котором доля пораженных бактериозом корнеплодов составила более 5% при их отсутствии в потомствах исходно здоровых корнеплодов.

Из пораженных бактериальной гнилью корнеплодов были выделены бактерии различных таксономических групп: *Pectobacterium* spp., *Pseudomonas* spp. и *Bacillus* spp. При проверке патогенности 40 изолятов на растениях-индикаторах и дисках корнеплодов высокую агрессивность во всех сериях экспериментов и на разных генотипах моркови проявили только четыре. Данные бактерии по морфолого-биохимическим свойствам были отнесены к роду *Pectobacterium* и при искусственном заражении дисков моркови вызывали некротизацию и размягчение тканей в зоне поражения, редко с образованием бактериальной слизи. Другие изоляты были отнесены к слабо патогенным или вовсе не проявляли активность при искусственной инокуляции, но присутствие некоторых из них в составе смешанной инфекции совместно с агрессивными изолятами ускорило развитие мягкой гнили и диск корнеплода полностью покрывался плотной бактериальной слизью уже на 5–7 сутки после заражения.

В результате в коллекцию фитопатогенных микроорганизмов лаборатории молекулярно-иммунологических исследований ФГБНУ ФНЦО были включены 14 изолятов разных родов бактерий с различной степенью агрессивности для детального изучения в дальнейшем характера взаимоотношений участников патосистемы «возбудитель – растение-хозяин» в зависимости от состава патоконтекста, путей заражения и условий хранения корнеплодов моркови, модификации методических подходов обнаружения скрытой латентной инфекции.

Таким образом, повсеместный рост вредоносности бактериозов на культуре моркови столовой требует интенсификации проведения фитопатологических и иммунологических исследований с учетом современных реалий, направленных на прогнозирование скорости и масштабов их дальнейшего распространения, стратегии защиты растений и работы карантинных служб, ведения целевой селекции на групповую устойчивость к возбудителям бактериальной гнили.

CRISPR/Cas-ДЕТЕКЦИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ФИТОПАТОГЕНОВ *DICKEYA* *SOLANI* И *CLAVIBACTER* *MICHIGANENSIS* SUBSP. *SEPEDONICUS*

КРАВЧЕНКО С.В.² КУРБАТОВ Л.К.¹,
ХМЕЛЕВА С.А.¹, ПТИЦЫН К.Г.¹,
ТИМОШЕНКО О.С.¹, РАДЬКО С.П.^{1,2}, ЛИСИЦА А.В.^{1,2}

¹ НИИ биомедицинской химии

им. В. Н. Ореховича, Москва, Россия

² Тюменский государственный университет,
Х-Био, Тюмень, Россия

ORCID ID 0000-0002-1261-7919,
s.v.kravchenko@utmn.ru

CRISPR/Cas-DETECTION OF BACTERIAL PHYTOPATHOGENS *DICKEYA SOLANI* И *CLAVIBACTER MICHIGANENSIS* SUBSP. *SEPEDONICUS*

KRAVCHENKO S.V., KURBATOV L.K.,
KHMELEVA S.A., PTITSYN K.G., TIMOSHENKO O.S.,
RADKO S.P., LISITSA A.V.

Presently, there is a worldwide trend to developing 'in-field' deployable DNA diagnostics of phytopathogens. The CRISPR/Cas-based methods of DNA detection show a great promise for a design of such diagnostics. Among potato pathogens, bacteria *Dickeya solani* and *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* (Cms) are known to cause potato diseases – "black leg" and "ring rot", respectively, leading to significant losses (up to 10-15%) of the crop. As a first step in developing 'in-field' deployable diagnostic tests for detection of these bacterial pathogens, we evaluated the CRISPR/Cas-based detection method known as DETECTR (DNA endonuclease-targeted CRISPR trans reporter). DETECTR combines isothermal recombinase polymerase amplification (RPA) of a targeted region of bacterial genome with a subsequent selective recognition of target amplicons by a complex of CRISPR/Cas12a nuclease with a guide RNA (gRNA). As a result, Cas12a nuclease acquires the so-called 'collateral activity', leading to the cleavage of short DNA oligonucleotides labeled with a fluorophore and a quencher, allowing to determine the reaction outcome by either instrumental or non-instrumental methods, e.g., by a change of color of the reaction sample when one is illuminated with blue light in combination with an orange light filter.

The sequences of primers and gRNA were selected using both literature data and publicly available internet resources. DNA oligonucleotides were chemically synthesized by Evrogen (Russia), including the synthetic oligonucleotide 6-FAM-*TTATTATT*-BHQ-1, used as a reporter. The synthesis of gRNA was carried out enzymatically. Bacterial DNA was isolated with

a "Phytosorb" kit (Syntol, Russia) and quantified using a Qubit 4.0 fluorimeter. (Thermo Fisher Scientific, USA). RPA was performed with a commercial TwistAmp Basic kit ("TwistDX", UK). For the CRISPR/Cas detection, the functionally active recombinant Cas12a nuclease was expressed and purified in our laboratory. The gRNA/Cas12a complexes were formed at the equimolar ratio and Cas12a collateral activity was measured on a plate reader TECAN Infinite 200 Pro (TECAN, Austria) by monitoring fluorescence in time.

The RPA with *Dickeya solani* or Cms genomic DNA, combined with CRISPR/Cas12a detection provided low limits of detection of about 10 and 100 copies of bacterial genome per RPA reaction, respectively (103–104 copies per ml). To assess the specificity of RPA primers, amplification was carried out using *Pectobacterium odoriferum* and *Pectobacterium brasiliensis* genomic DNA. The RPA resulted in generation of off-target amplicons. However, the obtained RPA products were not recognized by the gRNA/Cas12a complex. The outcome of the reaction can be detected instrumentally, using a fluorimeter, or by naked eye, illuminating the reaction tube with blue light (400-500 nm wave length). The obtained results demonstrate the possibility to develop CRISPR/Cas-based 'in-field' deployable tests for sensitive and selective detection of potato pathogens *Dickeya solani* and *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*.

This study was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Genetic Technologies for 2019–2027 (agreement №075-15-2021-1345, unique identifier RF-193021X0012).

ИЗУЧЕНИЕ ПРОДУКЦИИ АНТИМИКРОБНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРОТИВ *ERWINIA* *AMYLOVORA* БАКТЕРИЯМИ- АНТАГОНИСТАМИ РАЗЛИЧНЫХ ТАКСОНОМИЧЕСКИХ ГРУПП

МУН М.В.¹, ДРЕНОВА Н.В.², СЕЛИЦКАЯ О.В.¹

¹ ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева»,
г. Москва, Россия

e-mail: marinka08012003@gmail.com;
ORCID 0000-0003-3960-1279

² ФГБУ «ВНИИКР», Московская обл.,
р.п. Быково, Россия, drenova@mail.ru,
ORCID 0000-0003-4020-2910

STUDY OF ANTIMICROBIAL PRODUCTION AGAINST *ERWINIA AMYLOVORA* BY ANTAGONIST BACTERIA OF DIFFERENT TAXONOMIC GROUPS

M.V.MUN, N.V. DRENOVA, O.V. SELITSKAYA

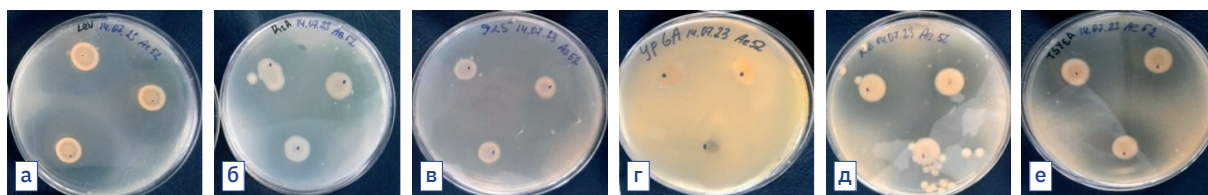


Рисунок – Зоны подавления роста *E. amylovora* антагонистом Ae52 на разных средах
а – левановая; б – R₂A; в – 925; г – ПДГА; д – KB; е – TSYEA

Таблица – Средняя активность (мм) штаммов на разных питательных средах со стандартной ошибкой среднего

№	Изолят	Идентификация	YPGA	LEV	KB	TSYEA	R2A	925
1	DN294	<i>Erwinia billingiae</i> .	1,3±0,42	2,3±0,84	-	-	16±2,01	4,6±1,28
2	DN300	<i>Pseudomonas koreensis</i>	1±0,37	1,3±0,21	5±1,83	-	12±0	-
3	DN486	<i>Pseudomonas koreensis</i>	2,5±0,24	-	5,6±0,76	-	10±0	10±0
4	DN507	<i>Curtobacterium</i>	1,8±0,65	1,6±1,22	0,6±0,42	-	-	1±0
5	DN519	<i>Pseudomonas sp.</i>	1±0	-	0,3±0,21	1±0	20±0	5,3±1,55
6	DN536	<i>Erwinia billingiae</i>	10±0	4±0	-	3±0	-	7,2±1,05
7	Ae11	<i>Pseudomonas sp.</i>	2,6±1,86	-	-	-	-	-
8	Ae24	<i>Pseudomonas fluorescens gr.</i>	5±0	10±0	10±1,29	-	15±0,56	17±0,63
9	Ae43	<i>Pseudomonas fluorescens gr.</i>	-	-	10±0	5±0	10±0	-
10	Ae52	<i>Curtobacterium sp.</i>	-	12±0,7	10±0	5,5±0,34	11±0,45	16±2,39
11	Ae57	<i>Curtobacterium sp.</i>	3,6±0,42	-	-	-	-	-
12	Ae58	<i>Curtobacterium sp.</i>	4,3±1,52	-	-	-	-	-

Бактериальный ожог плодовых культур, возбудителем которого является *Erwinia amylovora*, это одно из наиболее вредоносных инфекционных заболеваний. Оно не только причиняет существенный ущерб урожаю текущего года, но и резко снижает продуктивность деревьев в последующем [1].

Цель исследования – сравнить способность бактерий-антагонистов разных таксономических групп синтезировать активные вещества против *E. amylovora* и установить группу наиболее сильных антагонистов.

Предметом исследования является антагонистическая активность штаммов бактерий из родов *Pseudomonas* sp., *Curtobacterium* sp. и *Erwinia*. Объектами исследования являются *E. amylovora* и штаммы с антагонистической активностью. Опыт проводился по методу, описанному Mikiciński с коллегами [2].

Суть метода заключалась в том, чтобы выявить подавляющую активность антагонистов и провести замер зоны подавления на питательных средах: левановый агар, R2A, 925, ПДГА; Кинга Б (KB), триптон-соево-дрожжевом агаре (TSYEA). Активность изолята определяли по среднему значению размера зоны подавления роста возбудителя.

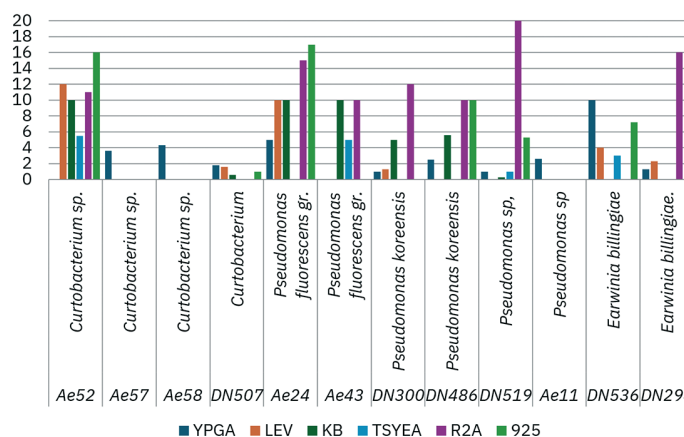
В результате исследования видно, что штаммы одного рода не всегда имеют одинаковое антагонистическое действие. Из рода *Curtobacterium* самым активным оказался образец Ae52, у рода *Pseudomonas*

штамм Ae24 самый продуктивный, а штаммы DN536 и DN294 из рода *Erwinia*, примерно, одинаковы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. А.К. Саданов, Ж.Б. Сулейменова, Э.Т. Исмаилова, О.Н. Шемшур, Б.Б. Баймаханова, Г.Б. Баймаханова, Н.А. Бисько, А.Е. Молжигитова, А.Е. Елубаева, Д.А. Тлеубекова «Бактериальный ожог плодовых культур» Микробиология Және Вирусология (2023): C35. www.imv-journal.kz
2. Artur Mikiciński, Joanna Puławska, Assel Molzhigitova, Piotr Sobiczewski «Bacterial species recognized for the first time for its biocontrol activity against fire blight (*Erwinia amylovora*)» Eur J Plant Pathol (2020) 156: 257–272: <https://doi.org/10.1007/s10658-019-01885-x>

Радиус зоны подавления *Erwinia amylovora* штаммами на разных средах



МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ *RATHAYIBACTER TRITICI* НА ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ NBY, YPGA И R2A

ОБОЛЕНСКИЙ РОМАН РОМАНОВИЧ
ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), Быково, Россия;
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева,
Москва, Россия; ORCID 0009-0001-5462-4199,
e-mail: 7812romalist@mail.ru

СЛОВАРЕВА ОЛЬГА ЮРЬЕВНА
ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), Быково, Россия;
ORCID ID: 0000-0001-6022-5955,
e-mail: slovareva.olga@gmail.com

***RATHAYIBACTER TRITICI* MORPHOLOGICAL FEATURES ON NUTRIENT MEDIA NBY, YPGA AND R2A**

OBOLENSKY R. R., SLOVAREVA O. Y.

Возбудитель желтого слизистого бактериоза пшеницы *Rathayibacter tritici* (Carlson & Vidaver) Zgurskaya et al. регулируется Единым перечнем карантинных организмов Евразийского экономического союза, а также входит в карантинные перечни США, Турции, Узбекистана, Грузии и Молдовы [1]. Заболеванию подвержены такие растения, как пшеница (*Triticum* L.), ячмень (*Hordeum* L.) и канареечник малый (*Phalaris minor*) [2]. Одним из способов выявления *Rathayibacter tritici* в подкарантинной продукции является изоляция на питательных средах [2], [3], [4]. Морфология колоний бактерии может отличаться в зависимости от питательной среды, на которой она культивируется. Целью исследования являлось сравнение морфологических признаков *Rathayibacter tritici* на питательных средах NBY, YPGA и R2A. Штамм *Rathayibacter tritici* 0378 из Коллекции ФГБУ «ВНИИКР» высевали на чашки Петри с питательными средами NBY, YPGA и R2A методом исощающего штриха. Чашки герметично упаковывали и помещали в термостат-инкубатор на 7 суток при температуре 27 °C. В результате опыта установлено, что на среде NBY колонии *Rathayibacter tritici* ярко-желтые, непрозрачные, слабо-глянцевые, правильной формы, имеют пуповидный профиль, гладкий край и диаметр $6 \pm 0,5$ мм. На среде YPGA *Rathayibacter tritici* имеет ярко-желтые непрозрачные глянцевые колонии с выпуклым профилем и гладким краем, правильной формы, которые достигают $2 \pm 0,5$ мм в диаметре. На среде R2A *Rathayibacter tritici* имеет ярко-желтые слабо-глянцевые колонии, непрозрачные в центре и полупрозрачные по краям, с плоским профилем и гладким либо слегка волнистым краем, правильной формы или имеющие форму неправильного круга, $4 \pm 0,5$ мм в диаметре. Таким образом, колонии возбудителя

отличаются на трех питательных средах как по размеру, так и по профилю. На всех трех средах бактерия образует колонии ярко-желтого цвета. Результаты проведенного исследования имеют практическую значимость для специалистов, проводящих лабораторную диагностику желтого слизистого бактериоза пшеницы.

Материалы подготовлены по результатам научно-исследовательской работы в рамках Государственного задания по теме: «Разработка методов диагностики возбудителей бактериозов зерновых культур, имеющих фитосанитарное значение при экспорте и импорте зерновой продукции», регистрационный номер НИОКТР 123022100104-4.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Словарева, О. Ю. Выявление и идентификация возбудителей бактериальных болезней пшеницы и ячменя в России / О. Ю. Словарева // Независимые микробиологические исследования. – 2020. – Т. 7, № 1. – С. 1–12. – DOI 10.18527/2500-2236-2020-7-1-1-12.
2. Duveiller E. The bacterial diseases of wheat: concepts and methods of disease management. – CIMMYT, 1997.
3. Park J. et al. Comparative genome analysis of *Rathayibacter tritici* NCPBPB 1953 with *Rathayibacter toxicus* strains can facilitate studies on mechanisms of nematode association and host infection // The Plant Pathology Journal. – 2017. – Т. 33. – №. 4. – С. 370.
4. Postnikova E. et al. CHAPTER 15: Detection of *Rathayibacter* spp. in Seeds of Cereals and Grasses // Detection of Plant-Pathogenic Bacteria in Seed and Other Planting Material, Second Edition. – The American Phytopathological Society, 2017. – С. 95–101.

ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА КУЛЬТИВИРУЕМЫХ БАКТЕРИЙ, АССОЦИИРОВАННЫХ С *DIANTHUS CARYOPHYLLUS*

ПИСАРЕВА ИРИНА НИКОЛАЕВНА;
ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), р.п. Быково,
Раменский г.о., Московская обл., Россия;
ORCID 0000-0002-3084-0591, iruru@yandex.ru;

ШНЕЙДЕР ЕЛЕНА ЮРЬЕВНА;
ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), р.п. Быково,
Раменский г.о., Московская обл., Россия;
ORCID 0000-0002-8198-363X, seunch@mail.ru

БЕЛОШАПКИНА ОЛЬГА ОЛЕГОВНА;
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева,
г. Москва, Россия; ORCID 0000-0002-8564-8142,
beloshapkina58@mail.ru

STUDY OF THE COMPOSITION OF CULTURED BACTERIA ASSOCIATED WITH *DIANTHUS CARYOPHYLLUS*

PISAREVA I. N., SHNEYDER E. YU.;
BELOSHAPKINA O. O.

Burkholderia sensu lato – широко распространенная в природе группа бактерий, виды которой обитают в почве, водоемах, на поверхности растений и других субстратах.

Также в состав группы включены фитопатогенные и патогенные для животных и человека виды [4]. *Paraburkholderia caryophylli* (Yabuuchi et al.) Sawana et al. является возбудителем бактериального вилта гвоздики. Для оценки специфичности молекулярно-генетических методов диагностики данного заболевания необходимо изучение бактериальной микробиоты, колонизирующей растения гвоздики садовой *Dianthus caryophyllus*, в том числе близкородственных целевому объекту видов.

Аналитическую пробу формировали из стеблей одного растения гвоздики садовой. Пробоподготовка включала: измельчение стеблей, формирование навески – 3 г, шейкирование в 30 мл стерильного фосфатно-солевого буфера PBS ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ – 2,7 г; $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – 0,4 г; NaCl – 8 г, дистиллированная вода до 1 л; pH 7,2) в течение 1 часа (режим – 200 об/мин), фильтрование через бумажный фильтр, центрифугирование в течение 10 минут со скоростью 10 000 об/мин при 4–10 °С, удаление супернатанта и растворение осадка в 1 мл PBS путем тщательного встряхивания на вортексе. Из полученных в результате пробоподготовки экстрактов готовили 5 десятикратных разведений и высевали их на питательные среды КГА (картофельно-глюкозный агар) и SNR (сорбитовый нейтральный красный агар) в двукратной повторности по 100 мкл методом Дригальского. Чашки Петри помещали в термостат и инкубировали при 27 °С. Начиная с 3-х суток, проводили наблюдение за ростом бактерий и отсеивали различные по морфологии колонии на среду КГА. Выделение ДНК из чистой культуры бактериальных клеток проводили методом кипячения. Для идентификации бактериальных изолятов использовали метод секвенирования по Сенгеру с универсальными праймерами 27F/907R [3] на генетическом анализаторе Applied Biosystems 3500 с коммерческий набором BigDye™ Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems, США). Все этапы секвенирования проводили согласно инструкции производителя и СТО 116-2018 МР ВНИИКР [1]. Для обработки генетических последовательностей использовали программу BioEdit. Полученные последовательности сравнивали с последовательностями видов бактерий, представленных в GenBank, при помощи приложения BLAST. Заложённые в коллекцию изоляты хранили при температуре -80 °С в виде мазка на стенке криопробирки и суспензии в стерильном картофельно-глюкозном бульоне с добавлением 15%-го глицерина [2].

В результате изучения разнообразия культивируемых бактерий, колонизирующих гвоздику садовую, были идентифицированы бактериальные изоляты, относящиеся к 19 родам: *Arthrobacter*, *Citricoccus*, *Curtobacterium*, *Dyella*, *Enterobacter*, *Flexivirga*, *Gryllotalpica*, *Kocuria*, *Luteibacter*, *Methylobacterium*, *Nocardioide*, *Paraburkholderia*, *Pseudarthrobacter*, *Pseudomonas*, *Rhodococcus*, *Rouxiella*, *Serratia*, *Staphylococcus*, *Stenotrophomonas*. Всего в коллекцию заложено 86 изолятов, 61 из них идентифицирован.

Среди выделенных изолятов научный интерес вызывает вид *Rouxiella badensis*, который в 2021 году был выделен из плодов земляники садовой и показал разную степень антагонизма против 20 грибных возбудителей болезней ягод [6]. В 2022 было впервые сообщено о *R. badensis*, как патогене растений, вызывающем гниль лука [7]. Также стоит отметить, фитопатогенный вид *Rhodococcus fascians*, который заражает широкий спектр растений, провоцируя образование дифференцированных листовых галлов, состоящих из многочисленных зачатков побегов, дальнейший рост которых ингибируется. [5]. Однако особую ценность в данном исследовании представляют выделенные 8 изолятов *Paraburkholderia* spp., которые являются близкородственными целевому объекту и будут использованы на этапе валидации ПЦР-тестов, в частности, при оценке их специфичности.

Исследование выполнено в рамках госзадания ФГБУ «ВНИИКР» (Рег. № 123042100033-5).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Матяшова Г.Н., Белкин Д.Л. Методические рекомендации по проведению секвенирования при диагностике карантинных объектов и других организмов. М.: ФГБУ «ВНИИКР», 2018. – 37 с.
2. Похиленко В.Д. Методы длительного хранения коллекционных культур микроорганизмов и тенденции развития / В.Д. Похиленко, А.М. Баранов, К.В. Детушев // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2009. – № 4 (12). – Р. 99–121.
3. Abdulkakeem M.A., Alreshidi M., Bardakci F., Hamadou W.S., De Feo V., Noumi E., & Snoussi M. Molecular Identification of Bacteria Isolated from Marketed *Sparus aurata* and *Penaeus indicus* Sea Products: Antibiotic Resistance Profiling and Evaluation of Biofilm Formation // Life. – 2023. – Vol. 13. – № 2. – Р. 548.
4. Estrada-de los Santos P., Palmer M., Chávez-Ramírez B., Beukes C., Steenkamp E. T., Briscoe L., ... & James E. K. Whole genome analyses suggests that *Burkholderia* sensu lato contains two additional novel genera (*Mycetohabitans* gen. nov., and *Trinickia* gen. nov.): implications for the evolution of diazotrophy and nodulation in the Burkholderiaceae // Genes. – 2018. – Vol. 9. – № 8. – Р. 389.
5. Goethals K., Vereecke D., Jaziri M., Van Montagu M., & Holsters M. Leafy gall formation by *Rhodococcus fascians* // Annual review of phytopathology. – 2001. – Vol. 39. – № 1. – Р. 27–52.
6. Morales-Cedeño L.R., de Los Santos-Villalobos S., Santoyo G. Functional and genomic analysis

of *Rouxiella badensis* SER3 as a novel biocontrol agent of fungal pathogens // *Frontiers in Microbiology*. – 2021. – Т. 12. – P. 709855.

7. Zhao M., Tyson C., Gitaitis R., Kvitko B., & Dutta B. *Rouxiella badensis*, a new bacterial pathogen of onion causing bulb rot // *Frontiers in Microbiology*. – 2022. – Vol. 13. – P. 1054813.

ВЫЯВЛЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВОЗБУДИТЕЛЯ ЛИСТОВОГО ОЖОГА ЛУКА *XANTHOMONAS* *EUVESICATORIA* PV. *ALLII* (KADOTA ET AL.) CONSTANTIN ET AL. ИЗ ЛУКОВИЦ РАСТЕНИЙ *ALLIUM CEPA* L.

ПРИХОДЬКО СВЕТЛАНА ИГОРЕВНА
ФГБУ «Всероссийский центр карантина
растений» (ВНИИКР), Россия, г.о. Раменский,
р.п. Быково; ORCID 0000-0002-1281-4410,
e-mail: svetlana.prik@yandex.ru

ЯРЕМКО А. Б.
ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений»
(ВНИИКР), Россия, г.о. Раменский, р.п. Быково

КАРАКАЙ М. В.
ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений»
(ВНИИКР), Россия, г.о. Раменский, р.п. Быково

КАВИЗА Н. Д.
Россия, г. Москва, Департамент агробиотехнологии,
Аграрно-технологический институт, РУДН

DETECTION AND IDENTIFICATION BACTERIAL BLIGHT OF ONION CAUSED BY *XANTHOMONAS* *EUVESICATORIA* PV. *ALLII* (KADOTA ET AL.) CONSTANTIN ET AL. FROM BULBS OF PLANTS OF THE GENUS *ALLIUM*

PRIKHODKO S. I., YAREMKO A. B.,
KARAKAI M. V., KAVIZA N. J.



xanthomonas euvesicatoria pv. *allii* наносит
значительный экономический ущерб при
возделывании растений *Allium* sp. По дан-
ным анализа фитосанитарного риска, про-
веденного сотрудниками ФГБУ «ВНИИКР»

в 2014 году, возбудитель листового ожога лука явля-
ется серьезной угрозой для возделывания различ-
ных видов лука. На сегодняшний день возбудитель
листового ожога лука входит в I список Единого
карантинного перечня и является карантинным
вредным организмом, отсутствующим на террито-
рии Евразийского экономического союза. Согласно

имеющимся данным, основными путями переноса
инфекции считаются семена, зараженные расти-
тельные остатки, рассада, сельскохозяйственный
инструментарий. Поскольку бактерии могут быстро
размножаться и распространяться при благоприят-
ных условиях, очень небольшое количество зара-
женных семян может стать источником первичного
инокулята для возникновения эпифитотий. Произ-
водство лука в Российской Федерации осуществляет-
ся по двум технологиям возделывания – из семян
и из севка. Для установления возможности переда-
чи возбудителя с луковичками нами был поставлен
ряд опытов на вегетирующих растениях.

В исследованиях использовался типовой штамм
возбудителя CFBP 6107 из Французской коллекции
бактерий, ассоциированных с растениями (Cirm-
CFBP). На опытном участке высаживали лук-репку,
лук-севок (с. Сеттон) и семена (с. Штуттгартер Ризен).
Растения лука заражали примерно через 14 дней
после высадки в открытый грунт уколом в стебель.
При этом вводили 0,5–1 см³ суспензии возбудите-
ля листового ожога лука. Дополнительно провели
инокуляцию растений отрицательного контроля
(лук-репка, севок и семена) дистиллированной во-
дой. Луковицы, полученные из семян, севка, а также
остатки лука-репки были извлечены из почвы для
проведения молекулярно-генетических исследо-
ваний методом ПЦР «в реальном времени» на две
мишени: гены *pil* и *avr*. В процессе подготовки проб
для анализа от луковиц отделяли основание (донце),
верхнюю часть, а также проверке подвергали сохра-
нившиеся луковое перо. Смешанная проба состояла
из 5 растений. Таким образом, было проанализиро-
вано 150 образцов растительного материала.

По итогам заражения вегетирующих растений
лука на опытном участке были получены симптомы
листового ожога лука только на листьях растений.
Данные лабораторных анализов показали наличие
генетического материала возбудителя практически
во всех зараженных растениях, при этом отрица-
тельный контроль заражен не был. Установлено,
что возбудитель может сохраняться в луковичках
в концентрациях, детектируемых лабораторными
методами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. PM 7/128 (1) *Xanthomonas axonopodis* pv. *allii* // *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 46(3). – 2016. – С. 429–443.
2. Robènea I., Perreta M., Jouena E., Escalona A., Maillota M.-V., Chabirand A., Moreaub A., Laurenta A., Chiroleua F., Pruvosta O., Development and validation of a real-time quantitative PCR assay to detect *Xanthomonas axonopodis* pv. *allii* from onion seed // *Journal of Microbiological Methods*. – 2015. – Т. 114. – С. 78–86.
3. Fatmi M., Walcott R.R., Schaad N.W. et al. Detection of plant-pathogenic bacteria in seed // *The American Phytopathological Society* (2 edition). – 2017. – P. 360.
4. Catara V., Cubero J., Pothier J. F., Bosis E., Bragard C., Dermic E., Holeva M.C., Jacques M.-A., Petter F., Pruvost O., Robène I., Studholme D. J., Tavares F., Joana G. Vicente J. G., Koebnik R., Costa J. Trends in molecular diagnosis

and diversity studies for phytosanitary regulated *Xanthomonas* // *Microorganisms*, 4(9). – 2021. – С. 862.

5. Roumagnac, P., Pruvost, O., Chiroleu, F., Hughes, G. Spatial and temporal analyses of bacterial blight of onion caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *allii* // *Phytopathology*, V.94(2). – 2004. – С.138-146.

6. Gent D. H., Lang J. M., Schwartz H. F. Epiphytic survival of *Xanthomonas axonopodis* pv. *allii* and *X. axonopodis* pv. *phaseoli* on leguminous hosts and onion // *Plant Disease*., №. 6 (89). – 2005. – С. 558–564.

МОНИТОРИНГ БАКТЕРИАЛЬНОГО ОЖОГА ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

СЕЛЯВКИН С.Н.¹, РЯСКИН Д.И.¹,
ХАРЧЕНКО А.А.¹, ДРЕНОВА Н.В.²

¹ Воронежский филиал ФГБУ «ВНИИКР»,
г. Воронеж, Россия

e-mail: ¹selyavkin91@mail.ru,
ORCID 0000-0001-7647-5799;

¹ryaskin.dmitry@yandex.ru,
ORCID 0000-0003-0950-1349;

anzhela.vrn@gmail.com, ORCID 0000-0002-5281-8731

² ФГБУ «ВНИИКР», Московская обл.,
р.п. Быково, Россия,
drenova@mail.ru, ORCID 0000-0003-4020-2910

FIRE BLIGHT MONITORING IN THE VORONEZH REGION

SELYAVKIN S.N., RYASKIN D.I.,
KHARCHENKO A.A., DRENOVA N.V.

Бактериальный ожог плодовых культур (возбудитель – *Erwinia amylovora*) – ограниченно распространенный карантинный объект, представляющий большую опасность для садоводства нашей страны. Возбудитель поражает растения семейства *Rosaceae* (грушу, яблоню,

айву, кизильник, боярышник, рябину, шиповник, малину, землянику и др.) [1].

Цель исследования – выявление очагов возбудителя бактериального ожога и установление источников инфекции.

Специалистами Воронежского филиала ФГБУ «ВНИИКР» совместно с сотрудниками Россельхознадзора ведется многолетний мониторинг на выявление *E. amylovora*. Обследование проводится в фазе июньского осыпания излишней завязи.

В Воронежской области первое выявление *E. amylovora* отмечено в 2007 г. [2] в Новохоперском районе на яблоне и груше 1978 и 1979 гг. посадки соответственно. В дальнейшем возбудитель выявляли в Семилукском (груша, 2008; яблоня, 2009; айва, 2013; боярышник, 2018), Острогожском (яблоня, дикая груша, 2008), Аннинском (груша, 2010; яблоня, 2023), Лискинском (яблоня, 2010), Новоусманском (яблоня, 2010), Павловском (груша, 2015), Хохольском (яблоня, 2019), Россошанском (яблоня, 2023) районах и в г. Воронеже (яблоня, груша 2010). Наибольшее распространение возбудитель получил в Лискинском, Острогожском и Новоусманском районах (табл.).

**Таблица – Реестр карантинных
фитосанитарных зон
по бактериальному ожогу на 2023 год**

№ п/п	Район	Растение- хозяин	Площадь очага, га	Год установ- ления КФЗ
1.	Новохопёрский	яблоня/груша	17/11	2007
2.	Семилукский, Острогожский	груша/яблоня	356	2008
3.	Семилукский	яблоня	120	2009
4.	Лискинский	яблоня	1068	2010
5.	Семилукский	яблоня	0,15	2011
6.	Новоусманский	яблоня	302	2019
7.	Хохольский	яблоня	2,48	2019
8.	Аннинский	яблоня	8	2023
9.	Россошанский	яблоня	17	2023

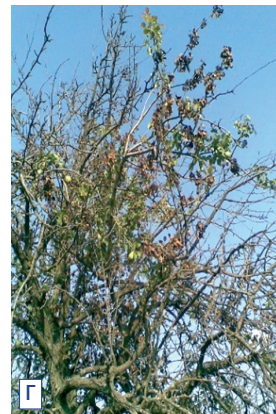
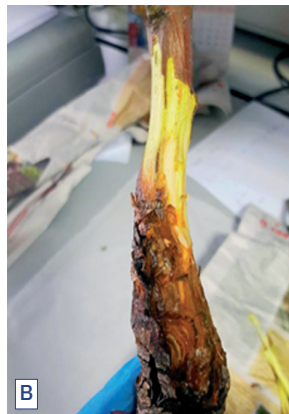
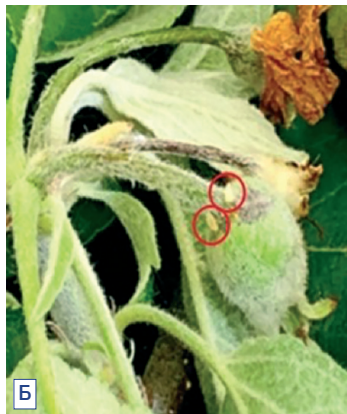


Рисунок – Симптомы бактериального ожога в Воронежской области

А – «пастуший посох» (фото С.Н. Селявкина), Б – увядание и некроз цветков, бактериальный экссудат на завязи яблони (фото А.А. Харченко), В – язвы на стволе яблони (фото Д.И. Рясина), Г – некроз побегов и усыхание дерева (фото Н.В. Дреновой)

В условиях региона бактериальный ожог проявляется в виде типичных симптомов: обширных некрозов всех органов растений, увядания и некроза молодых побегов («пастуший посох») (рис. 1 А), соцветий и завязей (рис. 1 Б); мумификации цветков, завязей и плодов, побурение и растрескивание древесины, язвы (рис. 1 В); выделения белого экссудата, который со временем приобретает золотистый цвет (рис. 1 Б); усыхания и гибели деревьев (рис. 1 Г).

Проведено генотипирование штаммов на основе локуса CRISPR1 (CRR1 группы А и D) [3] и MLVA с использованием 6 минисателлитных локусов (А, В, С, D, F, H) [4].

Все исследованные штаммы имели 3 и 7 повторов в стабильных локусах В и H соответственно, разделяясь на 2 группы 7aA и 6aD по локусам F и CRR1. Вариабельные локусы А, С и D состояли: в группе 7aA из 4-5, 6 и 9, 10-11 повторов, а в группе 6aD из 4-7, 8-10, 10-12 повторов соответственно. Всего в Воронежской области выявлено 11 близких гаплотипов *E. amylovora* по данным признакам.

Группа 7aA наиболее распространена за пределами Северной Америки, тогда как группа 6aD, отличающаяся делециями фрагментов в обоих локусах, представлена только в Центральной России (Липецкая, Пензенская, Самарская, Саратовская, Тамбовская области), по всей видимости, распространяясь с отечественным посадочным материалом. Антропогенными причинами распространения инфекции могут быть несоблюдение правил дезинфекции при обрезке деревьев и перемещение ульев из очагов ожога в свободные зоны.

По результатам многолетнего мониторинга установлено увеличение ареала бактериального ожога в ЦЧР. Это связано с благоприятными для развития инфекции метеос условиями: относительно мягкая зима, жаркое и дождливое лето, достаточно влажная весенняя погода. В целях предупреждения распространения инфекции настоятельно рекомендуется соблюдать установленные агротехнические и карантинные мероприятия при ввозе, перемещении и выращивании посадочного материала.

Исследование проведено в рамках Государственного задания, рег. №№ НИОКТР 122041400096-1, 123042100020-5.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Van Der Zwet T., Keil H. L. Fire blight: A bacterial disease of rosaceous plants. US Department of Agriculture, 1979. 510.
2. Харченко А.А. Ожог плодовых в Воронежской области // Защита и карантин растений. – 2009 г. – №5. – С. 34–35
3. Kurz M. et al. Tracking the dissemination of *Erwinia amylovora* in the Eurasian continent using a PCR targeted on the duplication of a single CRISPR spacer. Phytopathology. Research., 2021. 3 (1): 1–5.
4. Bühlmann A. et al. Phylogeography and population structure of the biologically invasive phytopathogen *Erwinia amylovora* inferred using minisatellites. Environmental Microbiology, 2014. 16: 2112–2125.

БАКТЕРИИ, ИМЕЮЩИЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ЭКСПОРТА РОССИЙСКОЙ ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКЦИИ

СЛОВАРЕВА ОЛЬГА ЮРЬЕВНА

ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), Быково, Россия;

ORCID ID: 0000-0001-6022-5955,

e-mail: slovareva.olga@gmail.com

BACTERIA THAT PREVENT THE EXPORT OF RUSSIAN GRAIN

SLOVAREVA O. YU.

Российская Федерация ежегодно занимает одну из лидирующих позиций в мире по производству и экспорту зерна [1], [2]. Вредители, сорняки и возбудители болезней могут препятствовать усилению экспортного потенциала нашей страны. Роль бактериальных болезней зерновых культур зачастую бывает недооценена. Большинство патогенных для зерновых культур бактерий вызывают заболевания в одновременно теплых и влажных условиях окружающей среды [3], несвойственных зернопроизводящим регионам РФ. При этом возбудители бактериозов могут находиться в растениях, а впоследствии распространиться с семенами в более благоприятные условия и вызвать эпифитотии. Распространение фитопатогенных бактерий в другие страны предотвращается в основном путем фитосанитарного контроля подкарантинной продукции [3]. Страны-импортеры сами определяют особо опасные для них фитопатогены, таким образом, перечни регулируемых вредных организмов для каждой страны могут меняться. Кроме того, в последние годы несколько изменился круг торговых партнеров для РФ. В результате сбора информации из открытых баз данных и официальных источников [4], [5], [6] составлен актуальный перечень импортеров российской зерновой продукции. Так, в 2022 году импортерами пшеницы стали 79 стран, ржи – 14, ячменя – 32, овса – 23, кукурузы – 44, риса – 29, сорго – 16, прочих зерновых (гречиха, просо и др.) – 61. Наиболее крупными импортерами стали Турция, Египет, Иран, Казахстан и Сирия. Общий объем экспорта зерна из РФ составил 43,7 млн. тонн, из них более 20,0 млн. тонн экспортировано в страны, регулирующие бактерии на зерне – Турция, Египет, Китай, Судан, Мексика, Иордания, Пакистан, Бразилия, Тунис, Нигерия, Марокко, Камерун, Сербия, Южная Африка, Израиль и Грузия. Составлен перечень регулируемых бактерий: *Pseudomonas cichorii*, *Pseudomonas fuscovaginae*, *Pseudomonas syringae* pv. *atropaciens*, *P. s. pv. syringae*, *P. s. pv. lapsa*, *P. s. pv. coronafaciens*, *Xanthomonas translucens* pv. *translucens*, *X. t. pv. graminis*, *X. t. pv. cerealis*, *X. t. pv. undulosa*, *X. t. pv. secalis*, *Acidovorax avenae*, *Rathayibacter rathayi*, *Erwinia rhapontici*, *Robbsia andropogonis*, *Clavibacter tessellarius*, *Curtobacte-*

rium flaccumfaciens pv. *flaccumfaciens*, *Xanthomonas vasicola* pv. *holcicola* и *Clavibacter nebraskensis*. Таким образом, проведена актуализация перечня стран-импортеров российской зерновой продукции и их фитосанитарных требований.

Материалы подготовлены по результатам научно-исследовательской работы в рамках Государственного задания по теме: «Разработка методов диагностики возбудителей бактериозов зерновых культур, имеющих фитосанитарное значение при экспорте и импорте зерновой продукции», регистрационный номер НИОКТР 123022100104-4.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (ФАОСТАТ) [Электронный ресурс] URL: <https://www.fao.org/faostat> (дата обращения 10.06.2023).
2. База данных экспорта и импорта России [Электронный ресурс] // Экспорт и импорт России по товарам и странам. URL: <https://ru-stat.com/> (дата обращения 21.06.2023).
3. Tambong J. Bacterial Pathogens of Wheat: Symptoms, Distribution, Identification, and Taxonomy // Wheat. IntechOpen. 2022.
4. Федеральная государственная информационная система (ФГИС) «Аргус-Фито» [Электронный ресурс] URL: <https://fsvps.gov.ru/ru/fsvps/foremployees/argusfito/index.html> (дата обращения 03.05.2023).
5. Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор) [Электронный ресурс] URL: <https://fsvps.gov.ru/ru/fsvps/importexport> (дата обращения 30.04.2023).
6. European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) Global Database [Электронный ресурс] URL: <https://gd.eppo.int/search> (дата обращения 15.07.2023).

НОВЫЕ АКТИНОВАКТЕРИИ РОДА *RATHAYIBACTER* ИЗ АГРОБИОЦЕНОЗОВ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СЛОВАРЕВА ОЛЬГА ЮРЬЕВНА
ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), Быково, Россия;
ORCID ID: 0000-0001-6022-5955,
e-mail: slovareva.olga@gmail.com

ТРУНОВ ВАСИЛИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ
Липецкий научно-исследовательский институт рапса – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта» (ЛНИИР-филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК), Липецк, Россия;
ORCID ID: 0000-0003-2766-9601,
e-mail: saweron1@mail.ru

ПРИСЯЖНАЯ НАТАЛЬЯ ВИКТОРОВНА
ФИЦ «Пушкинский научный центр биологических исследований РАН» (Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина РАН), Пушкино, Россия;
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8988-7642>,
e-mail: old_copper_kettle@mail.ru

ДОРОФЕЕВА ЛЮБОВЬ ВЛАДИМИРОВНА
ФИЦ «Пушкинский научный центр биологических исследований РАН» (Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина РАН), Пушкино, Россия;
ORCID ID: 0000-0002-9486-3389,
e-mail: dorof@ibpm.pushchino.ru

NEW ACTINOBACTERIA OF THE GENUS *RATHAYIBACTER* FROM AGROBIOTOCENOSSES OF REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION

SLOVAREVA O. YU., TRUNOV V. V.,
PRISYAZHNAYA N. V., DOROFEEVA L. V.

Актинобактерии рода *Rathayibacter* Zgurskaya et al. 1993 [1] (сем. *Microbacteriaceae*) – аэробные, грам-положительные, неспорообразующие, неправильные палочки, содержащие диаминомасляную кислоту в составе пептидогликана клеточной стенки и преобладающий менахинон МХ-10 в дыхательной цепи [2]. Известны 9 валидно описанных видов, выделенных из сельскохозяйственных растений с признаками заболеваний, а также дикорастущих без видимых признаков поражения [3, 4]. Два вида – *Rathayibacter tritici* и *Rathayibacter rathayi*, регулируются фитосанитарными требованиями ряда стран. Целью исследования являлось определение распространенности и видового состава представителей рода *Rathayibacter* в агробиотозах регионов Российской Федерации. Сбор растительных образцов проводили на территории Волгоградской, Липецкой, Московской областей, а также Ставропольского края и Республики Крым. Для изоляции бактерий использовали среду R2A. Первичную характеристику изолятов проводили методом секвенирования по Сэнгеру участков 16S рРНК длиной 880 п.о., амплифицируемых с праймерами 27f/907г, и выравнивания полученных нуклеотидных последовательностей в сервисе BLAST (NCBI). Следующий этап характеристики проводили методом масс-спектрометрии с матрично-активированной лазерной десорбцией/ионизацией (МАЛДИ МС) целых бактериальных клеток [5], ранее успешно применяемого при дифференциации бактерий рода *Rathayibacter*. В результате выделены и исследованы 12 штаммов из растительных образцов сои, пшеницы и ячменя без признаков поражения. Проведенный анализ показал принадлежность изучаемых штаммов к роду *Rathayibacter*. Было показано, что они образуют несколько изолированных кластеров в составе рода. Это позволяет предположить наличие в массиве штаммов представителей двух новых таксонов видового уровня.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Zgurskaya, H. I., Evtushenko, L. I., Aki-mov, V. N., and Kalakoutsii, L. V. (1993) *Rathayibacter* gen. nov., including the species *Rathayibacter rathayi* comb. nov., *Rathayibacter tritici* comb. nov., *Rathayibacter iranicus* comb. nov., and six strains from annual grasses, Int. J. Sys. Bacteriol., 43, 143-149, <https://doi.org/10.1099/00207713-43-1-143>.
2. Chemical Methods in Bacterial Systematics. Ed. by Michael Goodfellow, David E. Minnikin. Society for Applied Bacteriology. Technical series, Academic P XV, 1985, 410 P.
3. Dorofeeva L.V., Evtushenko L.I., Krausova V.I., Karpov A.V., Subbotin S.A., Tiedje J.M. (2002) *Rathayibacter caricis* sp. nov. and *Rathayibacter festucae* sp. nov. isolated from the phyllosphere of *Carex* sp. and the leaf gall induced by nematode *Anguina graminis* on *Festuca rubra* L, respectively Int. J. Syst. Evol. Microbiol., 52(12), 1917–1923.
4. Dorofeeva L.V., Starodumova I.P., Krauzova V.I., Prisyazhnaya N.V., Vinokurova N.G., Lysanskaya V.Y., Tarlachkov S.V., Evtushenko L.I. (2018) *Rathayibacter oskolensis* sp. nov., a novel actinobacterium from *Androsace koso-poljanskii* Ovcz. (Primulaceae) endemic to Central Russian Upland. Int. J. Syst. Evol. Microbiol., 68(5), 1442–1447, doi: 10.1099/ijsem.0.002681.
5. Prisyazhnaya N.V., Plotnikova E.G., Bueva O.V., Korsakova E.S., Dorofeeva L.V., Il'ina E.N., Lebedev A.T., Evtushenko L. I.
6. Application of MALDI-TOF mass spectrometry for differentiation of closely related species of the “*Arthrobacter crystallopoietes*” phylogenetic group.
7. Microbiology 2012;81:696–701.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ДИАГНОСТИКА *CANDIDATUS* *PHYTOPLASMA SOLANI* НА РАСТЕНИЯХ ТОМАТА В УСЛОВИЯХ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

ТУРСУНОВА АЛЬНУРА КАЙРАТОВНА

<https://orcid.org/0000-0002-9447-4738>,
alnura_89.12.12@mail.ru

ТУРБЕКОВА ШЫРЫН МЕЙРАМБЕКОВНА

<https://orcid.org/0000-0002-2595-8288>
shyrynka_turbekova@mail.ru

АБЫЛАЕВА ҰЛЖАЛҒАС АМАНИЛАҚЫЗЫ

<https://orcid.org/0000-0002-6254-3209>
ablay.ula@mail.ru

АБИШЕВА ГУЛЬЗАДА ДУМАНОВНА

<https://orcid.org/0000-0002-9493-3121>
gulzadaabish@gmail.com

ТОО «Казахский научно-исследовательский
институт защиты и карантина растений
им. Ж. Жиембаева», Алматы, Казахстан

MOLECULAR DIAGNOSTICS OF *CANDIDATUS* *PHYTOPLASMA SOLANI* ON TOMATO PLANTS IN CONDITIONS OF THE ALMATY REGION

TURSunova A.K., TURBEKOVA SH., M.,
ABYLAeva U., ABISHEVA G.

Томат (*Solanum lycopersicum* L.), входящий в семейство пасленовых, представляет собой значительно выращиваемый овощ, оказывающийся под воздействием различных фитопатогенов [1]. Среди них фитоплазмы, проникающие в ткани флоэмы растений, занимают важное место. *Candidatus Phytoplasma solani* (Ca. *P. solani*) выделяется как один из распространенных возбудителей в районах культивирования томатов [2,3]. Нарастающая частота заражения Ca. *P. solani* на сельскохозяйственных культурах, таких как томаты, виноград, пшеница, кукуруза, клубника и картошка, представляет серьезную угрозу для урожая и требует эффективных методов диагностики и контроля [4]. Некоторые трудности, связанные с точным обнаружением Ca. *P. solani* в зараженных растениях, обусловлены следующими факторами со специфическими и неспецифическими симптомами заболевания, проявляющимися на поздних стадиях развития инфекции и похожими на некоторые вирусные и грибные инфекции. Невозможность культивирования фитоплазмы *in vitro* также затрудняет ее идентификацию [5,6]. Учитывая вышеперечисленные трудности, необходимо использовать альтернативные методы обнаружения и характеристики фитоплазм. К сожалению, серологические методы и электронная микроскопия не всегда эффективны и требуют значительных затрат. Таким образом, наиболее точным методом идентификации фитоплазм остается метод ПЦР.

В данном исследовании мы использовали молекулярные методы для выявления инфекции Ca. *P. solani* на растениях томата в Алматинской области. Образцы с типичными симптомами заболевания были собраны на экспериментальных полях института защиты растений. Извлечение геномной ДНК проводилось с использованием коммерческого набора GeneJET Plant Genomic DNA Purification Mini Kit (Thermo Fisher, США). Молекулярная диагностика была осуществлена методом гнездовой ПЦР с использованием пар праймеров, специфичных для Ca. *P. Solani*, созданных на основе нуклеотидной последовательности шаперонинового гена Ca. *P. solani*: cpn421 F / R (раунд I) и cpn200 F / R (раунд II), разработанных в работе [6]. После амплификации ПЦР продукты были подвергнуты агарозному гелю, где они были визуализированы с использованием бромистого этидия. Очистку продуктов ПЦР проводили с использованием ExoSAP-IT™ Express PCR Product Cleanup Reagent (Thermo Fisher, США), согласно инструкции производителя, и продолжили с циклом секвенирования с BigDye® Terminator v. 3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems, США).

Все образцы с типичными и слабовыраженными симптомами фитоплазменной инфекции

томата дали положительные результаты по гнездовой ПЦР. Ожидаемый фрагмент размером 200 п.н. был успешно амплифицирован. Секвенирование продуктов ПЦР было проведено с использованием специфичных праймеров *cpn 421F/cpn 421R*. Полученные нуклеотидные последовательности были проанализированы с использованием программы BLAST в базе данных Gene Bank NCBI. Результаты BLAST подтвердили высокую гомологию полученных последовательностей с *Candidatus Phytoplasma solani*, достигающую 100%.

Наши результаты свидетельствуют об эффективности метода гнездовой ПЦР для детекции инфекции *Candidatus Phytoplasma solani* на растениях томата в Алматинской области. Полученные последовательности гена шаперонина были высоко гомологичны с известными последовательностями *Ca. P. solani* в базе данных NCBI. Этот метод представляет собой чувствительный и специфичный способ ранней диагностики фитоплазменной инфекции, что имеет важное значение для принятия мер по контролю и предотвращению распространения болезни среди сельскохозяйственных культур. Наши результаты также подчеркивают важность молекулярных методов в диагностике фитопатогенов, особенно тех, которые не могут быть эффективно выращены *in vitro*, таких как *Ca. P. solani*. Предложенный метод может быть полезен для сельскохозяйственных практик и исследовательских учреждений в борьбе с фитоплазменными инфекциями и обеспечении продовольственной безопасности.

Данная работа была выполнена в рамках реализации ПЦФ BR10764960 «Разработка и совершенствование интегрированных систем защиты плодовых, овощных, зерновых, кормовых, бобовых и карантин растений».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Srinivas, C.; Nirmala, D.; Narasimha Murthy, K.; Mohan, C.D.; Lakshmeesha, T.R.; Singh, B.; Kalagatur, N.K.; Niranjana, S.R.; Hashem, A.; Alqarawi, A.A.; Tabassum, B.; Abd_Allah, E.F.; Chandra Nayaka, S.; Srivastava, R.K. 2019. *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* causal agent of vascular wilt disease of tomato: Biology to diversity- A review. Saudi J. Biological Sciences. 26(7):1315–1324. 10.1016/j.sjbs.2019.06.002
2. Sertkaya G., Martini M., Musetti R., Osler R. Detection and molecular characterization of phytoplasmas infecting sesame and solanaceous crops in Turkey. Bull. Insectology. 2007; 60:141.
3. Özdemir N., Saygili H., Sahin F., Karsavuran Y., Bayrak O.F., Oral B. Host range and genetic characterization of a phytoplasma causing tomato stolbur disease in Turkey. Acta Hort. 2009; 808:255–262. doi: 10.17660/ActaHort.2009.808.39. [CrossRef] [Google Scholar] [Ref list]
4. Zamorzaeva I., Bahşiev A., Mihnea N. Molecular diagnosis of *Candidatus phytoplasma solani* infection in some tomato genotypes at the different ontogeny stages //Oltenia-studii si comunicari stiintele naturii. – 2017. – Т. 33. – №. 1. – С. 48–52.
5. Garcia A., Vicente L. P., Blanco E. 2005. Phytoplasmas and Plant Quarantine in Cuba. Petria. Edit. Istituto Sperimentale per la Patologia Vegetale. Roma. 15: 225 pp.
6. Caglar B. K., Elbeaino T., Kusek M., Pehlivan D., Fidan H., Portakaldali M. 2010. Stolbur Phytoplasma Infections in Potato and Tomato Plants from Different Locations in Turkey. Journal Turk. Phytopath. Edit. Turkish Phytopatology Association. Izmir. 39: 1–8

ПОИСК ЭФФЕКТИВНЫХ КУЛЬТУРАЛЬНЫХ СРЕД ДЛЯ БАКТЕРИЙ РОДА PSEUDOMONAS – АНТАГОНИСТОВ ERWINIA AMYLOVORA

ФОМЕНКО М. А.¹, ДРЕНОВА Н.В.², СЕЛИЦКАЯ О.В.¹

¹ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, г. Москва, Россия

E-mail: fomenko23@list.ru

²ФГБУ «ВНИИКР», Московская обл., р.п. Быково, Россия

ORCID 0000-0003-4020-2910

SEARCH FOR EFFECTIVE NUTRIENT MEDIUM FOR BACTERIA OF THE GENUS PSEUDOMONAS – ANTAGONISTS OF ERWINIA AMYLOVORA

FOMENKO M.A., DRENOVA N.V., SELITSKAYA O.V.

Плодовые культуры подвергаются атакам различных фитопатогенных микроорганизмов, включая бактерию *Erwinia amylovora*, вызывающую бактериальный ожог и наносящую существенный вред производству. Хотя химические препараты широко используются для предотвращения потерь, их применение имеет негативные последствия: загрязнение окружающей среды и развитие резистентности патогенов. Поэтому всё больший спрос приходится на биологические средства защиты, основанные на антагонистической активности микроорганизмов. Антагонисты конкурируют с возбудителем болезни за ресурсы и оказывают на него неблагоприятное воздействие. Применение антагонистов помогает сохранить плодовые культуры и уменьшить негативное влияние на окружающую среду [1, 2].

Цель исследования – выявление наиболее эффективных питательных сред для культивирования антагонистических веществ бактерий рода *Pseudomonas* – антагонистов *E. amylovora*.

В работе был использован метод, описанный Mikiciński с коллегами [3]. Методика включала выявление и измерение зоны подавления роста на культуральных средах.

Таблица – Активность штаммов бактерий *Pseudomonas* – антагонистов *E. Amylovora*

Штаммы	Lev	KB	R2A	TSYEA	YPGA	925	среднее
DN28	0	0,7±0,42	16,7±0,88	0	11,2±0,31	5,5±3,59	5,7
DN290	0	8,7±1,71	12,2±0,91	0,3±0,21	8,8±0,31	13,2±0,91	7,2
DN397	0	6,8±1,05	7,7±0,49	0	5,7±0,80	8,3±1,17	4,8
DN487	0	1±0,63	5,3±0,33	5±0,63	1,3±0,84	18,8±0,75	5,2
DN633	2,8±0,54	9,5±0,22	11±0,45	0	1,8±1,37	19,5±0,17	7,4
DN634	8,2±1,58	0	7,8±1,25	2±0,52	4,5±0,60	17,3±0,87	6,6
DN698	1,7±0,21	12,7±1,20	13,7±0,72	0	3,3±0,71	8,7±0,21	6,7
DN705	3,8±0,31	17,2±1,01	16,7±0,71	11,8±1,45	0	0	8,3
Ae3	7,7±0,84	11,5±0,34	6,5±0,99	11,2±1,08	11,3±0,80	15,8±1,76	10,7
Ae19	8,2±0,41	11±0,37	8±0,63	0	7±0,73	11,8±0,79	7,7
Ae21	1,8±0,17	9,2±0,31	6,8±0,17	0	7,5±0,34	16,5±0,22	7,0
Ae22	10,3±0,33	11±0,45	16,5±0,62	2,5±0,62	6,5±0,344	19,8±0,54	11,1
среднее	3,7	8,3	10,7	2,7	5,7	12,9	7,4

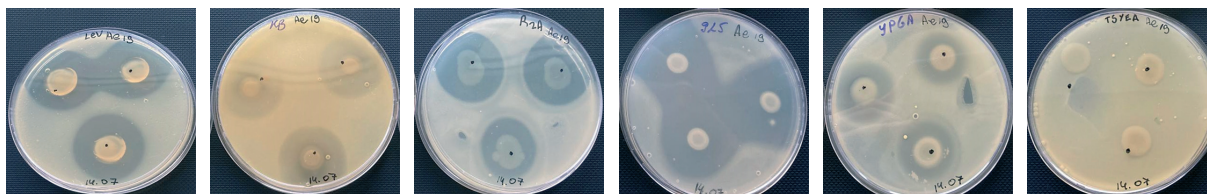


Рисунок – Зоны подавления роста *E. amylovora* штаммом Ae19 на испытанных питательных средах. Слева направо: левановая, Кинга В, R2A, 925, ПДГА, TSYEA

Посев осуществлялся в 3-х кратной повторности на питательные среды: левановая (LEV), Кинга В (KB), 925, R2A, ПДГА (YPGA), TSYEA (рис.). Было использовано 12 бактериальных штаммов р. *Pseudomonas* из группы *fluorescens*, эффективных против *E. amylovora* на незрелых плодах. Штаммы хранились при температуре -70°C в смеси PBS-буфера с 20%-ным содержанием глицерина.

Была произведена оценка эффективности выделения антагонистических веществ на ряде питательных сред. Результаты приведены в таблице (табл.).

В ходе исследований установлено, что наибольшую антагонистическую активность показали бактерии на среде 925 со средними значениями 12,9 по всем штаммам. Среда R2A также показала хорошие показатели активности с несколько меньшими значениями – 10,7. Среда Кинга В имела средние показатели активности, но штамм DN705 проявил на ней наивысшую активность в сравнении с другими культуральными средами.

На самой продуктивной питательной среде – 925 – выбраны штаммы наибольшей активности – DN487, DN633, DN634, Ae3, Ae21, Ae22 – для проведения дальнейших исследований, результаты которых будут представлены в последующих работах.

По результатам работы установлена наибольшая антагонистическая активность штаммов *Pseudomonas* группы *fluorescens* на среде 925 и R2A.

Предположительно, это связано с тем, что данные среды бедны питательными веществами, стимулирующие бактерии *Pseudomonas fluorescens* к обильному синтезу подавляющих веществ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Мохамед Х., Петерсон А. М., Ткаченко Г. С. Антагонистическая активность бактерий-ассоциантов побегов яблонь по отношению к фитопатогенным грибам // Изв. Саратов. ун-та. Нов.сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2016. Т. 16, вып. 4. С. 420–421. DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-4-420-425.
2. СТО ВНИИКР 4.001-2009 «Бактериальный ожог плодовых культур *Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al. Методы выявления и идентификации», п. Быково, Московская обл., 2009. – 67 с.
3. Artur Mikiciński, Joanna Puławska, Assel Molzhigitova, Piotr Sobiczewski «Bacterial species recognized for the first time for its biocontrol activity against fire blight (*Erwinia amylovora*)» Eur J Plant Pathol (2020) 156:257–272: <https://doi.org/10.1007/s10658-019-01885-x>

ПРОЯВЛЕНИЕ АГРЕССИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ РАС *XANTHOMONAS CAMPESTRIS* *PV. CAMPESTRIS* ПРИ ИНОКУЛЯЦИИ РАСТЕНИЙ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ НА РАЗНЫХ ФАЗАХ РАЗВИТИЯ

ФРОЛОВА СВЕТЛАНА ЛЕОНИДОВНА

ORCID ID 0000-0002-2680-9938;

svetlanaleonidovna95@gmail.com

ТИХОНОВА ТАТЬЯНА ОЛЕГОВНА

ORCID ID 0000-0002-9342-9628; tat-paslova94@yandex.ru

УШАКОВ АЛЕКСАНДР АНАТОЛЬЕВИЧ

ORCID ID 0000-0003-0386-4595; usasa74@rambler.ru

КОЗАРЬ ЕЛЕНА ГЕОРГИЕВНА

ORCID ID 0000-0002-1319-5631; kozar_eg@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение «Федеральный научный
центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО),
Одинцово, Россия

AGGRESSIVENESS OF DIFFERENT RACES OF *XANTHOMONAS CAMPESTRIS* *PV. CAMPESTRIS* AT INOCULATION OF WHITE CABBAGE PLANTS AT DIFFERENT DEVELOPMENTAL PHASES

FROLOVA S. L., TIKHONOVA T. O.,

USHAKOV A. A., KOZAR E. G.

В последние годы самым распространенным заболеванием капустных культур на территории РФ является сосудистый бактериоз – возбудитель *Xanthomonas campestris* *pv. campestris* (Pammel) Dowson (Хсс). Проникновение патогена в растение может происходить через механические повреждения, устьица и гидатоды. Системное поражение растений развивается при размножении бактерий в проводящих тканях. Резистентность к сосудистому бактериозу по-разному проявляется в мезофилле (листовая устойчивость), окружающем гидатоды и сосудах ксилемы (стеблевая устойчивость), которая контролируется разными генами и носит полигенный характер наследования. Наличие идентифицированных 11 рас Хсс и отсутствие доноров доминантных генов устойчивости ко всем расам осложняет селекционный процесс. Самыми распространенными в РФ и мире являются расы Хсс-1 и Хсс-4, но отмечается все более широкое распространение Хсс-3 и Хсс-6. Поражение капустных растений проявляется на всех стадиях выращивания культуры от всходов до семенных растений, при этом возбудитель может сохраняться в растениях длительное время

в латентной фазе. В результате при заражении на ранних стадиях развития, симптомы болезни могут проявиться в процессе дальнейшей вегетации толерантных растений, что важно учитывать при поиске источников устойчивости. Цель – изучение характера проявления агрессивности различных рас Хсс при заражении растений капусты белокочанной на разных стадиях развития.

Исследования выполнялись на базе лаборатории молекулярно-иммунологических исследований ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО). Материал исследования – типированные расы Хсс-1, Хсс-3, Хсс-4 и Хсс-6, любезно предоставленные д.б.н. А.Н. Игнатовым. Искусственное заражение проводили согласно стандартным методикам на разных фазах развития инокулятом двухсуточных культур патогена (10^6 кл/мл, среда LB), контроль – стерильная вода. Учет проводили в динамике по пяти-бальной шкале.

Анализ полученных результатов выявил, что по скорости проявления симптомов и интенсивности поражения растений при искусственной инокуляции на разных стадиях развития растений, расы по степени агрессивности распределились следующим образом: на стадии проростков - Хсс-3>Хсс-4>Хсс-1>Хсс-6; на стадии семядольных листьев - Хсс-1>Хсс-3>Хсс-6>Хсс-4; в фазе рассады (4-6 настоящих листьев) - Хсс-1>Хсс-4>Хсс-6>Хсс-3. Доля бессимптомных (толерантных) растений, в которых патоген остался в латентном состоянии, на стадии рассады составила 7-11% в зависимости от расы. Дальнейшие наблюдения за проявлением симптомов у этих растений показали, что в фазу формирования листовой розетки наиболее высокий процент пораженных растений был отмечен в варианте с заражением Хсс-4 (70 %), а наименьший - Хсс-3 (30%). На стадии штеклингов (начало образования кочана) у 100% растений симптомы проявились в варианте с Хсс-6, что свидетельствует о ее высокой агрессивности на вегетативной стадии развития растений. Другие расы в данном случае распределились следующим образом: Хсс-4>Хсс-1>Хсс-3. После яровизации, в период формирования цветоноса, симптомы проявились у 25% семенных растений, зараженных Хсс-1, и у 40% - Хсс-4. В период цветения эта доля в варианте с Хсс-4 составила 80%, тогда как у Хсс-1 не изменилась; в варианте с заражением рассады Хсс-3 достигла 40%. По интенсивности поражения отделенных листьев семенных растений расы распределились: Хсс-3>Хсс-1>Хсс-4>Хсс-6.

Таким образом, на проявление патогенных свойств изученных рас существенное влияние оказывает устойчивость растений капусты в онтогенезе. На ранних стадиях более агрессивны Хсс-1 и Хсс-3, в фазу интенсивного вегетативного роста и образования кочана - Хсс-6, а на репродуктивной стадии развития - Хсс-4 и Хсс-3. Отмеченные особенности взаимоотношений в системе «патоген-растение» следует учитывать при проведении иммунологических исследований и разработке интегрированной системы мер борьбы с сосудистым бактериозом капустных культур.

ОЦЕНКА ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ И ИХ ВЕКТОРОВ ФИТОПЛАЗМОЗ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ

ХАМАЕВА Б.Б.¹, БОНДАРЕНКО Г.Н.^{1,2},
РАДИОНОВСКАЯ Я.Э.³

¹ ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), рп. Быково,
г. Раменское, Московская обл., Россия.

² ФГАОУ ВО «РУДН им. П. Лумумбы»,
г. Москва, Россия

³ ФГБУН «Всероссийский национальный
научно-исследовательский институт
виноградарства и виноделия «Магарах» РАН»,
г. Ялта, Республика Крым, Россия

¹ ORCID 0000-0003-2923-5762, e-mail: airta@mail.ru

² ORCID 0000-0002-1635-2508,

e-mail: reseachergm@mail.ru

³ ORCID 0000-0002-9124-8436, e-mail: vovkayalta@mail.ru

ASSESSMENT OF THE GEOGRAPHICAL PREVALENCE AND THEIR VECTORS OF GRAPEVINE PHYTOPLASMAS

KHAMAIEVA B.B., BONDARENKO G.N.,
RADIONOVSKAYA YA.E.

Распространение фитоплазм, в том числе виноградной лозы, лучше всего контролировать с помощью профилактических мер, таких как фитосанитарный контроль, карантин и ограничение перемещения зараженного посадочного материала. Долгое время происходило бесконтрольное перемещение посадочного материала из разных стран и, как следствие, ряд особо опасных фитоплазмозов винограда распространился по всему миру.

В отсутствие пестицидов для борьбы с фитоплазмами требуются вмешательства, направленные на различные аспекты распространения болезней. Это неизменно предполагает контроль над переносчиком, его распространение и предотвращение доступа к зараженным растениям.

На виноградниках европейского континента наиболее распространёнными и вредоносными являются два заболевания: золотистое пожелтение (*Flavescence dorée* (FD)), вызываемое фитоплазмой *Grapevine flavescence dorée phytoplasma* и почернение древесины (*Bois noir* (BN)), возбудителем которого является фитопlasма *Candidatus Phytoplasma solani* (*Ca. Ph. solani*). Их симптомы очень похожи – покраснение или пожелтение листьев (в зависимости от сорта); закручивание книзу листовых пластинок; высыхание цветков и ягод; отсутствие одревеснения побегов осенью. Такое поражение приводит к резкому снижению урожайности и даже гибели растений (Riedle-Bauer et al., 2006).

В 1990-х гг. симптомы фитоплазмозов виноградной лозы впервые были зарегистрированы в Европе во Франции, затем в Италии и Сербии. Возбудитель почернения коры *Ca. Ph. solani* имеет довольно широкий ареал распространения. *Ca. Ph. solani* была обнаружена на территории почти всех стран Европы, в том числе и России. Данный вид был выявлен так же на территории Азии, Америки (Чили), Африки (Нигерия).

По данным глобальной базы ЕОКЗР, возбудитель FD обнаружен на территории 14 стран Европейского союза. На территории РФ возбудитель *Flavescence dorée* не обнаружен.

До недавнего времени считалось, что переносчиком *Ca. Ph. solani* являются насекомые из подотряда цикадовые *Hyalesthes obsoletus* Signoret, 1865. Однако в последние годы распространение BN на виноградниках, где *H. obsoletus* отсутствовал, позволило предположить существование дополнительных переносчиков. Так, несколько исследований, проведенных с целью выявления альтернативных насекомых-векторов, выявили более 35 видов насекомых, переносящих *Ca. Ph. solani*, 16 из которых оказались способными передавать фитоплазму. Из этих 16 видов только *Reptalus panzeri* (Low, 1883) и *Macrosteles quadripunctulatus* (Kirschbaum, 1868) были доказаны как переносчики *Ca. Ph. solani* на виноградных лозах в Сербии и Испании (Quaglino F., et al., 2019). Дальнейшие испытания по передаче доказали, что восемь видов цикадовых являются переносчиками *Ca. Ph. solani* на виноградной лозе: *Euscelidius variegatus* (Kirschbaum, 1858) и *Euscelis incisus* (Kirschbaum, 1858), *Dicranotropis hamata* (Boheman, 1847), *Laodelphax striatella* (Fallén, 1826), *Dictyophara europaea* (Linnaeus, 1767), *Philaenus spumarius* Linnaeus, 1758, *Aphrodes makarovi* (Zachvatkin, 1948), *Psammotettix alienus* Dahlbom, 1851 (Quaglino F., et al., 2019).

Похожая картина наблюдается и с выявлением новых векторов фитоплазмы *Grapevine flavescence dorée phytoplasma*. На сегодняшнее время, кроме известного переносчика *Scaphoideus titanus* Ball, 1932 так же была обнаружена способность *Dictyophara europaea* (Linnaeus) и *Orientus ishidae* (Matsumura, 1902) переносить фитоплазму виноградной лозе (Jermini M., et al., 2017). Таким образом, важно изучить ареал векторов фитоплазм как альтернативных, так и потенциальных.

На территории Российской Федерации распространены *Hyalesthes obsoletus*, *Laodelphax striatella*, *Dictyophara europaea*, *Philaenus spumarius*, *Aphrodes makarovi*, *Psammotettix alienus*, *Scaphoideus titanus*. По данным сайта <https://www.inaturalist.org>, в России так же были обнаружены: *Euscelis incisus* и *Dicranotropis hamata*. Большая часть данных видов является олигофагами или полифагами, это может привести к установлению резерваций патогенов в природных биотипах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Jermini M., Schaerer S., Casati P., Corbani G., Quaglino F., Rigamonti I., Bianco P. (2017) // *Orientus ishidae*, un nouveau vecteur de la flavescence dorée au

Tessin – Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture – 2017 – Vol. 49 – P. 280-288.

2. Laviña A., Sabaté J., Batlle A. Spread and transmission of Bois noir phytoplasma in two regions of Spain // European Journal of Plant Pathology – 2014 – Vol. 139 – P. 185 - 193

3. Quaglino F., Sanna F., Moussa A., Faccincani M., Passera A., Casati P., Bianco P. A., Mori N. Identification and ecology of alternative insect vectors of 'Candidatus Phytoplasma solani' to grapevine // Scientific reports – 2019 – Vol. 9 – P. 19522.

4. Riedle-Bauer M. Epidemiological observations on Bois Noir in Austrian vineyards / M. Riedle-bauer, W. Tiefenbrunner, J. Otreba and other // Mitteilunge Klosterneuburg – 2006 – P. 177 - 181.

5. Safarova D., Lauterer P., Martin S., Válová P., Navratil M. Insight into epidemiological importance of phytoplasma vectors in vineyards in South Moravia, Czech Republic // Plant Protection Science – 2018 – Vol. 156 No. 4 – P. 234 - 239

6. EPPO. База данных <https://gd.eppo.int/>

7. <https://www.inaturalist.org/>

ИНСЕКТИЦИДНАЯ АКТИВНОСТЬ ШТАММОВ CPGV В ОТНОШЕНИИ CYDIA POMONELLA

ЦЫГИЧКО АЛЕКСАНДРА АЛЕКСАНДРОВНА

ORCID ID: 0000-0001-7209-3849,

e-mail: 23612361@inbox.ru

АСАТУРОВА АНЖЕЛА МИХАЙЛОВНА

ORCID ID: 0000-0002-0060-1995,

e-mail: biocontrol-vniibzr@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр защиты растений» (ФГБНУ ФНЦБЗР), г. Краснодар, Россия

INSECTICIDAL ACTIVITY OF CPGV STRAINS AGAINST CYDIA POMONELLA

TSYGICHKO A. A.

Среди высокоэффективных инсектицидов можно выделить биопрепараты на основе бакуловирусов насекомых, а именно вируса гранулёза яблонной плодовой гнили (CpGV) [1].

Их эффективность может составлять до 97 % [2]. Однако уже описаны случаи устойчивости насекомых к ранее высокоэффективным изолятам [3]. Таким образом, необходим постоянный поиск и изучение свойств новых активных штаммов бакуловирусов насекомых. Целью исследования являлось всестороннее изучение энтомопатогенных свойств новых штаммов CpGV.

Объекты исследований – 18 штаммов CpGV из биоресурсной коллекции ФГБНУ ФНЦБЗР «Государственная коллекция энтомоакарифагов

и микроорганизмов». Штаммы идентифицированы с использованием молекулярно-генетических методов на базе Института цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск. Исследования проводили на базе лаборатории микробиологической защиты растений ФГБНУ ФНЦБЗР с использованием материально-технической базы Уникальной установки (УНУ) «Технологическая линия для получения микробиологических средств защиты растений нового поколения» (<http://ckp-rf.ru/registered> No 671367).

Оценку энтомопатогенной активности проводили в отношении гусениц природной популяции *Cydia pomonella*. Насекомых инокулировали перорально с использованием искусственной питательной среды и водных вирусных суспензий. Эталон – препарат «Мадекс Твин, СК» (CpGV isolat V22, 3,0×10¹³ гранул/л, «Andermatt Biocontrol Suisse AG», Швейцария). В контрольной группе проводили обработку водой. Насекомых содержали в секционных планшетах при температуре +26 °C, влажности 70% и фотопериоде 18:6 ч. Учет смертности насекомых проводили на 1, 2, 3, 5, 7, 10, 15 суток после обработки [4]. Инсектицидную активность рассчитывали с помощью формулы биологической эффективности (БЭ) Хендерсона-Тилтона [5]. Статистическую обработку данных проводили с использованием стандартных компьютерных программ (Microsoft Excel) и теста Дункана в среде программы STATISTICA 13.2.

Установлено, что штаммы CpGV проявляли инсектицидную активность в отношении насекомых, что выражалось в наличии внешних и внутренних патологических изменениях тканей и органов гусениц. Обнаружено, что БЭ штаммов на 5 сутки наблюдений составила 0-64,2 %, БЭ эталона – 53,3 %, что говорит о его высокой инсектицидной активности в первые сутки наблюдений. Стоит выделить штамм BZR GV L-8, БЭ которого составила 64,2 %, что на 9,1 % больше, чем при применении «Мадекс Твин, СК».

Установлено, что БЭ на 15 сутки в варианте с применением эталона составила 89,5 %, при этом БЭ всех исследуемых штаммов варьировала от 65,2 % до 100 %. Выявлены 5 наиболее эффективных штаммов CpGV, БЭ которых в отношении *C. pomonella* на 15 сутки наблюдений составила 100 % (BZR GV 1, BZR GV 3, BZR GV 7, BZR GV 10 и BZR GV L-8), что выше эталонной на 10,5 %.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ 23-16-00260.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Бондарчук Е.Ю., Асатурина А.М., Томашевич Н.С., Цыгичко А.А., Гырнец Е.А. Биологический контроль численности яблонной плодовой гнили на основе энтомопатогенных микроорганизмов (обзор) // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 11. С. 53-66. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-11108>.

2. Долженко Т.В., Долженко В.И. Инсектициды на основе энтомопатогенных вирусов // Агрохимия. 2017. № 4. С. 26-33.

3. Sauer A.J., Fritsch, E., Undorf-Spahn, K., Iwata K., Kleespies R.G., Nakai M., Jehle J.A. Cross-Resistance of the Codling Moth against Different Isolates of Cydia pomonella Granulovirus Is Caused by Two Different but Genetically Linked Resistance Mechanisms // Viruses. 2021. 13. P. 1952. <https://doi.org/10.3390/v13101952>.

4. Цыгичко А.А., Асатулова А.М., Лобанов А. Г. Кузнецов А. Ю. Оценка энтомопатогенной активности вируса гранулёза в отношении яблонной плодовой жорки // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37. № 5. С. 27–31. https://doi.org/10.53859/02352451_2023_37_5_0.

5. Henderson C.F. Tilton E.W. Tests with acaricides against brown wheat mite // Journal of Economic Entomology. 1955. 48. P. 157–161.

ВОЗБУДИТЕЛЬ ЛИСТОВОГО ОЖОГА ЛУКА *XANTHOMONAS* *AXONOPODIS* PV. *ALLII* – КАРАНТИННАЯ БАКТЕРИЯ ДЛЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ШНЕЙДЕР ЕЛЕНА ЮРЬЕВНА

ORCID 0000-0002-8198-363X, seunch@mail.ru

ПИСАРЕВА ИРИНА НИКОЛАЕВНА

ORCID 0000-0002-3084-0591, iruru@yandex.ru

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

XANTHOMONAS AXONOPODIS PV. *ALLII* –
QUARANTINE BACTERIUM
FOR THE RUSSIAN FEDERATION

SHNEYDER E. YU., PISAREVA I.N.



Карантинные бактериозы являются причиной снижения урожая экономически значимых культур для Российской Федерации. Пересмотр и актуализация Перечня карантинных вредных организмов является основной задачей перед карантином растений (Каримова и др., 2013).

Возбудитель листового ожога лука *Xanthomonas axonopodis* pv. *allii* (Kadota et al.) Constantin et al. – опасный бактериоз лука – был зарегистрирован в ряде стран мира еще в конце 20-го века (EPPO, 2023).

В настоящее время после пересмотра систематического положения бактерии она перенесена в вид *X. euvesicatoria* – *X. euvesicatoria* pv. *allii*. С 2016 года *X. axonopodis* pv. *allii* включена в Единый Перечень карантинных организмов ЕАЭС (Shneyder et al., 2022).

Основные растения-хозяева, на которых болезнь была обнаружена в полевых условиях, относятся к роду *Allium*: лук репчатый (*A. cepa*), лук-батун

(*A. fistulosum*), чеснок (*A. sativum*), лук-порей (*A. porrum*) и другие (EPPO, 2023).

В странах, где возбудитель *X. axonopodis* pv. *allii* распространен, он вызывает значительные потери у растений-хозяев. В континентальной части США зарегистрированные потери урожая луковых культур достигали от 10 до 50%, на Барбадосе указывали на случаи потерь всего урожая лука (O' Garro & Paulraj, 1997).

При сильном развитии болезни она влияет на размер луковиц, так как разрушает вегетативную часть растений (листья) и тем самым снижает урожайность культур.

Семена луковых культур с внутренней инфекцией также играют важную роль в передаче возбудителя листового ожога лука. При производстве семян лука на участках о. Реюньон увеличение полегания соплодий на 38% было связано с наличием повреждений на цветоносах (Humeau et al., 2006).

В ходе нашего исследования была проведена работа по сравнению климатических условий в различных регионах Российской Федерации с установлением потенциального ареала возбудителя *X. axonopodis* pv. *allii*. Было установлено, что к зонам, подверженным риску, относятся регионы с повышенной температурой и влажностью, а именно Черноземье, Краснодарский, Ставропольский края, районы Поволжья, территории Северокавказских республик.

Известно, что развитие болезни может происходить уже при среднесуточных температурах выше 20°C, а эпидемии – при более высоких температурах (24–32°C) и повышенной влажности (Humeau et al., 2006, Roumagnac et al., 2004).

Повреждение потенциальных растений-хозяев в открытом грунте может включать гибель зеленых растений или частей растений, всходов, уменьшение размеров и ухудшение товарного вида луковиц. Условия выращивания растений-хозяев в закрытом грунте также могут быть подходящими для распространения *X. axonopodis* pv. *allii*.

В связи с развитием торговых отношений со странами распространения возбудителя бактериоза, а также импортом семян лука возникла необходимость проведения анализа фитосанитарного риска (АФР), результаты которого показали, что данный возбудитель соответствует критериям карантинного организма для стран ЕАЭС. На основании АФР *X. axonopodis* pv. *allii* включен в Единый Перечень карантинных объектов ЕАЭС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Каримова Е.В. и др. Микроорганизмы, вызывающие карантинные болезни растений / Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2013. № 2. С. 27–37.

2. EPPO Global Database (2023). [Электронный ресурс]. URL: <https://gd.eppo.int> (дата обращения: 15.10.2023).

3. Humeau L. et al (2006). Quantitative & molecular epidemiology of bacterial blight of onion in seed production fields. Phytopathology, 96: 1345–1354.

4. O' Garro L.W. & Paulraj L.P. (1997). Onion leaf blight caused by *Xanthomonas campestris*: Alternative hosts & resistant onion genotypes. *Plant Disease*, 81: 978–982.

5. Roumagnac P. et al (2004). Spatial & temporal analyses of bacterial blight of onion caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *allii*. *Phytopathology*, 9: 138–146.

6. Shneyder Y. et al (2022) *Xanthomonas euvesicatoria* pv. *allii* the causal agent of onion bacterial blight – dangerous onion bacteriosis VIII International Symposium on Edible Alliums, Pula (Croatia), P. 30.

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ВЫЯВЛЕНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ ЗНАЧИМЫХ ДЛЯ ЭКСПОРТА ЗЕРНА ПАТОВАРОВ *PSEUDOMONAS SYRINGAE*

ЯРЕМКО АНАСТАСИЯ БОГДАНОВНА
ORCID ID: 0000-0003-3295-8080, e-mail: an_ya94@mail.ru

СЛОВАРЕВА ОЛЬГА ЮРЬЕВНА
ORCID ID: 0000-0001-6022-5955,
e-mail: slovareva.olga@gmail.com

ФГБУ «ВНИИКР», Быково, Россия

DEVELOPMENT OF A SCHEME FOR DETECTION AND IDENTIFICATION OF *PSEUDOMONAS* *SYRINGAE* SIGNIFICANT FOR GRAIN EXPORT

IAREMKO A. B., SLOVAREVA O. YU.

Pseudomonas syringae – гетерогенный вид, состоящий из фитопатогенов и эпифитов с различными таксономическими характеристиками, поражающий широкий круг растений-хозяев, вызывая самые разнообразные заболевания растений [1], [2], [3]. Данный вид разделяется на патовары, которые возникали в зависимости от поражаемого растения. Позднее были установлены случаи поражения клонами одного бактериального изолята разных растений-хозяев [4]. На сегодняшний день по патогенезу и кругу поражаемых растений вид Pseudomonas syringae разделяют более чем на 60 патоваров, а на основе гомологии ДНК выделяют девять геномовидов [5].

Патовары *Pseudomonas syringae* (coronafaciens, lapsa, atrofaciens, syringae) распространены повсеместно на территории ряда стран Азии, Европы, Океании, Южной и Северной Америки, но тем не менее регулируется фитосанитарными требованиями некоторых стран импортеров российского зерна. В связи с необходимостью соблюдения фитосанитарных требований импортеров российской зерновой продукции, проведено исследование, целью которого являлась разработка схемы выявления и идентификации *Pseudomonas syringae* pv. coronafaciens, pv. lapsa, pv. atrofaciens, pv. syringae. Схема бактериологического

исследования, как правило, включает в себя классические методы бактериологии, а также молекулярные методы диагностики. По результатам исследований были апробированы существующие ПЦР-тесты (PsyF/PsyR, SAF-F/SAF-R, PSF/PSR, SyD1/SyD2), а также были разработаны и апробированы новые ПЦР-тесты (Pcc-nadB-F/Pcc-nadB-R/Pcc-nadB-P, Pcc-111F/Pcc-111R/Pcc-111P, Pss-SyD-F/Pss-SyD-R/Pss-SyD-P, Pla-OprD-F/Pla-OprD-R/Pla-OprD-P, Pss-SyD-F/Pss-SyD-R/Pss-SyD-P2). Предложены питательные среды для изоляции культур Pseudomonas syringae. В результате разработаны схемы выявления и идентификации Pseudomonas syringae. Для *Pseudomonas syringae* pv. coronafaciens был сделан отдельный проект схемы, позволяющий сразу отделить данный патовар от других. Вторая схема нацелена на выявление и идентификацию патоваров lapsa/ atrofaciens/ syringae. Схемы включают в себя визуальный осмотр лабораторного образца зерновых культур, метод подготовки аналитических проб, молекулярные методы и культурально-морфологический метод. В соответствии с разработанными схемами станет возможным проведение выявления и идентификации *Pseudomonas syringae* pv. coronafaciens, pv. lapsa, pv. atrofaciens, pv. syringae в образцах пшеницы, ржи, ячменя, овса, кукурузы, райграса, сорго и плевела многоцветкового, их семенах, частях указанных растений, растительных экстрактах и бактериальных культурах. Схема рекомендована для проведения исследований в лабораториях в области фитосанитарии и карантина растений.

Материалы подготовлены при выполнении научно-исследовательской работы в рамках государственного задания по теме: «Разработка методов диагностики возбудителей бактериозов зерновых культур, имеющих фитосанитарное значение при экспорте и импорте зерновой продукции», регистрационный номер НИОКТР 123022100104-4.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Bowden L. Percich A. Etiology of bacterial leaf streak of wild rice // *Phytopathology*. – 1983. – Vol. 73. – P. 640–645.
2. Gardan L., Shafik H., Belouin S., Broch R., Grimont F., Grimont P.A.D. DNA relatedness among the pathovars of *Pseudomonas syringae* and description of *Pseudomonas tremiae* sp. nov. and *Pseudomonas cannabina* sp. nov. (ex Sutic and Dowson 1959) // *Int. J. System. Bact.*, V. 49. – 1999. – P. 469–478.
3. Xin X.F., Kvitko B., He S.Y. *Pseudomonas syringae*: what it takes to be a pathogen // *Nat Rev Microbiol.* – 2018. – Vol. 16 (5). – P. 316–328.
4. Hwang M.S.H., Morgan R.L., Sarkar S.F., Wang P.W., Guttman D.S. Phylogenetic characterization of virulence and resistance phenotypes of *Pseudomonas syringae* // *Applied and Environmental Microbiology*. – Vol. 71 (9). – 2005. – P. 5182–5191.
5. Ilicic R., Balaz J., Stojšin V., Bagi F., Pivic R., Stanojkovic-Sebic A., Josic D. Molecular characterization of *Pseudomonas syringae* pvs. from different host plants by repetitive sequence-based PCR and multiplex-PCR // *Zemdirbyste-Agriculture*. – Vol. 103 (2). – 2016. – P. 199–206.

ВИРУСОЛОГИЯ

ФИЛОГЕНЕТИКА ВИРУСА МОЗАИКИ ПЕПИНО (PEPMV) И АНАЛИЗ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ГЕНОМОВ

БАЛАН АННА АЛЕКСАНДРОВНА
ФГБУ «Всероссийский центр карантина
растений», 140150, Россия, Быково,
ул. Пограничная, 32,
<https://orcid.org/0009-0001-6371-6896>
annabalan267@gmail.com

PHYLOGENETICS
OF PEPINO MOSAIC VIRUS (PEPMV)
AND GENOME SEQUENCE ANALYSIS
BALAN A.A.

Вирус мозаики пепино (Pepino mosaic virus, PEPMV) из рода Potexvirus вызывает снижение урожая и качества плодов томатов во всем мире. В некоторых странах Европы вирусом заражено до 70% томатов закрытого грунта, что приводит к значительным экономическим потерям. Основные хозяева вируса – растения семейства пасленовые, главным образом томат и перец пепино. PEPMV входит в список ограничено распространенных карантинных видов – A2 ЕОКЗР [1]

Для работы с последовательностями геномов PEPMV, создания тест-систем, а также прогнозирования мутационных процессов и изменения потенциальной эффективности праймеров необходимо изучить основные существующие штаммы. По мере добавления новых последовательностей в открытый доступ необходимо осуществлять повторный анализ и обновлять имеющуюся информацию.

Полные последовательности PEPMV из NCBI Virus Database [2] были проанализированы в программе MEGA (Version 11.0.13) [3]. Множественное выравнивание было построено с помощью MUSCLE на стандартных настройках. Дерево было построено при помощи алгоритма Neighbour Joining с использованием bootstrap=1000. Используемая модель замен – GTR+I+G4. Визуализация и сравнение деревьев осуществлялись в программах Phylo.io [4] и iTOL [5]. Работа с нуклеотидными последовательностями велась в UGENE 46.0 [6].

Были охарактеризованы по принадлежности к штаммам все последовательности из NCBI Virus, в том числе недавно загруженные последовательности, составлены консенсусы штаммов, а также выявлены наиболее консервативные участки генома.

С момента предыдущей обширной публикации по филогенетике вируса пепино [7] число отсеквенированных вирусных геномов пепино выросло почти в три раза. Структура дерева совпала с данными упомянутой работы, однако по прошествии времени был выявлен штамм US3 [8], а в 2023 году в базу данных добавили еще несколько последовательностей, происходящих от европейского штамма, довольно сильно отличающихся от всех штаммов. Они заражают растения томата в США и могут быть потенциально опасными.

Самым многочисленным штаммом в базе NCBI оказался штамм Ch2, причем прослеживается явное деление на несколько клад. В некоторых последовательностях есть вставки и делеции, что могло привести к сдвигу рамки считывания. Основные различия локализованы в некодирующих участках. Необходимо учитывать сложившееся разнообразие вирусов в рамках одной клады при подборе и использовании тест-систем. Это особенно важно с учетом того, что именно штамм Ch2 был обнаружен ранее сотрудниками ВНИИКР. Участки последовательностей, на которые отжигаются праймеры, указанные в МР 60-2019 ВНИИКР [9], имеют однонуклеотидные различия, однако это не влияет значительно на отжиг.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Шнейдер Ю. и др. Методы диагностики вируса мозаики пепино в Российской Федерации: Сборник Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современные подходы и методы в защите растений» в Екатеринбурге, 2018, С.86–88.
2. NCBI Virus [Электронный ресурс]. Bethesda (MD): National Library of Medicine (US), National Center for Biotechnology Information; 2004. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/labs/virus/vssi/#/> (дата обращения 10.10.2023)
3. MEGA11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 11 (Tamura, Stecher, and Kumar 2021).
4. Robinson O., Dylus D., Dessimoz C. Phylo.io: Interactive Viewing and Comparison of Large Phylogenetic Trees on the Web // Molecular Biology and Evolution. 2016. Т. 33. № 8, С. 2163–2166.
5. Letunic I., Bork P. Interactive Tree Of Life (iTOL): an online tool for phylogenetic tree display and annotation // Bioinformatics. 2006. Т. 23. № 1. С. 127–128.
6. Okonechnikov K., Golosova O., Fursov M. Unipro UGENE: a unified bioinformatics toolkit // Bioinformatics. 2012. Т. 28. № 8. С. 1166–1167.
7. Moreno-Perez M. G. и др. Ecological and Genetic Determinants of Pepino Mosaic Virus Emergence // Journal of Virology. 2014. Т. 88. № 6. С. 3359–3368.
8. Abrahamian P., Hammond J., Hammond R. W. Complete Genome Sequence of an American Isolate

of Pepino Mosaic Virus // Microbiology Resource Announcements. 2020. T. 9. № 2.

9. Методические рекомендации по выявлению и идентификации вируса мозаики пепино *pepino mosaic virus* No 60-2019 МР ВНИИКР, Введ. с 01.07.2020. М., 2020. 52с.

ДИАГНОСТИКА ВИРУСОВ КАРТОФЕЛЯ ИЗ РОДА *CARLAVIRUS*

БАШКИРОВА И.Г., ШНЕЙДЕР Ю.А.,
КАРИМОВА Е.В.

ФГБУ «Всероссийский центр карантина
растений», р.п. Быково, Раменский ГО, Россия
ORCID ID: 0000-0001-9014-4179;
0000-0002-7565-1241; 0000-0001-6474-8913
e-mail: bashkirova@mail.ru

DIAGNOSIS OF POTATO VIRUSES FROM THE GENUS *CARLAVIRUS*

BASHKIROVA I.G., SHNEYDER YU.A.,
KARIMOVA E.V.

Вирусные заболевания имеют серьезное экономическое значение для картофелеводства, снижение урожая может достигать 70–100%. S вирус картофеля (*Potato virus S*, PVS) и M вирус картофеля (*Potato virus M*, PVM) являются одними из самых распространенных вирусов, поражающих картофель, и входят в род *Carlavirus* семейства *Flexiviridae*. PVM вызывает крапчатость, мозаику, морщинистость, скручивание листьев и остановку роста побегов. Симптомы заражения растений картофеля, вызванные инфекцией PVM, аналогичны симптомам, вызываемым несколькими другими распространенными вирусами картофеля, включая PVS (Ryu et al., 2008; Башкирова и др., 2022; Bettoni et al., 2022; Shneyder et al., 2023).

Цель работы состояла в апробации и оптимизации праймерных систем, которые рекомендуются для идентификации S вируса картофеля и M вируса картофеля методом классической ПЦР.

В экспериментах использовали следующие изоляты целевых вирусов: PVS K+ (Adgen, Великобритания); PVS K+ (ВНИИКХ, Россия); PVM PV-0273 (DSMZ, Германия); PVM K+ (Adgen). Для выделения РНК вирусов использовали отечественный коммерческий набор реагентов «Проба-НК» (АгроДиагностика) по прилагаемой инструкции. Обратную транскрипцию в 1-этапном формате осуществляли с помощью набора реагентов для проведения обратной транскрипции OneTube RT-PCR TaqMan (Евроген, Россия) по рекомендованной программе амплификации. Использовали следующие праймерные системы для диагностики исследуемых вирусов: PVS-Fm/PVS-Rm (Matoušek et al., 2000); PVM1/PVM2, PVM3/

PVM4 (Xu et al., 2010); Carla 4937F/Carla 5220R (Gambley et al., 2022).

Изучена селективность и специфичность праймеров. Визуализацию полученных результатов проводили с помощью гель-электрофореза в 1,5%-м агарозном геле. Для целевых объектов получены четкие продукты амплификации заявленного размера: 187 п.н. для PVS-Fm/PVS-Rm; 917 п.н. – PVM1/PVM2; 520 п.н. – PVM3/PVM4; 300 п.н. – Carla 4937F/Carla 5220R. Неспецифичной реакции с другими видами вирусов (APMoV, APLV, PMTV, PVV, PYDV, TSWV, PepMV, PAMV, PVT, PYV), заражающих картофель, не было установлено для видоспецифичных праймеров PVS-Fm/PVS-Rm; PVM1/PVM2; PVM3/PVM4. Установлена высокая чувствительность используемых видоспецифичных праймеров. Выявление *Potato virus S* и *Potato virus M* отмечено при разведении РНК до 1:10000.

В работе проведена оптимизация температурно-временного режима при проведении классической ПЦР для идентификации PVS и PVM. Для определения оптимальной температуры отжига праймеров применяли градиент температур (48°, 51°, 54°, 57°, 60°, 63°). Установлено, что оптимальной температурой для проведения реакции классической ПЦР является 54°.

Полученные результаты показывают возможность применения используемых праймерных систем для выявления целевых вирусов с помощью Carla 4937F/Carla 5220R (Gambley et al., 2022) и для их видовой идентификации с помощью PVS-Fm/PVS-Rm (Matoušek et al., 2000), а также PVM1/PVM2 и PVM3/PVM4 (Xu et al., 2010).

Исследования выполнены в рамках Государственного задания (Рег. № НИОКТР 122041400201-9).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Башкирова И.Г., Шнейдер Ю.А., Каримова Е.В., Хорина Н.А. Изучение опасных вирусов и фитоплазм картофеля с использованием методов молекулярной диагностики // Сборник тезисов 25-ой Пущинской школы-конференции молодых ученых с международным участием «Биология – наука XXI века». Пущино: ФИЦ ПНЦБИ РАН. – 2022. – С. 9–10.
2. Bettoni J.C., Mathew L., Pathirana R., Wiedow C., Hunter D.A., McLachlan A., Nadarajan J. Eradication of Potato Virus S, Potato Virus A, and Potato Virus M from Infected in vitro-Grown Potato Shoots Using in vitro Therapies // *Frontiers in Plant Science*. – 2022. – P. 1431.
3. Gambley C., Nimmo P., Persley D., Steele V., Sharman M., Campbell P. Cowpea mild mottle virus, a sometimes problem for French bean crops // *Australasian Plant Pathology*. – 2022. – Т. 51. – №. 6. – С. 565–576.
4. Matoušek J., Schubert J., Didic P., Ptáček J. A broad variability of potato S carlavirus (PVS) revealed by analysis of RT-PCR-amplified virus sequences // *Can. J. Plant Pathol.* – 2000. – Vol. 22.
5. Ryu K.H., Lee B.Y. *Carlavirus*. – 2008. – P. 448–452.

6. Shneyder Y., Karimova E., Bashkirova I., Zhi-vaeva T., Pruchkina M., Prikhodko Y. Development and testing of diagnostic methods for Potato mop-top virus and other potato viruses // *Acta Horticulturae*. – 2023. (в печати).

7. Xu H., D'Aubin J., Nie J. Genomic variability in Potato virus M and the development of RT-PCR and RFLP procedures for the detection of this virus in seed potatoes // *Virology Journal*. – 2010. – Vol. 7. – № 1. – P. 1–7.

ОСНОВНЫЕ НЕКУЛЬТИВИРУЕМЫЕ ФИТОПАТОГЕНЫ ВИНОГРАДА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

БОНДАРЕНКО ГАЛИНА НИКОЛАЕВНА^{1,2},
МУРАШОВА ЕКАТЕРИНА КОНСТАНТИНОВНА¹,
АЛЕЙНИКОВА НАТАЛЬЯ ВАСИЛЬЕВНА^{1,3}

¹ ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений», рп. Быково, Московская обл., РФ

² ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, РФ

³ ФГБУН «Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия МАГАРАЧ» РАН, г. Ялта, Республика Крым, РФ

THE MAIN UNCULTIVATED PHYTOPATHOGENS OF GRAPES IN THE PRODUCTION OF PLANTING MATERIAL IN THE RUSSIAN FEDERATION

BONDARENKO GALINA N.
(ORCID ID 0000-0002-3826-1009, researchergm@mail.ru),

MURASHOVA EKATERINA K.
(ORCID ID 0009-0008-9594-1706, e.murashova2017@mail.ru),

ALEINIKOVA NATALIA V.
(ORCID ID 0000-0003-1167-6076, natali.aleynikova.63@mail.ru)

В настоящее время сложилась достаточно серьезная задача перед отраслью виноградарства Российской Федерации не только увеличивать площади виноградников, но и обеспечить отечественным посадочным материалом. Качественный посадочный материал должен быть не только сертифицирован по сортовой принадлежности и соответствовать техническим условиям и характеристикам, но и соответствовать фитосанитарным требованиям. Для производства посадочного материала зачастую используется виноградная лоза, несущая в себе

сортовые качества для определенного терруара. Посадочный материал со статусом «безвирусный» также не проходит полноценный цикл исследования на вирусные и бактериальные инфекции, а площади, занятые питомниками, – на наличие почвенных нематод-переносчиков вирусов винограда и насекомых-переносчиков фитоплазмозов и бактериозов винограда. В настоящей работе приводится перечень вирусных инфекций, предложенных международной практикой к регулированию при производстве всех видов посадочного материала винограда.

По решению и законодательству региональных организаций по карантину и защите растений, а также сертификации посадочного материала, контролю и анализу подлежат такие инфекции, как вирусы группы скручивания листьев Grapevine leafroll-associated viruses (GLRaV), а именно штаммы GLRaV-1, GLRaV-2 и GLRaV-3, вирус короткоузли (вееролистности) Grapevine fanleaf virus (GFLV), вирус пятнистости листьев Grapevine fleck virus (GFkV), а также Grapevine rupestris stem pitting-associated virus (GRSPaV), Rugose wood-associated viruses (GRWaV), Grapevine virus A (GVA), Grapevine virus B (GVB), Grapevine yellow vein virus (GYVV), Grapevine vein necrosis agent (GVNV), Arabis mosaic virus ArMV.

Согласно Межгосударственному стандарту ГОСТ 31783-2012 «Посадочный материал винограда (саженцы). Технические условия», саженцы винограда должны быть свободны от ряда карантинных видов карантинных объектов, указанных в фитосанитарных требованиях к импортному посадочному материалу, которые представлены в Решении №157 Евразийской экономической комиссии: вирус кольцевой пятнистости малины Raspberry ringspot nepovirus RpSPV, вирус кольцевой пятнистости табака Tobacco ringspot nepovirus TRSV, вирус кольцевой пятнистости томата Tomato ringspot nepovirus ToRSV, вирус розеточной мозаики персика Peach rosette mosaic nepovirus PRMV, фитопlasма золотистого пожелтения винограда (*Candidatus Phytoplasma vitis*). Стоит отметить, что саженцы винограда не подлежат обязательной сертификации на территории России, при этом субсидирование по государственной программе распространяется только на сертифицированный в рамках законодательства материал. Во всем мире производится серьезный фитосанитарный контроль и определение сортовой чистоты саженцев.

В 2022–2023 гг. валидированы и оптимизированы методы классической ПЦР для видовой идентификации GLRaV-1 и GFLV, на основе которых проведен научный мониторинг по состоянию некоторых виноградарских регионов Российской Федерации. В результате отмечено распространение штаммов группы скручивания листьев винограда GLRaV, вируса крапчатости винограда GFkV, короткоузли винограда GFLV. Специалисты ФГБУ «ВНИИКР» в рамках научно-исследовательской работы разрабатывают методические рекомендации для выявления и идентификации ряда вирусов, ассоциированных непосредственно

с культурой винограда. Карантинные виды вирусов и фитоплазм, а также вирус мозаики резухи AgMV обеспечены нормативными диагностическими документами.

Научно-исследовательская работа выполняется в рамках Государственного задания (Регистрационный номер НИОКТР 122041800026-4).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 30 ноября 2016 г. N 157
2. Федеральный закон № 468-ФЗ «О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации»
4. M. Fuchs. Grapevine viruses: a multitude of diverse species with simple but overall poorly adopted management solutions in the vineyard // Journal of Plant Pathology. – 2020. DOI:10.1007/s42161-020-00579-2

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИЗОЛЯТОВ У-ВИРУСА КАРТОФЕЛЯ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО СЕРОЛОГИЧЕСКИМ И ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ

ГАЛУШКА ПАВЕЛ АНДРЕЕВИЧ
ID 784026, ORCID 0000-0003-4680-9684,
Pavel_galushka@mail.ru

ШИШКИНА ОЛЬГА АЛЕКСЕЕВНА
ID 911122, ORCID 0000-0002-4366-4734

ВАРИЦЕВ ЮРИЙ АЛЕКСЕВИЧ
ID 774513, ORCID 0000-0002-2329-7965

УСКОВ АЛЕКСАНДР ИРИНАРХОВИЧ
ID 605660, ORCID 0000-0003-1596-8359

ФГБНУ ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха,
Московская область, г/о Люберцы, д.п. Красково,
улица Лорха, дом 23, литера «В»

IDENTIFICATION OF POTATO Y-VIRUS ISOLATES FROM VARIOUS REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION BY SEROLOGICAL AND PHYTOPATHOLOGICAL PROPERTIES

GALUSHKA P. A., SHISHKINA O. A.,
VARITSEV YU. A., USKOV A. I.



У-вирус картофеля достаточно широко распространен повсеместно на территории Российской Федерации. При тяжелых формах вирусных заболеваний, вызываемых PVY, снижение урожая может достигать 30-90% и более [1]. Для совершенствования стратегии

борьбы с У-вирусом картофеля необходимо отслеживать его распространение и штаммовый состав на территории регионов Российской Федерации, производящих как семенной, так и товарный картофель.

Исследования проводили в 2015-2023 гг. на материале отечественных и зарубежных сортов картофеля, поступившем для тестирования в Испытательную лабораторию «ФИЦ картофеля имени А.Г.Лорха» из различных областей Европейской части, Поволжья, Кавказа, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации и Республики Беларусь. Первоначальный отбор клонов, инфицированных У-вирусом картофеля, осуществляли с использованием поликлональных антител к PVY («ФИЦ картофеля имени А.Г.Лорха»).

Определение серотипа отобранных изолятов проводили с использованием PVYO/C и PVYN – специфичных моноклональных антител (Agdia, США) в TAS-ELISE (triple antibody sandwich-ELISA) варианте ИФА по прописи фирмы-изготовителя. Для анализа использовали этиолированные ростки после проращивания клубней при комнатной температуре. Каждый клубень анализировали отдельно. Изучение фитопатологических характеристик (патотипа) изолятов проводили с использованием индикаторов *Nicotiana tabacum* (сорт Samsun). Индикаторные растения выращивали в климатической камере при температуре 20°C, 16-часовом фотопериоде и влажности 50%. Искусственное заражение растений табака проводили в фазе 3-4 листьев путем инокуляции соком инфицированных растений. Для инокуляции контрольных растений использовали сок здоровых растений картофеля. Визуальную оценку симптомов на листьях табака проводили на 30 сутки после заражения.

В рамках формирования коллекции изолятов У-вируса картофеля за годы исследований было выявлено 1400 образцов картофеля с положительной реакцией на PVY из 15 регионов Российской Федерации: Московской, Брянской, Тульской, Вологодской, Новосибирской, Томской, Кемеровской, Челябинской, Калужской, Костромской, Ленинградской, Оренбургской областей, Республики Татарстан, Кабардино-Балкарской Республики, Приморского края и Республики Беларусь

Оценка серологического родства изолятов PVY по серологическим свойствам показала, что 40% выделенных образцов представляли собой смесь изолятов с ординарным (O/C) и некротическим (N) серотипами. Среди остальных образцов, выделенных в Российской Федерации, преобладали изоляты с серологическим родством к ординарному штамму YBKO/C [2]. В образцах, поступивших из Беларуси, напротив, выявляли преобладание изолятов с серологическим родством к некротическому штамму YBKN [3].

Определение патотипа изолятов PVY на основе оценки фитопатологических характеристик с использованием индикаторных растений табака показало, что у 1/3 российских изолятов YBK были выявлены симптомы, характерные для ординарной

группы штаммов (мозаика и просветление жилок). Остальные изоляты YBK на индикаторах вызывали образование некрозов, характерных для некротической группы штаммов [4].

Сопоставление серологических и фитопатологических характеристик изолятов YBK, распространенных на территории Российской Федерации, выявило значительное преобладание (около 70%) некротических и рекомбинантных штаммов, что в наибольшей степени было характерно для Московской, Кемеровской и Вологодской областей. На долю ординарных штаммов приходилось не более ¼ моно-изолятов, при этом большая их часть была выделена в образцах из Новосибирской и Брянской областей.

Исследованиями также было выявлено несколько изолятов PVY с положительной реакцией на моноклональные антитела к YBKN и вызвавшие мозаику на растениях-индикаторах. Данная группа изолятов была предварительно отнесена нами к группе штаммов PVYZ/E[4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Атлас болезней, вредителей, сорняков картофеля и мероприятия по борьбе с ними / Зейрук В.Н., Жевора С.В., Васильева С.В. и др – М.: ФГУП «Издательство «Наука», 2020. – 332 с.: ил.
2. Бирюкова В.А., Варицев Ю.А., Ускова А.И., Шмыгля И.В., Галушка П.А., Варицева Г.П. Идентификация штаммов Y-вируса картофеля, выявленных в Центральном регионе России // Теоретические и прикладные проблемы АПК, 2019. - №4 (42). – С.19-24.
3. Усков А.И., Варицев Ю.А., Бирюкова В.А., Галушка П.А., Варицева Г.П., Шмыгля И.В., Кравченко Д.В. Изучение штаммового состава Y-вируса картофеля из различных регионов Российской Федерации и Беларуси // Земледелие, 2016. - №8. – С.45-48.
4. Ускова А.И., Варицев Ю.А., Галушка П.А., Суслова Н.В., Ускова Л.Б., Варицева Г.П., Жевора С.В. Изучение серологических и фитопатологических характеристик изолятов Y-вируса картофеля, распространенных на территории различных регионов Российской Федерации // Достижения науки и техники АПК, 2022. - Т.36. - №10. – С.18-22.

БИОИНЖЕНЕРНЫЕ И ГЕНОМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЗДАНИИ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ К ВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ НА ПРИМЕРЕ УСТОЙЧИВОСТИ КОСТОЧКОВЫХ К ВИРУСУ ШАРКИ СЛИВЫ

ДОЛГОВ С.В.*, МУРИНЕЦ Л.Ю.*, ПУШИН А.С.**, ХМЕЛЬНИЦКАЯ Т.**, ТИМЕРБАЕВ В.Р.*,

*Никитский ботанический сад –
Национальный научный центр РАН,

**Филиал Института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН, Пущино, Россия
Электронная почта: dolgov@bibch.ru

BIOENGINEERING AND GENOMIC TECHNOLOGIES IN CREATING PLANT RESISTANCE TO VIRAL INFECTION BY THE EXAMPLE OF STONE FRUIT RESISTANCE TO PLUM SHARKEY VIRUS

DOLGOV S.V., MOURINET L.YU., PUSHIN A.S.,
KHMELNITSKAYA T., TIMERBAEV V.R.

В последние годы вирус оспы сливы (PPV), вызывающий болезнь Шарки сливы, стал главной угрозой для выращивания косточковых плодовых растений. Этот вирус нанес огромный экономический ущерб и вызвал значительное уменьшение производственных площадей в странах Восточной Европы и Средиземноморья. Вирус оспы сливы распространен по всему миру и классифицирован карантинными службами растений как наиболее опасный патоген для косточковых культур. К сожалению, в настоящее время наука не может предложить никаких способов лечения вирусных заболеваний растений, а уничтожение зараженных деревьев остается единственным способом сдерживания распространения вирусов. Учитывая серьезность заболевания, трудность контроля над его распространением, отсутствие устойчивых к заболеванию существующих сортов, очевидна необходимость создания коммерческих сортов с повышенной устойчивостью к этому патогену. Современные методы генной инженерии дают возможность значительно ускорить процессы создания высокопродуктивных сортов сливы с повышенной или полной устойчивостью к вирусам, недостижимые методами традиционной селекции. Однако большинство работ модификации геномов косточковых плодовых культур выполнено с использованием ювенильного материала зиготического происхождения, имеющих более высокий по сравнению с сортами морфогенетический потенциал. Применение современных биоинженерных приемов в селекции косточковых плодовых растений тормозится отсутствием надежных методик, способных обеспечить достаточно высокую частоту регенерации побегов из соматических тканей. Эти и другие причины вызывают необходимость разработки эффективной генотип-независимой системы регенерации и модификации геномов коммерческих сортов сливы. Принимая во внимание быстрое развитие методов редактирования генома растений, целевая мутация генов-хозяев, вовлеченных в репликацию и широкое распространение PPV в инфицированных тканях, может быть многообещающим подходом для инженерии устойчивости к вирусам, исключающим введение чужеродных последовательностей в геном сливы.

Основная публикация по теме доклада:

Mourenets, L.; Pushin, A.; Timerbaev, V.; Khmel'nitskaya, T.; Gribkov, E.; Andreev, N.; Dolgov, S. *Effect of Gene Silencing of Translation Initiation Factors eIF(iso)4G and eIF(iso)4E on Sour Cherry Rootstock Resistance to Sharka Disease* // *Int. J. Mol. Sci.* 2023, 24, 360. <https://doi.org/10.3390/ijms24010360>

ДИАГНОСТИКА ВИРУСА МОЗАИКИ ЛЮЦЕРНЫ МЕТОДОМ ПЦР В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

ЕМЕЛЬЯНОВА АНАСТАСИЯ АЛЕКСАНДРОВНА
Приморский филиал ФГБУ «Всероссийский
центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»),
г. Владивосток, Россия
e-mail: emelianova.scientist@gmail.com

DIAGNOSTICS OF ALFALFA MOSAIC VIRUS USING REAL-TIME PCR METHOD

EMELIANOVA ANASTASIIA ALEKSANDROVNA

Для регионов Дальнего Востока соя – одна из главных культур в растениеводстве. Большая часть сои, выращиваемой в ДФО, экспортируется в страны Азиатско-Тихоокеанского региона. Так, главным импортером дальневосточной сои является Китай. В соответствии с фитосанитарными требованиями КНР, по данным Россельхознадзора, в импортной сое должны отсутствовать следующие вирусы: вирус южной мозаики фасоли Southern bean mosaic virus (SBMV), вирус кольцевой пятнистости табака Tobacco ringspot virus (TRSV), вирус стрика табака Tobacco streak virus (TSV), вирус кольцевой пятнистости томата Tomato ringspot virus (ToRSV), вирус мозаики резухи Arabis Mosaic Virus (ArMV).

Используя различные базы данных, такие как NCBI, PubMed, CABi, EPPO, Google Scholar, eLibrary, не нашлось ни одной статьи, подтверждающей возможность заражения посевов сои вирусом мозаики резухи. Возможно, это связано со схожим сокращением названия вируса Alfalfa Mosaic Virus (AMV), а также с ранними статьями, где сокращенное название вируса мозаики резухи было записано как AMV.

Вирус мозаики люцерны – Alfalfa Mosaic Virus (AMV), единственный представитель рода Alfamovirus семейства Bromoviridae, представляет собой фитовирус, который может вызывать потери урожая и снижение качества посевов сои. AMV передается несколькими видами тлей через инокуляцию соком, прививку, семенами, пылью и через зараженные инструменты и оборудование. Коинфекция AMV с вирусом мозаики сои Soybean mosaic virus (SMV) (одним из самых распространенных вирусов поражающих сою) приводит к более тяжелым

симптомам: выраженная задержка роста, хлороз, мозаика и деформация листьев.

Одним из методов борьбы с вирусными заболеваниями является использование сертифицированных семян, свободных от вирусов. В качестве точного и быстрого метода диагностики можно использовать такой молекулярный метод как ПЦР. Вирус мозаики люцерны имеет трехчастный геном, состоящий из одноцепочечных РНК позитивной полярности, 3' концы которых состоят из 145 п.н., гомологичных белку оболочки, и могут иметь 2 конформации. Такие конформации включают несколько шпилек, разделенных AUGC-повторами, которые возможно могут привести к проблемам при амплификации, поэтому для обнаружения вируса мозаики люцерны был выбран участок генома, находящийся в сегменте РНК 1 и входящий в состав метилтрансферазоподобного домена. Так как AMV – РНК-вирус, необходимо перед амплификацией провести обратную транскрипцию, а для ускорения исследования использовать ПЦР в формате реального времени.

Для проведения ОТ-ПЦР-РВ к метилтрансферазоподобному домену РНК 1 были подобраны праймеры и зонд (AMV-F: GGTGTGATGGTTATTGACTT, AMV-P: FAM-TTTGTCCCCAAGATGCCAC-BHQ-1, AMV-R: GGTATGATTCGTTGAAGAAGATA) и протестированы на отсутствие димеров и шпилечных структур с помощью OligoAnalyzer Tool. Была проверена специфичность праймеров, для этого в качестве матрицы был использован генетический материал вируса мозаики люцерны, а также других вирусов, поражающих сою. Было протестировано 46 образцов сои, собранных в разных районах Приморского края (Пограничный, Ханкайский, Хорольский, Черниговский, Пожарский муниципальные округа, Спасский, Кировский, Дальнереченский районы, Лесозаводской городской округ). В ходе проведенной работы вирус мозаики люцерны не был выявлен.

По результатам работы были созданы праймеры для диагностики вируса мозаики люцерны методом ОТ-ПЦР-РВ, а также протестированы образцы сои, выращиваемой в Приморском крае. В дальнейшем необходимо рассмотреть изменения в перечне вирусных организмов, отсутствующих в сое для дальнейшего экспорта Китая.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Синеговский М. О. Перспективы производства сои в Дальневосточном федеральном округе // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2020. – №. 1. – С. 13–16.
2. Фитосанитарные требования к сое, кукурузе, заливному рису и рапсу, ввозимым из Российской Федерации // Россельхознадзор [Электронный ресурс]. – URL: https://fsvps.gov.ru/sites/default/files/fsvps-docs/ru/importExport/china/files/china_soya_grain2016.pdf (дата обращения: 16.10.2023).
3. Alvarado-Marchena L. et al. Impact of the Potential m6A Modification Sites at the 3' UTR of Alfalfa

Mosaic Virus RNA3 in the Viral Infection //Viruses. – 2022. – Т. 14. – №. 8. – С. 1718.

4. Hill J. H., Whitham S. A. Control of virus diseases in soybeans //Advances in virus research. – Academic Press, 2014. – Т. 90. – С. 355–390.

5. Martínez-Pérez M. et al. The m6A RNA demethylase ALKBH9B plays a critical role for vascular movement of alfalfa mosaic virus in Arabidopsis //Frontiers in Microbiology. – 2021. – Т. 12. – С. 745576.

6. Mueller E. E., Grau C. R. Seasonal progression, symptom development, and yield effects of Alfalfa mosaic virus epidemics on soybean in Wisconsin //Plant disease. – 2007. – Т. 91. – №. 3. – С. 266–272.

ДИАГНОСТИКА ВИРУСА ЮЖНОЙ МОЗАИКИ ФАСОЛИ МЕТОДОМ ПЦР В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

ЕМЕЛЬЯНОВА АНАСТАСИЯ АЛЕКСАНДРОВНА
Приморский филиал ФГБУ «Всероссийский
центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»),
г. Владивосток, Россия
e-mail: emelianova.scientist@gmail.com

DIAGNOSTICS OF SOUTHERN BEAN MOSAIC VIRUS USING REAL-TIME PCR METHOD

EMELIANOVA ANASTASIIA ALEKSANDROVNA

Зернобобовые культуры имеют важное сельскохозяйственное значение. Их используют для получения крупы, муки, масла. Зернобобовые являются важными продовольственными и кормовыми культурами в виду большого содержания углеводов, витаминов, микро- и макроэлементов, а также высококачественного, усвояемого и дешевого белка. Зернобобовые активно культивируются во всем мире, существует лишь приуроченность видов и сортов к разным климатическим условиям. Наиболее распространенными из них являются – фасоль, горох, соя, люцерна, нут, маш, чечевица. Стабильная продуктивность таких важных и значимых культур зависит от воздействия на растения неблагоприятных факторов. К таким факторам можно отнести вирусы, паразитирующие на растениях. Причинами увеличения распространения вирусов и вызванных ими заболеваний являются интенсификация выращивания зернобобовых, более активный обмен посевным материалом, рост международного туризма.

Одним из вирусов, поражающих сою, является вирус южной мозаики фасоли Southern bean mosaic virus (SBMV). SBMV принадлежит к роду собомовирусов и вызывает мозаичные и крапчатые заболевания фасоли. Большинство штаммов вызывают легкую системную крапчатость соевых бобов. Вирус состоит из одноцепочечной РНК

с положительным смыслом длиной примерно 4–4,5 т.п.н. Вирусные частицы имеют диаметр 28–30 нм, а белок оболочки имеет молекулярную массу 30 кДа. Впервые он был обнаружен на фасоли в Луизиане и Калифорнии (США) в 1943 г. На данный момент вирус южной мозаики фасоли находится в перечне А1 для таких стран как Аргентина, Парагвай, Иордания. Для КНР, главного импортера соевых бобов, SBMV является карантинным объектом. В связи с этим необходима разработка быстрой и точной диагностики данного патогена.

Для идентификации вирусов наиболее специфичным методом является полимеразная цепная реакция. Были разработаны праймеры и зонд к участку вирусного генома, кодирующего РНК-зависимую РНК-полимеразу (SBMV-F: GTCGCTTATACGAGGTAGA, SBMV-P: GCAAGTGGTTCTTTGAGGA, SBMV-R: TAGTGTCTGATTCTRGGC). При дизайне праймеров для проведения полимеразной цепной реакции в формате ОТ-ПЦР-РВ оценивалась вероятность образования побочных продуктов. Для димеров и шпилек был проведен расчет свободной энергии Гиббса с помощью инструмента OligoAnalyzer Tool. Специфичность была подтверждена гибридизацией праймеров с кДНК вируса южной мозаики фасоли и отсутствием взаимодействия с кДНК других вирусов, поражающих сою. Было протестировано 46 образцов сои, собранных в разных районах Приморского края (Пограничный, Ханкайский, Хорольский, Черниговский, Пожарский муниципальные округа, Спасский, Кировский, Дальнереченский районы, Лесозаводской городской округ). В ходе проведенной работы вирус южной мозаики фасоли не был обнаружен.

Результаты исследований по изучению вируса южной мозаики фасоли с использованием метода полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией в режиме реального времени послужат основой для составления методических рекомендаций по выявлению данного патогена и его идентификации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Зотиков В. И. и др. Зернобобовые культуры-важный фактор устойчивого экологически ориентированного сельского хозяйства //Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – №. 1 (17). – С. 6–13.

2. Ozato Junior T., Gaspar J. O., Belintani P. Completion of the Nucleotide Sequence of a Brazilian Isolate of Southern bean mosaic virus //Journal of phytopathology. – 2009. – Т. 157. – №. 9. – С. 573–575.

3. Southern bean mosaic virus // EPPO Global Database URL: <https://gd.eppo.int/taxon/SBMV00/categorization> (дата обращения: 16.10.2023).

4. Moreira A. E., Gaspar J. O. Propriedades moleculares de um isolado brasileiro do Southern bean mosaic virus //Fitopatologia Brasileira. – 2002. – Т. 27. – С. 292–297.

РАЗРАБОТКА МОЛЕКУЛЯРНЫХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ПОЧВООБИТАЮЩИХ ВИРУСОВ СВЕКЛЫ

ЖИВАЕВА Т.С., ПРИХОДЬКО Ю.Н., ЛОЗОВАЯ Е.Н.,
ПРУЧКИНА М.А., СЕЛЯВКИН С.Н., ШНЕЙДЕР Ю.А.

ФГБУ «Всероссийский центр карантина
растений» (Московская область, Россия)
zhivaeva.vniikr@mail.ru

DEVELOPMENT OF MOLECULAR METHODS FOR DIAGNOSTICS OF SOIL-BORNE BEET VIRUSES

ZHIVAeva T.S., PRIKHODKO YU.N., LOZOVAYA E.N.,
PRUCHKINA M.A., SELAVKIN S.N.,
SHNEYDER YU.A.

Бенивирус некротического пожелтения жил-
лок свеклы (BNYVV), почвенный помовирус
свеклы (BSBV) и помовирус Q свеклы (BVQ)
являются возбудителями вредоносной бо-
лезни «ризомании», или «бородатости» кор-
неплодов сахарной свеклы. Бетанекровирус черно-
го ожога свеклы (BBSV) вызывает некрозы листьев
и отмирание корнеплодов этой культуры. BNYVV
является карантинным объектом ЕАЭС и ЕОКЗР.

Целью проводимых исследований являлась
разработка молекулярно-генетических методов
диагностики этих патогенов.

Установлено, что набор «Beet necrotic yellow
vein virus-PB» фирмы Синтол позволял эффективно
выявлять все изучаемые изоляты вируса. Не отме-
чено неспецифической реакции реагентов данно-
го набора с экстрактами РНК здоровых растений
сахарной свеклы, а также с сопутствующими поч-
венными вирусами свеклы и другими вирусами.
Установлено, что этот набор реагентов позволяет
выявлять целевой объект при разведении инфек-
ционного сока до 10^{-5} .

При комбинировании выделения РНК набором
Проба-НК (Агродиагностика), проведения обратной
транскрипции с набором MMLV RT Kit (Евроген)
и амплификации с наборами реагентов для ПЦР
в режиме реального времени фирм Евроген и Агро-
диагностика установлено, что рекомендованные
в диагностическом протоколе ЕОКЗР праймеры
BNYVV-ср-26F/BNYVV-ср-96R и зонд BNYVV-ср-56T
[2] позволяют эффективно выявлять различные
изоляты BNYVV и характеризуются высокой спе-
цифичностью к целевому объекту.

При отработке подтверждающего теста
на наличие BNYVV методом классической ОТ-ПЦР
было установлено, что праймеры BNYVV-016F/
BNYVV-017R [3], BNYVV-2(1) for/BNYVV-2(1) rev [7]
и BNYVV-CP-F/BNYVV-CP-R [4], в отличие от прай-
меров BNYVV-5/ BNYVV-6 [6], не позволяли диагно-
стировать некоторые изучаемые изоляты BNYVV.
Для праймеров BNYVV-5/ BNYVV-6 отработан тест

в формате 2-этапной классической ОТ-ПЦР, позво-
ляющий диагностировать целевой объект вплоть
до разведений в 10^{-5} включительно.

Проведено испытание 9 пар праймеров для ди-
агностики почвенного помовируса свеклы (BSBV),
включая четыре пары праймеров, разработанных
в НМОВБ ВНИИКР. Наличие высокой специфично-
сти к BSBV установлено для праймеров BSBV-CP-F/
BSBV-CP-R [4], HZ774/HZ775 [1], BSBV-CP-3F/BSBV-
CP-3R (НМОВБ ВНИИКР) и BSBV-CP-8F/BSBV-CP-8R
(НМОВБ ВНИИКР). Констатирована возможность
использования праймеров и зонда BSBV-CP-8F/
BSBV-CP-8R/BSBV-CP-7P (НМОВБ ВНИИКР) для про-
ведения скринингового теста в формате 1-этапной
ОТ-ПЦР-PB, а праймеров BSBV-CP-F/BSBV-CP-R [4]
и BSBV-CP-3F/BSBV-CP-3R (НМОВБ ВНИИКР) – для
проведения подтверждающего теста на наличие
BSBV в формате классической ОТ-ПЦР. Установле-
но, что тесты с этими праймерами обеспечивают
высокую специфичность и чувствительность вы-
явления целевого объекта.

Для отработки диагностики помовируса Q све-
клы (BVQ) было проведено испытание 6 пар прай-
меров, включая две пары праймеров, разработан-
ных в НМОВБ ВНИИКР. Констатирована высокая
специфичность к целевому объекту праймеров
BVQ1for/BVQ1rev [6], BVQ-F1/BVQ-R1 [4], BVQ-CP-F/
BVQ-CP-R [5] и BVQ-CP-3F/BVQ-CP-3R (НМОВБ ВНИ-
ИКР). Для праймеров BVQ-CP-3F/BVQ-CP-3R и зон-
да BVQ-CP-3P7 проведена отработка скринингового
теста на наличие BVQ методом TaqMan ОТ-ПЦР-PB.
Установлено, что праймеры BVQ-CP-F/BVQ-CP-R [5]
после проведенной нами модификации прямого
праймера могут быть использованы для проведе-
ния подтверждающего теста на наличие BVQ мето-
дом классической ОТ-ПЦР.

С целью отработки диагностики бетанекро-
вируса черного ожога свеклы (BBSV) было прове-
дено испытание четырех пар праймеров зарубеж-
ных авторов, а также двух пар праймеров и трех
TaqMan-зондов, разработанных в НМОВБ ВНИИКР.
Установлена возможность использования прайме-
ров и зонда BBSV-CP-7F/BBSV-CP-7R/BBSV-CP-7P6
(НМОВБ ВНИИКР) и праймеров BBSV-3UTRfwd/
BBSV-3rev [7] для проведения скрининговых и под-
тверждающих тестов на наличие BBSV.

До наших исследований ПЦР в реальном вре-
мени для выявления BSBV и BVQ не был разработан,
а для выявления BBSV этим методом использова-
лись лишь праймеры и зонд BBSV-F/BBSV-R/BBSV-P
[5], которые характеризуются низкой специфич-
ностью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Gaafar Y., Sieg-Müller A., Lüddecke P., Hartrick J.,
Seide Y. First report of natural infection of beetroot with
Beet soil-borne virus// New Dis Rep. – 2019. – 40:5.
2. Harju, V.A. The use of real-time RT-PCR
(TaqMan®) and post-ELISA virus release for the de-
tection of Beet necrotic yellow vein virus types con-
taining RNA 5 and its comparison with conventional
RT-PCR / V.A.Harju, A. Skelton, G.R.G. Clover, C. Ratti,

N. Boonham, C.M. Henry, R.A. Mumford // Journal of Virological Methods. – 2005. – Vol. 123. – P. 73–80.

3. Henry, C.M. Detection of Beet necrotic yellow vein virus using re-verse transcription and polymerase chain reaction / C.M. Henry, I. Barker, J. Morris, S.A. Hugo // Journal of Virological Methods. – 1995. – Vol. 54. – P. 15–28.

4. Lennfors, B.L. Sequence divergence of four soilborne sugarbeet-infecting viruses / B.L. Lennfors, E.I. Savenkov, S.B. Mukasa, J.P.T. Valkonen // Virus Genes. – 2005. – Vol. 31(1). – P.57–64.

5. Mehrvar M., Valizadeh J., Koenig R., Bragard C.G. Iranian Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV): pronounced diversity of the p25 coding region in A-type BNYVV and identification of P-type BNYVV lacking a fifth RNA species// Arch. Virol. – 2009. – Vol. 154. – P. 501–506.

6. Meunier A., Schmit J-F., Stas A., Kutluk N., Bragard C. Multiplex RT-PCR for the simultaneous detection of Beet necrotic yellow vein virus, Beet soil borne virus, Beet virus Q and their vector Polymyxa betae Keskin on sugar beet // Applied and Environmental Microbiology. – 2003. – Vol.69. – P. 2356–2360.

6. Suarez M.B., Grondona I., Garcia-Benavides P., Monte E., Garcia-Acha I. Characterization of Beet necrotic yellow vein virus from Spanish sugarbeets// International Journal of Microbiology. - 1999. – Vol.2. – P. 87–92.

7. Weiland J.J., Van Winkle D., Edwards M.C., Larson R.L., Shelver W.L., Freeman T.P., Liu H.-Y. Characterization of a U.S. isolate of Beet black scorch virus// Phytopathology. – 2007. – Vol.97. – P.1245–1254.

СЛОЖНОСТИ В ДИАГНОСТИКЕ ВИРУСА КОРИЧНЕВОЙ МОРЩИННОСТИ ПЛОДОВ ТОМАТА

КАРИМОВА ЕЛЕНА ВЛАДИМИРОВНА
ORCID 0000-0001-6474-8913, e-mail: elenavkar@mail.ru

ШНЕЙДЕР ЮРИЙ АНДРЕЕВИЧ
ORCID 0000-0002-7565-1241,
e-mail: yury.shneyder@mail.ru

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

DIFFICULTIES IN THE DIAGNOSIS OF TOMATO BROWN RUGOSE FRUIT VIRUS

KARIMOVA E. V., SHNEYDER YU. A.

В Российской Федерации наблюдается активное развитие предприятий защищенного грунта, специализирующихся на выращивании овощных культур, главным образом томатов (Каримова, Шнейдер, 2020). Успешное производство томатов зависит от ряда климатических и биологических факторов. Кроме того,

растения томата поражают более 200 вредителей и болезней. В настоящее время возбудители вирусных заболеваний – это важный ограничивающий фактор для многих отраслей растениеводства, в том числе овощеводства, вызывающий значительные экономические потери (Шнейдер и др., 2021). Одними из наиболее вредоносных вирусов для томатов являются представители рода *Tobamovirus* – вирусы коричневой морщинистости плодов томата ToBRFV, крапчатой мозаики томата ToMMV, мозаики томата ToMV, мозаики табака TMV.

Точная идентификация вирусов до уровня вида имеет решающее значение для предотвращения распространения вирусных заболеваний и снижения их вредоносности. В настоящее время имеется ряд сложностей для осуществления дифференциации некоторых вирусов – представителей рода *Tobamovirus*. Стоит заметить, что TMV, ToMV, ToBRFV и ToMMV имеют одинаковый круг экономически значимых растений-хозяев, вызывают одинаковые симптомы. Вирусные частицы вышеуказанных вирусов имеют сходную морфологию, кроме того, их антигены проявляют определенную перекрестную реакцию, что вызывает трудности при проведении диагностики (Каримова и др., 2023). Необходимо отметить, что точная дифференциация данных вирусов необходима ввиду того, что TMV, ToMV не являются карантинными организмами и к ним не могут быть применены карантинные фитосанитарные меры, в отличие от ToBRFV, который включен в Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза (ЕПКО ЕАЭС). Наиболее эффективным приемом для специфической дифференциации тобамовирусов является использование молекулярно-генетических методов диагностики. Для корректной идентификации представителей рода *Tobamovirus* необходима детальная оценка специфичности используемых диагностических антисывороток и праймеров (Лозова и др., 2022).

Согласно результатам проведенных исследований, коммерческие тест-системы для выявления ToBRFV методом ПЦР не являются специфичными. Тест-системы, помимо целевого объекта, давали положительную реакцию со многими референтными изолятами близкородственных тобамовирусов из коллекции ФГБУ «ВНИИКР». В связи с этим нецелесообразно использовать данные тест-системы в качестве единственного метода диагностики для выявления ToBRFV, их возможно применять для предварительного скринингового тестирования подкарантинного материала на наличие тобамовирусов с обязательным последующим анализом положительных образцов методом ПЦР с видоспецифичными праймерами.

В диагностических стандартах ЕОКЗР, а также в методических рекомендациях по выявлению и идентификации вирусов растений, разработанных в ФГБУ «ВНИИКР» рекомендованы схемы диагностики, основанные на разных принципах и минимум на двух методах, что позволяет выявлять вредные организмы даже в минимальных концентрациях и дифференцировать их от некарантинных

видов. Применение единственного метода диагностики для выявления и идентификации ToBRFV без подтверждения повышает риск ложноположительных реакций, и, следовательно, необоснованных убытков сельхозпроизводителей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Каримова Е.В., Шнейдер Ю.А. Вирус коричневой морщинистости плодов томата – потенциальная угроза для производства томатов и перца // Фитосанитария. Карантин растений. 2020. № 3. С. 7–16.
2. Каримова Е.В., Шнейдер Ю.А., Приходько Ю.Н., Лозовая Е.Н., Живаева Т.С., Башкирова И.Г. Тобамовирус крапчатой мозаики томата – новая угроза овощеводству. Результаты оценки серодиагностики для его выявления // Фитосанитария. Карантин растений. 2023. №3. С. 48–59.
3. Лозовая Е.Н., Приходько Ю.Н., Живаева Т.С., Шнейдер Ю.А., Каримова Е.В. Диагностика вирусов рода *Tobamovirus*, заражающих пасленовые овощные культуры // Фитосанитария. Карантин растений. 2022. №2. С. 39–49.
4. Шнейдер Ю.А., Каримова Е.В., Приходько Ю.Н., Лозовая Е.Н., Живаева Т.С. Вирусы томата, особо опасные для овощеводства России // Картофель и овощи. 2021. № 6. С. 3–8.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕТЛЕВОЙ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ АМПЛИФИКАЦИИ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ БЕГОМОВИРУСОВ

ЛОЗОВАЯ ЕВГЕНИЯ НИКОЛАЕВНА
evgeniyaf@mail.ru

ЖИВАЕВА ТАТЬЯНА СТЕПАНОВНА

ПРИХОДЬКО ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ

ШНЕЙДЕР ЮРИЙ АНДРЕЕВИЧ

ORCID 0000-0002-7565-1241

БАШКИРОВА ИДА ГЕННАДЬЕВНА

ФГБУ «ВНИИКР», Московская область,
г.о. Раменское р.п. Быково, Россия

APPLICABILITY ASSESSMENT OF LOOP-MEDIATED ISOTHERMAL AMPLIFICATION FOR THE DIAGNOSIS OF BEGOMOVIRUSES

LOZOVAYA E., ZHIVAIEVA T.S., PRIKHODKO YU. N., SHNEIDER YU.A., BASHKIROVA I.G.

Род *Begomovirus* (семейство *Geminiviridae*) – самый крупный род вирусов, поражающих растения, насчитывающий более 400 видов [5]. Бегомовирусы поражают широкий круг сельскохозяйственных культур и представ-

ляют собой серьезную угрозу для сельского хозяйства во всем мире. Основными растениями-хозяевами являются представители семейств *Cucurbitaceae*, *Euphorbiaceae*, *Malvaceae* и *Solanaceae*. [2]

Для выявления бегомовирусов разработаны многочисленные модификации тестов на основе полимеразной цепной реакции (ПЦР) с использованием видоспецифичных или универсальных праймеров, которые проводятся в формате классической ПЦР с электрофоретической детекцией результатов или в формате ПЦР в режиме реального времени и часто комбинируются с методами отпечатка тканей, иммуноблоттинга и рестрикционного анализа. Однако эти методы требуют специального оборудования и продолжительны по времени. В связи с этим были разработаны методы, основанные на изотермической амплификации. Одним из таких является метод петлевой изотермической амплификации (Loop mediated isothermal amplification, LAMP) [1, 4].

Было проведено испытание двух наборов праймеров для диагностики комплекса бегомовирусов и Нью Дели вируса курчавости листьев томата (Tomato leaf curl New Delhi virus, ToLCNDV) методом LAMP.

В работе были использованы изоляты вируса желтой курчавости листьев томата (Tomato yellow leaf curl virus, TYLCV), Сардиния вируса желтой курчавости листьев томата (Tomato yellow leaf curl Sardinia virus, TYLCSV), Нью Дели вируса курчавости листьев томата (ToLCNDV), вируса африканской мозаики кассавы (African cassava mosaic virus, ACMV), вируса золотистой мозаики фасоли (Bean golden mosaic virus, BGMV), вируса хлоротической карликовости арбуза (Watermelon chlorotic stunt virus, WmCSV).

Для выделения ДНК вирусов из растительных тканей применяли набор реагентов «Проба-НК» (Агродиагностика, Россия), который использовали согласно инструкции фирмы-производителя.

Для постановки LAMP был использован комплект реагентов для петлевой изотермической амплификации GenTerra (Россия)

В ходе исследования были использованы следующие праймеры для петлевой изотермической амплификации: праймеры LCV-FIP/LCV-BIP/LCV-F3/LCV-B3/LCV-LF/LCV-LB [3] разработаны для выявления Нью-Дели вируса курчавости листьев томата (ToLCNDV) и рекомендованы международным протоколом ЕОКЗР для выявления ToLCNDV.

Праймеры Begomo FIP/Begomo BIP/Begomo F3/Begomo B3 [5] разработаны на основе геномов трех вирусов: индонезийского вируса желтой курчавости перца (Pepper yellow leaf curl Indonesia virus, PepYLCIV), Нью-Дели вируса курчавости листьев томата (ToLCNDV) и Канчанабури вируса желтой курчавости листьев томата (Tomato yellow leaf curl Kanchanaburi virus, TYLCKaV) и, согласно литературным данным, выявляют комплекс бегомовирусов одновременно [5].

По результатам проведенных экспериментов была установлена высокая специфичность

праймеров LCV-FIP/LCV-BIP/LCV-F3/LCV-B3/LCV-LF/LCV-LB [3] в отношении целевого объекта. Положительный сигнал был получен только для изолятов Нью-Дели вируса курчавости листьев томата (ToLCNDV). Чувствительность тестов с данными праймерами является относительно невысокой и составила 10^{-1} . При оценке специфичности по отношению к вирусам, поражающим пасленовые овощные культуры и не относящимся к роду *Begomovirus*, была констатирована высокая избирательность праймеров.

Установлено, что праймеры *Begomovirus* FIP/*Begomovirus* BIP/*Begomovirus* F3/*Begomovirus* B3 [4], разработанные для одновременного выявления комплекса бегомовирусов методом петлевой изотермической амплификации, реагируют только с изолятами вируса желтой курчавости листьев томата (TYLCV) и не реагируют с изолятами других бегомовирусов и вирусами из других групп, заражающих пасленовые овощные культуры. Аналитическая чувствительность тестов с этими праймерами составила 10^{-3} .

В ходе проведенных экспериментов было установлено возможность применения метода LAMP для выявления бегомовирусов поражающих овощные культуры, однако чувствительность данных тестов низкая и уступает по своим значениям методу классической ПЦР и ПЦР в реальном времени.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Зубик А.Н., Рудницкая Г.Е., Евстапов А.А. Изотермическая петлевая амплификация LAMP в формате микроустройств (обзор) // Научное приборостроение, 2021, том 31, № 1, С. 3–43.
2. (2022) PM 7/152 (1) *Begomoviruses*. EPPO Bulletin, 52, 643–664. <https://doi.org/10.1111/epp.12887>
3. Jeevalatha, Arjunan & Kaundal, Priyanka & Kumar, Ravinder & Raigond, Baswaraj & Kumar, Rakesh & Sharma, Sanjeev & Chakrabarti, Swarup. (2017). Optimized loop-mediated isothermal amplification assay for Tomato leaf curl New Delhi virus-[potato] detection in potato leaves and tubers. *European Journal of Plant Pathology*. 149. 1-9. 10.1007/s10658-017-1300-z.
4. Lozovaya E., Prikhodko Y., Zhivaeva T., Shneyder Y. (2021) The diagnostics features of begomoviruses in Russian Federation. *Acta Horticulturae*. 1320, 297–304.
5. Wilisiani, F., Tomiyama, A., Katoh, H., Hartono, S., Neriya, Y., Nishigawa, H., & Natsuaki, T. (2019). Development of a LAMP assay with a portable device for real-time detection of begomoviruses under field conditions. *Journal of virological methods*, 265, 71–76.
6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://talk.ictvo.nline.org/taxonomy>

МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ SOUTHERN BEEN MOSAIC VIRUS (SBMV)

МАГОМЕДОВА К.Н.¹, БОНДАРЕНКО Г.Н.^{1,2},
КИРАКОСЯН Р.Н.³

¹ ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений», рп. Быково, Московская обл., РФ

² ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, РФ

³ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, РФ

ORCID ID: 0009-0006-0651-2543,
e-mail: Kalimat_nur@mail.ru

METHODS OF IDENTIFICATION OF SOUTHERN BEATING MOSAIC VIRUS (SBMV)

MAGOMEDOVA K.N., BONDARENKO G.N.,
KIRAKOSYAN R.N.

С бегомовирус, вирус южной мозаики фасоли (SBMV), вызывает мозаику и крапчатость у фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.) и вигны (*Vigna unguiculata* L. Walp.).

Вирус характеризуется изометричными частицами (30 нм), инкапсидирующие одноцепочечную геномную РНК с положительным смыслом состоящую примерно из 4100 нуклеотидов ($M_r 1,4 \times 10^6$). Описано несколько штаммов SBMV которые серологически родственны, но различаются по ареалу. Бобовый штамм фасоли (SBMV-B) и штамм коровьего гороха (SBMV-C) наиболее полно охарактеризованы. SBMV-G вызывает мозаичные симптомы у вигны и некротические локальные поражения у некоторых сортов фасоли. Симптомы SBMV-M у фасоли – тяжелая системная мозаика листьев, часто с некрозом. Также большинство штаммов поражают сою, вызывая системную пятнистость и мозаику. Соя является самой распространенной зернобобовой культурой, экспортируемой в Китай, поэтому важно точно идентифицировать вирус, являющийся карантинным у стран-импортеров для соответствия фитосанитарного статуса.

Целью данного исследования являлось апробация методов диагностики ПЦР и ИФА Southern been mosaic virus у семян и вегетативных частей сои.

Материалом для исследования являлись образцы сои из Южной Америки и разных регионов России. Гомогенизацию образцов проводили несколькими способами: растирание растений пестиками и при помощи лабораторного измельчителя. Выделение РНК и постановка обратной транскрипции изучаемого изолята SBMV выполняли комплектом реагентов для выделения нуклеиновых кислот, изготовленный отечественным производителем «Проба-НК» (ООО «АгроДиагностика»). Чистоту и концентрацию РНК

определяли на спектрофотометре NanoDrop. Для постановки ПЦР использовались две пары специфичных праймеров: SBMV-1F: 5'- 39 AGCTGGATTTTCCTACCTTTGTG-3' и SBMV-1R: 5'- GGC-GTCATCTCCGTTTATCTT-3' (Rabson M. Mulenga. et al., 2003); SB1 5'-TACKCCAAGCAGGAAAGT-3' и SB2 5'-AATRAGCTCAGCCATAAG-3' (Ha et al. 2008; Niimi et al. 2003). Электрофоретическое разделение проводили на 1,5% агарозном геле с последующим окрашиванием бромистым этидием и считыванием результатов на гель-документирующей системе Bio-Rad (США). Серологический метод исследования южной мозаики вируса представлен твердофазным ИФА в модификации DAS-ELISA. Для оценки чувствительности тест-системы проводили разведение концентрированного изолята вируса южной мозаики фасоли SBMV (DSMZ, Германия). Анализ проводили в соответствии с протоколом ЕОКЗР и согласно прилагаемой инструкции фирмы – производителя тест-системы.

В результате проделанной работы, проведении ПЦР все образцы сои показали отрицательный результат на SBMV, но обе пары праймеров показали высокую специфичность. На электрофореграмме ампликоны имели молекулярную массу 870 п.н. для обеих пар праймеров: SBMV – R, SBMV – F и SB1, SB2.

Интерпретация серологического метода ИФА считается на ридере, показывающем абсорбцию при длине волны в 405 нм, определяемые в течение 2 часов после добавления останавливающего раствора. Результаты образцов показали отрицательный результат, так как абсорбция каждой из двух тестовых лунок идентична или выше средней абсорбции отрицательных лунок $\times 0,65$.

Таким образом, можно делать вывод о применимости двух методов, использование которых в комбинации позволяет достичь более точных и надежных результатов диагностики SBMV.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Grogan RG and Kimble KA (1964) The relationship of severe bean mosaic from Mexico to southern bean mosaic and its related strain from cowpea. *Phytopathology* 54: 75–78
2. Lokesh GL, Gopinath K, Satheshkumar PS and Savithri HS (2001) Complete nucleotide sequence of Sesbania mosaic virus: A new virus species of the genus Sobemovirus. *Archives of Virology* 146: 209–223
3. Rabson M. Mulenga†, Douglas W. Miano - First Report of Southern bean mosaic virus infecting common bean in Zambia
4. L. Lee and E. J. Anderson - Nucleotide sequence of a resistance breaking mutant of southern bean mosaic virus.

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБО ОПАСНЫХ ВИРУСОВ ВИНОГРАДА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН

МУРАШОВА ЕКАТЕРИНА КОНСТАНТИНОВНА¹,
БОНДАРЕНКО ГАЛИНА НИКОЛАЕВНА^{1,2},
АЛЕЙНИКОВА НАТАЛЬЯ ВАСИЛЬЕВНА^{1,3}

¹ ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений», рп. Быково, Московская обл., РФ
ORCID ID 0009-0008-9594-1706,
e.murashova2017@mail.ru

² ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, РФ

³ ФГБУН «Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия МАГАРАЧ» РАН, г. Ялта, Республика Крым, РФ

STUDY OF PARTICULARLY DANGEROUS GRAPE VIRUSES ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF DAGESTAN

MURASHOVA EKATERINA K.

Настоящее исследование по изучению распространения вирусных инфекций на винограде позволит дать наиболее полную оценку их фитосанитарному состоянию, так как на данный момент в России, и в частности в Республике Дагестан, было проведено ограниченное число исследований на виноградниках с целью определения видового состава вирусов, их распространенности и тяжести вирусных заболеваний.

В ходе работы был проанализирован растительный материал, полученный из действующих производственных виноградников на территории Российской Федерации. Из различных районов Республики Дагестан были отобраны 74 образца винограда известных сортов (Молдова, Магарыч, Коринка черная и др.). Материал проверяли на экономически значимые вирусы винограда: *Grapevine fanleaf virus*, *Grapevine leafroll-associated virus-1, -3*, *Grapevine fleck virus*. Подготовку проб осуществляли путем измельчения вегетативных органов винограда в ступках. Выделение ДНК проводили на автоматической станции Auto-Pure 96, с последующей постановкой обратной транскрипции с комплектом реагентов MMLV RT kit (Евроген, Россия). Для скрининга методом ОТ-ПЦР использовались специфичные для каждого вируса пары праймеров: GLRaV-1 F/GLRaV-1 R (Giorgio Gambino, 2015), для GFkV, GFLV, GLRaV-3, это соответственно GFkV5209F/GFkV-5556R, GFLV3135F/GFLV3692R, и LR3-CP107F/LR3-CP407R (Xiao et al., 2018). Продукты ПЦР были проанализированы на 1,5%-ном агарозном геле с последующим окрашиванием бромистым этидием и считыванием

результатов на гель-документирующей системе Bio-Rad (США)

Результаты анализов методом ПЦР представлены в Таблице 1.

Таблица 1 - Выявление целевых видов вирусов *Grapevine fanleaf virus*, *Grapevine leafroll-associated virus -1, -3*, *Grapevine fleck virus* в растительном материале.

№ п/п	Информация о растении-хозяине (номер в реестре образцов, сорт, год посадки)	GFLV	GLRaV-1	GFLV	GLRaV-3
1.	2.Молдова, 2013 г.п.			+	+
2.	6.Молдова, 2013 г.п.			+	
3.	7.Молдова, 2013 г.п.			+	+
4.	8.Молдова, 2013 г.п.		+	+	
5.	10.Молдова, 2013 г.п.		+	+	+
6.	11.Молдова, 2013 г.п.			+	
7.	20.Молдова, 2022 г.п.			+/-	
8.	22.Молдова, 2010 г.п.			+/-	
9.	24.Молдова, 2010 г.п.			+/-	+
10.	25.Молдова, 2010 г.п.	+/-		+	
11.	31.сорт Магарыч ранний, 2011 г.п.			+/-	
12.	35.сорт Августин 2015 г.п.			+	
13.	37.сорт Виктор, 2015 г.п.			+	
15.	39.сорт Рцхети, 2015 г.п.			+	
16.	45.Яйзюм белый			+	
17.	48.Везне			+	
18.	53.Хадиси Цибил			+	
20.	58.Дорои черный			+	
21.	59.Коринка черная			+	

Научно-исследовательская работа выполняетс в рамках Государственного задания (Регистрационный номер НИОКТР 122041800026-4).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Какарека Н.Н., Козловская З.Н., Волков Ю.Г., Плешакова Т.И., Сапоцкий М.В., Щелканов М.Ю. Неповирусы (Picornavirales, Secoviridae, Nepovirus) на юге Дальнего Востока: результаты многолетнего мониторинга // Юг России: экология, развитие. 2017. Т.12, N4. С.105-119. DOI: 10.18470/1992-1098-2017- 4-105-119
2. Huogen Xiao, Mehdi Shabanian, Clayton Moore, Caihong Li and Baozhong Meng Survey for major viruses in commercial Vitis vinifera wine grapes in Ontario // Virology Journal (2018) 15:127
3. Pacifico, D., Caciagli, P., Palmano, S., Manini, F., Marzachi, C. Quantitation of Grapevine leafroll associated virus-1 and -3, Grapevine virus A, Grapevine fanleaf virus and Grapevine fleck virus in field-collected Vitis vinifera L. 'Nebbiolo' by real-time reverse transcription-PCR. J. Virol. Methods 2011, 172, 1–7.

СЕРОМОНИТОРИНГ ВИРУСОВ ПШЕНИЦЫ (2021–2023 гг.)

ПРИХОДЬКО Ю.Н., ЖИВАЕВА Т.С.,
ЛОЗОВАЯ Е.Н., СЕЛЯВКИН С.Н., ШНЕЙДЕР Ю.А.,
ПРУЧКИНА М.А., КАРИМОВА Е.В.

ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (Московская область, Россия)
zhivaeva.vniikr@mail.ru

SEROMONITORING OF WHEAT VIRUSES (2021–2023)

PRIKHODKO YU.N., ZHIVAeva T.S., LOZOVAYA E.N.,
SELYAVKIN S.N., SHNEYDER YU.A.,
PRUCHKINA M.A., KARIMOVA E.V.

В 2021–2023 гг. проведено обследование посевов пшеницы в Волгоградской, Воронежской, Иркутской и Ростовской областях, Алтайском и Ставропольском краях. Образцы тестировали на наличие вирусов веретеновидной полосатой мозаики пшеницы (WSSMV), желтой карликовости ячменя (BYDV), карликовости пшеницы (WDV), мозаики костра (BMV), полосатой мозаики пшеницы (WSMV), почвообитающего вируса мозаики злаков (SBCMV), почвообитающего вируса мозаики пшеницы (SBWMV), штриховатой мозаики ячменя (BSMV), штриховатой мозаики костра (BStMV) с использованием тест-систем для ИФА фирм Agdia (США), DSMZ и Loewe (обе – Германия). В 2023 г. тестирование проводили также на наличие вируса желтой карликовости злаков (CYDV) и высоко-равнинного вируса мозаики пшеницы (HPWMoV) тест-системами фирмы Agdia. Тест-системы использовали согласно прилагаемым к наборам инструкциям фирм-производителей [6]. Тестировали сборные образцы, состоящие из листьев трех-четырех растений. Всего было протестировано 235 сборных образцов.

CYDV, HPWMV и BYDV были выявлены соответственно в 10,9%, 10,1% и 8,5% тест-образцов. Встречаемость BMV, BSMV, SBCMV, WSMV и SBWMV составила соответственно 7,2%, 6,8%, 6,3%, 5,9% и 5,5%. WDV, WSSMV и BrSMV были зарегистрированы соответственно в 4,6%, 4,2% и 2,5% тест-образцов.

BMV, BSMV и WSMV были выявлены в образцах растений пшеницы из Алтайского и Ставропольского краев, Волгоградской, Воронежской и Ростовской областей. Эти вирусы способны распространяться семенами пшеницы, поэтому их широкая встречаемость закономерна. Наличие WSMV в образцах из Воронежской и Ростовской областей было подтверждено методом ПЦР в реальном времени с тест-системами к WSMV фирм АгроДиагностика и Синтол.

WDV был выявлен в образцах из Алтайского края, Волгоградской, Воронежской и Иркутской областей, SBWMV – в образцах из Ставропольского края, Волгоградской, Воронежской и Ростовской

областей, WSSMV – в образцах из Алтайского края, Волгоградской и Ростовской областей, BYDV – в образцах из Алтайского края, Ставропольского края и Волгоградской области. Наличие HPWMV и SB-CMV было выявлено в образцах из Волгоградской и Воронежской областей, а CYDV – в образцах из Алтайского края и Волгоградской области.

Как известно, BMV, BSMV, BYDV, CYDV и WSMV распространены на зерновых культурах в Российской Федерации.

Почвообитающий вирус мозаики пшеницы (SBWMV) на территории России был выявлен впервые в 2005 г. в Самарской и Ярославской областях [3], а затем – в Оренбургской [2] и Самарской областях [1].

Почвообитающий вирус веретеновидной полосатой мозаики пшеницы (WSSMV) распространен на пшенице в Брянской, Владимирской, Воронежской, Тверской областях, в Республиках Мордовия, Марий Эл и Татарстан [1].

О выявлении на территории России вируса карликовости пшеницы (WDV) и высоко-равнинного вируса мозаики пшеницы (HPWMoV) ранее не сообщалось.

HPWMoV широко распространен в США и Канаде, ограниченно распространен в Австралии, Аргентине и Иране [7]. В Европе этот вирус считался отсутствующим, но был выявлен в Украине [9], где распространен преимущественно в восточных областях [8].

Переносчиком HPWMoV является пшеничный завитушный клещ *Aceria tosichella* Keifer (Acari: Eriophyidae). В России этот клещ известен с 1960-х годов [4] и распространен на зерновых культурах [2,3]. Во всех районах своего ареала, включая Украину, HPWMoV преимущественно встречается в смешанной инфекции с вирусом WSMV, который также распространяется клещом *Aceria tosichella*.

WDV распространен в 15 европейских странах, включая Польшу, Украину и Финляндию, переносится полосатой цикадкой (*Psammotettix striatus* L.) персистентным способом, семенами зерновых культур не распространяется [5].

В 2024 г. планируем подтверждение выявления HPWMoV и WDV методом ПЦР и изучение генетических особенностей, выявленных изолятов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Богоутдинов Д.З., Кастальева Т.Б., Гирсова Н.В. Вирусные заболевания зерновых культур в Самарской области // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2017. - № 4 (204). - С.46–52.
2. Глинушкин А.П., Белошапкина О.О., Виноградова С.В., Николаев Н.А. Диагностика вирусных симптомов у сортообразцов озимой пшеницы из коллекции ВНИИР // Достижения науки и техники АПК. - 2013. - №2. - С. 24–27.
3. Можаяева К.А., Кастальева Т.Б., Гирсова Н.В. Вирус жёлтой карликовости ячменя и другие вирусы зерновых культур на территории Российской Федерации // М.: Росинформагротех. - 2007. - 32 с.

4. Развязкина Г.М., Калкова Е.А., Белянчикова Ю.В. Вирус полосатой мозаики пшеницы // Защита растений от вредителей и болезней. - 1963. - № 9. - С.54–55.

5. CABI, 2019. Wheat dwarf virus // CABI Crop Protection Compendium. - <http://www.cabi.org/cpc/> (дата обращения: 12.10.2023).

6. EPPO PM 7/125 (1) (2015) ELISA tests for viruses // EPPO Bulletin. 2015. Vol. 45, No. 3. P. 445-449. URL: <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/epp.12259>.

7. EPPO, 2023. EPPO Global Database // <https://gd.eppo.int/>. (дата обращения: 12.10.2023).

8. Pozhylov I., Snihur H., Shevchenko T., Budzanivska I., Liu W., Wang X., Shevchenko O. Occurrence and characterization of Wheat streak mosaic virus found in mono- and mixed infection with High Plains wheat mosaic virus in winter wheat in Ukraine // Viruses. - 2022. - Jun 3;14(6):1220. doi: 10.3390/v14061220.

9. Snihur H., Pozhylov I., Budzanivska I., Shevchenko O. First report of High Plains wheat mosaic virus on different hosts in Ukraine // Journal of Plant Pathology. - 2020. - Vol.102. - P. 545–546.

ВИРУС МЕТЕЛЬНОСТИ ВЕРХУШЕК КАРТОФЕЛЯ – ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ УГРОЗА ДЛЯ КАРТОФЕЛЕВОДСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПРУЧКИНА М.А., ЖИВАЕВА Т.С.

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

¹ anadiamena@gmail.com,

² ORCID 0000-0001-9014-4179

POTATO MOP-TOP VIRUS IS A POTENTIAL THREAT TO POTATO PRODUCTION IN THE RUSSIAN FEDERATION

PRUCHKINA M.A., ZHIVAEVA T.S.

Вирус метельчатости верхушек картофеля (Potato mop-top virus, PMTV) был впервые описан в 1966 году на картофеле, выращенном на территории Северной Ирландии, из клубней, взятых с поля, зараженном вирусом погрелковости табака (Tobacco rattle virus), который вызывает схожий некроз клубней (Calvert, 1966). PMTV является типовым видом рода Pomovirus в семействе Virgaviridae. Геном разделен на три сегмента одноцепочечной РНК (ssRNA) с положительной полярностью (Viralzone, 2023). Основные симптомы – метельчатость побегов, узоры на листьях, линии и кольца на клубнях, деформация клубней (при вторичной инфекции). Вирус снижает урожайность и влияет на товарные

качества картофеля (Santala, 2010). Основное экономически важное растение-хозяин вируса – картофель. С поля на поле PMTV передается покоящимися спорами грибоподобного организма, вызывающего порошистую паршу (*Spongospora subterranea*), находящихся в семенных клубнях и зараженной почве. Переносчик распространен во многих странах мира, в том числе и России (EPPO, 2023). Благоприятными условиями для развития переносчика и вируса являются низкие температуры и высокая влажность. Использование немногочисленных устойчивых сортов картофеля может снизить потери, вызванные PMTV. Удаление симптоматических клубней способствует оздоровлению зараженного поля, однако, покоящиеся споры переносчика сохраняют PMTV в течение более длительного времени, чем можно контролировать севооборотом. Если PMTV акклиматизируется на поле, выращивать чувствительные сорта становится невозможно (Sandgren, 2002).

PMTV распространен в странах Европы, Азии, Северной и Южной Америки, Океании. В частности, вирус распространен в таких странах – крупных производителях картофеля, как Китай, США, Пакистан (EPPO, 2023). На территории России вирус выявлялся в ходе научных исследований на частных посадках в Республике Татарстан (Замалиева, 2011) и в Ленинградской, Самарской и Иркутской областях с использованием диагностической системы на основе стационарных открытых ПЦР/ОТ-ПЦР микроматриц (Malko, 2019).

PMTV может быть выявлен в почве с помощью растений-индикаторов (например, марь *Chenopodium amaranticolor*, табак *N. Debneyi*). Для выявления PMTV также используют коммерческие наборы ИФА. Для точной диагностики PMTV необходимо применять методы на основе ПЦР. Возможно использование иммуно-ОТ-ПЦР (IC-RT-PCR), метод основанный на связывании вируса со специфичными антителами к целевому патогену (Santala, 2010). В литературе описаны праймеры к различным участкам генома PMTV. Производятся отечественные коммерческие ПЦР тест-системы в режимах FLASH (FLASH-ОТ-ПЦР) и в «реальном времени» (ОТ-ПЦР-PB).

Специалистами ФГБУ «ВНИИКР» были проведены серии опытов для оценки различных тест-систем для ПЦР. По результатам исследований для диагностики PMTV могут быть рекомендованы набор фирмы Агродиагностика и праймеры PMTV-1948F/ PMTV-2017R/ PMTV-1970P (Mumford, 2000), но и они не полностью удовлетворяют требованиям качественной диагностики PMTV (Karimova et al., 2019). С помощью программы Primer BLAST (NCBI, США) были разработаны праймеры PMTV-SY-F8/ PMTV-SY-R8. По результатам оценки применимости установлено, что данные праймеры можно использовать как в формате классической ОТ-ПЦР, так и для ОТ-ПЦР-PB с интеркалирующим красителем. Разработанные праймеры имеют высокую чувствительность и специфичность при тестирования всех частей растений-хозяев даже на начальном этапе

заражения (Шнейдер и др., 2020, Пручкина и др., 2023, Shneyder et al., 2023).

Данная праймерная система была успешно апробирована на образце картофеля из Египта с типичными симптомами. Вирус был выявлен и идентифицирован в данном образце. В ходе мониторинга территории России проанализированы более 260 образцов из 10 регионов. Все образцы были свободными от PMTV. Таким образом, присутствие вируса на территории России пока официально не подтверждено специалистами ФГБУ «ВНИИКР».

Научный руководитель: к.б.н., Шнейдер Ю.А.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Замалиева Ф.Ф. и др. Распространенность вирусов картофеля в Татарстане. Картофелеводство. Сборник научных трудов. М., 2011. С. 253–262.
2. Пручкина М.А. и др. (2023) Выявление вируса метельчатости верхушек картофеля методом ПЦР с обратной транскрипцией в режиме реального времени. Фитосанитария. Карантин растений, 3(15). с. 25–31.
3. Шнейдер Ю.А. и др. (2020). Разработка методов диагностики вируса метельчатости верхушки картофеля и вируса желтой карликовости картофеля в Российской Федерации // Современные подходы и методы в защите растений. Екатеринбург. 2020. С. 118–119.
4. Calvert E., Harrison B. (1966). Potato Mop Top, a soil-borne virus. Plant Pathology, T. 15, pp. 134–139.
5. EPPO Global Database (2023). [Электронный ресурс]. URL: <https://gd.eppo.int> (дата обращения: 12.10.2023).
6. Karimova E. et al. (2019) Potato mop-top virus as a potential quarantine organism for Russia // The 17th triennial meeting of the Virology Section of the EAPR. 2019. P. 33.
7. Malko A. et al. (2019) Potato pathogens in Russia's regions: an instrumental survey with the use of real-time PCR/RT-PCR in matrix format. Pathogens 8(1), 18.
8. Mumford R.A. et al (2000) Detection of Potato mop top virus and Tobacco rattle virus Using a Multiplex Real-Time Fluorescent Reverse-Transcription Polymerase Chain Reaction Assay. Phytopathology. 90(5):448-53.
9. Sandgren M. et al. (2002). Evaluation of Some North and South American Potato Breeding Lines for Resistance to Potato Mop-Top Virus in Sweden. Am. J. of Pot. Res, T. 79, pp. 205–210.
10. Santala J. et al. (2010) Detection, distribution and control of Potato mop-top virus, a soil-borne virus, in northern Europe. Annals of Applied Biology, 157(2), 163–178.
11. Shneyder Y. et al. (2023). Development and testing of diagnostic methods for Potato mop-top virus and other potato viruses // Acta Horticulturae (In press).
12. Viralzone (2023). Potexvirus. [Электронный ресурс]. URL: https://viralzone.expasy.org/272?outline=all_by_species (дата обращения: 12.10.2023).

ВИРУС ЖЕЛТОЙ ПЯТНИСТОСТИ ИРИСА (*IYSV*) – ПРИЧИНА СНИЖЕНИЯ УРОЖАЯ И КАЧЕСТВА ОВОЩНЫХ ЛУКОВЫХ КУЛЬТУР

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

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

**IRIS YELLOW SPOT VIRUS (IYSV)
IS A CAUSE OF REDUCED YIELD AND QUALITY
IN VEGETABLE ONION CROPS.**

SHNEYDER YU.A., KARIMOVA E.V.,
PRIKHODKO YU.N., ZHIVAIEVA T.S.,
LOZOVAYA E.N., BASHKIROVA I.G.

Ортотосповирусы (*Orthotospovirus*) – один из родов семейства *Tospoviridae*, представители которого поражают овощные и декоративные культуры, являясь причиной гибели и снижения качества растений открытого и защищенного грунта.

Передача ортотосповирусов от растения к растению, происходит с помощью трипсов (сем. *Thripidae*), а также при использовании зараженных растений в качестве маточников для размножения, при этом тосповирусы не передаются семенами (EPPO, 2020). В ФГБУ «ВНИИКР» проводились исследования и разрабатывались методы диагностики различных ортотосповирусов близкородственных к *IYSV* (Приходько Ю.Н. и др., 2010, Шнейдер Ю.А. и др., 2010, Морозова О.Н. и др., 2018).

Лук относится к важным овощным культурам, его производство растет с каждым годом. Площадь посевов лука в мире увеличилась с 5,3 млн га в 2016 году до 5,7 млн га в 2020 году. Урожайность увеличилась за тот же период примерно на 10%.

Вирус желтой пятнистости ириса, *IYSV*, поражает различные виды лука (в основном *Allium cepa* и *Allium porrum*), чеснок и ряд декоративных растений. Зараженные растения лука проявляют многочисленные симптомы в виде кольцевых пятен на листьях и стеблях. Следует отметить, что экономическое воздействие *IYSV* неодинаково: в Нидерландах оно было незначительно, в то время как в Бразилии потери на луковых полях достигали 100%. *IYSV* эффективно переносится трипсами *Thrips tabaci*.

Существующие и разрабатываемые методы диагностики *IYSV* были протестированы с использованием референтных изолятов ИФА (DSMZ, Германия) следующих вирусов: *INSV* – PV-0280, PV-0281, PV-0485; *TSWV* – PV-0182, PV-0204; *CSNV* – PV-0328; *IYSV* – PV-0528; *WSMoV* – PV-0288.

Для оценки применимости тест-системы ИФА к *IYSV* (DSMZ, Германия), проводили анализы в соответствии с инструкцией производителя, по традиционной схеме ИФА для вирусов (EPPO, 2015).

Для выделения РНК и проведения обратной транскрипции использовали набор «Проба-НК» и набор для ОТ (оба – Агродиагностика, Россия) в соответствии с инструкцией производителя, использовали ПЦР-смеси Screen Mix-HS и Encyclo PCR kit (Евроген, Россия).

Оценивали известные праймеры к *IYSV*: *IYSV_1S/IYSV_1A* к N-гену вируса (Coutts et al., 2003), *IYSV459/TOS-R15* (Uga and Tsuda 2005), *IYSV_917L/IYSV_56U* (Robène-Soustrade et al., 2006). Шесть пар праймеров к М сегменту *IYSV* были разработаны авторами статьи. Сравнивали селективность, специфичность и чувствительность праймеров.

В 2014–2022 гг. методом ИФА было протестировано более 250 растений овощных культур, большинство имело импортное происхождение. Два образца лука оказались положительными на *IYSV*.

Для подтверждения *IYSV* методом ПЦР использовались различные праймеры, описанные выше, однако все они выявляли либо референтный изолят *IYSV*, либо только один из выявленных зараженных образцов.

Используя праймеры *IYSV459/TOS-R15*, вирус был обнаружен в одном образце лука и референтном изоляте *IYSV PV-0528*. После секвенирования продуктов амплификации образца лука было показано, что выявленный в образце вирус является вирусом желтой пятнистости ириса и на 98% идентичен последовательностям, имеющимся в Генбанке NCBI.

При тестировании разработанных нами 6 пар праймеров лучшие результаты были показаны с праймерами *IYSV-LabV_4F/4R* и *IYSV-LabV_6F/6R*, которые были нами рекомендованы для использования в лабораторной диагностике.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Морозова О.Н. и др. Оработка методов диагностики особо опасных тосповирусов в растениях-хозяевах и насекомых-переносчиках. В сборнике: Доклады ТСХА. 2018. С. 37–39.
2. Приходько Ю.Н. и др. Тосповирусы бронзовости томата (*TSWV*) и некротической пятнистости бальзамина (*INSV*) на декоративных культурах / Плодоводство и ягодоводство России. 2010. Т. 24. № 2. С. 373–379.
3. Шнейдер Ю.А. и др. Тосповирусы на декоративных культурах / Защита и карантин растений. 2010. № 10. С. 32–35.
4. EPPO PM 7/125 (1) (2015) ELISA tests for viruses // EPPO Bulletin. 2015. Vol. 45, No. 3. P. 445–449.
5. EPPO PM 7/139 (1) Tospoviruses (Genus *Orthotospovirus*). (2020) EPPO Bulletin., 50(2). P. 217–240.

ГЕЛЬМИНТОЛОГИЯ

ВИДОВОЙ СОСТАВ
ПОЧВЕННЫХ НЕМАТОД
В СВЕКЛОВИЧНОМ
АГРОЦЕНОЗЕ

ГАВРИЛОВА М.Ю., СТОГНИЕНКО О.И.
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова»,
Воронежская область, Россия
e-mail: masha83-1983@mail.ru

SPECIES COMPOSITION OF SOIL NEMATODES
IN BEETROOT AGROCENOSIS

GAVRILOVA M.YU., STOGNIENKO O.I.

Нематоды одни из основных составляющих почвенной биоты агроценоза. Они задействованы в почвообразующих процессах, являясь по своей сути хищниками и паразитами растений и животных. Зачастую главное действие при одновременно наблюдающихся различных болезнях растений, которые поражены фитогельминтами и фитопатогенными грибами, можно наблюдать на сахарной, кукурузной свекле, картофеле, пшенице, томате и прочих культурах сельского хозяйства [1,2,3].

Целью работы было определение в свекловичном агроценозе червеобразных нематод до уровня рода. Для мониторинга численности нематод, были отобраны пробы почвы в паровом звене девяти-польного стационарного севооборота. Для учета численности свободноживущих нематод за основу взят вороночный метод Г. Вагманна (1917).

Почвенные образцы были проанализированы на определение цистообразующей нематоды

Heterodera schachtii Schmidt 1871 флотационным методом с последующим просмотром фильтров под бинокуляром. Цисты свекловичной нематоды не были обнаружены, так как на протяжении многих лет соблюдался севооборот. Всего в результате исследования выявлено 14 родов.

Сезонное распределение почвенных нематод зависит от изменения погодных условий, обработки почвы, фона удобренности, ростом и развитием растений. В июне наблюдалось количественное преобладание почвенных нематод, что объясняется не только наличием оптимальных условий для их развития, но и появлением сорной растительности и всходами сахарной свеклы. Численное преобладание сохраняется за родами (*Aphelenchoides* Fischer, 1894; *Pratylenchoides* Winslow, 1958; *Paratylenchus* Micoletzky, 1922; *Rotylenchus* Filipjev, 1936; *Trichodorus* Cobb, 1913; *Aglenchus* Andrassy, 1954; *Diplogaster* Micoletzky, 1922; *Eucephalobus* Steiner, 1936; *Rhabditis* Dujardin, 1845; *Cephalobus* Andrassy, 1970; *Acrobeles* Von Linstow, 1887; *Panagrobelus* Thorne, 1939; *Eudorylaimus* Andrassy, 1959; *Aporcelaimus* Thorne & Swanger, 1936) в паровом звене (Рис. 1). Совместно с этим было установлено, что обработка почвы не существенно влияет на численность почвенных нематод.

В данной статье был представлен на обозрение видовой состав почвенных нематод в паровом и клеверных звеньях свекловичного агроценоза ВНИИСС в 2022 году. А также были озвучены выводы о видовом составе, численности и сезонном распределении исследуемых почвенных нематод. Анализ текущего состояния и определения перспектив свекловичного агроценоза имеет достаточно важное значение для экосистем Российской Федерации. Результаты проведенного исследования вносят вклад в развитие плодородия экосистем России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Турлыгина Е.С. Взаимоотношение нематод рода *Ditylenchus* с почвенными организмами / Нематоды растений и почвы рода Дитиленхус. – М., 1982, с. 140–146.

2. Кулинич О.А. Роль нематод в проявлении фузариоза растений / Таксономия и биология фитогельминтов. – М., 1984, с. 115–125.

3. Курт Л.А., Шестенеров А.А. Взаимоотношения между грибами и фитогельминтами // Сельское хозяйство за рубежом, 1983, № 7, с. 27–32.

4. Сигарева Д. Д., Калатур Е. А., Григорьев В. Н. Влияние свекловичной нематоды на поражение сахарной свеклы корнеедом и церкоспорозом // Защита и карантин растений. 2010. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sveklovichnoy-nematody-na-porazhenie-saharnoy-svekly-korneedom-i-tserkosporozom> (дата обращения: 17.05.2023).

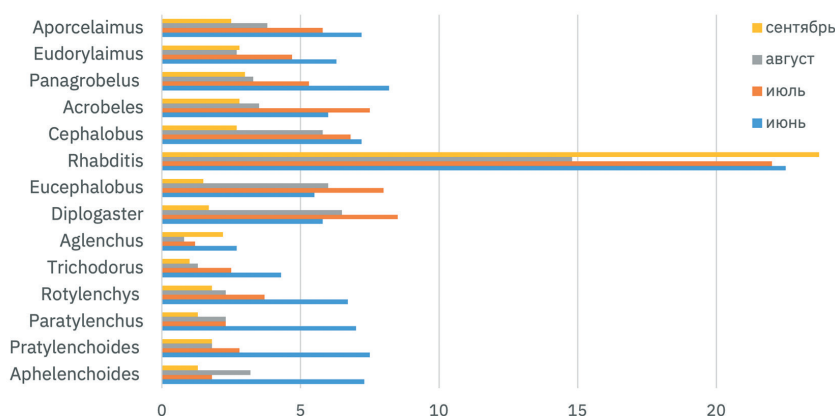


Рисунок 1 – Видовой состав почвенных нематод в паровом звене свекловичного агроценоза ВНИИСС, 2022 г.

7. Кирьянова, Е.С. Паразитические нематоды растений и меры борьбы с ними / Е.С. 8. Кирьянова, Э.Л. Кралль. – Ленинград: Наука, 1969. – 443 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ СОЕВОЙ ЦИСТООБРАЗУЮЩЕЙ НЕМАТОДЫ *HETERODERA GLYCINES*

ИВАНОВ А.В.¹, БОНДАРЕНКО Г.Н.^{1,2}

¹ ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений», рп. Быково, Московская обл., РФ
ID ORCID: 0009-0002-5361-6100, e-mail: tonijons8@mail.ru

² ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, РФ

DEVELOPMENT OF METHODS FOR DIAGNOSTICS OF SOYBEAN CYST NEMATODE *HETERODERA GLYCINES*

IVANOV A.V., BONDARENKO G.N.

Соевая цистообразующая нематода *Heterodera glycines Ichinohe* считается одним из самых опасных вредителей сои во всем мире, а потери доходов от повреждения оцениваются в миллиарды долларов в год. Соевая цистообразующая нематода *Heterodera glycines* относится к группе *Schachtii*, в которую входят близкородственные виды, различающиеся лишь незначительными морфологическими и морфометрическими признаками. Таксономия *Heterodera* сложна, и морфологическая идентификация может быть затруднена, поскольку различия между многими видами невелики, и для точной идентификации и определения видов часто требуется несколько стадий жизненного цикла. Таким образом, данные о молекулярных последовательностях стали важной частью диагностики этой группы. Молекулярная идентификация основывается в основном на четырех маркерах, обычно используемых при штрихкодировании ДНК (18S, внутренний транскрибируемый спейсер ITS, 28S, COI).

Ввиду того, что некоторые фитопаразитические нематоды секретируют пептиды, функционально и структурно сходные с растительными пептидами CLAVATA3/ESR (CLE-подобный ген), который является предполагаемым геном паразитизма и встречается только у ограниченного числа родов нематод, включая *Heterodera*, это делает его отличным молекулярным маркером для идентификации и дифференциации близкородственных видов.

Для апробирования данного метода были использованы нематоды *H. glycines* и *H. schachtii* из коллекции лаборатории гельминтологии ФГБУ «ВНИИР». Видоспецифичную ПЦР проводили

с использованием праймеров SCNCLEF/SCNCLEF и SBCNCLEF/SBCNCLEF. Видоспецифичные праймеры (SBCNCLEF/SBCNCLEF) показали высокую специфичность к *H. schachtii*, амплифицируя ПЦР-продукт длиной 289 п.н., а SCNCLEF/SCNCLEF к *H. glycines*, получая длину ампликона 165 п.н. Для тестов подтвердили специфичность, позволяющую дифференцировать данные виды нематод.

Таким образом, используя наборы специфичных праймеров, нацеленные на ген паразитизма CLAVATA3, используемого в качестве диагностического маркера, можно не только идентифицировать, но и дифференцировать исследуемые близкие виды нематод.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Baidoo R., Yan G. Developing a Real-Time PCR Assay for Direct Identification and Quantification of Soybean Cyst Nematode, *Heterodera glycines*, in Soil and Its Discrimination from Sugar Beet Cyst Nematode, *Heterodera schachtii*. Plant Disease, 2021; vol. 105, No 12.
2. Bradley C. A., Allen T., Sisson A. J., Bergstrom G. C., Wise K. (2021). Soybean yield loss estimates due to diseases in the United States and Ontario, Canada from 2015-2019. *Plant Health Prog.* 22 483–495.
3. Koenning S. R., Wrather J. A. (2010). Suppression of soybean yield potential in the continental United States by plant diseases from 2006 to 2009. *Plant Health Prog.* 10.1094/PHP-2010-1122-01-RS [
4. Powers T., Skantar A., Harris T., Higgins R., Mullin P., Hafez S., Handoo Z., Todd T., Powers K. DNA barcoding evidence for the North American presence of alfalfa cyst nematode, *Heterodera medicaginis*. *Journal of Nematology*. 2019; 51: e2019–16.
5. Subbotin S., Waeyenbergh L., Moens M. Identification of cyst forming nematodes of the genus *Heterodera* (Nematoda: Heteroderidae) based on the ribosomal DNA-RFLP. *Nematology*. 2000; 2:153–164.

СОРТ – ОСНОВА ЗАЩИТЫ ОТ КАРАНТИННЫХ ОБЪЕКТОВ КАРТОФЕЛЯ

МАНАНКОВ В.В.¹, ЗЕЙРУК В.Н.¹, БЕЛОВ Г.Л.¹, КОЛЕСОВА Е.А.²

¹ ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»,

² РГУНХ Российский государственный университет народного хозяйства им. В.И. Вернадского
E-mail: vzeyruk@mail.ru

THE VARIETY IS THE BASIS OF PROTECTION FROM QUARANTINE OBJECTS OF POTATOES

Площадь под картофелем занимает в России (без учета хозяйств населения) 301,9 тыс. га (Бутов И.И., 2023). Значительный ущерб картофелеводству наносят карантинные патогены – золотистая

цистообразующая картофельная нематода (ЗЦКН) (*Globodera rostochiensis*) и рак картофеля (*Synchytrium endobioticum*). Площадь установленной карантинной зоны в 2022 году составляла под ЗЦКН – 595524 га, а под раком картофеля 640 га.

Одним из самых эффективных методов борьбы с этими карантинными объектами является севооборот с возделыванием устойчивых сортов. В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию в 12 регионах на 2022 год, представлено 462 сорта из которых отечественными селекционерами создано 269 сортов (58,2%).

Современная селекция картофеля предусматривает целевой принцип создания: столовых и специальных для переработки на различные картофелепродукты и производство крахмала. В последние годы возрос интерес к сортам с пигментированной мякотью клубней, содержащей антиоксиданты с фиолетовой, желтой и красной окраской кожуры и мякоти. С 1991 году оценку нематодоустойчивых сортообразцов осуществляли на Всероссийском пункте по испытанию устойчивости сортов и гибридов картофеля к раку и золотистой цистообразующей нематоде.

Исследования на устойчивость проводили в соответствии с «Положением о порядке испытания сортов и гибридов картофеля на устойчивость к золотистой цистообразующей нематоде» и методикам (Воловик и др., 1995; Симаков и др. 2006; Жевора и др., 2019).

В 2021–23 годы пункт проверил селекционный материал на Государственную оценку устойчивости к возбудителю рака из 26, а к картофельной нематоде из 27 Научно-исследовательских учреждений. В течение 2021–23 годов выявлено устойчивых гибридов и сортов к раку картофеля 427 (98,2%) и картофельной нематоде 172 (81,9% от всех поступивших).

На основании наших исследований в каталог сортовых ресурсов российской селекции (Симаков и др., 2023 г.) вошли новые перспективные сорта ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха», которые хорошо зарекомендовали себя в производстве: Ариэль, Вымпел, Гранд, Гулливер, Кумач, Краса Мещеры, Фаворит, Фиолетовый.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ПУТЬ ЗАНОСА И РАСПРОСТРАНЕНИЯ СОСНОВОЙ СТЕЛОВОЙ НЕМАТОДЫ *BURSAPHELENCHUS XYLOPHILUS* (STEINER AND BUHRER) NICKLE ЧЕРЕЗ ДРЕВЕСНЫЕ ОПИЛКИ

ОЛЕГ АНДРЕЕВИЧ КУЛИНИЧ –
д.б.н, начальник отдела, главный сотрудник
лесного карантина, ORCID 0000-0002-7531-4982,
e-mail: okulinich@mail.ru

ЕЛЕНА НИКОЛАЕВНА АРБУЗОВА –
к.б.н. старший научный сотрудник отдела
лесного карантина, ORCID 0000-0002-0547-2547,
e-mail: pazhitnovaeae@mail.ru

АНДРЕЙ АНДРЕЕВИЧ ЧАЛКИН –
научный сотрудник отдела лесного карантина
Федеральное государственное бюджетное
учреждение «Всероссийский центр карантина
растений», р.п. Быково, Раменский, МО, 150140

ALTERNATIVE WAY OF INTRODUCTION
AND SPREAD OF THE PINE STEM NEMATODE
BURSAPHELENCHUS XYLOPHILUS (STEINER
AND BUHRER) NICKLE BY SAWDUST

KULINICH O.A., ARBUZOVA E.N., CHALKIN A.A.

Сосновая стееловая нематода *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner and Buhner) Nickle является значимым патогеном хвойных культур в мире, занесенным из Северной Америки в другие страны мира (Японию, Тайвань, Республику Корея, Китай, Португалию), где вызвал массовую гибель сосновых насаждений (Кулинич и др., 2017). Распространение *B. xylophilus* в очагах сосновых насаждений осуществляется жуками рода *Monochamus*, которые переносят их с дерева на дерево в стадии трансмиссивных личинок. Нематоды *B. xylophilus* могут быть занесены на более значительные расстояния с лесоматериалами: пиловочником, дровами, пиломатериалами, щепой, порубочными остатками, древесными упаковочными материалами, саженцами и рождественскими деревьями (ЕРРО, 2018). Однако древесные опилки не входят в международный перечень материалов, запрещенных к использованию в качестве упаковки товаров (ISPM 15, 2019).

Целью наших исследований было изучить возможность заражения растений сосны *Pinus sylvestris* патогеном *B. xylophilus* через опилки, зараженные нематодами. Опилки часто используются в качестве мульчи на приусадебных участках и лесопитомниках.

Исследования проводились в лаборатории ФГБУ «ВНИИР» при 27 Со и влажности воздуха 70-80%. Для заражения 3-х летних саженцев сосен *P. sylvestris* использовали культуру нематод *B. xylophilus* (Вх), размноженную на грибе *Botrytis cinerea*. Опыт содержал 7 вариантов по 15 растений:

1. Неповрежденный стебель + опилки, зараженные Вх.
2. Поврежденный стебель + опилки, зараженные Вх.
3. Поврежденный стебель + опилки, зараженные Вх на расстоянии 2,5 см.
4. Неповрежденные корни + зараженные Вх опилки в почве.
5. Поврежденные корни + зараженные Вх опилки в почве.
6. Поврежденные корни без опилок
7. Неповрежденные саженцы без опилок.

Варианты 6 и 7 рассматривались как контроль.

Установлено, что нематоды *B. xylophilus* интенсивно проникали в саженцы в варианте, где был непосредственный контакт зараженных Вх опилок с поврежденным стеблем; 83% саженцев сосны были заражены нематодами ($p < 0,012$). Аналогичные результаты были получены и в варианте с поврежденными при посадке корнями: 50% саженцев были заражены нематодами Вх ($p < 0,008$). По результатам сделано заключение, что нематоды активно перемещались из зараженных опилок в поврежденные корни или поврежденные стебли саженцев сосны, но не могли проникнуть в растения, в варианте, где опилки находились на поверхности почвы на расстоянии 2,5 см от стебля сосны (Arbuzova et al., 2023).

В варианте, где зараженные Вх опилки смешивались с почвой при посадке, нематоды выживали в почве (в опилках) в течение 20 недель. У всех саженцев, которые были заражены Вх, наблюдались симптомы вилта хвойных пород, и в конечном итоге эти растения погибли. Таким образом, проведенные исследования показали, что заражение саженцев сосны нематодами может происходить через опилки, если они заражены сосновой стволовой нематодой *B. xylophilus*, и такие опилки представляют высокий фитосанитарный риск.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Кулинич О.А., Козырева Н.И., Арбузова Е.Н. (2017) Сосновая стволовая нематода как угроза хвойным насаждениям России. // Лесохозяйственная информация: электронный сетевой журнал, №3. с. 50–66.
2. Arbuzova EN, Kulnich OA, Chalkin AA, Kozyreva NI, Gorbach VV, Ryss AY (2023) Infestation of pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings with the pinewood nematode *Bursaphelenchus xylophilus* Steiner and Buhner (Nickle) through wood sawdust // Annals of Forest Science 80, 6. <https://doi.org/10.1186/s13595-023-01174-y>
3. EPPO (2018). Commodity-specific phytosanitary measures, PM 8/2 (3) Coniferae // Bulletin OEPP/EPPO Bulletin (3), 463–494.
4. ISPM 15 (2019) Regulation of wood packaging material in international trade. International standards for phytosanitary measures, FAO, 21 p.

НЕМАТОДЫ-ТРИХОДОРИДЫ (*TRIPLOCHIDA: TRICHODORIDAE*) В ПОСАДКАХ КАРТОФЕЛЯ В РЕГИОНАХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

ХУСАИНОВ РЕНАТ ВИКТОРОВИЧ

Центр Паразитологии, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва, Россия; e-mail: ren.khusainov@gmail.com

TRICHODORID NEMATODES (*TRIPLOCHIDA: TRICHODORIDAE*) IN POTATO FIELDS IN THE REGIONS OF THE CENTRAL-EUROPEAN PART OF RUSSIA
KHUSAINOV RENAT VIKTOROVICH



Итотрофные нематоды семейства Trichodoridae являются значимыми вредителями различных сельскохозяйственных культур. При высокой численности они приводят к укорачиванию и утолщению корней, что влечет снижение вегетативной массы (Descaemer, 1995; 2020). Вредность данных нематод отмечена для овощных, технических, ягодных культур и газонных трав (Whitehead & Hooper, 1970; Rhoades, 1965; Oliveira et al., 2023 и др.). Также, триходориды способны переносить tobравирсы, такие как *Tobacco rattle virus* и *Pea early browning virus* (Van Hoof, 1970). В ранних исследованиях, триходориды на полях картофеля в крупных хозяйствах отмечены не были (Хусаинов, 2013; 2016), но были выявлены в ЛПХ. Таким образом, было решено продолжить исследования в более широком масштабе.

Для изучения видового состава и вредоносности нематод сем. Trichodoridae в посадках картофеля проводились обследования полей в 2015–2020 гг. Сбор образцов осуществлялся на территории 10 регионов Центрально-Европейской части России (Тверская, Ярославская, Московская, Владимирская, Калужская, Тульская, Рязанская, Орловская, Брянская, Воронежская области). Всего было обследовано 200 полей (более 6000 га) маршрутным методом и более 50 участков в ЛПХ методом «конверта». Нематод из почвы выделяли вороночным методом, с экспозицией 24–48 часов. Затем их нагревали в течение 2 мин. при 55°C и фиксировали 4-% раствором ТАФ.

По результатам исследований на полях картофеля было выявлено три представителя рода *Trichodorus* (*T. primitivus*, *T. similis*, *T. viruliferus*) и один вид рода *Paratrichodorus* (*P. pachydermus*). В целом триходориды встречались на крупных полях хозяйств и участках ЛПХ не часто. Они обнаружены в 11 % обследованных полей и в 26,9% участков в ЛПХ. Наиболее часто встречаемым видом был *T. similis* (6%),

на втором месте стоял *T. viruliferus* (3%); *T. primitivus* обнаружен единично. *P. pachydermus* отмечался на полях редко (3,5%). При этом на участках в ЛПХ данный вид обнаруживался чаще – в 21,2% случаев. Наиболее распространенными видами по регионам были *P. pachydermus* и *T. similis*. Численность триходорид в зависимости от факторов была дифференцированной – от 3 до 46 особей на 100 см³ почвы. В четверти случаев выявления триходорид на корнях картофеля наблюдали классические симптомы поражения. Но при этом, даже при существенной численности данных нематод в ризосфере растений, угнетения вегетативной массы не наблюдалось. В четырех случаях наблюдалась возможная взаимосвязь между поражением растений вирусной инфекцией и наличием на корнях *P. pachydermus* и *T. similis*.

ОСНОВЫ ФИТОПАРАЗИТИЗМА

ШЕСТЕПЕРОВ АЛЕКСАНДР АЛЕКСАНДРОВИЧ,
ЩИТКОВ ГЕОРГИЙ СЕРГЕЕВИЧ,

ВНИИП – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН,
Москва, Россия, aleks.6perov@yandex.ru

FUNDAMENTALS OF PHYTOPARASITISM

SCHESTEROV A.A., SHCHITKOV G.S.

Систематическая характеристика фитопаразитов (ФП). 1. Животные (*Animalia*) 1.1. Нематоды (*Nematoda*) – представители отрядов *Aphelenchida*, *Tylenchida*, имеющих стилет и слюнные железы; представители отрядов *Tripionchida* (*Trichodoridae*) и *Dorylaimida* (*Longidoridae*), имеющих копьё и эктоферментивные железы. 1.2. Тихоходки (класс *Heterotardigrada*) – представители, имеющие два стилета и слюнные железы, являются фитопаразитами водорослей, лишайников, мхов. 1.3. Клещи (класс *Chelicerata*) – представители отряда *Acariformes*, имеющие колюще-сосущий ротовой аппарат (КСРА) и слюнные железы (СЖ). Типичные фитопаразитические клещи – *Tetranychus spp.*, *Cecidophopsis ribis*, *Eriophyes vitis*. 1.4. Насекомые (класс *Insecta*) – представители отрядов *Homoptera*, *Hemiptera*, *Thysanoptera*, *Hymenoptera*, *Diptera*, имеющие КСРА и СЖ. Представители ФП: цикады, яблонная медяница белокрылки, тли, кокциды, свекловичный клоп, вредная черепашка, трипсы; представители отрядов *Coleoptera*, *Lepidoptera*, *Hymenoptera*, *Diptera* – ФП с грызущим ротовым аппаратом (ГРА), паразитируют в личиночной фазе развития внутри органов растений и соответствуют другим критериям фитопаразитизма. ФП – орехотворки, галлицы, трубноверты, яблонная плодожорка, яблонная стеклянница, картофельная моль, древесница въедливая, хлебный пилильщик, луговая муха, гессенская муха. 2. Высшие растения (*Embryophyta*) – представите-

ли покрытосеменных (*Angiospermae*) – фитопаразитические растения, получающие питательные вещества из тканей других растений. Бесхлорофильные растения – облигатные ФП, утратившие функции фотосинтеза, и у которых произошла редукция листьев, превратившихся в чешуйки, питание за счет растения-хозяина привело к утрате корня. К ним относят опасных ФП с.-х. культур – виды родов повилика, заразиха. Растения из семейства Норичниковые являются полупаразитами (погремок, марьянник, очанка и др.) с частично редуцированной корневой системой, но сохранившие зеленые листья.

Морфологические адаптации ФП. 1. Наличие КСРА, направляющих его специализированных мышц для прокалывания стенок клеток растений. 2. Наличие капилляров в КСРА, подсасывающих органов. 3. Наличие СЖ и расположение их протоков в пищеводе. 4. Наличие координирующей работу организма нервной системы. 5. Минимизация размеров тела. 6. Для облигатных ФП характерно наличие КСРА и СЖ. 7. Для личинок насекомых – галлообразователей характерно наличие ГРА и СЖ. 8. Для личинок насекомых, питающихся внутри тканей и органов растений, характерно наличие ГРА. 9. Для имаго насекомых, питающихся нектаром цветов – грызущие-лижущие, колюще-сосущие, сосущие, лижущие РА.

Биологические адаптации ФП. 1.1. По локализации: экто- и эндофитопаразиты. 1.2. По мобильности: мигрирующие и немигрирующие (седентарные, прикрепленные, галлообразователи). 1.3. В зависимости от фитопаразитической стадии: ларвальные и имагинальные. 1.4. В зависимости от типа превращения: с неполным – все стадии кроме яйца; с полным – личинки кроме яйца и куколки и часто взрослые особи. 2. Экологические адаптации ФП. 2.1. Облигатные ФП – форма существования, при которой в их жизненном цикле обязательно есть несколько паразитарных стадий или одна. 2.2. Постоянные ФП локализируются на или в организме растения-хозяина (РХ) на весь цикл развития. 2.3. Периодические ФП инвазируют и паразитируют в определенный период своего жизненного цикла: ларвальные и имагинальные ФП. 2.4. Стационарные ФП используют РХ не только для питания, но и обитания на нем или в нем продолжительное время, нередко всю жизнь. 2.5. Специфичность ФП – приуроченность определенных видов ФП к определенным видам РХ. Моногостальные ФП – без смены РХ. Полигостальные – со сменой РХ. 3. Биохимические и физиологические адаптации к питанию жидкой растительной пищей. 4. Фитопатологические и эпифитотииологические адаптации. 4.1. Вызывание патологической реакции, симптомов ФП, обладающих внекишечным пищеварением, являются фитопатогенами. 4.2. ФП – возбудители фитопаразитозов: фитогельминтозов, акариозов, энтомозов. 4.3. Многие виды ФП являются переносчиками фитопатогенных вирусов, бактерий, грибов, нематод, клещей.

ФИТОСАНИТАРНАЯ БОТАНИКА

И ГЕРБОЛОГИЯ

ПОЛЕЗНЫЕ СОРНЫЕ
РАСТЕНИЯ
СЕМ. *LAMIACEAE* LINDL.
В ГЕРБАРИИ WIRВАРГАНОВА ИРИНА ВИКТОРОВНА¹,
ПЕРВУШЕВА МАРИЯ АЛЕКСАНДРОВНА²¹ Всероссийский институт генетических ресурсов
растений имени Н. И. Вавилова (ФГБНУ ВИР),
Санкт-Петербург, Россия
0000-0002-5054-6410, Varganova_irina@mail.ru² Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Российский государственный
педагогический университет им. А. И. Герцена»,
Санкт-Петербург, Россия
0009-0002-1129-0034USEFUL LAMIACEAE WEEDS
IN THE HERBARIUM WIRIRINA V. VARGANOVA,
MARIA A. PERVUSHEVA**В** гербарии WIR находится крупнейшая мировая гербарная коллекция сорных растений, включающая более 60 тыс. образцов.Цель работы – выявить полезные виды сем. *Lamiaceae* в гербарии сорных растений WIR и проанализировать их приуроченность к местообитаниям.

Всего семействе *Lamiaceae* в гербарии сорных растений WIR выявлено 26 родов, 108 видов, 1521 образец. Объектом данного исследования являются 13 полезных видов, имеющих широкое применение. Выбранные растения относятся к 8 родам (Черепанов, 1995) и представлены в гербарии сорных растений WIR 449 образцами на 727 гербарных листах. Виды, имеющие применение: декоративное *Ajuga reptans* L. (11 образцов), лекарственное *Leonurus cardiaca* L. (25), и *L. quinquelobatus* Gilib. (7), лекарственные и медоносные *Lamium album* L. (41), *L. amplexicaule* L. (51), *L. purpureum* L. (87), эфирномасличные, пряные и медоносные *Mentha arvensis* L. (96), эфирномасличные и медоносные *Mentha canadensis* L. (19) и *Nepeta cataria* L. (8), пряные, эфирномасличные *Origanum vulgare* L. (18) и *Satureja hortensis* L. (2), витаминное *Scutellaria galericulata* L.

(42), эфирномасличное *Stachys annua* L. (42) (Ульянова, 1998; Цвелев, 2000).

Все изученные образцы были собраны в период с 1886 г. по 1993 г. 240 гербарных образцов (более 53%) выявлено из Европейской части СССР и России, 77 (17 %) – сборы с территории Сибири, преимущественно из ЯССР, 57 (13%) выполнены на Кавказе, в основном в период 1970 г. по 1976 г.

По типу местообитаний преобладают образцы сегетальной флоры (70% сборов). 24,5% образцов собраны на рудеральных местообитаниях, около 6% – растения естественных угодий. В сегетальных местообитаниях собраны: чистец (97% от общего количества образцов этого вида), яснотка стеблеобъемлющая (76%) и я.пурпурная (79%), мята полевая (75%) и м.канадская (63%), душица (69%), шлемник (58,5%), живучка (55,6%).

239 образцов содержат упоминания о 36 культурах, рядом с которыми были собраны образцы. Наиболее часто указываются засорители посевов пшеницы (36 образцов/10 видов сорных растений), кукурузы (27/7), ячменя (25/7), овса (21/7) и картофеля (24/6). 17 образцов чистеца (40% от общего количества образцов вида) были собраны в посевах кукурузы. В посевах пшеницы были отмечены 50% образцов шлемника, мяты полевой (13%) и м. канадской (17%). Первые два вида часто встречаются в посевах ячменя (32% и 10% соответственно из 25 наблюдений). Более чем 10% гербарных образцов видов рода яснотка были отмечены в посадках картофеля. В посевах овса чаще других видов как засорители собраны мята полевая, яснотка пурпурная и я. стеблеобъемлющая, шлемник.

В рудеральных местообитаниях были гербаризованы 60% образцов яснотки белой, 63% котовника, более 50% образцов рода пустырник. В естественных угодьях были собраны 25% образцов котовника, 14,5% шлемника, около 10% живучки и мяты полевой.

Таким образом, гербарный материал дополняет сведения о распространении и приуроченности к типам местообитаний сорных растений сем. *Lamiaceae*, имеющих полезное применение.

Исследование выполнено в рамках темы FGEM-2022-0006 «Раскрытие научного потенциала гербарной коллекции ВИР как особой специфической единицы хранения мирового агробиоразнообразия для научно обоснованной мобилизации, эффективного изучения и сохранения генофонда культурных растений и их диких родичей».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Ульянова Т.Н. Сорные растения во флоре России и других стран СНГ. СПб: ВИР. 1998. 233 с.
2. Цвелев Н.Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). СПб.: Изд-во СПХФА. 2000. 781 с.
3. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. – СПб.: Мир и семья – 95, 1995. – 992 с.

ОТРАБОТКА МЕТОДОВ ВЫДЕЛЕНИЯ ДНК ИЗ ПЛОДОВ ЧЕРЕД (*BIDENS*, *PSILOCARPAEA* DC)

ВИШНЯКОВ К.Н.

Всероссийский центр карантина растений
(Московская обл., Раменский район, р.п. Быково,
ул. Пограничная, 32), ORCID ID: 0009-0001-9778-415X,
e-mail: kirill373737@yandex.ru

DEVELOP OF METHODS FOR DNA EXTRACTION FROM FRUITS OF *BIDENS* L. (*PSILOCARPAEA* DC)

K.N. VISHNYAKOV



Плоды узкоплодных черед (*Bidens*, *Psilocarphaea* DC) часто засоряют различные виды продукции (семена, соевые бобы, табачное сырье и др.). Среди них встречаются виды, включенные в Единый перечень карантинных объектов ЕАЭС (*Bidens pilosa* L., *Bidens bipinnata* L.), а также некарантинные виды – *B. subalternans* DC, *B. odorata* Cav., *B. alba* (L.) DC и другие [1]. Отличить эти виды друг от друга, используя только макроморфологические признаки плодов, крайне сложно [2]. В продукции плоды могут быть разломаны, деформированы, не иметь исходных диагностических признаков. Поэтому разработка молекулярно-генетических методов является оптимальной, отличается высокой воспроизводимостью, возможностью количественного анализа, позволяет оперативно и непредвзято проводить идентификацию.

Целью нашего исследования является подбор методов гомогенизации и экстракции ДНК из плодов черед, пригодной для проведения ПЦР-РТ.

Материалом для исследования являлись образцы плодов *Bidens pilosa* L. из коллекции ФГБУ ВНИИКР» (коллекционный № S-01427). Вес плодов определяли при помощи аналитических весов Ohaus. Гомогенизацию образцов проводили несколькими способами: растирание плодов ручными гомогенизаторами (пестиками); дробление плодов металлическими шариками в гомогенизаторе Magna Lyser. Чистоту и концентрацию ДНК определяли на спектрофотометре NanoDrop. Выделение ДНК проводили российскими коммерческими наборами Синтол и Diamond DNA.

В составе околоплодника плодов Черед содержатся вторичные метаболиты (полисахариды, полифенолы, белки, липиды), загрязняющие ДНК в процессе ее выделения и ингибирующие дальнейшие этапы исследования [3]. Кроме того, плоды Черед имеют плотную плодовую кожуру, которую необходимо разрушить для доступа к зародышу, что возможно при использовании гомогенизаторов. В наших исследованиях было установлено, что ручная и автоматическая гомогенизация способствуют качественному измельчению образцов

в равной степени. Использование автоматической гомогенизации позволяет измельчать несколько образцов одновременно, а также существенно сократить время на этот процесс (дробление проходит в течение 30 секунд). При ручной гомогенизации рекомендуется использовать предварительно замоченные в воде плоды (от 30 минут), что облегчает процедуру растирания образца пестиком, но требует большего времени.

Масса исходной растительной навески влияет на качество выделяемой ДНК. Оптимальным является выделение ДНК из одного плода растения (масса навески 0,5–4 мг). Это обеспечивает получение чистых ДНК-препаратов, демонстрирующих необходимые значения соотношения оптической плотности 260/280, что является критически важным для последующего анализа.

Для выделения ДНК из размолотых образцов плодов подходят коммерческие наборы: ДНК-Экстран 3, Сорб-ГМО-Б, ФитоСорб, Diamond DNA Plant kit.

Таким образом, для получения качественной ДНК, подходящей для проведения ПЦР-РТ, необходимо соблюдать следующие условия: 1) измельчать предварительно замоченные плоды пестиками или использовать автоматическое дробление сухих плодов; 2) при любом варианте гомогенизации достаточным будет использование одного плода; 3) для выделения ДНК приемлемы наборы: ДНК-Экстран 3, Сорб-ГМО-Б, ФитоСорб, Diamond DNA Plant kit. Использование набора ДНК-Экстран 3 значительно сокращает временные затраты.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№ 123042500048-5).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Решение Совета ЕЭК от 30.11.2016 № 158 «Об утверждении единого перечня карантинных объектов Евразийского экономического союза (с изменениями на 15 июля 2022 года)».
2. Отчет НИР «Изучение морфологического, таксономического и генетического разнообразия секции узкоплодных черед *Bidens* sect. *Psilocarphaea* DC. (Asteraceae). Рег. № НИОКТР 122041400272-9. Быково, ФГБУ «ВНИИКР», 2022. 85 с.
3. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т.5 Семейство Asteraceae (Compositae). Часть I. Роды *Achillea*-*Doronicum* / Отв.ред. А.Л.Буданцев – СПб., Товарищество научных изданий КМК, 2012 – С. 110.

ОБНАРУЖЕНИЕ ВОЗБУДИТЕЛЯ ЖЁЛТОЙ ПЯТНИСТОСТИ ЛИСТЬЕВ ПШЕНИЦЫ (*PYRENOPHORA TRITICI-REPENTIS*) С ПОМОЩЬЮ СПОРОУЛАВЛИВАЮЩИХ ПРИБОРОВ

ГАСИЯН К.Э.

ФГБНУ «Федеральный научный центр
биологической защиты растений»
(г. Краснодар, Россия),
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2192-3261>,
gasiyankkk@mail.ru;

БАЕВА Е.Э.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
университет» (г. Краснодар, Россия),
elena.b01@bk.ru;

САЙНУЛЛА А.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
аграрный университет имени И.Т. Трубилина»
(г. Краснодар, Россия).

DETECTION OF THE CAUSAL AGENT OF YELLOW LEAF SPOT (*PYRENOPHORA TRITICI-REPENTIS*) USING SPORE-CATCHING DEVICES

GASIYAN K.E., BAEVA E.E., SAINULLA A.

Гемибиотрофный гриб *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler, несовершенная стадия *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoem., вызывающий жёлтую пятнистость листьев пшеницы, распространён по всему миру [7].

Вредоносность болезни заключается в негативном воздействии селективных токсинов на растение, что сопровождается двумя характерными симптомами – хлорозом и некрозом листьев, размеры которых могут варьироваться от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров [8]. Желтая пятнистость пшеницы в основном поражает листья, реже влагалища листовых пластин, зерновки и стебли пшеницы [5]. Потери урожая пшеницы от заболевания в эпифитотийно благоприятные годы могут достигать 60 % [6, 8]. Одним из способов осуществления мониторинга, позволяющего предотвратить развитие и распространение данного заболевания, является применение портативных и стационарных спороулавливателей. Эффективность данного метода заключается в обнаружении инфекционного начала возбудителя болезни (спор) на посевах пшеницы.

Цель данного исследования – оценка возможности выявления спор жёлтой пятнистости листьев

в посевах пшеницы с помощью спороулавливающих устройств различных конструкций.

Исследования проводились на опытных полях Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр биологической защиты растений» (ФГБНУ ФНЦБЗР) в 2019–2020 гг. Объектами исследования в 2019 году служили сорта озимой пшеницы Аксинья и Краснодарская 99, в 2020 году – сорт озимой пшеницы Гром. Площадь участков каждого сорта составляла 10 м². Для оценки развития и распространённости болезни использовалась классическая фитопатологическая методика с использованием шкалы поражённости растений [8], а также разработанные в ФГБНУ ФНЦБЗР спороулавливающие устройства различных конструкций: стационарная споролушшка, устройство для определения заспоренности растений [1] и пробоотборник воздуха [2], устанавливаемый на БПЛА.

Идентификация спор осуществлялась под световым микроскопом при 10-кратном увеличении объектива. Количественный подсчёт спор проводился по методическим рекомендациям по применению средств инфекционного контроля и параметров среды при защите растений от болезней [3, 4].

В 2019 году были проведены исследования по обнаружению спор *P. tritici-repentis* устройством для определения заспоренности растений и пробоотборником воздуха, установленным на беспилотном летательном аппарате. Полученные данные позволили предположить, что степень развития болезни в посевах зависит от количества продуцируемых спор в предыдущую фазу развития растений, так как с увеличением количества обнаруженных спор увеличивалось развитие болезни именно в последующую фазу развития растений пшеницы. Также было установлено, что посредством спороулавливающих устройств возможно выявление очага распространения инфекции.

В 2020 году на полевом стационаре ФГБНУ ФНЦБЗР проводились исследования посредством стационарной споролушшки и устройства для определения заспоренности растений. Полученные данные позволили установить, что устройство для определения заспоренности посевов отлавливает большее количество спор, так как сам принцип работы устройства позволяет обнаруживать споры возбудителя болезни в воздушном пространстве непосредственно около растений. Стационарная споролушшка предназначена скорее для первичного обнаружения спор и фиксации начала их лёта.

Данные исследования показали возможность выявления возбудителя жёлтой пятнистости листьев с помощью спороулавливателей различных конструкций. Разные устройства отлавливают разное количество спор патогена – наиболее эффективным оказалось устройство для определения заспоренности растений. Выявлено, что при минимальной степени развития *P. tritici-repentis* – 0,5 % можно прогнозировать дальнейшее развитие болезни на основании данных о количестве обнаруженных спор.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научно-инновационного проекта № НИП-20.1/22.8.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Патент № 202119 Российская Федерация. Устройство для определения засоренности растений / Кремнева О. Ю., Пономарев А. В., Пачкин А. А., Ермоленко С. А.; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологической защиты растений». 2020.

2. Патент № 191629 Российская Федерация. Пробоотборник воздуха / Садковский В.Т., Соколов Ю.Г., Кремнева О.Ю., Ермоленко С.А.; правообладатель ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений». 2019.

3. Соколов Ю.Г. Методические указания по дистанционной диагностике поражения зерновых культур фитопатогенами. В сборнике высокоэффективных и высокоточных технологий и методов диагностики и фитосанитарного мониторинга; Соколов Ю.Г., Садковский В.Т., Костенко И.А., Евсюков Н.А. (ред.); Краснодар, Россия, 2007; стр. 15–26.

4. Соколов Ю.Г. Рекомендации по применению средств инфекционного контроля и параметров среды при защите растений от болезней; Соколов Ю.Г., Евсюков Н.А., Садковский В.Т. (ред.); 1994 год; п. 33.

5. Шашко Ю. К., Подорский М. В. Распространенность возбудителя желтой пятнистости листьев озимой пшеницы *Pyrenophora tritici-repentis* на территории Республики Беларусь и отбор источников повышенной устойчивости к патогену // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. 2019. Т. 57. № 2. С. 179–191.

6. Genetic relationships between race-nonspecific and race specific interactions in the wheat – *Pyrenophora tritici-repentis* pathosystem / G. K. Kariyawasam, A. H. Carter, J. B. Rasmussen, et al. // Theor. Appl. Genet. 2016. Vol. 129. P. 897–908. doi:10.1007/s00122-016-2670-x.

7. Gurung S., Short D. P. G., Adhikari T. B. Global population structure and migration patterns suggest significant population differentiation among isolates of *Pyrenophora tritici-repentis* // Fungal Genetics and Biology. – 2013. – Т. 52. – С. 32–41.

8. Resistance of winter wheat varieties to tan spot in the North Caucasus region of Russia / O. Yu. Kremneva, N. V. Mironenko, G.V. Volkova, et al. // Saudi Journal of Biological Sciences. 2021. Vol. 28. No. 3. P. 1787–1794. doi: 10.1016/j.sjbs.2020.12.021.

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ СЕГЕТАЛЬНОГО СООБЩЕСТВА В ПОСЕВАХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ СУЛЬФОНИЛМОЧЕВИН НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ

ЖЕЛЕЗОВА С.В.

ФГБНУ ВНИИФ, Большие Вязёмы, РФ;

ORCID ID 0000-0002-8615-4590

ВЕЛЛЕР В.Е.

ФГБНУ ВНИИФ, Большие Вязёмы, РФ; ООО BASF

SPECIES DIVERSITY OF THE SEGETAL WEEDS IN GRAIN CROPS UNDER THE LONG-TERM USING OF SULFONYLUREA ON SOD-PODZOLIC SOIL

ZHELEZOVA S V., VELLER V.E.



Применение гербицидов класса сульфонилмочевин на зерновых культурах активно началось с конца 80-х годов. В настоящее время до 80% посевных площадей зерновых обрабатывается гербицидами данного класса [1]. С широким внедрением данных групп действующих веществ происходит смена видового состава сегетального сообщества. На примере применения сульфонилмочевин на озимой пшенице и ячмене в течение 10 лет было изучено видовое разнообразие сорных видов в многолетнем опыте Центра точного земледелия РГАУ – МСХА имени К.А.Тимирязева на агродерново-подзолистой почве. Опыт представляет собой 4-польный зерно-пропашной севооборот: озимая пшеница + горчица – пожнивно, картофель, яровой ячмень, викоовсяная смесь (на зеленый корм). 50% площади севооборота занимают зерновые культуры [2]. В разные годы в посевах зерновых применяли согласно регламенту гербициды Ковбой Супер, Фенизан (содержат д.в. хлорсульфурон), Линтур (содержит д.в. триасульфурон), Гранд Стар (содержит д.в. трибенурон-метил) Алистер Гранд (содержит д.в. йодосульфурон-метил-натрий), Магнум (д.в. метсульфурон-метил). За три полные ротации севооборота общая насыщенность площади севооборота гербицидами группы сульфонилмочевин составила в среднем 38%, по посевам ячменя – 61%, озимой пшеницы – 88%. На озимой пшенице используют осеннее применение гербицидов. Сорные виды учитывали в учётных рамках 0,25 кв м. количественным методом дважды в сезон: перед и после применения гербицида. Учётные рамки накладывались с высокой повторностью: по 50–500 точек учёта на поля размерами 0,7–1,4 га. Всего за весь период наблюдений было заложено более 15 тыс. точек учёта, видовое разнообразие сорных растений на территории со-

ставило 78 видов с различной встречаемостью. Встречаемость (в %) оценивали как соотношение количества точек с данным видом к общему количеству точек учёта (в один срок). За 10 лет наблюдений изменился видовой состав сорной флоры. Существенно возросла встречаемость однодольных сорняков: мятлик однолетний с 10% до 80–100%, костер мягкий с 0 до 60–70%, просо куриное с 0,1 до 5–7%. По двудольным видам: существенно снизилась встречаемость и общая численность звездчатки-мокрицы, дымянки аптечной, пастушьей сумки, ярутки, горцев, увеличилась встречаемость мелколепестника канадского с 0 до 3–5%. Таким образом, применение сульфонилмочевин изменяет состав сегетального сообщества в сторону увеличения численности сорняков семейства мятликовые и широкого распространения инвазивного вида мелколепестник канадский. Требуется дополнительное изучение его резистентности по отношению к сульфонилмочевинам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Спиридонов Ю.Я., 2016. Научно-практическое обоснование успешной борьбы с сорняками на современном этапе // Сб. «Современные проблемы гербологии и оздоровления почве». Большие Вяземы: ВНИИФ, 2016. С. 118–136.
2. Железова С.В. и др., 2017. Влияние разных технологий возделывания озимой пшеницы на урожайность и фитосанитарное состояние посевов (на примере полевого опыта РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева) // Агрохимия. 2017. № 4. С. 72–82.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ АЭРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ *AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA* L. В г. РЯЗАНИ

КАРАСЕВА ВЕРА СЕРГЕЕВНА

e-mail: v.karaseva@365.rsu.edu.ru

<https://orcid.org/0000-0002-9054-070X>,

СЕЛЕЗНЕВА ЮЛИЯ МИХАЙЛОВНА,

ЖУЛИНА ДАРЬЯ АЛЕКСЕЕВНА,

ФЕДОТОВА ТАТЬЯНА СЕРГЕЕВНА,

СОМОВ ВАЛЕРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

РГУ имени С.А. Есенина, Рязань, Россия

INTERPRETATION OF AEROBIOLOGICAL DATA
FROM THE RESULTS OF PHENOLOGICAL
OBSERVATIONS ON THE EXAMPLE
OF *AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA* L. IN RYAZAN

KARASEVA V. S., SELEZNEVA YU. M., ZHULINA D. A.

Инвазии агрессивных чужеродных видов представляют угрозу как для биологического разнообразия, так и для здоровья людей. Особенно это касается карантинных растений, к которым на территории европейской части России относятся представители североамериканского рода *Ambrosia*.

На территории Рязанской области встречается 3 вида амброзии: *Ambrosia artemisiifolia* L., *Ambrosia trifida* L., *Ambrosia psilostachya* DC [1]. В 2023 г. единичные экземпляры амброзии полыннолистной были обнаружены нами в пределах г. Рязани (ЦПКИО, мкр. Дашки Военные, ул. Высоковольная, ул. Свободы) и Рязанской области (г. Касимов, п.г.т. Александр-Невский).

Аэробиологические наблюдения проводились по стандартной международной методике [3] с использованием волюметрического пылеуловителя Lanzoni-2000 с начала июля до конца сентября (2022) – начала октября (2023). Поскольку аэропалеологические исследования не всегда отражают только региональную картину цветения растений, то для детализации кривых пыления необходимо использовать фенологические данные.

Фенологические наблюдения проводились с конца июля до конца сентября 2023 г. на пробной площадке, расположенной на расстоянии не более 1 км от места установки ловушки. В качестве объекта исследований была выбрана *Ambrosia artemisiifolia*. Анализ фенологических особенностей проводился на 230 экземплярах.

Первые пылевые зерна *Ambrosia* регистрировались в воздухе 01 июля (2022) и 7 июля (2023), что более чем на месяц раньше сроков ее потенциального цветения в умеренных широтах (конец августа – начало сентября) [2]. Вероятно, это пыльца дальнезаносного происхождения, которая транспортируется с потоком воздушных масс с южных и юго-западных регионов. Продолжительность периодов интенсивного (непрерывного) пыления составила 32 дня (2022) и 28 дней (2023) соответственно. Максимальное суточное содержание пыльцы амброзии было зафиксировано 19.09.2022 г (22 пз/м³) и 02.10.2023 г (70 пз/м³).

При сопоставлении аэробиологических и фенологических данных было выявлено, что эти показатели достаточно хорошо согласуются друг с другом ($r=0,64$). Однако отмечено несколько периодов их несоответствия. В первую очередь, это связано с резким увеличением концентрации пыльцы 2 октября 2023 г. (70 пз/м³). Поскольку результаты фенологических исследований показали, что цветение амброзии к этому времени уже подошло к концу, мы связываем этот эпизод с дальним транспортом пыльцы из соседних регионов. Помимо этого установлено, что суточный максимум цветения амброзии в умеренных широтах отмечается с 12 до 14 ч [2]. Однако 02.10.2023 г. пик пыления был зафиксирован в 11 часов утра, что сопряжено с ветрами северо-западного направления. Это подтверждают и результаты анализа обратных траекторий движения воздушных масс, проведенного при помощи модели HYSPLIT.

В завершение фенологических наблюдений было установлено, что на территории умеренной полосы *Ambrosia artemisiifolia* способна формировать зрелые семена, о жизнеспособности которых нам предстоит узнать в течение дальнейших исследований.

Таким образом, для интерпретации аэробиологических данных могут использоваться фенологические данные. Однако для полной расшифровки аэробиологической кривой необходим более длительный период наблюдений с использованием большего числа фенологических площадок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Казакова М.В. Флора Рязанской области / М.В. Казакова. Рязань, 2004. – 388 с.
2. Северова Е., Sijlamo P., Skjoth C.A. Дальневосточная пыльца в аэропалинологическом спектре Москвы // Палинология: стратиграфия и геоэкология: Сб. науч. тр. XII Всерос. палинол. конф. СПб., 2008. Т. 1. С. 185–190.
3. Gala ' n C., Smith M., Thibaudon M., Frenguelli G., Oteros J., Gehrig R., Berger U., Clot B., Brandao R., EAS QC Working Group Pollen monitoring: minimum requirements and reproducibility of analysis // *Aerobiologia*. – 2014. – Vol. 30. – P. 385–395.

ВРЕДИТЕЛИ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА *ARACEAE* JUSS. КОЛЛЕКЦИОННОГО ФОНДА ЦЕНТРАЛЬНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА НАН БЕЛАРУСИ

КОБЗАРЬ-ШПИГАНОВИЧ А.В., ГОЛОВЧЕНКО Л.А.
Центральный ботанический сад НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь, alta.zorge@mail.ru

PESTS OF ORNAMENTAL PLANTS OF *ARACEAE* FAMILY IN THE COLLECTION FUND OF THE CENTRAL BOTANICAL GARDEN OF NAS OF BELARUS

A.V. KABZAR-SHPINANOVICH, L.A. GOLOVCHENKO

Растения семейства *Araceae* Juss. занимают особое место в коллекциях ботанических садов. Представители этого семейства устойчивы в интерьерах, теневыносливы, мало поражаются болезнями и вредителями, при благоприятных условиях быстро растут и хорошо адаптируются к условиям окружающей среды [1]. Однако экспозиционная форма содержания представителей этого семейства в оранжереях ботанических садов, регулярное пополнение коллекций влечет за собой и увеличение разнообразия вредных насекомых.

В коллекционном фонде растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси выращивается более 120 видов и внутривидовых таксонов семейства *Araceae*. Наиболее широко представлены такие роды как *Aglaonema* Schott, *Anthurium* Schott, *Dieffenbachia* Schott, *Monstera* Adans., *Philodendron* Schott, *Spathiphyllum* Schott, *Syngonium* Schott. Систематический мониторинг фитосанитарного состояния растений семейства Ароидные показал, что общее состояние растений хорошее, растения оказались довольно устойчивы к вредным насекомым и клещам. В своих тканях растения семейства Ароидные зачастую содержат алкалоиды, сапонины, стерины, цианистые соединения; многие из них ядовиты [2, 3], и способны обеспечить естественную защиту от фитофагов. Часто представители семейства заселялись вредителями в том случае, если произрастали в непосредственной близости от более предпочтительных для вредителей растений.

Во время наблюдений имаго и личинки различных видов фитофагов фиксировались на растениях, не имеющих признаков ослабления. Чаще всего наблюдали повреждение красивоцветущих представителей рода *Anthurium* трипсами (*Heliothrips haemorrhoidalis* (Bouché, 1833), *Chaetanaphothrips orchidii* (Moulton, 1907), *Parthenothrips dracaenae* (Heeger, 1854). Трипсы предпочитают соцветия, встречаются на них массово. Мучнистые червецы (сем. *Pseudococcidae*) повреждали представителей родов *Anthurium*, *Alocasia*, *Philodendron*, *Dieffenbachia*. Выявлено повреждение отдельных растений родов *Alocasia* и *Philodendron* оранжерейной белокрылкой (*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood, 1856): значительного вреда насекомые не нанесли. На заселяемых оранжерейной белокрылкой представителях рода *Philodendron* отмечалось развитие сажистых грибов. Все выявленные вредители по способу питания относятся к группе сосущих насекомых, проявление их вредоносности имеет общие черты. Повреждения приводят к сокращению периода цветения, деформации цветков, проявляются характерной мелкой пятнистостью листьев (желтой или белой), скручиванием и деформацией молодых побегов и листы [4], что в сумме приводит к потере эстетических качеств растения.

В целом, растения семейства Ароидные оказались устойчивы к повреждению вредными насекомыми и клещами, однако при заселении отдельных экземпляров уничтожить популяцию фитофагов очень сложно. Поэтому при культивировании ароидных приоритет следует отдавать поддержанию оптимальных условий выращивания, соблюдению агротехники, профилактическим мероприятиям.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Вьюгин, С. М. Цветоводство и питомниководство: учебное пособие для вузов / С. М. Вьюгин, Г. В. Вьюгина. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 144 с.

2. Губанов И. А. и др. Дикорастущие полезные растения СССР / отв. ред. Т. А. Работнов. – М.: Мысль, 1976. – С. 56. – 360 с.

3. Хессайон Д.Г. Всё о комнатных растениях. – Москва: Изд-во «Кладезь – Бук», 2006. – 256 с.

4 Карпун, Н. Н. Сосущие насекомые как вредители декоративных древесных пород в насаждениях города-курорта Сочи / Н. Н. Карпун, Е. А. Игнатова // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2011. – № 196. – С. 160–168 с.

ФИТОМОНИТОРИНГ *LINUM USITATISSIMUM* L. В ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

КОРОЛЕВ К. П.

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный

университет», г. Тюмень, Россия

ORCID ID: 0001-0001-9595-3493,

korolev.konstantin2016@yandex.ru

PHYTOMONITORING OF *LINUM* *USITATISSIMUM* L. IN THE TYUMEN REGION

KOROLEV K. P.

Лен является ценным растением многостороннего использования [1,2]. Выявление источников устойчивости к фитопатогенам, является важным аспектом повышения биологического потенциала растений, показателей качества [2,5,6], что может внести вклад в эффективность интродукции и расширения ареала выращивания, в т.ч. и в Тюменской области.

Изучение сортов льна-долгунца (Томский-16, -Маяк, Дука, Alizee, Грант, Betertelsdorf 6884/60) и льна масличного (Северный, Сокол, Кустанайский янтарь, Crokus, Даник, Август) проводили в экологических пунктах Тюменской области: Нижнетавдинский р-н (подтайга низменности, 57040 с. ш., 66010 в. д.), Омутинский р-н (северная лесостепь низменности, 56045 с.ш., 67070 в.д.), Тобольский р-н (тайга низменности, 58°11 с.ш., 68°15 в.д.), различающихся по температурному и влажностному режимам, типам почв и их агрохимическим показателям. Размещение делянок рендомизированное, повторность – трехкратная. В период вегетации оценивали сорта по наличию признаков поражения фузариозным увяданием (*Fusarium oxysporum lini* Boll.), септориозом (*Septoria lini-cola* (Speg) Grass.), бактериозом (*Bacillus (Glostridium) macecrans* Schard.). Полевую фитопатологическую оценку сортов выполняли согласно Методических рекомендаций [4]. Статистическую обработку полученных данных выполняли по Б.А. Доспехову [3].

В условиях Тюменской области степень развития фузариозного увядания была максимальной в Нижнетавдинском районе. Септориоз чаще встречался на сортах в Омутинском

(R=12,2–16,6%) и Тобольском (R=9,3–14,2%) районах, бактериозу были подвержены все генотипы во всех пунктах. Выявлено наличие достоверных ($p>0,05$) изменений анатомического строения стебля в онтогенезе у пораженных растений при различной степени развития фитопатогенов. У растений льна, при максимальной степени развития фузариоза в период цветения (R=24,8–31,5%) нарушалось отношение длины элементарного волокна к его диаметру (Alizee, Маяк, Северный), при этом, у основания стебля формировалось малое число коротких, толстых волокон. Сорта Грант, Маяк при низкой степени развития септориоза (R=<2,6–7,0%) в Тобольском р-не, характеризовались лучшим развитием длинных тонких волокон в верхней части стебля. Негативный эффект поражения растений фитопатогенами к периоду ранней желтой спелости во всех пунктах отмечен по числу элементарных волокон в пучке ($n=212,6\pm4,18-322,5\pm1,79$ шт.), при этом у сортов Август, Кустанайский янтарь, Crokus, Маяк в условиях действия септориоза при возрастании степени поражения. Воздействие фузариозного увядания (R=42,3–56,6%) привело к образованию в Омутинском и Нижнетавдинском районах более рыхлых лубяных пучков различной формы (Кустанайский янтарь), при наиболее плотных у сортов Томский-16, Дука при слабой степени поражения (R= 5,8–9,1%) в Тобольском районе. У здоровых растений льна масличного отмечено хорошее развитие древесины в стебле.

Таким образом, установлено отрицательное влияние фитопатогенов на гистологическую структуру стебля. Выявлены сорта устойчивые к фузариозному увяданию и септориозу: Томский-16, Маяк, Дука, Северный, Август (Нижнетавдинский р-н), Маяк, Дука, Томский-16, Грант, (Омутинский р-н), Betertelsdorf 6884/60, Грант, Северный (Тобольский р-н), бактериозом, в меньшей степени, были поражены Томский-16, Alizee, Маяк, Северный.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брач Н.Б. Внутривидовое разнообразие льна (*Linum usitatissimum* L.) и его использование в генетических исследованиях и селекции: дис. ... д-ра биол. наук / Н. Б. Брач. – СПб: ВИР, 2007. – С. 105–143.
2. Голуб, И.А. Льноводство Беларуси / И.А. Голуб, А. З. Чернушок, 2009. – 245 с.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1972. – 399 с.
4. Методические указания по селекции льна-долгунца. М., 2004. – 43 с.
5. Рогаш А.Р. Итоги и перспективы селекции льна-долгунца на повышение качества и содержание волокон, а также на устойчивость к полеганию и болезням / А.Р. Рогаш // Труды ВНИИЛ. М.: Московский рабочий, 1969. – 7. – С. 3–34.
6. Тихвинский С.Ф. Анатомический анализ стеблей льна: методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом / С.Ф. Тихвинский, В.Я. Тихомирова. Торжок, 1978. – С. 47–51.

О ЩЕТИННИКАХ (*SETARIA P. BEAUV., POACEAE*) ВО ФЛОРЕ СИБИРИ

А.Л. ЭБЕЛЬ¹, Т.В. ЭБЕЛЬ², С.И. МИХАЙЛОВА³

¹ Александр Леонович Эбель;
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
Томский государственный университет»,
г. Томск, Россия; Томский филиал
ФГБУ «ВНИИКР», г. Томск, Россия;
ORCID 0000-0002-7889-4580,
e-mail: alex-08@mail2000.ru

² Татьяна Валерьевна Эбель;
Томский филиал ФГБУ «Всероссийский центр
карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»),
г. Томск, Россия

³ Светлана Ивановна Михайлова;
Томский филиал ФГБУ «ВНИИКР»,
г. Томск, Россия; ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский Томский государственный
университет», г. Томск, Россия

ABOUT BRISTLE-GRASSES (*SETARIA P. BEAUV., POACEAE*) IN THE FLORA OF SIBERIA

A.L. EBEL, T.V. EBEL, S.I. MIKHAILOVA



етинник (*Setaria P. Beauv.*) – один из крупней-
нейших родов трибы Paniceae, насчиты-
вающий около 130 видов. Для России ука-
зано 14 видов (Цвелев, Пробатова, 2019).

В Сибири это крупнейший род просовых
(при детальном понимании – 10 видов).

Наиболее широко распространены в Сибири
Setaria viridis (L.) P. Beauv. и расселяющийся ныне
на север *Setaria pumila* (Poir.) Roem. et Schult. Весь-
ма редок *Setaria verticillata* (L.) P. Beauv., собранный
в Иркутске в 1995 г. (Конспект..., 2008).

Наблюдается расселение в Сибири восточно-
азиатского по происхождению вида *Setaria faberi*
R.A.W. Hegg. Он впервые обнаружен нами в 1995
г. в Алтайском крае и Е.Ю. Студеникиной (Зыко-
вой) в северных районах Республики Алтай (сбо-
ры в NS). Позднее найден в Центральном Алтае
(Пяк, Эбель, 2001), на юге Томской области (Эбель,
2007), в Кемеровской области (Эбель и др., 2009)
и на юге Красноярского края (Шауло и др., 2010). К
настоящему времени известны многочисленные
находки в Республике Алтай и Алтайском крае,
несколько новых местонахождений в окрестно-
стях Томска. По результатам анализа гербарных
материалов и наблюдений в природе установлено,
что *Setaria faberi* в Сибири произрастает в посевах
и посадках различных культур (кукуруза, карто-
фель, подсолнечник, пшеница, рапс), а также в ру-
деральных местообитаниях (пустыри, обочины
дорог, железнодорожные насыпи); редко встреча-
ется на залежах, засоренных лугах и по берегам
водоемов.

Требуют уточнения детали распространения
в Сибири (особенно в южных районах) «мелких»
видов, не признаваемых в международных базах
данных. Это виды из агрегатов *Setaria aggr. viridis*
(*S. glareosa* V. Petrov, *S. maximowiczii* Tzvelev et Prob.,
S. pachystachys (Franch. & Sav.) Matsum.) и *S. aggr. ital-
ica* (*S. germanica* (Mill.) P. Beauv. – в сводках по флоре
Сибири не упоминается; не всегда хорошо отличим
от *S. pycnostoma* (Steud.) Henrard ex Nakai).

Некоторые виды щетинников являются обре-
менительными сорняками. Их зерновки засоряют
образцы зерновых культур, кормовые смеси, газон-
ные травы, почву. 5 встречающихся в Сибири видов
регулируются фитосанитарными требованиями
в 11 других странах. Эти сведения необходимо учи-
тывать при экспорте из РФ продукции, засоряемой
данными видами.

В связи с различной трактовкой спорных
видов щетинников и с учетом затруднений, воз-
никающих при их определении, одной из задач
дальнейших исследований является выявление
диагностически значимых морфологических при-
знаков, которые могут быть использованы специ-
алистами фитосанитарных служб для установле-
ния видовой принадлежности щетинников и их
плодов.

Исследования проведены в рамках НИР «Раз-
работка методов выявления и идентификации
сорных растений трибы Paniceae (Poaceae) для
обеспечения экспортного потенциала Российской
Федерации» (регистрационный номер НИОКТР
123042500051-5), выполняемой по государствен-
ному заданию Россельхознадзора.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Конспект флоры Иркутской области (сосуди-
стые растения) / под ред. Л.И. Малышева. Иркутск:
Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2008. 327 с.
2. Пяк А.И., Эбель А.Л. Материалы к флоре Ал-
тая // Turczaninowia, 2001. Т. 4. Вып. 1–2. С. 86–94.
3. Цвелев Н.Н., Пробатова Н.С. Злаки России. М.:
Товарищество научных изданий КМК, 2019. 646 с.
4. Шауло Д.Н., Зыкова Е.Ю., Шмаков А.И., Эрст А.С.,
Сонникова А.Е. Заметки по флоре Западного Саяна //
Turczaninowia, 2018. Т. 21. Вып. 2. С. 66–77.
5. Эбель А.Л. Новые находки адвентивных рас-
тений в Томской области // Бот. журн., 2007. Т. 92.
№ 5. С. 764–774.
6. Эбель А.Л., Буко Т.Е., Шереметова С.А., Яковле-
ва Г.И., Куприянов А.Н. Новые для Кемеровской обла-
сти виды сосудистых растений // Бот. журн., 2009. Т.
94. № 1. С. 106–113.

АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ СИДЕРАТОВ КАК МЕРА КОНТРОЛЯ СОРНЯКОВ В ПОСАДКАХ КАРТОФЕЛЯ

НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧ КОНОПЛЯ
Луганский государственный университет
имени Владимира Даля, г. Луганск, Россия
ORCID – 0000-0003-2942-6913,
e-mail: info-nik@rambler.ru

ALLELOPATHIC EFFECTS OF GREEN MANURE AS A MEASURE OF WEED CONTROL IN POTATO PLANTINGS

N. I. KONOPLYA

Одним из факторов, сдерживающим рост урожайности картофеля в Донбассе, является высокая засоренность полей [1–3]. В 0–20 см слое почвы содержалось 197,1–212,5 тыс. шт./м² семян и вегетативных зачатков сорняков, дающих за вегетационный сезон от 4,8 до 7,3 тыс. всходов на 1 м² [4, 5]. Эффективным приемом уменьшения засоренности посадок картофеля является применение сидератных культур [1].

Исследования по влиянию сидератных культур (редька масличная, горчица сарептская, горохо-ячменная смесь, рапс, сераделла, контроль – без сидератов) на засоренность посадок картофеля проводили на черноземных почвах с глубиной гумусового горизонта – 70–75 см, pH – 7,2, содержанием гумуса в пахотном слое – 3,3–3,4%, гидролизуемого азота – 11,4, подвижного фосфора – 9,7, обменного калия – 15,6 мг на 100 г почвы. Площадь делянок – 21 м², повторность 3-кратная.

Выявлено, что вначале вегетации сидератов наименьшее число сорняков и их масса были по горчице (137 шт. и 17 г/м²) и редьке (129 шт. и 16 г/м²), а перед заделкой в почву – по горчице и рапсу (53–55 шт. и 32–34 г/м²).

Попадая в почву и разлагаясь под влиянием гетеротрофных микроорганизмов, негумифицированная сидератная масса накапливала активные аллелопатические вещества, главным образом фенолкарбоновые кислоты, под воздействием которых наблюдалось заметное угнетение и уменьшение численности сорняков, что обусловлено разным содержанием их в культурных и сорных растениях.

В начале вегетации картофеля наиболее заметное снижение засоренности посадок отмечалось после таких сидератов как рапс и редька масличная. Число сорняков уменьшалось в сравнении с контролем в 1,1–1,4 раза, а масса – в 1,8–2,6 раза. Это связано с тем, что биомасса горчицы и редьки разлагалась быстрее, чем других культур, и вследствие этого быстрее высвобождались

самые активные аллелопатические вещества – фенолкарбоновые кислоты. Другие сидераты также отличались достаточно высокой токсичностью по отношению к сорнякам, численность которых уменьшалась на 68–82%, а масса – в 1,1–1,4 раза. К уборке картофеля засоренность посадок на делянках с применением сидератов была ниже, чем на контроле на 34,7–36,5%.

В период активного роста картофеля на вариантах сидерации повышалась биологическая активность почвы и содержание в ней свободных аминокислот, выступающих в роли стимуляторов роста и развития культурных растений, что положительно влияло на формирование клубней. Урожайность их повышалась в сравнении с контролем на 12,8–22,4% и достигала 32,6–34,2 т/га.

Таким образом, заделанная в почву масса сидератных культур обеспечивает снижение засоренности посадок картофеля, улучшение плодородия почвы и повышение урожайности клубней картофеля.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Замула А.Н. Картофель без сорняков. Луганск: Литера, 2021. 106 с.
2. Курдюкова О. Н., Тышук Е.П. Эффективность механических и интегрированных систем контроля сорняков в посадках картофеля // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 1. С. 40–41.
3. Курдюкова О. Н., Конопля Н.И. Контроль многолетних сорняков в посадках картофеля // Защита и карантин растений. 2014. № 2. С. 39–40.
4. Курдюкова О. Н., Конопля Н.И. Потенциальные запасы семян в почве в природных и антропогенно нарушенных экотопах // Агроэкологический журнал. 2009. С. 172.
5. Щербак А.Ф., Конопля Р.А. Контроль сорняков при выращивании картофеля // Новости науки в АПК. 2021. № 2. С. 147–150.

СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ АДВЕНТИВНЫХ СОРНЯКОВ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

КУРДЮКОВА ОЛЬГА НИКОЛАЕВНА
Ленинградский государственный университет
имени А.С. Пушкина, г. Пушкин,
г. Санкт-Петербург, Россия
ORCID – 0000-0001-7500-8275,
e-mail: herbology8@gmail.com

SEED PRODUCTIVITY AND GERMINATION OF SEEDS OF SOME ADVENTITIOUS WEEDS IN THE LENINGRAD REGION

O. N. KURDYUKOVA

Важнейшей проблемой земледелия является появление и распространение новых адвентивных видов сорных растений [1].

Для разработки мер контроля их прежде всего необходимо располагать данными о семенной продуктивности и биологии семян, поскольку эта группа растений в процессе эволюции выработала ряд чрезвычайно удивительных приспособлений к выживанию и, главные из них – высокая семенная продуктивность, продолжительное сохранение жизнеспособности и одновременное прорастание семян [1, 2].

Целью нашей работы было установить семенную продуктивность и всхожесть семян малолетних видов адвентивных сорных растений, которые угрожают окружающей среде и вызывают фитосанитарные риски в Ленинградской области.

Объектом исследования были *Amaranthus blitoides* S. Watson, *Amaranthus retroflexus* L., *Bidens frondosa* L., *Chenopodium polyspermum* L., *Echinochloa crusgalli* (L.) P. Beauv., *Erigeron canadensis* L., *Galinsoga quadriradiata* Ruiz & Pav., *Lactuca serriola* L., *Senecio vulgaris* L.

Семенную продуктивность определяли в природных ценопопуляциях, схожесть и энергию прорастания свежесобранных семян, а также после хранения в течение 1, 2, 3 лет – в лабораторных условиях путем проращивания 100 семян в растительных при температуре 18–24 °С, а в полевых условиях – при прогревании 0–10 см слоя почвы до 5–8 °С в 4-кратной повторности по общепринятым методам [2, 3].

Установлено, что сорняки на одном растении формировали в среднем от 1022–1948 (*Bidens frondosa*, *Echinochloa crusgalli*) до 193788–207554 шт. семян (*Amaranthus retroflexus*, *Erigeron canadensis*, *Lactuca serriola*). Самая высокая лабораторная всхожесть свежесобранных семян характерна для *Erigeron canadensis* и *Chenopodium polyspermum* – 82,5–83,8%. Семена *Senecio vulgaris* и *Lactuca serriola* имели всхожесть 76,0–78,3%, *Galinsoga quadriradiata* – 21,0%, а самой низкой она была в *Bidens frondosa* – 11,3%. После хранения семян в течение 1–2 лет всхожесть семян снижалась на 4–7%, а в течение 3 лет – на 12–16%. Энергия прорастания свежесобранных семян *Erigeron canadensis*, *Chenopodium polyspermum* и *Lactuca serriola* была на уровне 69,5–74,5%, в *Senecio vulgaris* и *Galinsoga parviflora* – 57,3–59,1%, тогда как в *Amaranthus blitoides*, *Galinsoga quadriradiata* и *Echinochloa crusgalli* не превышала 12,8–14,3%. После хранения семян в течение 1–2 лет она практически не менялась, а после 3 лет хранения – снижалась на 24–26%.

В полевых условиях особенности всхожести и энергии прорастания семян сохранялись для всех видов растений, но всхожесть семян была

ниже на 7–9%, а энергия прорастания – ниже на 12–18%.

Таким образом, адвентивные малолетние сорные растения в условиях Ленинградской области отличаются высокой семенной продуктивностью, всхожестью и энергией прорастания семян. Семена прорастают уже в год формирования, и в последующие годы и могут принести реальные социальные, экологические и экономические убытки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Зуза В.С. Сорные растения и меры их контроля на обрабатываемых и необрабатываемых землях. Харьков: Эспада, 2022. 138 с.
2. Иващенко А.А. Методические рекомендации по изучению семян сорных растений. К.: Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы, 2020. 56 с.
3. Курдюкова О.Н., Тыщук Е.П. Методика определения семенной продуктивности сорных растений // Растительные ресурсы. 2019. Т. 55. № 1. С. 130–138.

ВИДЫ *SOLIDAGO* – ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫЕ СОРНЯКИ, ВОЗМОЖНОСТИ ИХ КОНТРОЛЯ

КУРДЮКОВА ОЛЬГА НИКОЛАЕВНА,
ЭННС КСЕНИЯ ВЛАДИСЛАВОВНА

Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Пушкин,
г. Санкт-Петербург, Россия
ORCID – 0000-0001-7500-8275,
e-mail: herbology8@gmail.com

SOLIDAGO SPECIES – ENVIRONMENTALLY HAZARDOUS WEEDS, POSSIBILITIES FOR THEIR CONTROL

O. N. KURDYUKOVA, K. V. ENNS

В настоящее время важной экологической, а нередко и экономической проблемой становится занос и распространение инвазионных видов растений [2, 3]. В северо-западном регионе России такими видами являются *Solidago canadensis* L. и *Solidago gigantea* Aiton. Эти виды повсеместно встречаются в садах, парках, цветниках, на приусадебных и дачных участках, но все чаще – как одичавшие растения вдоль дорог, по берегам рек, зарослям кустарников, лесным опушкам, пустырям, свалкам и залежам. Распространение их приобретает угрожающие масштабы. Оба вида отнесены к самым опасным инвазионным растениям России, включены в Черные книги флоры Средней России и Сибири [1, 3]. В Ленинградской области нами отмечались сплошные заросли как на необрабатываемых землях, так и в посевах зерно-

вых и кормовых культур, на сенокосах и пастбищах, что в перспективе может нанести ощутимый экономический и социальный вред.

При разработке мер контроля этих опасных видов нам необходимо было иметь в виду, что места их наибольшего распространения находятся вблизи жилья, зон отдыха людей и других участках, где применение химических мер ограничено или запрещено. В связи с чем разрабатываемые нами методы контроля включали такие варианты: 1. Ручное удаление золотушника секатором в фазу бутонизации, что приемлемо на клумбах, цветниках и т.д.; 2. Выпалывание травостоя весной, что приемлемо для сенокосов, пастбищ и других насаждений; 3. Скашивание сорняков в фазу бутонизации, что приемлемо для открытых участков, не занятых культурными видами. Контролем служил вариант без удаления растений. Площадь укосных деленок 2 м², повторность – 6-кратная.

Установлено, что осенью первого года число побегов, отросших после ручного удаления сорняков в фазу бутонизации, уменьшалось в среднем на 26,7%, а масса растений – в 1,4 раза, на второй год – соответственно на 53,8% и в 2,2 раза, на третий – в 3,1–3,3 раза, а на четвертый – сорняки исчезали с травостоя. Семян сорняки не формировали.

Выпалывание золотушника на сенокосах и пастбищах обеспечивало уничтожение части почек возобновления, находящихся в поверхностном слое почвы и над ней, что снижало присутствие сорняков в 2,0–2,2 раза, но вместе с этим снижались число видов и масса кормовых культур.

Скашивание золотушника на открытых местах в фазу бутонизации-начало цветения уже на второй год обеспечивало уменьшение числа побегов и надземной массы растений сравнении с контролем в 2,5–3,0 раза, а на третий год сорняки полностью исчезали с фитоценозов. Семян они не формировали, тогда как на контрольном варианте оба вида завершали жизненный цикл, формировали на каждом побеге от 3865 до 12793 шт. семян, уплотняли и расширяли свои ценопопуляции.

Таким образом, при регулярных ручных срезах или скашиваниях в фазу бутонизации растения золотушников плохо отрастают и в течение 3–4 лет выпадают с травостоя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России. М.: ГЕОС, 2009. 502 с.
2. Курдюкова О.Н., Тыщук Е.П. Видовой состав сорняков степных зон Украины и тенденции его изменений // Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции. Тез. докл. Всероссийской научн. конф. С международным участием, Санкт-Петербург, 27–28 ноября 2017 г. СПб.: Федеральный исслед. центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР). 2017. С. 80–81.

3. Черная книга флоры Сибири / научн. ред. Ю.К. Виноградова, отв. ред. А.Н. куприянов. Новосибирск: ГЕО, 2016. 440 с.

ИНВАЗИОННЫЕ И АГРЕССИВНЫЕ, НО НЕ КАРАНТИННЫЕ

ЛУНЕВА НАТАЛЬЯ НИКОЛАЕВНА
Всероссийский институт защиты растений,
Санкт-Петербург, Россия,
<https://orcid.org/0000-0001-7972-6362>,
natalja.luneva2010@yandex.ru

INVASIVE AND AGGRESSIVE, BUT NOT QUARANTINE

N. N. LUNEVA



Широкое распространение по территории Российской Федерации инвазионного вида борщевик Сосновского *Heracleum sosnowskyi* Manden. активно обсуждается как в средствах массовой информации, так и в научных публикациях. Разработаны агротехнические и химические методы борьбы с ним, однако бессистемное и несогласованное их применение не дает желаемого результата.

Решение вопроса о придании борщевика Сосновского статуса карантинного вида обусловит неукоснительное исполнение целого ряда фитосанитарных мероприятий с ответственностью за их неисполнение. Вопрос о соответствии борщевика Сосновского всем позициям анализа фитосанитарного риска обсуждался в научной литературе (Лунева и др., 2018), однако этот анализ не осуществлен уполномоченными на это организациями потому, что этот вид не имеет «ограниченного распространения на территории страны» (Федеральный закон ..., 2014), а на территории РФ расположена часть его естественного ареала. Но во вторичном ареале распространяется не аборигенный вид, а биологический тип, сформировавшийся в условиях биологической и географической изоляции на основе селекции и гибридизации, что позволяет осуществить его категоризацию как карантинного объекта (Лунева, 2022).

Однако ситуация по сдерживанию распространения борщевика стала развиваться в другом направлении: разрабатываются технологии переработки его биомассы, произрастающей на заброшенных землях и других нарушенных местообитаниях, в основе которых лежит предположение, что заросли борщевика – самовозобновляющийся бесплатный ресурс, что далеко не так (Лунева и др., 2019). Происходит смена восприятия этого вида: сначала как кормового, затем как злостного инвазионного, а теперь как растительного ресурса, аналогично тому, что произошло с золотарником канадским *Solidago canadensis* L. (Виноградова,

Шелепова, 2022), активно распространяющемся по территории РФ (Лунева, Ларина, 2015).

Неконтролируемое распространение таких видов, как борщевик Сосновского и золотарник канадский ведет к снижению биоразнообразия на нарушенных местообитаниях, в том числе на землях сельскохозяйственного назначения, где сосредоточено большое количество растений из группы растительных ресурсов (пищевых, кормовых, лекарственных), а также дикорастущих родичей культурных растений (Лунева, 2023).

Ситуация, сложившаяся в настоящее время в РФ с этими видами, требует корректировки отдельных положений Федерального закона «О карантине растений», чтобы обеспечить возможность придания им статуса карантинных видов, для предотвращения их продвижения в незараженные ими регионы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Виноградова Ю.К., Шелепова О.В. Смена парадигмы оценки результатов культивирования и расселения видов рода *Solidago* (декоративные растения – злостные инвазионные сорняки – лекарственные растения). – Социально-экологические технологии. 2022.12(2): 203–219. DOI: 10.31862/2500-2961-2022-12-2-203-219
2. Лунева Н.Н. О необходимости и возможности придания инвазионному агрессивному виду борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) статуса карантинного организма / Фитоинвазии: остановить нельзя сдаваться: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Москва, Ботанический сад биологического факультета МГУ, 10–11 февраля 2022 г.) / отв. ред. В. В. Чуб. – Москва: Издательство Московского университета, 2022. – С.96–104.
3. Лунева Н.Н., Конечная Г.Ю., Смекалова Т.Н., Чухина И.Г. О статусе вида борщевик Сосновского *Heracleum sosnowskyi* Manden на территории РФ. – Вестник защиты растений. 2018.3(97): 10–15.
4. Лунева Н.Н., Ларина С.Ю. Золотарник канадский – следующий? – Защита и карантин растений. 2015.1: 17–18.
5. Лунева Н.Н., Чухина И.Г., Шипилина Л.Ю. Борщевик Сосновского как сырьевой ресурс: плюсы и минусы. – В сб.: Стратегия ограничения распространения и искоренения гигантских борщевиков и других опасных инвазивных видов растений: материалы научно-практического семинара. Минск. 2019. С. 32–33.
6. Лунева Н.Н. К вопросу сохранения фиторазнообразия на территориях агроэкосистем. Фито-разнообразие Восточной Европы. 2023. Т. XVII, № 2. с. 49–75. DOI: 10.24412/2072-8816-2023-17-2-49-75
7. Федеральный закон «О карантине растений» от 21.07.2014 N 206-ФЗ (последняя редакция). http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165795/

НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АМБРОЗИИ ПОЛЫННОЛИСТНОЙ В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРНОГО КРЫМА

ОМЕЛЬЯНЕНКО ТАТЬЯНА ЗЕЛИКОВНА
Южный филиал ФГБУ «Всероссийский центр
карантина растений», г. Симферополь,
Российская Федерация,
ORCID ID 0000-0003-2200-8591,
E-mail: o.tanya-work@yandex.ru

БАГРИКОВА НАТАЛИЯ АЛЕКСАНДРОВНА
ФГБУН «Ордена Трудового Красного знамени
Никитский ботанический сад – Национальный
научный центр РАН», г. Ялта, Российская
Федерация, ORCID ID 0000-0002-2305-4146

SOME BIOLOGICAL FEATURES OF *AMBROSIA ARTEMISIFOLIA* L. ON THE PREMOUNTAIN CRIMEA

OMEL'YANENKO T. Z., BAGRIKOVA N. A.

Согласно литературным данным, около 5% всех особей вида несут исключительно женские цветки при полном отсутствии мужских, некоторые – преимущественно женские или мужские цветки (Васильев, 1958). По данным европейских и американских исследователей, распределение полов зависит от размера растения и условий окружающей среды (Gebben, 1965; Friedman, Spencer, 2011; Essl et al., 2015). Отмечено также, что для ветроопыляемых растений формирование мужских генеративных структур более затратно, чем женских, и эволюционно связано с необходимостью формирования большого количества пыльцевых зерен. Верхушечное расположение мужских соцветий способствует переносу пыльцы на значительные расстояния и снижению локальной конкуренции за опыление, при этом положение женских цветков обеспечивает эффективное улавливание пыльцы и снижение поедаемости семян насекомыми. Увеличение высоты ветроопыляемого растения положительно влияет на повышенную способность рассеивать пыльцу. Высокое растение должно лучше функционировать в качестве донора пыльцы, а миниатюрное – в качестве реципиента (Burd, Allen, 1988; Ackerly, Jasienski, 1990; Traveset, 1992; Bickel, Friedman, 1993). Нами подтверждена высокая корреляция между высотой растения и длиной мужского цветоноса (Омельяненко, Багрикова, 2022).

Изучение биологических особенностей *Ambrosia artemisiifolia* проводилось в 2020–2022 гг. в границах Предгорного Крыма. Всего описано 20 ценопопуляций (ЦП) в рудеральных, сегетальных и синантропизированных сообществах.

В пяти ЦП отмечались особи, у которых на цветоносах вместо мужских корзинок были расположены многочисленные женские цветки (или большая часть цветоноса была занята женскими цветками, меньшая – мужскими) и, впоследствии, на них формировались плоды-семянки. В рудеральных и сеgetальных местообитаниях в ЦП отмечались «женские» особи. Значения морфометрических параметров таких особей заметно варьировали. Низкорослые «женские» особи (как в силу миниатюризации, так и за счет обрезки) отмечены в рудеральных сообществах. Для наиболее низкорослой «женской» особи (22 см) при средней высоте по ЦП – $32,6 \pm 1,5$ см отмечены высокие значения количества ветвлений (9) при среднем в ЦП – 4 ± 1 , а также семенной продуктивности (216 шт.) при среднем – 135 ± 74 шт. В ЦП, в которой выявлены «обрезанные» растения, значения всех параметров «женской» особи были ниже средних по ЦП. Однако, даже в этом случае показатели семенной продуктивности (224 шт.) выше, чем у 50% особей ЦП.

В ЦП, изученной в сеgetальных сообществах, для «женской» особи выявлено значительное количество листьев – около 600 шт. при среднем значении в ЦП – 236 ± 36 шт. и плодов – около 1300 шт. при средней – 811 ± 147 . В двух ЦП в рудеральных сообществах значения большинства качественных и количественных вегетативных и генеративных параметров находились в сравнительно высоких пределах. В одной из ЦП семенная продуктивность «женской» особи составляла 2752 шт. (при среднем – 173 ± 29); во второй ЦП – 775 шт. (при среднем – 281 ± 51).

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что для «женских» особей характерны различные значения морфометрических параметров – от минимальных до сравнительно высоких. Вероятно, развитию высокорослых «женских» особей, способных эффективно реализовывать репродуктивный потенциал и формировать более 2,5 тыс. плодов, способствовали высоко конкурентная среда и выраженная плотность вида. Появление подобных особей минимизирует риски, связанные со снижением уровня завязывания жизнеспособных плодов у типичных особей вида, как в силу эндогенных, так и экзогенных факторов. Женские цветки таких растений после опыления, благодаря особям с привычной архитектурой генеративной сферы, функционально становятся резервом разнообразных вариаций генотипов. Такая стратегия способствует появлению новых комбинаций признаков и расширяет адаптационные возможности вида. Вопросы, посвященные закономерностям возникновения «женских особей», требуют проведения дальнейших исследований.

1. Васильев Д.С. Амброзия полыннолистная и меры борьбы с ней. – Краснодар: Кн. изд-во, 1958. – 84 с.

2. Омеляненко Т.З., Багрикова Н.А. Морфологическая изменчивость *Ambrosia artemisiifolia*

в условиях Предгорного Крыма // Экосистемы. – 2022. – № 30. – С. 84–94.

3. Ackerly D.D., Jasienski M. Size-dependent variation of gender in high density stands of the monoecious annual, *Ambrosia artemisiifolia* (Asteraceae) // Oecologia. – 1990. – Vol. 82. – P. 474–477.

4. Bickel A.M., Freeman D.C. Effects of pollen vector and plant geometry on floral sex ratio in monoecious plants // The American Midland Naturalist – 1993. – Vol. 130. – № 2. – P. 239–247.

5. Burd M., Allen T.F. Sexual allocation strategy in wind-pollinated plants // Evolution. – 1988. – Vol. 42. – P. 403–407.

6. Essl F. et al. Biological flora of the British Isles: *Ambrosia artemisiifolia* // Journal of Ecology. – 2015. – Vol. 103 – № 4. – P. 1069–1098.

7. Friedman J., Spencer C.H.B. Genetic and environmental control of temporal and size-dependent sex allocation in a wind-pollinated plant // Evolution. – 2011. – Vol. 65 – № 7. – P. 2061–2074.

8. Gebben A.I. The ecology of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in southeastern Michigan. – Univ. microfilms Inc., Ann. Arbor. Mich., 1965. – 234 pp.

9. Traveset A. Sex expression in a natural population of the monoecious annual, *Ambrosia artemisiifolia* (Asteraceae) // The American Midland Naturalist – 1992. – Vol. 127 – № 2. – P. 309–315.

ПРИМЕНЕНИЕ СКАНИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ СЕМЯН И ПЛОДОВ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКЦИИ

ОРЛОВА ЮЛИЯ ВИКТОРОВНА
ФГБУ «ВНИИКР», г.о Раменский,
р.п. Быково, Россия
ORCID ID 0000-0002-3330-6976,
orl-jul@mail.ru,

IDENTIFICATION OF WEED SEEDS AND FRUITS USING SCANNING ELECTRON MICROSCOPY APPROACHES

ORLOVA YU. V.

В настоящее время испытательные лаборатории в ходе герботологической экспертизы проводят видовую идентификацию сорной примеси с помощью метода световой микроскопии, используя морфологические макропризнаки семян и плодов. Вместе с тем, при проведении диагностических исследований

для уточнения микропризнаков, которые плохо различимы в световой микроскоп, все чаще возникает потребность в привлечении методов высокого разрешения, например, сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Использование новых репрезентативных диагностических признаков, в частности структуры поверхности семян, играет большую роль в систематике и филогении растений (1–4). Поэтому использование метода СЭМ в поиске дополнительных стабильных микропризнаков на уровне ультраскульптуры поверхности плодов и семян является необходимой задачей в разработке современных методов идентификации близких и морфологически схожих видов сорных растений.

За последние пять лет объектами нашего исследования являлись семена и плоды сорных растений семейств Papaveraceae и Caryophyllaceae, родов *Galeopsis*, *Coronilla*, *Convolvulus*, *Setaria*, а также опасного инвазионного вида *Acanthospermum hispidum* DC.

Микропризнаки поверхности семян исследовали с помощью СЭМ Hitachi TM4000Plus, в режиме низкого вакуума без предварительной пробоподготовки образца (без гидратации и напыления металлами). Зрелые сухие семена монтировали с помощью двухстороннего углеродного скотча на металлические столики. Поверхность семян просматривалась и фотографировалась выборочно при увеличениях микроскопа в диапазоне от 100 до 1000 раз. Для описания структуры поверхности использовалась принятая терминология [5].

В работах были выявлены и уточнены микроморфологические признаки, которые позволили повысить точность идентификации семян сорных растений в продукции. Установлено, что периклиналильные стенки наружного эпидермиса семян маковых имеют особый кутикулярный орнамент, микроморфологические признаки которого выявляются только с помощью СЭМ и для некоторых видов имеет диагностическое значение. Проведенное исследование морфологически схожих семян сорных маков и мачков показало, что они хорошо отличаются между собой по этому признаку. Так, эпидермальные клетки семян *Papaver rhoeas* обладают пористой микроструктурой кутикулярного орнамента, *P. hybridum* – зернисто-пятнистой, а *Glaucium corniculatum* – бородавчато-морщинистой. Также с помощью СЭМ уточнена морфология мучнистого налета, находящегося в семенной выемке *P. hybridum*. Этот налёт образован округлыми полыми структурами, которые видоспецифичны и позволяют легко идентифицировать данный вид мака.

Для идентификации плодов *Acanthospermum humile* и *A. hispidum* предложен новый микропризнак, не использованный ранее: наличие крупных микрошипигов на верхушечных остях плодов *A. hispidum* и отсутствие их у *A. humile*.

Изучение с помощью СЭМ семенной кожуры близкородственных сорных видов *Securigera varia* и *S. scorpioides* выявило новые дополнительные

признаки в строении третичной скульптуры спермодермы боковой поверхности семени: наличие у *S. scorpioides* фрагментарных, хаотично разбросанных наплывов воска, отсутствующих у *S. varia*. Эти признаки позволят достоверно охарактеризовать межвидовые различия и могут использоваться при идентификации семян этих сорных растений.

Однако не всегда удается выявить диагностические отличия между морфологически близкими видами при изучении семян и плодов с помощью СЭМ. Так, не удалось обнаружить микропризнаки на поверхности эремов, имеющих таксономическую значимость для видов *Galeopsis speciose*, *G. bifida*, *G. tetrahit*. Также показатели ультраструктуры семени видов *Convolvulus arvensis*, *C. betonicifolius*, *C. chinensis* обладают большим сходством и могут быть использованы в фитосанитарной практике только в комплексе с макроморфологическими признаками. В настоящее время продолжается поиск новых микропризнаков для плодов родов *Setaria*, *Digitaria*, *Panicum*, *Paspalum*, *Setaria*, *Echinochloa*, *Brachiaria*.

Таким образом, использование метода СЭМ в диагностике подкарантинной продукции позволит повысить точность идентификации семян и плодов, определение которых затруднено классическим морфологическим методом с использованием световой микроскопии.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№ 123042500051-5, № 123022100111-2).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.

1. Ворончихин В.В. Сравнительная анатомия и ультраструктура семян представителей некоторых родов семейства Leguminosae Juss.: автореф. дис. ... канд. биол. наук. 03.00.05 / В.В. Ворончихин М., 1992, 23 с.
2. Шеметова Т.А. Ультраскульптура поверхности семян некоторых видов секции *Xiphidium* Bunge рода *Astragalus* L. (Fabaceae) // *Turczaninowia*. 2014. Т. 17. № 4. С. 154–164.
3. Barthlott, W. Epidermal and seed surface characters of plants: systematic applicability and some evolutionary aspects. - *Nord. J. Bot.* – 1981. – 1. P. 345–355.
4. Vural C., Ekici M., Akan H., Aytaç Z. Seed morphology and its systematic implications for genus *Astragalus* L. sections *Onobrychoidei* DC., *Uliginosi* Gray and *Ornithopodium* Bunge (Fabaceae) // *Plant. Syst. Evol.* 2008. 274 (3–4): 255–263.
5. Меликян А. П., Девятов А. Г. Основные карпологические термины. Справочник // М.: КМК. – 2001. – С. 30–31.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИЗНАКОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВНОСТИ НАХОЖДЕНИЯ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ В ЗАЛЕЖНОМ СОСТОЯНИИ

ПЕТРИК А.А.

младший научный сотрудник Байкальского филиала ФГБУ «ВНИИКР» г. Иркутск, Россия;
ORCID 0000-0001-5737-7480,
e-mail: cool.anj76@yandex.ru.

КОБЗАРЬ В.Ф.

научный сотрудник-начальник научно-методического отдела Байкальского филиала ФГБУ «ВНИИКР», г. Иркутск, Россия;
ORCID 0000-0003-0044-4739,
e-mail: v.kobzar84@yandex.ru.

КОЛЕСОВА Н.И.

научный сотрудник Байкальского филиала ФГБУ «ВНИИКР» г. Иркутск, Россия;
ORCID 0000-0002-6597-7096, e-mail: nihaik@yandex.ru.

APPLICATION OF VEGETATION COVER CHARACTERISTICS TO DETERMINE THE LONG TIME OF ARABLE LAND IN THE IRKUTSK REGION IN A FALLOW STATE

A.A. PETRIK, V.F. KOBZAR, N.I. KOLESOVA

Земли сельскохозяйственного назначения являются стратегическим ресурсом, от рационального использования которого зависит функционирование всех отраслей сельского хозяйства и экономики в целом. Согласно статье 6 Федерального закона от 24.07.2002 № 101-ФЗ «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения», земельный участок сельскохозяйственного назначения может быть изъят у его собственника по решению суда в случае если выявлен факт неиспользования такого земельного участка по целевому назначению в течение трех и более лет. Одним из методов оценки признаков неиспользования пахотных земель является определение давности нахождения их в залежном состоянии по растительному покрову.

В третьей декаде июля 2023 года в рамках научно-исследовательской работы по теме «Изучение видового состава сорных растений, встречающихся в посевах пшеницы на территории Иркутской области» начата работа по определению давности нахождения пахотных земель на территории Иркутской области в залежном состоянии по флористическим критериям. Были обследованы три залежи в двух районах.

Исследования залежей проводились согласно методических рекомендаций [1] на пробных площадках площадью 1 м² маршрутным методом. На каждой залежи закладывалось от 5 до 7 площадок (в зависимости от площади залежи), на которых фиксировались все виды растений, и проводился пересчет побегов каждого вида. Главным признаком, согласно данной методике, является видовой состав, а также процентное соотношение малолетних и многолетних видов сорняков к общему числу видов. Возраст залежей, выбранных для обследования, определялся согласно достоверных опросных данных.

Первая залежь близ с. Савватеевка (Ангарский район) использовалась под посевы зерновых до 2019 г, здесь выявлено 28 видов сосудистых растений. Травостой данной залежи пятнистого сложения, по количеству побегов доминирует *Taraxacum* sp. (57%), в преобладающих видах так же *Agrostis gigantea* Roth. (13%), *Panicum miliaceum* ssp. *ruderales* (Kitag.) Tzvelev (11%), *Vicia hirsuta* (L.) Gray, *Equisetum arvense* L., *Melilotus officinalis* (L.) Lam., *Artemisia vulgaris* L., *Cirsium setosum* (Willd.) Besser. *Elytrigia repens* (L.) Nevski. В целом на участке преобладают многолетники (71% по видовому составу). Залежь сформирована однолетниками, сорняковыми многолетниками и апофитными аборигенными многолетниками. По флористическим признакам данный участок можно определить как залежь 3-го года давности.

Вторая залежь в окрестностях д. Худяково (Иркутский район) использовалась под посевы до 2021 года, на залежи выявлено 25 видов сосудистых растений. Травостой данной залежи пятнистого сложения, по количеству побегов доминирует *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. (24%), *Spergula arvensis* L. (15%), *Galeopsis bifida* Boenn. (10%), *Brassica juncea* (L.) Czern (5%). Залежь сформирована преимущественно однолетниками и сорняковыми многолетниками. По видовому составу преобладают многолетники (54%). Согласно флористическим признакам, возраст данной залежи составляет 2 года.

Третья залежь близ д. Турская (Иркутский район) не подвергалась механической обработке свыше 5 лет, здесь выявлено 39 видов сорных растений. По видовому и количественному составу преобладают многолетники: *Carex duriuscula* C.A. Mey., *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Medicago falcata* L., *Poa angustifolia* L. Установлено абсолютное преобладание многолетников (87%) перед малолетниками, в целом это деградированная косиная разнотравно-злаково-осоковая луговая степь.

В формировании залежной растительности обследованных участков принимают участие рудеральные одно- и многолетние растения, а также многолетние растения аборигенной флоры. Карантинных видов растений не выявлено, отмечены инвазивные виды.

Планируется продолжить апробацию данной методики на залежных землях сельскохозяйственного назначения и внести все необходимые

поправки, касающиеся региональных особенностей флоры Иркутской области.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Степанов М.И., Сысо А.И., Чумбаев А.С., Миронычева-Токарева Н.П. Методические рекомендации по определению сроков пребывания земельных участков сельскохозяйственного назначения Новосибирской области в залежном состоянии. Новосибирск: Наука, 2017. 20 с.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ ИНВАЗИВНЫХ БОРЩЕВИКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВ

ПТИЦЫНА Е.В.

Институт проблем передачи информации имени А.А. Харкевича Российской академии наук, Москва, Россия, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия; 0000-0002-1243-3159; elena-pt@yandex.ru.

ДУДОВ С.В.

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия; 0000-0003-1512-0956.

ГЛАДИЛИН А.А.

Общественное движение «СтопБорщевик», Москва, Россия; 0009-0003-2136-8787.

ЕЖОВА М.А.

Институт проблем передачи информации имени А.А. Харкевича Российской академии наук, Москва, Россия, Сколковский институт науки и технологий, Москва, Россия; 0009-0003-6476-2442.

ПРОКОПЧУК С.Р.

Институт проблем передачи информации имени А.А. Харкевича Российской академии наук, Москва, Россия; 0009-0007-3301-9049.

ГЕЛЬТМАН Д.В.

Ботанический институт имени В.Л. Комарова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия; 0000-0002-9249-7389.

ПЕНИН А.А.

Институт проблем передачи информации имени А.А. Харкевича Российской академии наук, Москва, Россия; 0000-0002-9057-3974.

ЛОГАЧЕВА М.Д.

Сколковский институт науки и технологий, Москва, Россия; 0000-0002-8940-0400.

GENETIC CHARACTERISTICS OF THE INVASIVE HOGWEEDS' POPULATIONS IN RUSSIA AND NEIGHBORING COUNTRIES

PTITSYNA E.V., DUDOV S.V., GLADILIN A.A.,
EZHOVA M.A., PROKOPCHUK S.R., GELTMAN D.V.,
PENIN A.A., LOGACHEVA M.D.

Распространение инвазивных видов угрожает биоразнообразию и общественному благосостоянию. Для нашей страны особенно значим борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi*). Есть и другие виды: инвазивные *H. mantegazzianum*, *H. persicum* и многочисленные неинвазивные. Для понимания стратегии инвазивности *H. sosnowskyi* важно исследовать генетическую изменчивость у этого вида, близких видов и возможных гибридов.

Опубликованы сборки ядерного и пластидного геномов *H. sosnowskyi* (Schelkunov et al., 2023). Широкого изучения генетического разнообразия не проводилось. Имеется работа, основанная на AFLP-PCR (Jahodova, 2007). Секвенировались фрагменты ДНК небольшого набора образцов (Logacheva et al., 2007; Пантелеев и др., 2021; Шадрин и др., 2021; Shadrin et al., 2023). В работе (Ptitsyna et al., 2023) представлена наибольшая выборка, но в ней не охвачены некоторые районы.

Цель – изучить генетическое разнообразие *H. sosnowskyi* в первичном и вторичном ареалах в контексте инвазии. Задачи: исследовать изменчивость пластидного генома и ядерного оперона рибосомной РНК у *H. sosnowskyi*, близких видов и возможных гибридов из первичного и вторичного ареалов, изучить генетическую структуру популяции, уточнить различия между некоторыми видами, выяснить наличие гибридизации, других эволюционных явлений.

Изучено 160 образцов *Heracleum*: гербарных (MW, LE), собранных добровольцами (2022-2023) и из архива NCBI, в т.ч. 95 *H. sosnowskyi* и 24 *H. mantegazzianum*. Проведены выделение ДНК, подготовка библиотек, секвенирование на Illumina NovaSeq, картирование, поиск полиморфизма, создание деревьев, анализ внутривидового полиморфизма.

Наблюдалось беспорядочное территориальное распределение пластидных генетических групп и отсутствие значительного снижения генетического разнообразия во вторичном ареале; во вторичном ареале преобладали пластидные группы с членами из районов сборов экспедиций ПАБСИ и БИН РАН (рубеж 40-50-х), этому способствовала и их распространённость в первичном ареале. По пластидному дереву *H. mantegazzianum* отстояли от референсного *H. sosnowskyi* не дальше, чем большинство других образцов; почти у всех не было рибосомных SNP. Некоторые борщевики имели нетипичное для внутривидовой изменчивости число рибосомных SNP и попадали в пластидные группы с типичными *H. sosnowskyi*. Несколько образцов из разных пластидных групп имели один SNP во внешнем транскрибируемом спейсере (ETS).

Выводы: структура популяции *H. sosnowskyi* отразила многократность и перекрёстность интродукций, есть связь между распространением генетических групп во вторичном ареале и расположением мест работы первых миссий по сбору семян; нет чёткого различия между *H. sosnowskyi* и *H. mantegazzianum*, как было показано и на меньшей выборке (Shadrin et al., 2023); эволюция *H. sosnowskyi* включала гибридизацию и/или интрогрессию пластид, имеется внутригеномный полиморфизм в ETS.

Поддержано грантом РФФИ 21-74-20145.

ИСТОЧНИКИ:

1. Jahodova S. et al. Invasive species of *Heracleum* in Europe: an insight into genetic relationships and invasion history. *Divers. Distrib.* 13.1 (2007): 99–114.
2. Logacheva M. et al. A comparison of nrDNA ITS and ETS loci for phylogenetic inference in the Umbelliferae: an example from tribe Tordylieae. *Mol. Phylogenet. Evol.* 57.1 (2010): 471–476.
3. Ptitsyna E. et. al. Genetic diversity of invasive plant *H. sosnowskyi*. *PlantGen2023: abstracts* (2023): 326.
4. Пантелеев С. и др. Генотипические особенности гигантских борщевиков на территории Витебской области. *Вестник ВГУ* 112.3 (2021): 29–37.
5. Шадрин Д. и др. К проблеме идентификации инвазионных видов борщевика на территории Республики Коми. *Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии* 20.2 (2021): 170–175.
5. Shadrin D. et al. The use of DNA barcoding for the identification of giant hogweeds in the European North-East of Russia. *bioRxiv* (2023): 2023–02.

ФИТОСАНИТАРНЫЙ МОНИТОРИНГ КАК ОСНОВА ПРИ СОЗДАНИИ БОЛЕЗНЕУСТОЙЧИВЫХ СОРТОВ МНОГОЛЕТНИХ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР

РАЗГУЛЯЕВА Н.В., КОСТЕНКО Н.Ю.,
БЛАГОВЕЩЕНСКАЯ Е.Ю.

ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

г. Лобня, Россия

bioresearch@yandex.ru

PHYTOSANITARY MONITORING AS PART OF THE DEVELOPMENT OF DISEASE-RESISTANT VARIETIES OF PERENNIAL FORAGE CROPS

RAZGULYAEVA N.V., KOSTENKO N.Y.,
BLAGOVESHCHENSKAYA E.YU.

В условиях Нечерноземной зоны России основными кормовыми культурами являются многолетние травы – клевера, тимофеевка, костреч, райграс, ежа и др. Увеличение урожайности кормовых культур и повыше-

ние биологической полноценности кормов за счет снижения потерь от вредных организмов является существенным резервом развития кормопроизводства. От комплекса заболеваний кормовых культур ежегодные потери урожая достигают 15–40%. Кроме того, патогенные и токсикогенные микроорганизмы отрицательно влияют на развитие растений, что в свою очередь приводит к снижению качества кормов.

На кормовых культурах сформировался обширный патогенный комплекс, состоящий из грибных, бактериальных и вирусных заболеваний. Его состав, распространенность и вредоносность вызываемых ими болезней постоянно меняются под воздействием климатических, экологических и антропогенных факторов. Это затрудняет разработку эффективных мероприятий по защите растений.

Значительную роль в системе управления фитосанитарным состоянием агроценозов играют селекция и возделывание сортов устойчивых к болезням.

Для проверки устойчивости создаваемых сортов к болезням культуры высеваются на специальные искусственные инфекционные фоны, где создается повышенная инфекционная нагрузка. Создание и корректировка инокулюма для этих инфекционных фонов должны основываться на мониторинге природных популяций патогенов. Накопленные нами данные по работе с инфекционным фоном ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» показывают, что корректирующее внесение инокулюма необходимо проводить по крайней мере раз в 4 года.

В условиях Нечерноземной зоны России наибольшую опасность для многолетних трав представляют возбудители листовых пятнистостей и корневых гнилей. При этом для бобовых на первый план выходят корневые болезни: фузариозные гнили (возбудители – *Fusarium* spp.) и рак (*Sclerotinia trifoliorum* Erikss.), культуры которых и использовались в качестве инокулюма. Аскохитоз, ржавчина, ложная мучнистая роса и прочие филлосферные поражения присутствуют в посевах, но не имеют выраженного отрицательного значения. Важно отметить, что несмотря на то, что лето в 2022 г. было гораздо более жарким и сухим, чем в 2021 г., на интенсивность развития болезней инфекционного фона это не повлияло, так как на корневые патогены большее влияние оказывают условия зимовки.

Для корректировки инфекционного фона планируется использовать изоляты *Fusarium* spp., выделенные при проведении фитосанитарного обследования посевов из корней растений клевера лугового, гибридного и лядвенца – *F. culmorum* (Wm.G. Sm.) Sacc., *F. oxysporum* Schltdl., *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. sambucinum* Fuckel и *F. solani* (Mart.) Sacc.

В противоположность бобовым наиболее вредоносными для злаковых трав в настоящее время являются филлосферные болезни, в первую очередь гельминтоспориоз (*Drechslera* spp.), который и используется в качестве основной фоновой нагрузки.

В 2022 г. в период вегетации на многолетних злаках развитие болезней было на 10-20% ниже, чем в 2021 году, что вызвано засушливым и жарким летом. Кроме уже отмеченного гелиминтоспориоза, присутствуют такие заболевания как гетероспориоз (возбудитель в настоящее время отнесен к роду *Cladosporium*), сколекотрихоз (*Graminopassalora graminis* (Fuckel) U. Braun, C. Nakash., Videira et Crous) и мастигоспориоз (*Mastigosporium album* Riess).

Всего на полевых инфекционных фонах выделено 8 образцов клевера ползучего, клевера лугового и костреца безостого, значимо превышающих сорта стандарты по устойчивости к болезням (на 11–37%).

Кроме того, необходимо отметить важность мониторинга естественного фона на потенциально опасные болезни, которые в настоящее время не отмечены или имеют незначительную встречаемость. В частности, это касается возбудителя чехловидной болезни злаков, *Epichloe typhina* Tul., имеющего большой токсический эффект, который может сохраняться на различных дикорастущих злаках, а в условиях сырого и прохладного лета дать эпифитотийное развитие на тимофеевке луговой.

СОЗДАНИЕ ПРОТОТИПА БАЗЫ ДАННЫХ ПО СОРНЫМ РАСТЕНИЯМ ПШЕНИЦЫ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

СУХОЛОЗОВА Е.А.¹, КОМАРОВ Д.А.²,
САФОНОВ А.В.³, СТЕЛЬМАХ К.Н.⁴

¹ Пензенский филиал ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений», г. Пенза, Россия, ORCID 0000-0003-1272-4586, E_kobozeva@mail.ru

² Волгоградский филиал ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений», г. Волгоград, Россия, ORCID 0000-0002-2640-2257

³ Южный филиал ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений», г. Новороссийск, Россия

⁴ Пензенский филиал ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений», г. Пенза, Россия, ORCID 0009-0003-6682-5822

CREATION OF A DATABASE PROTOTYPE ON WHEAT WEEDS OF THE MIDDLE VOLGA REGION

SUKHOLOZOVA E.A., KOMAROV D.A.,
SAFONOV A.V., STELMAKH K.N.

Россия как одна из ведущих стран-экспортеров пшеницы должна соблюдать фитосанитарные требования по отсутствию карантинных для стран-импортеров объектов, которые зачастую являются обычными сорными растениями российских регионов. Так как

пшеница возделывается в разных районах РФ, владение актуальной информацией по составу сорной флоры важно для оперативного принятия решения по экспорту пшеницы в конкретную страну из выбранного региона.

Впервые создаваемая база данных (БД) «Сорные растения в пшенице Среднего Поволжья» задумана для аккумулирования и возможности удобного и быстрого доступа к актуальной информации о: 1) распространении сорных растений в посевах пшеницы выбранных регионов, 2) наличии плодов и семян сорных видов в готовой продукции, 3) присутствии каждого сорного растения, имеющего экспортное значение, во флоре регионов и в фитосанитарных требованиях стран-импортеров растениеводческой продукции.

Прототип базы данных разрабатывается на примере двух регионов Среднего Поволжья: Пензенской и Самарской областей. Их выбор обусловлен рядом причин. Из перечня субъектов РФ для задач нашей работы были исключены регионы с преимущественно лесными территориями и малыми посевными площадями, занятыми пшеницей (например, Кировская область, Республика Марий-Эл и др.). Саратовская область не рассматривалась в качестве модельной, т.к. по физико-географическим данным и результатам геоботанических исследований, только небольшую северо-западную ее часть можно отнести к Среднему Поволжью [1, 2]. В качестве ядра Среднего Поволжья в данной работе рассматриваются Республика Татарстан, Ульяновская, Самарская и Пензенская области. Учитывая посевные площади, занятые под пшеницу, и возможности организации многодневных исследований в качестве модельных были выбраны два близлежащих региона: Самарская и Пензенская области.

Работа над разработкой БД была организована по нескольким направлениям.

1. Сбор фактического материала для наполнения БД. В июле-сентябре 2023 года были обследованы 29 полей озимой и яровой пшеницы в Самарской области и 12 в Пензенской.

2. Анализ, систематизация и обобщение уже собранного с 2019 года материала по сорным растениям в пшенице Пензенской области. Результат работы с этим полевым и лабораторным материалом – обобщенный список сорных растений, встречающихся в полях и попадающих в зерно пшеницы Пензенской области.

3. Аккумуляция и обобщение информации из региональных флор и требований основных стран-импортеров российской пшеницы для каждого вида из полученного видового перечня.

4. Разработка прототипа БД. На данный момент база данных разрабатывается на основе СУБД MS Access. Работа с БД осуществляется через стандартные формы. Для каждого сорного растения, внесенного в базу данных, хранится и может быть извлечена информация по распространению, фенологии и обилию вида в Пензенской и Самарской областях, полученная в результате

проведения полевых и лабораторных исследований и из данных открытых источников. Можно будет ознакомиться с фотографией вида в полевых условиях, получить информацию о его фитосанитарном статусе в странах-импортерах российской пшеницы.

Логическая схема данных, а также интерфейс, предложенные в прототипе базы данных, созданные на данный момент средствами Access, могут быть в дальнейшем использованы при разработке тематического мобильного приложения.

Вся собранная в настоящее время, обобщенная и оцифрованная информация хранится в таблицах Excel и может быть импортирована в Access.

Исследования проведены в рамках государственного задания ФГБУ «ВНИИКР» «Разработка базы данных по сорным растениям Среднего Поволжья (на примере Пензенской и Самарской областей) для обеспечения экспортного потенциала пшеницы», регистрационный номер 1022040900012-7-4.1.1.1.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ю.П. Переведенцев, М.А. Верещагин, К. М. Шанталинский, Э.П. Наумов, Ю. Г. Хабутдинов. Изменения климатических условий и ресурсов Среднего Поволжья. – Казань: Центр инновационных технологий, 2011. – 295 с.

2. Васюков В. М. Ботанико-географическое районирование Приволжской возвышенности // Известия Самарского научного центра РАН – 2012. – Т. 14, № 1(7). – С. 1712–1716.

К ВОПРОСУ О ДОЛГОСРОЧНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ ОГРАНИЧЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ *AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA* L. В ДОНБАССЕ

ХАРЧЕНКО В.Е., ЧЕРСКАЯ Н. А.,
МЕЛЬНИК Н.А., ДОЛГИХ ЕД.
ФГБОУ ВО Луганский Государственный Аграрный
Университет имени К.Е. Ворошилова,
Луганск, Россия
e-mail: viktoriaharchenko@rambler.ru
ORCID ID: 0000-0001-8800-2470

THE QUESTION OF THE LONG TERM PROSPECTS OF LOCALIZATION OF THE SPREAD OF *AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA* L. IN DONBASS

KHARCHENKO V.E., CHERSKAYA N. A.,
MELNYK N.A., DOLGIKH ED.

Аmbrosia artemisiifolia L. принадлежит к числу инвазионных видов, внесенных в Глобальную базу данных ФАО, как широко распространившаяся на всех континентах, то есть является космополитом. В своё время *A. artemisiifolia* достаточно обоснованно была внесена в список карантинных сорных растений, согласно которому предусмотрены мероприятия по ограничению распространения карантинных организмов, отсутствующих или имеющих ограниченное распространение на данной территории. Невзирая на проведение агротехнических мероприятий для её локализации, в России *A. artemisiifolia* распространена между 30 и 45° с.ш., самовоспроизводится, и даёт семена от 30–100 тыс. с одного растения, а между 50 и 55° она обычно только цветёт (Есипенко 2018). На территории Донбасса растение имеет широкое распространение в рудеральных фитоценозах, урбаноценозах и агрофитоценозах. Наши исследования были посвящены анализу эффективности рекомендуемых мероприятий, направленных на локализацию распространения *A. artemisiifolia* в Донбассе, в долгосрочной перспективе. С этой целью мы провели сравнительный анализ состава фитоценозов методом пробных площадок.

Установлено, что рекомендуемые карантинные мероприятия и агротехнические приёмы, такие как использование гербицидов и скашивание, снижают воспроизводство семян, но не прекращают воспроизводство *A. artemisiifolia* полностью. Существенное влияние на плотность популяций данного вида имеет сочетание уровня температур и осадков в мае-июне. Так, при высоком уровне осадков (52–151 мм в месяц) и благоприятных температурах (средних для г. Луганска и выше) плотность популяций и частота встречаемости *A. artemisiifolia* существенно возрастает, однако плотность популяций сокращается в 6–7 раз в случае, если в обозначенный период уровень температуры оказывается ниже среднего.

Факт натурализации и широкого распространения *A. artemisiifolia* в Донбассе является поводом для пересмотра рекомендуемых агротехнических мероприятий для ухода: помимо скашивания целесообразно проводить посев газонных трав в урбаноценозах и кормовых культур на пастбищах; с целью ограничения распространения семян *A. artemisiifolia* с семенами подсолнечника и других культурных растений ввиду необходимости проведения комплексных долгосрочных мероприятий вывозить переработанную продукцию растениеводства: подсолнечное масло, муку и т.д.

1. Есипенко Л.П. Инвазивный сорняк амброзия полыннолистная в биоценологических взаимодействиях с интродуцированными фитофагами в биоценозах России / Л.П. Есипенко. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – 177 с.

ПОДГОТОВКА АТЛАСА СОРНЫХ РАСТЕНИЙ АГРОЦЕНОЗОВ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Т.В. ЭБЕЛЬ¹, С.И. МИХАЙЛОВА², А.Л. ЭБЕЛЬ³

¹ Татьяна Валерьевна Эбель;
Томский филиал ФГБУ «Всероссийский центр
карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»),
г. Томск, Россия

² Светлана Ивановна Михайлова;
Томский филиал ФГБУ «ВНИИКР», г. Томск,
Россия; ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский Томский государственный
университет», г. Томск, Россия;
ORCID 0000-0003-4595-2032,
e-mail: mikhailova.si@yandex.ru

³ Александр Леонович Эбель;
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
Томский государственный университет»,
г. Томск, Россия; Томский филиал
ФГБУ «ВНИИКР», г. Томск, Россия

PREPARATION OF THE ATLAS OF WEED PLANTS OF AGROCENOSSES OF SIBERIAN FEDERAL DISTRICT

T.V. EBEL, S.I. MIKHAILOVA, A.L. EBEL

Сибирский федеральный округ (СФО) включает 10 субъектов РФ: Республики Алтай, Тыва, Хакасия, Алтайский и Красноярский края, Иркутскую, Кемеровскую, Новосибирскую, Омскую и Томскую области. В большинстве субъектов развито земледелие, особенно хорошо посевные площади представлены в Новосибирской, Омской областях и Алтайском крае. Серьезные изменения в системах земледелия и технологиях возделывания сельскохозяйственных культур, а также происходящие изменения климата оказывают существенное влияние на сеgetальную и рудеральную растительность. Наблюдается расширение ареала наиболее агрессивных сорных и инвазивных растений, увеличивается вероятность заноса и дальнейшего распространения новых опасных видов растений, включая карантинные.

В настоящее время для территории СФО отсутствуют атласы и определители сеgetальных сорных растений. Немногочисленная литература по данному вопросу представляет собой в основном учебные пособия, содержащие информацию о широко распространенных видах сорняков, и не содержит качественных иллюстраций растений, их плодов и семян с указанием диагностических признаков.

В связи с этим и с учетом необходимости выявления в агроценозах и продукции растениеводства сорных растений, входящих в фитосанитарные

требования стран-импортеров российской продукции АПК, авторами в 2022 г. начата работа над созданием «Атласа сорных растений агроценозов Сибирского федерального округа» (далее – Атлас).

В процессе подготовки Атласа используются полученные авторами в 2017–2023 гг. данные полевых исследований агроценозов большей части регионов Сибири, а также результаты герботогических анализов подкарантинной продукции, выращенной в Кемеровской, Новосибирской, Омской, Томской областях и Алтайском крае [1, 2, 4–7].

Выявлено 307 видов растений, засоряющих агроценозы и зернопродукцию в СФО. Из них 52% (160 видов) входят в фитосанитарные требования 60 стран. Широко распространенными (присутствующими в агроценозах более половины изученных регионов) являются 87 видов сорняков.

В Атлас запланировано включить около 180 видов, из которых 32 – инвазивные в СФО [3], а 6 – карантинные. Для каждого вида на основе литературных источников и собственных исследований готовятся краткие описания диагностических признаков растений и диаспор. Атлас предполагается иллюстрировать оригинальными фотоснимками сорных растений, выполненными в природных условиях, и авторскими макрофотографиями плодов и семян.

По мнению авторов, Атлас будет востребован специалистами разного профиля, прежде всего, работающими в организациях, проводящих исследования в области карантина растений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Михайлова С.И., Эбель Т.В., Эбель А.Л. Распространение чужеродных растений путём спейрохории в агроценозах Томской области // Российский журнал биологических инвазий. 2019. Т. 12. № 3. С. 65–73.
2. Михайлова С.И., Эбель Т.В., Шереметова С.А., Эбель А.Л. Сорные растения в агроценозах и зернопродукции Кемеровской области // Вестник КрасГАУ. 2022. № 6 (183). С. 58–64. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-6-58-64
3. Черная книга флоры Сибири / науч. ред. Ю.К. Виноградова, отв. ред. А.Н. Куприянов. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2016. 440 с.
4. Эбель А.Л., Эбель Т.В. Герботогическая экспедиция в Республику Алтай и Алтайский край // Карантин растений. Наука и практика. 2018. № 1 (23). С. 53–59.
5. Эбель Т.В., Михайлова С.И., Эбель А.Л. Герботогическая экспедиция в юго-западные районы Сибирского федерального округа // Карантин растений. Наука и практика. 2019. № 1 (27). С. 49.
6. Эбель Т.В., Эбель А.Л., Михайлова С.И. Герботогическая экспедиция в Красноярский край и Республику Хакасия // Фитосанитария. Карантин растений. 2020. № 1 (1). С. 61–72.
7. Эбель Т.В., Эбель А.Л., Михайлова С.И. Герботогическая экспедиция в Томскую область и Алтайский край // Фитосанитария. Карантин растений. 2021. № 1 (5). С. 49–64.

ФИТОСАНИТАРНАЯ ОЦЕНКА ПРЕОБЛАДАЮЩИХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В ИСТОРИЧЕСКИХ ПАРКАХ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

ЯРМОШ ВАЛЕНТИНА ГЕННАДЬЕВНА
ассистент кафедры аквакультуры и дизайна
экосреды. Полесский государственный
университет, г. Пинск, Республика Беларусь,
ID 0009-0001-9866-1514, E-mail: bloh.v@polessu.by

PHYTOSANITARY ASSESSMENT OF THE DOMINANT TREE SPECIES IN THE HISTORICAL PARKS OF BELARUSIAN POLESIE

VALENTINA YARMASH GENNADIEVNA

Садово-парковое искусство составля-
ет неотъемлемую часть материальной
и духовной культуры. Для сохранения
исторических парков, как важных объектов
культурного наследия страны, необходимо
проводить систематический мониторинг насажде-
ний, который позволит оценить санитарное состо-
яние и степень сохранности важного компонента
парковых экосистем – дендрофлоры.

Целью исследований являлась оценка фито-
санитарного состояния преобладающих древесных
пород в исторических парках Белорусского По-
лесья, выявляющая основные факторы, способст-
вующие снижению устойчивости и жизнеспособности
старовозрастных деревьев.

Таксономическая принадлежность древесных
растений определена по характерным морфологи-
ческим видовым признакам; измерение диаметра
ствола на высоте 1,3 м (с точностью до 0,5 см) осу-
ществлялось с помощью мерной вилки; категории
состояния растений оценивались по внешним
признакам согласно шкале категорий состояния
хвойных и лиственных деревьев. Оценка развития
усыхания крон определялась в баллах по методике
И.И. Журавлева. Потеря декоративности древесных
пород оценивалась по шкале в баллах (по В.М. Шаб-
нову). Полученные данные обрабатывались мето-
дом вариационной статистики с использованием
встроенных статистических функций программы
MS Excel для Windows.

Для фитопатологической оценки дендросоз-
офлоры исторических парков Белорусского По-
лесья был выбран 21 объект из памятников природы
республиканского и местного значения. Полевые
работы проводились в 2020-2023 гг.

В обследованных парках преобладают местные
виды, наиболее многочисленными видами являют-
ся: *Tilia cordata* Mill., *Acer platanoides* L., *Carpinus betulus*
L., *Fraxinus excelsior* L., *Quercus robur* L., *Picea abies* (L.) H.
Karst., *Aesculus hippocastanum* L., *Populus tremula* L. [1].

Высокая оценка усыхания кроны по И.И. Журав-
леву была выявлена у *Q. robur* – (1,8 балла), *F. excelsior*

(1,6 балла), *P. abies* и *A. hippocastanum* (по 1,5 баллов).
Наибольшие показатели потери декоративности от-
мечены следующие: 1,8 балла – *Q. robur*, 1,6 балла –
F. excelsior и *A. hippocastanum*, 1,5 балла – *P. abies*.

Сильно ослабленное состояние *Q. robur* вызва-
но стволовыми гнилями (диаметр от 29 см), бак-
териальной водянкой (от 30 см), макромицетами
на стволе (в большей степени *Phellinus igniarius*), на-
личием поврежденных стволов [2].

Повреждения ассимиляционного аппарата бо-
лезнями и вредителями в большей степени было
отмечено у *A. hippocastanum* (60,8 % от исследуемых
деревьев конского каштана), *T. cordata* и *A. platanoides*
(33,4 % и 19,4 % соответственно). Для *P. abies* выявле-
но, что наибольший процент обследованных деревь-
ев (20,7 %) поражен некрозно-раковыми болезнями
и 9,9 % повреждены стволовыми вредителями.

Для старовозрастных деревьев стволовые
гнили являются наиболее распространенным
видом поражения, что было отмечено при обсле-
довании, и выявлены у каждого вида. Например,
Q. robur в большей степени подвержен развитию
стволовой гнили, из обследованных деревьев по-
ражены 63,3 %, при этом средний диаметр повре-
жденных деревьев составил 86,9 см; у *A. hippocasta-
num* – 35,3 %, средний диаметр – 64,6 см; у *T. cordata*
и *A. platanoides* четверть обследованных растений,
средние диаметры 76,1 см и 66,9 см соответственно.

Проведена оценка фитосанитарного состояния
дендрофлоры в 21 историческом парке Белорусско-
го Полесья. Анализируя средневзвешенную кате-
горию состояния, отмечено, что все обследуемые
виды деревьев относятся к ослабленным, в то же
время представители *Q. robur* в большей степени
являются сильно ослабленными. Во всех парках
на старовозрастных деревьях обнаружены моро-
зобойные трещины, дупла, сухобокость и механи-
ческие повреждения. Такие повреждения у *Q. ro-
bur*, *T. cordata*, *P. tremula* проявляются при диаметре
свыше 40 см. Результаты обследований являются
основанием для разработки системы мероприятий
по стабилизации фитосанитарного состояния ден-
дрософлоры исторических парков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ярмош, В.Г. Мониторинг санитарного состо-
яния дендрофлоры исторических парков Белорус-
ского Полесья / В.Г. Блох, В.Б. Звягинцев // Мані-
торинг і аценка стану расліннага свету: матэрыялы VI
Міжнароднай навуковай канферэнцыі, Мінск – Ля-
скавічы, 9-13 кастрычніка 2023 / адк. рэд. А.В. Пу-
гачэўскі. – Мінск. : ІВЦ Мінфіна, 2023. – С. 336–338.
2. Блох, В.Г. Фитосанитарное состояние *Acer
platanoides* L., *Tilia cordata* Mill., *Quercus robur* L. в исто-
рических парках Белорусского Полесья / В.Г. Блох,
В.Б. Звягинцев // Мониторинг и биологические ме-
тоды контроля вредителей и патогенов древесных
растений: от теории к практике : материалы Тре-
тьей Всероссийской конференции с международ-
ным участием, Москва, 11–15 апреля 2022 г. / от-
ветственный редактор Ю.Н. Баранчиков. – М. : ИЛ
СО РАН, 2022. – С. 24–25.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭНТОМОЛОГИЯ И АКАРОЛОГИЯ

КОМПЛЕКС ВРЕДИТЕЛЕЙ ХУРМЫ (*DIOSPYROS KAKI*) В ЛЕНКОРАН-АСТАРИНСКОЙ ОБЛАСТИ АЗЕРБАЙДЖАНА

АБАСОВА НАЗАКАТ МИРСАХИБ КЫЗЫ
Институт Пищевой Безопасности Азербайджана,
Баку, Азербайджан
ORCID ID: 0000-0002-4190-7253

PEST COMPLEX OF PERSIMMON
(*DIOSPYROS KAKI*)
IN LANKORAN-ASTARA REGION
OF AZERBAIJAN

ABASOVA NAZAKAT MIRSANIB

В Ленкоран-Астаринской области в зоне влажных субтропиков Азербайджана возделываются такие субтропические плодовые культуры, как мандарин, лимон, апельсин, кинкан, фейхоа, хурма, киви, гранат, чай, лавр, мушмула. Комплекс вредных организмов на субтропических культурах имеют свои особенности. Многие виды насекомых были ввезены вместе с кормовыми растениями, не имея энтомофагов среди местной энтомофауны, они достаточно быстро размножились и расселились.

В ходе наших исследований с 2017 по 2021 гг. для определения комплекса вредителей хурмы были выбраны стационарные участки в селах Ленкоран-Астаринской области: Шилевар, Дигах, Веравул, Гирдани, Арчиван и др., которые по площади и плодородности деревьев были приблизительно равными. В течение всего года ежемесячно проводились обследования деревьев, регистрировались вредители, брались образцы для диагностики, отмечались фазы развития вида, а также поражаемые ими органы.

За период исследований с 2017 по 2021 гг. в Ленкоран-Астаринской области нами было выявлено 32 вида вредителей субтропических растений, относящихся к 2-м классам, 3-м отрядам, 10-и семействам, 16-и родам. По результатам проведенных

исследований субтропических растений в Ленкоран-Астаринской области было выявлено 32 вида комплекса вредителей, относящихся к 2-м классам – Arachnida (Tetranychidae) (2 вида) и Insecta (30 видов), среди которых 2 представителя отряда Coleoptera (Scarabaeidae, Curculionidae), 24 вида из отряда Hemiptera (Aleyrodidae, Aphididae, Coccidae, Diaspididae, Margarodidae, Pseudococcidae), и 3 вида относящихся к отряду Lepidoptera (Papilionidae, Gracillariidae, Pyralidae).

Хурма восточная (*Diospyros kaki* Thunb.) – субтропические листопадные или вечнозеленые деревья, или кустарники. Родиной, вероятнее всего, является Китай. В Азербайджане хурма распространена повсеместно. В Ленкоран-Астаринской области эта культура также широко распространена. В фермерских хозяйствах и приусадебных участках для хурмы отведены значительные площади. Общее число обследованных деревьев хурмы на участках в Ленкоранском районе составило – 43 дерева, в Астаринском – 51 дерево. В результате исследований на хурме были отмечены следующие вредители: *Dialeurodes citri* Ashmead, *Ceroplastes japonicus* Green, *Ceroplastes destructor* Newstead, *Diaspidiotus perniciosus* Comstock, *Pseudococcus viburni* Signoret, *Pseudococcus comstocki* Kuwana, *Tetranychus urticae* Koch., *Tuckerella* sp.

По результатам наших исследований на хурме были зарегистрированы 8 видов вредителей, которые относятся к 2-м классам: насекомые и клещи. 6 видов вредителей, выявленных на хурме, также отмечались на цитрусовых растениях, а 3 вида насекомых и тетраниховых клещей на цитрусовых не отмечались.

C.japonicus, *C.destructor*, *D.perniciosus*, *Ps.comstocki*, *Turticae*, встречались в этой зоне в течение всего года. Следует отметить, что вид калифорнийская щитовка (*D.perniciosus*) – из 11 исследуемых видов растений был обнаружен только на хурме.

Изменения числа вредителей на хурме происходит в течение всего года, что синхронизируется с процессом вегетации самого растения. Созревание плодов хурмы приходится на осенне-зимний период. Поэтому самый высокий показатель числа вредителей отмечался на хурме в январе (7 видов), затем к марту число видов вредителей на хурме снижалось до своих минимальных значений (2 вида). Еще два самых высоких показателя численности вредителей на хурме отмечались в июле и ноябре. В это время популяцию вредителей составляло 6 видов.

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ КАРАНТИННОГО ВИДА *BACTROCERA CUCURBITAE* (COQUILLET, 1899) (DIPTERA: TEPHRITIDAE) МЕТОДОМ ПЦР-ПДРФ

АРАПОВА МАРИЯ ЮРЬЕВНА

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия;

ORCID ID: 0000-0002-7368-4971;

e-mail: arapovamy@mail.ru

ОЮН НАДЕЖДА ЮРЬЕВНА

к.б.н.; Институт медицинской паразитологии, тропических и трансмиссивных заболеваний им. Е.И. Марциновского Первого

МГМУ им. И.М. Сеченова, Москва, Россия;

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия;

ORCID ID: 0000-0001-9279-4386.

MOLECULAR IDENTIFICATION OF THE QUARANTINE SPECIES *BACTROCERA CUCURBITAE* (COQUILLET, 1899) (DIPTERA: TEPHRITIDAE) BY PCR-RFLP METHOD

MARIA ARAPOVA, NADEZHDA OYUN

Африканская дынная муха *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett, 1899) – экономически важный вредитель плодов растений преимущественно из семейства Cucurbitaceae [1, 3], включен в Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза [4]. Вид родом из Азии, распространился в странах Африки, Австралии и Океании [1]. Чтобы не допустить дальнейшего распространения этого вредителя на другие территории, нужно иметь возможность быстрой и надежной идентификации африканской дынной мухи, особенно на преиминальных стадиях развития, которые чаще всего могут встречаться в подкарантинной продукции и, к тому же, сложнее поддаются диагностике из-за ограниченности существующих морфологических определительных ключей. В результате данных исследований разработан способ диагностики *B. cucurbitae* с помощью ПЦР с последующим анализом длины рестрикционных фрагментов (ПЦР-ПДРФ).

Материалом для исследований послужили имаго и личинки 3-го возраста видов *B. cucurbitae* (Вьетнам – 8 экз., Индонезия – 2 экз., Танзания – 2 экз.), *Bactrocera tau* (Walker, 1849) (Вьетнам – 2 экз.), *Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912) (Таиланд – 8 экз.), *Bactrocera latifrons* (Hendel, 1912) (Вьетнам – 3 экз., Танзания – 4 экз.), *Dacus* spp. (Танзания – 1 экз.,

Кения – 1 экз.), *Ceratitidis capitata* (Wiedemann, 1824) (Турция – 10 экз.) и *Anastrepha grandis* (Macquart, 1846) (Перу – 3 экз.).

ДНК выделяли из части тела личинки размером 3 мм или одной ноги имаго методом кипячения с протеиназой, описанным ранее [2]. Для генетической идентификации *B. cucurbitae* были подобраны специфичные праймеры на основе фрагмента гена *COI* мтДНК. Амплификацию фрагмента проводили с использованием ДНК, праймеров и готовой смеси для ПЦР ScreenMix-HS в соответствии с инструкцией производителя (Евроген). Обработку ПЦР-продукта эндонуклеазой рестрикции Gsa I, распознающей сайт 5'-CCCAG ↓ C-3', проводили в соответствии с рекомендациями производителя (СибЭнзим).

В результате проведения ПЦР с исследуемыми праймерами для 44 образцов 7 видов мух-пестрокрылок, показана успешная амплификация фрагмента только у двух видов – *B. cucurbitae* и *B. tau*. Размер фрагмента составил 796 п.н. Сравнительный анализ данных последовательностей показал, что *B. cucurbitae* отличается от *B. tau* наличием сайта рестрикции 5'-CCCAG ↓ C-3'. Эту разницу в составе исследуемой последовательности выявляли путем обработки ПЦР-продукта эндонуклеазой Gsa I, что приводило к разрезанию последовательности длиной 796 п.н. на фрагменты по 304 и 492 п.н у *B. cucurbitae*. Поскольку у *B. tau* отсутствует данный сайт, то рестрикции не происходило.

Таким образом, в результате амплификации фрагмента гена *COI* с помощью предложенных праймеров можно дифференцировать *B. cucurbitae* и *B. tau* от некоторых видов пестрокрылок, личинки которых могут быть обнаружены в плодах тыквенных растений. Кроме того, последующая обработка фрагмента эндонуклеазой рестрикции Gsa I позволяет идентифицировать целевой вид *B. cucurbitae*.

1. De Meyer M., Delatte H., Mwatawala M., Quilici S., Vayssières J.F., Virgilio M. 2015. A review of the current knowledge on *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett) (Diptera, Tephritidae) in Africa, with a list of species included in *Zeugodacus*. – Zookeys, 540: 539-557. DOI: 10.3897/zookeys.540.9672.

2. Galinskaya T.V., Oyun N.Yu., Teterina A.A., Shatalkin A.I. 2016. DNA barcoding of Nothybiidae (Diptera). – Oriental Insects, 50 (2): 69-83. DOI: 10.1080/00305316.2016.1174747.

3. White I.M., Elson-Harris M.M. Fruit flies of economic significance: Their identification and bionomics. – Wallingford, UK: CAB International, 1992, 601 pp.

4. Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза, утвержденный Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 30 ноября 2016 г. [Электронный ресурс] – URL: <https://vniikr.ru/dokumenty/epko-eaes/> (дата обращения: 13.10.2023).

LASIOPTERA TOMATICOLA (DIPTERA: CECIDOMYIIDAE) – НОВЫЙ ВРЕДИТЕЛЬ ТОМАТА И ОГУРЦА В ОТКРЫТОМ ГРУНТЕ И В ТЕПЛИЦАХ РОССИИ

АХАТОВ АСКАР КАМБАРОВИЧ

ведущий специалист АО «Шетелиг Рус», Москва, РФ
a_akhatov@mail.ru

ФЕДОТОВА ЗОЯ АЛЕКСАНДРОВНА

С-Петербург, РФ, д.б.н., ВИЗР, лаборатория
биологической защиты растений
zoia-fedotova@mail.ru

LASIOPTERA TOMATICOLA (DIPTERA: CECIDOMYIIDAE) – A NEW PEST OF TOMATO AND CUCUMBER IN OPEN GROUND AND IN GREENHOUSES IN RUSSIA

ASKAR K. AKHATOV, ZOYA A. FEDOTOVA

Приведена краткая история выявления стеблевой галлицы томата – *Lasioptera tomatocola* Yukawa et Harris, 2019 в России и сопредельных странах. Дано описание симптомов повреждения растений томата и огурца, вредоносности и морфологии *L. tomatocola* – нового для России вредителя, выявленного в Причерноморье в 2022 г. Обсуждаются проблемы мониторинга вредителя, способов его распространения и возможные меры борьбы с ним на культурах томата и огурца в открытом грунте и в теплицах.

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФГБУ «ВНИИКР» В ОБЛАСТИ ДИАГНОСТИКИ КАРАНТИННЫХ И ИНВАЗИОННЫХ ВИДОВ НАСЕКОМЫХ И КЛЕЩЕЙ

КАМАЕВ ИЛЬЯ ОЛЕГОВИЧ

ORCID 0000-0003-4251-4862,
e-mail: ilyakamayeff@yandex.ru,

ЛОВЦОВА ЮЛИЯ АЛЕКСАНДРОВНА

ORCID 0000-0002-7266-6229,

ШИПУЛИН АНДРЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

ORCID 0000-0003-2547-4993,

КОВАЛЕНКО МАРГАРИТА ГРИГОРЬЕВНА

ORCID 0000-0001-7824-9277,

ГУРА НАТАЛЬЯ АЛЕКСЕЕВНА

ORCID 0000-0001-9343-2694,

КУРБАТОВ СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

ORCID 0000-0002-9729-5751

ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений», Россия, Московская область, Быково

**SCIENTIFIC INVESTIGATIONS
OF FGBU “VNIICR” IN THE DIAGNOSTICS
OF QUARANTINE AND INVASIVE SPECIES
OF INSECTS AND MITES**

KAMAYEV ILYA O., LOVTSOVA JULIA A.,
SHIPULIN ANDREY V., KOVALENKO MARGARITA G.,
GURA NATALIA A., KURBATOV SERGEY

В Едином перечне карантинных объектов ЕАЭС 57% составляют насекомые и клещи. При этом видовая идентификация этих организмов затрудняется рядом факторов, что, в свою очередь, требует развитие методов диагностики с предшествующим проведением НИР. Профильные специалисты ФГБУ «ВНИИКР» развивают сотрудничество с ведущими институтами РАН, каф. энтомологии биологического факультета МГУ, РГАУ-МСХА и др., подтверждением чему служат многочисленные совместные публикации.

Разработки в области диагностики сопряжены с исследованием биоразнообразия фитофагов, например, за последние 4 года специалисты ФГБУ «ВНИИКР» обнаружили 5 чужеродных видов паутиных клещей (Tetranychidae) – новых для фауны РФ. В ходе экспедиций проводится сбор материала, который пополняет уникальную энтомологическую коллекцию ФГБУ «ВНИИКР» и служит основой для формирования пула референтных образцов карантинных объектов.

Результатом морфологических исследований являются диагностические ключи, схемы и выделение дифференцирующих признаков целевого карантинного объекта. Уделяется внимание преиминальным стадиям насекомых. Этой работе предшествует оценка изменчивости морфологических признаков целевого и сходных видов, проводятся специальные инструментальные исследования, включая микроскопирование с контрастированием, сканирующую электронную микроскопию. Ранее в рамках научного сотрудничества (МГУ, ЗИН РАН) была проведена микротомография личинки плодовой мухи *Bactrocera dorsalis* – впервые для Tephritidae.

Важное направление связано с пробоподготовкой материала, которое заключается в ускорении процедур изготовления микропрепаратов щитовок и клещей, препарирования диагностических структур насекомых, модификации методов окрашивания кутикулы, возможностям выделения ДНК из материала с последующим сохранением морфологических признаков образца.

Молекулярно-генетические исследования охватывают проблемы проведения ДНК-баркодирования (в 2019 г. подготовлены соответствующие методические рекомендации ФГБУ «ВНИИКР» для насекомых и клещей). В развитие данного метода проводится поиск новых молекулярных маркеров и определение межвидового порога видов карантинных и инвазионных насекомых и клещей.

В настоящее время осуществляется разработка тест-систем для карантинных видов плодовых мух, в т.ч. карантинных объектов из рода *Ceratitis*.

ВОПРОСЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ АККЛИМАТИЗАЦИИ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ

ГРЕБЕННИКОВ, КОНСТАНТИН АЛЕКСЕЕВИЧ
Всероссийский центр карантина растений,
Быково, Россия; ORCID ID 0000-0003-1998-9296,
kgrebennikov@gmail.com

ISSUES IN PREDICTING THE PROBABILITY OF ACCLIMATIZATION AND DISTRIBUTION OF THE PESTS

GREBENNIKOV K. A.

В соответствии с Международной конвенцией по карантину и защите растений, анализ фитосанитарного риска является необходимым техническим обоснованием применяемых фитосанитарных мер. Одним из основных параметров фитосанитарных рисков является возможная широта распространения анализируемого вида.

Выбор факторов, ограничивающих его распространение (предикторов модели), является основой построения модели потенциального ареала. Значительное число моделей экологической ниши и потенциального ареала вредных организмов созданы на основе лишь предельных или средних значений климатических факторов и их отношений (биоклиматических переменных WorldClim) [1]. Однако, наши эксперименты показывают, что по меньшей мере в некоторых случаях большее влияние на распространение видов оказывают суммы значений за определенный период. Так, для наиболее статистически достоверной модели потенциального ареала американского коричневого клопа *Euschistus servus* (Say, 1832) (Animalia, Insecta, Heteroptera, Pentatomidae) наиболее значимыми предикторами были сумма среднемесячной температуры за месяцы со средней температурой выше 5°C, умноженная на количество дней, и сезонность температуры. В случае горца пенсильванского *Persicaria pensylvanica* (L.) M.Gómez (Plantae, Magnoliophyta, Polygonaceae) помимо суммы температур, высокое значение имел процент орошаемых (естественным или искусственным образом) земель. Абсолютные и средние минимумы и максимумы показателей среды в обоих случаях вносили небольшой вклад в формирование моделей.

Также важно учитывать сдвиг экологической ниши вида при интродукции на новые территории,

связанный с изменением условий обитания. Поскольку фундаментальная экологическая ниша вида всегда шире реализованной [2], в новых климатических условиях требования вида к окружающей среде неизбежно изменяются. Так, для соевого клопа *Megacopta cribraria* (Fabricius, 1798) (Animalia, Insecta, Heteroptera, Plataspidae) были показаны значительные различия в моделях потенциального ареала, построенных на основе распространения в естественном ареале (Южная и Восточная Азия), и данных об интродуцированных популяциях в Северной Америке.

Применение указанных выше подходов позволяет создавать значительно более точные модели потенциального ареала вредных организмов. Важность сказанного выше была показана на примере моделей экологической ниши и потенциального ареала нескольких вредных организмов, которые могут быть потенциально опасными для сельского хозяйства России.

Работа выполнена в рамках государственного задания (№ ЕГИСУ НИОКТР 122041300171-6).

1. Fick S.E., Hijmans R.J. 2017. WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. // International Journal of Climatology. Volume 37, Issue 12. P. 4302-4315. DOI: <https://doi.org/10.1002/joc.5086>

2. Whittaker R.H., Levin S.A., Root R.B. 1973. Niche, habitat, and ecotope. // The American Naturalist, Volume 107, No. 955. P 321-338.

АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЛОКУСОВ МИТОХОНДРИАЛЬНОГО ГЕНОМА НАТАЛЬСКОЙ ПЛОДОВОЙ МУХИ *CERATITIS ROSA* (DIPTERA: TEPHRITIDAE)

КАМАЕВ ИЛЬЯ ОЛЕГОВИЧ
ORCID 0000-0003-4251-4862,
e-mail: ilyakamayeff@yandex.ru,

ШИПУЛИН АНДРЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ
ORCID 0000-0003-2547-4993

ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений», Россия, Московская область, Быково

ANALYSIS OF THE VARIABILITY OF MITOCHONDRIAL GENOME LOCI OF *CERATITIS ROSA* (DIPTERA: TEPHRITIDAE)

KAMAYEV ILYA O., SHIPULIN ANDREY V.

Натальская плодовая муха (*Ceratitis rosa* Karsch, 1887) – карантинный объект Единого перечня ЕАЭС, принадлежит к группе видов FAR(Q)–комплекса. В регионе своего распространения данный вид счи-

тается одним из важнейших вредителей плодовых (косточковых и семечковых), тропических и субтропических культур. Распространение данного карантинного объекта происходит на личиночной стадии, заражающей плодовую продукцию. По своим морфологическим характеристикам личинки нательской плодовой мухи близки к таковым другого карантинного объекта – средиземноморской плодовой мухи *C. capitata* (Wiedemann, 1824). В целях обеспечения карантинных фитосанитарных мер требуется точная диагностика данного регулируемого вредного организма, в т.ч. с использованием молекулярно-генетических методов.

В ходе исследования были проанализированы 12 участков митохондриального генома 12 видов рода *Ceratitidis*, включая *C. rosa* и *C. capitata* (на основе оригинальных и депонированных в Генбанке нуклеотидных последовательностей).

Показано, что только для одного участка – COIII – был отмечен «barcoding gap» (межвидовой порог), дифференцирующий *C. rosa* от прочих видов рода *Ceratitidis*, в том числе и FAR-комплекса. Разработанные оригинальные праймеры Cer02F/Cer03R по данному локусу позволяют дифференцировать *C. rosa* от *C. capitata* и могут служить основой для дальнейшей разработки ПЦР-тест-систем.

Работа выполнена в рамках НИОКТР №123030100019-6.

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ И ДИАГНОСТИКА УДЛИНЕННОГО КЛЕЩА *TYROPHAGUS PUTRESCENTIAE* (SCHRANK, 1781) (ACARIFORMES: ACARIDAE)

КАМАЕВ ИЛЬЯ ОЛЕГОВИЧ
ФГБУ «Всероссийский центр карантина
растений», Россия, Московская область, Быково
ORCID 0000-0003-4251-4862,
e-mail: ilyakamayeff@yandex.ru

VARIABILITY OF MORPHOLOGICAL CHARACTERS AND DIAGNOSTICS OF *TYROPHAGUS PUTRESCENTIAE* (SCHRANK, 1781) (ACARIFORMES: ACARIDAE)

KAMAYEV ILYA O.

T *tyrophagus putrescentiae* – достаточно эври-
топный вид-полифаг, являющийся вреди-
телем зерна и продукции его переработки,
а также промышленных культур грибов, с/х
культур защищенного грунта и др. Этот вид
регулируется в качестве карантинного организма
в Индонезии и Бангладеш.

Ряд признаков, традиционно используемых
в диагностике данного вида, характеризуется из-
менчивостью. У *T. putrescentiae* наблюдается вари-
бельность формы латерококсового органа (scx),
который в большинстве случаев ланцетовидный,
но встречается и щетинковидный, а также проме-
жуточное состояние признака; отмечена флукту-
ирующая асимметрия. Солений $\omega 1$ на лапках I
данного вида характеризуется как явным, так и не-
явным утолщением. У большинства самцов *T. putres-
centiae* тарзальные копулятивные присоски делят
лапку IV примерно на три равные части, но в ряде
случаев они могут быть размещены только в прок-
симальной части лапки; также отмечена флуктуи-
рующая асимметрия.

В результате исследований показано, что от по-
давляющего большинства видов рода *Tyrophagus*
фауны РФ (всего исследовано 79 экз. 9 видов), в т.ч.
связанных с зерном, *T. putrescentiae* (137 экз.) отли-
чается по следующим признакам строения самцов
и самок: глазные пятна на проподосомальном щите
имеются; дорсоцентральные щетинки *d1* длиннее
c1 и голени IV; щетинки *4a* длиннее или равны по-
ловой щели.

Работа выполнена в рамках НИОКТР
№123022100114-3.

ВРЕДИТЕЛИ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА ARACEAE JUSS. КОЛЛЕКЦИОННОГО ФОНДА ЦЕНТРАЛЬНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА НАН БЕЛАРУСИ

КОБЗАРЬ-ШПИГАНОВИЧ А.В., ГОЛОВЧЕНКО Л.А.
Центральный ботанический сад НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь, alta.zorge@mail.ru

PESTS OF ORNAMENTAL PLANTS OF ARACEAE FAMILY IN THE COLLECTION FUND OF THE CENTRAL BOTANICAL GARDEN OF NAS OF BELARUS

KABZAR-SHPIHANOVICH A.V., GOLOVCHENKO L.A.

Растения семейства Araceae Juss. занимают
особое место в коллекциях ботанических
садов. Представители этого семейства
устойчивы в интерьерах, теневыносливы,
мало поражаются болезнями и вредите-
лями, при благоприятных условиях быстро растут
и хорошо адаптируются к условиям окружающей
среды [1]. Однако экспозиционная форма содержа-
ния представителей этого семейства в оранжереях
ботанических садов, регулярное пополнение кол-
лекций влечет за собой и увеличение разнообразия
вредных насекомых.

В коллекционном фонде растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси выращивается более 120 видов и внутривидовых таксонов семейства *Agaceae*. Наиболее широко представлены такие роды как *Aglaonema* Schott, *Anthurium* Schott, *Dieffenbachia* Schott, *Monstera* Adans., *Philodendron* Schott, *Spathiphyllum* Schott, *Syngonium* Schott. Систематический мониторинг фитосанитарного состояния растений семейства Ароидные показал, что общее состояние растений хорошее, растения оказались довольно устойчивы к вредным насекомым и клещам. В своих тканях растения семейства Ароидные зачастую содержат алкалоиды, сапонины, стеринны, цианистые соединения; многие из них ядовиты [2, 3] и способны обеспечить естественную защиту от фитофагов. Часто представители семейства заселялись вредителями в том случае, если произрастали в непосредственной близости от более предпочтительных для вредителей растений.

Во время наблюдений имаго и личинки различных видов фитофагов фиксировались на растениях, не имеющих признаков ослабления. Чаще всего наблюдали повреждение красивоцветущих представителей рода *Anthurium* трипсами *Heliothrips haemorrhoidalis* (Bouché, 1833), *Chaetanaphothrips orchidii* (Moulton, 1907), *Parthenothrips dracaenae* (Heeger, 1854). Трипсы предпочитают соцветия, встречаются на них массово. Мучнистые червецы (сем. *Pseudococcidae*) повреждали представителей родов *Anthurium*, *Alocasia*, *Philodendron*, *Dieffenbachia*. Выявлено повреждение отдельных растений родов *Alocasia* и *Philodendron* оранжерейной белокрылкой *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood, 1856): значительного вреда данные насекомые не наносили. На заселяемых оранжерейной белокрылкой представителях рода *Philodendron* отмечалось развитие сажистых грибов. Все выявленные вредители по способу питания относятся к группе сосущих насекомых, проявление их вредоносности имеет общие черты. Повреждения приводят к сокращению периода цветения, деформации цветков, проявляются характерной мелкой пятнистостью листьев (желтой или белой), скручиванием и деформацией молодых побегов и листьев [4], что в сумме приводит к потере эстетических качеств растения.

В целом, растения семейства Ароидные оказались устойчивы к повреждению вредными насекомыми и клещами, однако при заселении отдельных экземпляров уничтожить популяцию фитофагов очень сложно. Поэтому при культивировании ароидных приоритет следует отдавать поддержанию оптимальных условий выращивания, соблюдению агротехники, профилактическим мероприятиям.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Вьюгин, С. М. Цветоводство и питомниководство: учебное пособие для вузов / С. М. Вьюгин, Г. В. Вьюгина. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 144 с.
2. Губанов И. А. и др. Дикорастущие полезные растения СССР / отв. ред. Т. А. Работнов. – М.: Мысль, 1976. – С. 56. – 360 с.

3. Хессайон Д.Г. Всё о комнатных растениях. – Москва: Изд-во «Кладезь – Бук», 2006. – 256 с.

4. Карпун, Н. Н. Сосущие насекомые как вредители декоративных древесных пород в насаждениях города-курорта Сочи / Н. Н. Карпун, Е. А. Игнатова // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2011. – № 196. – С. 160–168 с.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕКСИКАНСКОГО ЗЕРНОВОГО ЖУКА (*PHARAXONOTHA KIRSCHII* RTT.) В УСЛОВИЯХ СИНАНТРОПИЗАЦИИ ВИДА И ОБУСЛОВЛЕННОГО ЭТИМ РАСШИРЕНИЯ АРЕАЛА

КОВАЛЕНКО ЯКОВ НИКОЛАЕВИЧ
ФГБУ «ВНИИКР», р.п. Быково, г. Раменское,
Московская обл., Россия;
ORCID ID: 0000-0002-2572-9522,
e-mail: sinodendron.rus@gmail.com;

BIOLOGICAL FEATURES OF THE MEXICAN GRAIN BEETLE (*PHARAXONOTHA KIRSCHII* RTT.) UNDER CONDITIONS OF ITS SYNANTHROPIZATION AND THE RESULTING OF RANGE EXPANSION

KOVALENKO YAKOV

Первое указание на вредоносную деятельность мексиканского зернового жука в научной литературе датируется концом XIX века: оно базируется на сообщении о наблюдении за не попадавшим до этого в поле зрения энтомологов жуке-вредителем на Всемирной Колумбийской выставке ("World's Columbian Exposition"), прошедшей в г. Чикаго, штат Иллинойс (США) в 1893 г. [1]. Специалистами, посетившими выставку, в кукурузной муке и съедобных клубнях из Мексики и Гватемалы были во множестве замечены жуки, которые впоследствии были идентифицированы как *Ph. kirschii*. Значительно позднее стало известно о двух обращениях мексиканских фермеров (в 1902 и 1910 гг.) в Энтомологическое бюро США (Bureau of Entomology, U.S.A), по материалам которых были установлены факты существенного повреждения образцов сухого кукурузного зерна комплексом вредителей, включавшим *Ph. kirschii* [2]. Есть основания полагать, что к тому времени мексиканский зерновой жук наносил вред как синантропный вредитель уже как минимум на всей территории своего естественного обитания (от Техаса и Луизианы (США) на севере до

Панамы на юге), но данных о его распространении в то время исключительно мало. По состоянию на 1944 год *Ph. kirschii* указывается уже как обычный вредитель хранящейся растительной продукции, к сожалению, без указания конкретных локалитетов [3].

Вероятно, первоописание *Pharaxonotha kirschii* в 1875 г., экземпляры которого были обнаружены в лекарственном сырье растительного происхождения, импортированном из Мексики, можно условно принять за точку отсчета начала инвазии этого вредителя в Европу [5]. Дальнейшая история расселения вида по Европе в научной литературе освещена плохо; известно, что все находки вида в Европе приурочены к хранящимся субстратам растительного происхождения, при полном отсутствии находок вида в природе.

В настоящее время адвентивный ареал *Ph. kirschii* включает южноамериканскую (Перу, Бразилия), европейскую (Чехия, Франция, Германия, Португалия, Бельгия, Словакия, Люксембург, Румыния, Кипр) и азиатскую части (Япония, Китай (включая Тайвань), Филиппины, Таиланд).

Из биологических особенностей, присущих этому виду в синантропных условиях, следует отметить, прежде всего, активное питание имаго предложенными им в опытах субстратами (кукурузная мука и сырые ломтики картофеля). В кукурузной муке жуки делали неглубокие ямки, в которых прятались, иногда по несколько экземпляров совместно, в отличие от имаго *Tribolium* sp., активно туннелировавших тот же субстрат. В процессе содержания культуры мексиканского зернового жука было отмечено, что его естественным врагом является хищный клещ *Pyemotes ventricosus* (Newport, 1850), продукты жизнедеятельности которого известны своей способностью вызывать у людей контактные дерматиты [2; 4; 6].

Работа выполнена в рамках НИОКТР 122041400282-8.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Chittenden F.H. 1895. On the distribution of certain imported beetles. *Insect Life* 4 (4): 326–332;
2. Chittenden F.H. 1911. The Mexican grain beetle (*Pharaxonotha kirshii* Reitt.). *Bulletin of the United States Department of Agriculture* 96 (1): 8–13;
3. Linsley E.G. 1944. Natural sources, habitats, and reservoirs of insects associated with stored food products. *Hilgardia* 16 (4): 185–224.
4. Neumayr A., Kuenzil E. 2019. *Pyemotes ventricosus* dermatitis: a serpiginous skin lesion due to a mite that parasitizes a wood-boring beetle. *The American Society of Tropical Medicine and Hygiene* 100 (5): 1041–1042.
5. Reitter E. 1875. Revision der europaischen Cryptophagiden. *Deutsche Entomologische Zeitschrift*, 19 (3): 1–86;
6. Thanh H.H., Bào C. 2004. Composition of storage insects and mite and the occurrence of red flour beetle (*Tribolium castaneum* Herbst.) in northern provinces of Vietnam. *Tap chí KHKT Nông nghiệp*, Tập 2 số 1: 23–29.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОНОРСКОГО ХРУЩАКА (*CYNAEUS ANGUSTUS* (LECONTE)) В УСЛОВИЯХ СИНАНТРОПИЗАЦИИ ВИДА И ОБУСЛОВЛЕННОГО ЭТИМ РАСШИРЕНИЯ АРЕАЛА

КОВАЛЕНКО ЯКОВ НИКОЛАЕВИЧ
ФГБУ «ВНИИКР», р.п. Быково, г. Раменское,
Московская обл., Россия;
ORCID ID: 0000-0002-2572-9522,
e-mail: sinodendron.rus@gmail.com;

BIOLOGICAL FEATURES OF THE SINORIAN (*CYNAEUS ANGUSTUS* (LECONTE)) UNDER CONDITIONS OF ITS SYNANTHROPIZATION AND THE RESULTING OF RANGE EXPANSION

KOVALENKO YAKOV

Сонорский хрущак, живший ранее в условиях пустыни, при попадании в новые для себя условия (центральные, восточные и северные штаты США, южные провинции Канады, Европа, Южная Корея, Таиланд, Бразилия) проявил высокую степень экологической пластичности, приспособившись к развитию под корой деревьев и кустарников в условиях леса.

Весьма вероятно, что синантропизация образа жизни *C. angustus* происходила не в один этап. В научной литературе имеются данные о находках палеоэнтомологических материалов, относящихся к этому виду, имеющих местом своего происхождения национальный парк Меса-Верде (штат Колорадо). Останки *C. angustus* были получены при обследовании кирпича-сырца (самана), использованного для возведения индейских построек, датируемых 800-ми годами до н.э. [1].

По всей видимости, это говорит о синантропном статусе сонорского хрущака уже около 2800 назад. Исходя из имеющихся данных, можно предположить следующие варианты истории его синантропизации:

1) Сонорский хрущак стал спутником человека и, возможно, контаминировал хранящееся индейцами зерно и/или иные использующиеся в хозяйственной деятельности растительные материалы (в частности, применявшиеся для изготовления кирпича-сырца), однако вследствие неразвитых экономических связей между различными индейскими культурами рассматриваемого региона Северной Америки остался локальным синантропным видом (национальный парк Меса-Верде расположен в границах географической зоны, в настоящее время принимаемой в научной литературе за естественный ареал сонорского

хрущака). Со временем вид мог потерять свое синантропное значение, например, вместе с угасанием индейской культуры, при которой *C. angustus* стал приобретать черты синантропного объекта, или с изменением технологий хранения растительной продукции, заготовки сырья для изготовления самана, или под влиянием иных антропогенных факторов;

2) Сонорский хрущак распространился за пределы ареала, считающегося в настоящее время нативным для данного вида, на более широкую территорию в пределах Северной Америки, однако под влиянием тех или иных факторов его распространение вернулось в прежние границы. Подобных «волн» расселения вида могло быть несколько, а современная ситуация, связанная с распространением вида на новые территории, вполне может оказаться не первой в истории человечества попыткой экспансии *C. angustus* за пределы нативного ареала. Главное, что отличает современную инвазионную активность сонорского хрущака от возможных попыток расселения в прошлом, – ее скорость и масштабность, связанные с интенсификацией товарных потоков, а также – трансконтинентальность;

3) Сонорский хрущак является чужеродным элементом для пустынь Сонора и Чиуауа, а нахождение палеоэнтомологического материала в Меса-Верде представляет собой не более чем фиксацию для науки точки адвентивного ареала данного вида на 800-е годы до н.э., в то время как истинный нативный ареал *C. angustus* неизвестен (вплоть до исчезновения вида по естественным или антропогенным причинам с территории природного ареала, когда-то занимаемого им).

Безусловно, логическая структура и хронология любой из рассмотренных ситуаций, гипотетически моделирующих историю географического распространения и синантропизации *C. angustus*, может быть подвергнута сомнению, но наиболее вероятным вариантом, с точки зрения авторов настоящей работы, представляется второй – с переходом вида к синантропному образу жизни вместе с зарождением на территории пустынь Сонора и Чиуауа (или сопредельных территорий, характеризующихся сходными климатическими условиями, – в соответствии с гипотезой «ландшафтно-исторического маятника» [16]) хозяйственной деятельности, последующими колебаниями границ ареала за счет деятельности человека (в первую очередь торговли) и началом глобальной экспансии *C. angustus* в первые десятилетия XX века.

Работа выполнена в рамках НИОКТР 122041400258-3.

1. Graham S.A. Entomology: an aid in archaeological studies / Contributions of the Wetherill Mesa archaeological project // Memoirs of the Society for American Archaeology. – 1965. – Vol. 19. – P. 167–174.

2. Присный А.В. Эколого-географические принципы становления биоразнообразия юга Среднерусской возвышенности на примере реликтовых

членистоногих. Диссертация, представленная на соискание ученой степени доктора биологических наук. Белгород: ИПК БелГУ, 2003. – 487 с.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЛОВУШЕК С СИНТЕТИЧЕСКИМ ПОЛОВЫМ ФЕРОМОНОМ ЗЕРНОВОЙ ОГНЕВКИ *EPHESTIA ELUTELLA* (HÜBNER, 1796) (LEPIDOPTERA, PYRALIDAE) НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

КОВАЛЕНКО МАРГАРИТА ГРИГОРЬЕВНА
ФГБУ «ВНИИКР», р.п. Быково, г. Раменское,
Московская обл., Россия;
ORCID ID: 0000-0001-7824-9277,
e-mail: bush_zbs@mail.ru

ЛОВЦОВА ЮЛИЯ АЛЕКСАНДРОВНА
ФГБУ «ВНИИКР», р.п. Быково, г. Раменское,
Московская обл., Россия;
ORCID ID: 0000-0002-7266-6229,
e-mail: julialov@inbox.ru

EXPERIENCE OF USING SYNTHETIC SEX PHEROMONE TRAPS OF *EPHESTIA ELUTELLA* (HÜBNER, 1796) (LEPIDOPTERA, PYRALIDAE) IN BELGOROD REGION

KOVALENKO MARGARITA, JULIA LOVTSOVA

Зерновая огневка (*Ephestia elutella* (Hübner, 1796)) – вредитель запасов, широко распространенный на территории Российской Федерации. Феромонные ловушки на зерновую огневку неоднократно испытывались, в результате чего был определен перечень объектов, летящих на соответствующий феромон (Kuwahara, Casida, 1973; Soldan, Spitzer, 1983; Carvalho et al., 2000; The pherobase, 2023 и др.). Целью нашей работы было испытание ловушек с половым феромоном зерновой огневки в Белгородской области – регионе России со слабо изученной фауной огневков (Pyraloidea).

Исследования проводили на территории приусадебного участка площадью 30 соток в с. Пуляевка Белгородского района, где было установлено шесть клеевых ловушек типа «Дельта» с синтетическим половым феромоном *E. elutella*, включающим компоненты – (Z, E)-9,12-тетрадекадиенил ацетат и (Z, E)-9,12-тетрадекадиенол.

В результате исследований в период с 9 мая по 9 июля 2023 года при помощи феромонных ловушек

нами было поймано 134 особи огневки трибы Phycitini, относящихся к семи видам: *E. elutella* (79 экз.), *Cadra furcatella* (Herrich-Schäffer, 1849) (28 экз.), *Cadra figulilella* (Gregson, 1871) (11 экз.), *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (10 экз.), *Euzophera cinerosella* (Zeller, 1839) (3 экз.), *Myelois circumvoluta* (Fourcroy, 1785) (2 экз.) и *Homoeosoma sinuella* (Fabricius, 1794) (1 экз.). Среди известных видов, летящих на вышеуказанный феромон, три вида из нашего списка ранее не приводились (The pherobase, 2023). К ним относятся *C. furcatella*, *E. cinerosella* и *H. sinuella*. Согласно КATALOGу чешуекрылых России (Синев и др., 2023) в Европейском центрально-черноземном регионе, включающем Курскую, Липецкую, Тамбовскую, Орловскую, Белгородскую и Воронежскую области, пойманные нами *C. furcatella* и *C. figulilella* ранее не отмечались. *E. elutella*, *P. interpunctella* и *C. figulilella* являются вредителями запасов, *C. furcatella* развивается на разлагающихся растительных остатках, остальные – на дикорастущей растительности. Таким образом нами были дополнены сведения о фауне данного региона, а также расширен список видов, летящих на половой феромон зерновой огневки.

Работа выполнена в рамках НИОКТР 123022100105-1.

1. Синев С.Ю., Стрельцов А.Н., Трофимова Т.А. Семейство Pyralidae. – В кн.: С.Ю. Синев (ред.). Каталог чешуекрылых (Lepidoptera) России. Издание 2.3. СПб: Зоологический институт РАН, 2023. – 373 с.

2. Carvalho M. O., Pereira A. P., Mexia A. Occurrence of *Lasioderma serricornis* F. and *Ephestia elutella* (Hb.) in tobacco Virginia fields and curing barns // Integrated Protection of Stored Products IOBC Bulletin – 2000. – Vol. 23 (10). – P. 91–102.

3. Kuwahara Ya., Casida J. E. Quantitative analysis of the sex pheromone of several phycitid moths by electron-capture gas chromatography // Agricultural and Biological Chemistry – 1973. – Vol. 37. – P. 681–684.

4. Soldan T., Spitzer K. Some moths recorded at sex pheromone traps in Mitidja, Algeria (Lepidoptera: Tortricidae, Pyralidae, Noctuidae) // Acta entomologica Bohemoslovaca – 1983. – Vol. 80. – P. 395–398

5. The pherobase [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.pherobase.com/> (дата обращения: 6.10.2023)

КУКУРУЗНЫЙ КОРОЕД *PAGIOCERUS FRONTALIS* (F.) – ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫЙ ВРЕДИТЕЛЬ ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ РФ

КУРБАТОВ СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ
ФГБУ «Всероссийский центр карантина
растений», Московская область, пос. Быково,
Россия; ORCID 0000-0002-9729-5751,
pselaphidae@yandex.ru

ПЕТРОВ АЛЕКСАНДР ВАЛЕНТИНОВИЧ
Институт лесоведения РАН, Московская область,
п/о Успенское, Россия; ORCID 0000-0001-9448-7179,
hylesinus@list.ru

CORN BARK BEETLE *PAGIOCERUS* *FRONTALIS* (F.) – A POTENTIALLY DANGEROUS PEST FOR THE TERRITORY OF RUSSIA

KURBATOV SERGEY, PETROV ALEXANDER

Кукурузный короед относится к специфической трофической группе короедов сперматофагов, способных развиваться в плодах и семенах растений. Вид связан с сухим зерном кукурузы, с косточками плодов многих представителей лавровых, например, авокадо, и некоторых других семейств растений (Annonaceae, Boraginaceae, Poaceae, Rubiaceae) (Rodriguez-Sanchez et al., 2022). В хранящемся зерне кукурузы вредитель способен быстро увеличивать свою численность: самки откладывают до 80 яиц, при оптимальных условиях личинки короеда завершают развитие за 3–4 недели, и в течение 3–4 месяцев всё зерно может быть уничтожено (Eidt-Wendt & Schulz, 1990; Leathers, 2015).

Вид широко распространён в Новом Свете от Северной Каролины (США) на севере до Аргентины на юге. В прошлом веке завозился в СССР. На сайте ЗИН РАН приведены данные о хранящемся в их коллекции экземпляре вредителя из Ленинградской области. Недавно короед был отмечен в Швейцарии, но его очаг был уничтожен (Sanchez et al., 2020). В 2021 году вредитель был перехвачен в Германии (Гамбург) в кукурузе из Перу, что послужило поводом для проведения экспресс-анализа фитосанитарного риска (Schrader G., Adler C., 2021), в результате которого был сделан вывод, что данный вид является потенциальным карантинным вредителем. Требуется подтверждения нахождения вида в Италии (Bark and Ambrosia Beetles of North and Central America database 2021). Таким образом вредитель определённо проявляет инвазионную активность. Акклиматизации вида вполне возможна в южных регионах России. Один из авторов (А. Петров) изучал биологические особенности вредителя, собранного в высокогорьях Перу (3335 м над уровнем моря), где температура в июне опускается до +2°. Более 1000 экземпляров жуков, содержащихся в пластиковых и картонных коробках и развивавшихся в зерновках кукурузы, охлаждались до отрицательных температур. Было установлено, что часть жуков выживает при температуре -5°C, а отдельные экземпляры и при -7°C. Эти условия вполне сопоставимы с таковыми Южной России, например, Краснодарского и Ставропольского краёв, где располагается более 30% посевных площадей зерновой кукурузы. Было также выяснено, что в лабораторных условиях жуки охотно заселяют зерновки российских сортов кукурузы.

Пути проникновения вредителя в РФ могут быть, например, семена кукурузы или плоды авокадо, завезённые с американского континента.

Считаем, что кукурузный короед является потенциально опасным вредителем для территории России. Для решения вопроса о его карантинном статусе необходимо проведение АФР.

1. Eidt-Wendt J., Schulz F.A. Studies on the biology of *Pagiocerus frontalis* (Fab.) (Coleoptera Scolytidae) infesting stored maize in Ecuador. – In: F. Fleurat-Lesard & P. Ducom (Eds.), Proceedings of the Fifth International working conference on stored-product protection, Bordeaux (France), 1990. – P. 61–69.

2. Leathers J. California pest riation for *Pagiocerus frontalis* (Fabricius): a scolytid weevil Coleoptera: Curculionidae [электронный ресурс]. – URL: <https://blogs.cdфа.ca.gov/Section3162/?p=553> (дата обращения 08.10.2023).

3. Rodriguez-Sanchez E., Giraldo-Kalil L.J., Nufiez-Farfan J. Diversity of insects associated with the fruits of four tree species of Lauraceae from Los Tuxtlas region, Mexico: an annotated and illustrated taxonomic list // Revista Mexicana de Biodiversidad – 2022 – Vol. 93. – P. 1–39.

4. Sanchez A., Chittaro Y., Germann C., Knížek M. Annotated checklist of Scolytinae and Platypodinae (Coleoptera, Curculionidae) of Switzerland // Alpine entomology – 2020 – Vol. 4. – P. 81–97.

5. Schrader G., Adler C. Express PRA for *Pagiocerus frontalis* // Institute for national and international plant health – 15-09-2021. [Электронный ресурс] – URL: <https://pra.eppo.int/prā/859b6f7c-305a-496a-88cc-010bb453ef5b> (дата обращения 10.10.2023).

6. Сайт ЗИН РАН. URL: <https://www.zin.ru/ANIMANIA/COLEOPTERA/RUS/scolreg.htm>

ПРИМЕНЕНИЕ ОКРАШИВАНИЯ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ГУСЕНИЦ И ИМАГО ЧЕШУЕКРЫЛЫХ (LEPIDOPTERA)

ЛОВЦОВА ЮЛИЯ АЛЕКСАНДРОВНА

ORCID ID: 0000-0002-7266-6229,

e-mail: julialov@inbox.ru

КОВАЛЕНКО МАРГАРИТА ГРИГОРЬЕВНА

ORCID ID: 0000-0001-7824-9277,

e-mail: bush_zbs@mail.ru

ФГБУ «ВНИИКР», р.п. Быково, г. Раменское,
Московская обл., Россия

JULIA LOVTSOVA, KOVALENKO MARGARITA

Различные методы окрашивания широко используются в биологии для визуализации плохо видимых или невидимых морфологических признаков тех или иных организмов. В энтомологии, в основном, применяются следующие красители: голубой Эван-

са (Zabaluev, 2021), фуксин, гематоксилин и эозин (Krupitsky *et al.*, 2017).

При идентификации гусениц чрезвычайно важны признаки хетотаксии, однако, по мере хранения материала, пигментация щетинок ослабевает, и они выцветают, в результате чего на давно фиксированном материале признаки, связанные с хетотаксией, становятся плохо видны, а то и вовсе неразличимы. В некоторых случаях щетинки могут быть плохо заметными и на свежем материале в связи со светлой окраской.

Наши исследования показали возможность применения фукорцина для окрашивания тотальных макропрепаратов гусениц. Фукорцин является распространенным лекарственным препаратом, более безопасным и дешевым, чем большинство иных красителей, используемых в биологии. Нами были исследованы гусеницы южной амбарной огневки (*Plodia interpunctella* (Hubner, 1813)), хранящиеся в формалине более пятидесяти лет, и гусеницы, хранящиеся в спирте один год. Признаки хетотаксии были хорошо заметны на всех экземплярах после окрашивания фукорцином в течение двух минут и более. Увеличение времени не влияло на качество окрашивания, признаки хетотаксии оставались заметны даже при воздействии фукорцина в течение пяти часов. Экземпляры рекомендуется исследовать в эфирном масле, так как в этиловом спирте фукорцин быстро вымывается (Lovtsova *et al.*, 2023).

Дальнейшие исследования показали возможность применения в качестве среды для изучения хетотаксии и других морфологических признаков окрашенных экземпляров не только эфирного масла, но и глицерина. Так, у находившихся в нем более 5 минут гусениц, щетинки оставались хорошо различимыми по сравнению с покровами.

Важнейшие признаки для идентификации имаго чешуекрылых связаны со строением полового аппарата, как самцов, так и самок. Гениталии самок часто слабо склеротизованны, их структуры прозрачны и плохо различимы. Было показано, что окрашивание фукорцином хорошо визуализирует признаки гениталий имаго чешуекрылых. Это особенно актуально при исследовании полового аппарата самок ввиду недостаточной склеротизации таких структур, как совокупительная сумка, проток совокупительной сумки и прочих. Нами была исследована возможность окрашивания гениталий самок зерновой моли (*Sitotroga cerealella* (Olivier, 1789)) – серьезного вредителя зерна и других продуктов запасов. Показано, что окрашивание фукорцином делает исследование этих структур намного удобнее. Время, необходимое для окрашивания гениталий самки, варьируется от 20 секунд до двух минут. Если препарат находился в фукорцине слишком долго, промывание его в 70% растворе этилового спирта уменьшало насыщенность цвета, и необходимые структуры становились видны отчетливее. Аналогичным способом можно окрашивать прозрачные и полупрозрачные структуры полового аппарата самцов.

Работа выполнена в рамках НИОКТР 122041300141-9.

1. Krupitsky A., Pljushtch I., Skrylnik Yu. Systematic position of two *Athamanthia* Zhdanko, 1983 (Lepidoptera, Lycaenidae) taxa from the Iranian Plateau // Zootaxa. – 2017. – Vol. 4232. № 4. – P. 575–581. DOI: 10.11646/zootaxa.4232.4.7.

2. Lovtsova J.A., Kovalenko M.G., Gura N.A., Shipulin A.V., Kochiev M.V. A new method of staining larvae of Lepidoptera using carbol fuchsin // Russian Entomological Journal. – 2023. – Vol. 32. № 2. – P. 194–197. DOI: 10.15298/rusentj.32.2.09

3. Zabaluev I.A. Contribution to the knowledge of the immature stages of Palaearctic species of the genus *Anthonomus* Germar (Coleoptera: Curculionidae) // Zootaxa. – 2021. – Vol. 5032. № 4. – P. 451–488. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5032.4.1>

ВРЕДИТЕЛИ СЕМЯН БОБОВЫХ ТРАВ НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

С. В. ЛОПАТИНА*, С. В. ЛУКЬЯНЦЕВ**

* Томский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), пр. Фрунзе 109А, Томск 634021 Россия. E-mail: lopatina.sof@mail.ru

** Томский государственный университет, кафедра сельскохозяйственной биологии, пр. Ленина 36, Томск 634050 Россия. E-mail: agronomia@mail.tsu.ru

PESTS OF LEGUMINOUS HERBS SEEDS IN THE TERRITORY OF THE TOMSK REGION

S. V. LOPATINA, S. V. LUKYANTSEV



Основными возделываемыми многолетними бобовыми травами в Томской области являются клевер красный и люцерна посевная. Красный клевер (*Trifolium pratense* L.) в области выращивается с начала 20 века, а расширение посевных площадей люцерны (*Medicago sativa* L.) началось в конце 70-х годов. Среди однолетних бобовых трав распространена вика яровая (*Vicia sativa* L.). В связи с интенсификацией и специализацией кормопроизводства на юго-востоке Западной Сибири важной задачей является определение размеров деятельности вредных насекомых и их влияния, прежде всего, на семенную продуктивность бобовых трав [1].

Целью данной работы было изучение современного видового состава насекомых-вредителей распространенных бобовых трав Томской области.

Сборы спелых бобов дикорастущих видов клевера *Trifolium* sp., люцерны *Medicago* sp. и вики *Vicia* sp. проводились на территории Томской области на протяжении шести лет с 2017 года по настоящее время. За этот период было собрано 15 видов бобовых трав. В результате к подавляющему большинству семейств были отнесены долгоносики. На трех видах клевера (*T. pratense*, *T. hybridum*, *T. medium*) и горошке тонколистном (*V. tenuifolia*) был обнаружен главнейший вредитель семенной продукции клевера – клеверный семяед *Protopion apricans* (Hbst.). Долгоносик-семяед *Apion flavipes* Paykull, 1792 был обнаружен на клевере ползучем (*T. repens*), а *Eutrichapion viciae* (Paykull, 1780) на клевере люпиновом (*T. lupinaster*). Единственный вредитель был найден при осмотре семян люцерны плоскоплодной (*M. platycarpus*) – типичный представитель семейств – *Oxytoma subulatum* (Kirby, 1808), который также вредил на двух видах горошков (*V. tenuifolia*, *V. cracca*). Похожий вид *Oxytoma opeticum* (Bach, 1854), питающийся на чинах, единожды обнаружен в сборах горошка лесного (*V. sylvatica*). Редкий вид *Tychius junceus*, который, по литературным данным [2], ранее единично встречался на крайнем юге Томской области (без установленных кормовых растений) обнаружен на клевере луговом, клевере ползучем и горошке тонколистном. Помимо долгоносиков, в сборах клевера лугового в большом количестве (70,5% поврежденных головок) вредила клеверная толстоножка *Bruchophagus gibbus* (Boheman, 1836). В семенах горошков развивались тесно связанные с ними в питании жуки-зерновки рода *Bruchus*. На горошке призаборном (*V. sepium*) и однопарном (*V. unijuga*) обнаружены немногочисленные экземпляры *B. atomarius* (Linnaeus, 1761), также на горошке однопарном обнаружен *B. cf. sibiricus* Germar, 1824. Оба вида впервые приводятся для фауны Томской области.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Кривец С. А. Эколого-фаунистический обзор жуков-долгоносиков (Coleoptera: Apionidae, Dryophthoridae et Curculionidae) юго-востока Западной Сибири: дис. ... канд. биол. наук / С. А. Кривец. – Томск, 1999. – 447 с.
2. Кривец С. А. Обзор жуков долгоносиков фауны Томской области // Труды РЭО. Санкт-Петербург, 2007. Т.78. Вып. 1. С.48–83

ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФЕРОМОНОВ НАСЕКОМЫХ НА КАФЕДРЕ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ РОССИЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА – МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА

МИТЮШЕВ ИЛЬЯ МИХАЙЛОВИЧ

кафедра защиты растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА
имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская
Федерация, ORCID ID 0000-0003-2726-2492,
e-mail: mitushev@rgau-msha.ru

APPLIED RESEARCH OF INSECT PHEROMONES
AT THE DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION
OF THE RUSSIAN STATE AGRARIAN
UNIVERSITY – MOSCOW TIMIRYAZEV
AGRICULTURAL ACADEMY

MITYUSHEV ILYA MIKHAYLOVICH



Феромоны – биологически активные соединения, выделяемые во внешнюю среду животными организмами и вызывающие ответные поведенческие или физиологические реакции у особей этого же вида. В 1970-80-х гг. началось развитие прикладных исследований феромонов насекомых в СССР. В 1976 г. для мониторинга восточной плодовой в СССР начали применять феромонные ловушки американского производства; уже с 1978 г. началось использование ловушек отечественного производства. К 1988 г. в СССР ежегодно производили более 1,5 млн комплектов феромонных ловушек, которые применялись на общей площади более 2 млн га. К 1990 г. 26 феромонных препаратов были включены в «Список препаратов, разрешенных к применению в сельском хозяйстве». В конце 1990-х – начале 2000-х гг. в России наблюдался спад применения синтетических феромонов в защите растений и научных исследований по данной тематике.

Начиная с 2003 г., исследования, посвященные практическому применению синтетических феромонов насекомых, ведутся на кафедре защиты растений Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева (до 1 сентября 2010 г. – на кафедре энтомологии, вошедшей в состав вновь образованного учебного подразделения). Необходимо отметить, что кафедра защиты растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева – старейшее учебно-научное подразделение

данной специализации в России: в октябре 2023 г. кафедре исполняется 103 года. Идея приступить к активным исследованиям по практическому применению синтетических феромонов насекомых принадлежала к.с.-х.н., заведующему кафедрой энтомологии, профессору В.В. Исаичеву и к.б.н., доценту Н.Н. Третьякову. Непосредственные исследования в 2003-2006 гг. проводил аспирант И.М. Митюшев. Диссертационное исследование аспиранта М.А.М. Османа (Египет) также захватывало тематику феромонов насекомых, он проводил исследования на кафедре в 2003–2004 гг. В 2007–2009 гг. активные исследования по тематике практического применения феромонов насекомых проводил аспирант А.О. Савушкин.

В первые годы использовали ловушки производства Всероссийского НИИ биологической защиты растений, в дальнейшем перешли к применению ловушек производства АО «Щелково Агрохим» и Всероссийского НИИ химических средств защиты растений. Исследования проводили в Мичуринском саду Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, плодовых садах ЗАО «Совхоз имени Ленина», ГУ ОС «Центральная» ВСТИСП, учхозе Михайловское.

В результате проведенных исследований, совместно с коллегами из Всероссийского НИИ химических средств защиты растений были разработаны методики проведения полевых испытаний новых препаративных форм синтетических феромонов и феромонных ловушек для чешуекрылых вредителей плодового сада. Впервые была испытана новая препаративная форма синтетического феромона яблонной плодовой – фольгапленовый диспенсер, который помимо аттрактанта содержит и растворитель, позволяющий феромону испаряться более равномерно и сохранять эффективность на протяжении всего вегетационного сезона. Проводили поиски оптимальных составов фольгапленовых диспенсеров для яблонной плодовой, содержащих, помимо основного, минорные компоненты, а также кайромоны. Совершенствовался феромониторинг и других чешуекрылых вредителей: сливовой плодовой, комплекса садовых листоверток, стволовых вредителей. Оценивали разные типы ловушек, составы клея для клеевого вкладыша.

Совместно с д.б.н., профессором, заведующим кафедрой энтомологии Н.Н. Третьяковым и сотрудниками Всероссийского НИИ химических средств защиты были проведены испытания инсектицидно-феромонных пластин для защиты яблони и сливы от плодовых методом «attract and kill» – «привлечь и уничтожить». В садах, где применяли данный метод, происходило резкое снижение численности яблонной и сливовой плодовых; поврежденность плодов находилась на уровне ниже порогов вредности.

В 2016-2021 гг. исследования по совершенствованию феромонного мониторинга нового для территории РФ вредителя, коричнево-мраморного клопа *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) вела аспирант

Е.В. Сеницына. Данные исследования проводились совместно с ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений». По результатам исследований были отобраны ряд феромонных препаратов и новый тип ловушки производства ФГБУ ВНИИКР, рекомендуемые для мониторинга вредителя и его массового отлова.

Всего с 2003 г. по данной тематике на кафедре защиты растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева было подготовлено и защищено более 30 выпускных квалификационных работ специалистов, бакалавров и магистров, 4 кандидатские диссертации (М.А.М. Осман, И.М. Митюшев, А.О. Савушкин, Е.В. Сеницына), 1 докторская диссертация (Н.Н. Третьяков). Впервые за более чем 30 лет были подготовлены учебные пособия по практическому использованию феромонов насекомых в защите растений.

В настоящее время руководство исследовательской группой по исследованиям феромонов на кафедре защиты растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева осуществляет к.б.н., доцент И.М. Митюшев. С 2016 года активное участие в исследованиях принимает ассистент С.В. Дмитриева.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Влияние дозировок аттрактантов на эффективность феромонного мониторинга коричнево-мраморного клопа *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) в условиях агроэкосистемы плодового сада / Е.В. Сеницына, В.В. Горбач, Г. Ветек [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1. – С. 43–51. – DOI 10.26897/0021-342X-2022-1-43-51.
2. Дмитриева, С.В. Феромонный мониторинг яблонной плодовой гнили в условиях Центрального региона РФ / С.В. Дмитриева, И.М. Митюшев // Доклады ТСХА, Москва, 03–05 декабря 2019 года. Том Выпуск 292, Часть IV. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2020. – С. 85–87.
3. Митюшев И.М. Биоэкологическое обоснование мониторинга основных вредителей яблони в Центральном регионе России: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. М.: МСХА имени К.А. Тимирязева, 2006. 16 с.
4. Митюшев И.М. История феромонологии: от Чарльза Батлера до наших дней // Международная научная конференция молодых ученых и специалистов, посвященная созданию объединенного аграрного вуза в Москве: Сборник материалов Международной научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной созданию объединенного аграрного вуза в Москве, г. Москва, 3–4 июня 2014 г., ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2015. С. 36–38.
5. Митюшев И.М. Особенности применения синтетических половых феромонов для мониторинга яблонной плодовой гнили в условиях Центра России // Главный агроном. 2007. № 5. С. 19–21.
6. Митюшев И.М. Феромоны насекомых и их применение в защите растений: Учебное пособие. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2015. 124 с.
7. Митюшев И.М. Интегрированные системы защиты растений: феромоны насекомых: учеб. пособие для академического бакалавриата. М.: Издательство Юрайт, 2019. 119 с.
8. Митюшев И.М., Вендило Н.В., Плетнев В.А. Эффективность мониторинга яблонной и сливовой плодовой гнили в зависимости от состава феромонных диспенсеров и типа ловушек // Плодоводство и ягодоводство России. Сб. научн. трудов ВСТИСП. М., 2013. Т. 36. № 2. С. 41–47.
9. Митюшев И.М., Третьяков Н.Н., Вендило Н.В., Плетнев В.А. Изучение влияния различных факторов на эффективность феромонного мониторинга яблонной плодовой гнили // Плодоводство и ягодоводство России. Сб. научн. трудов ВСТИСП. М., 2012. Т. 30. С. 393–400.
10. Митюшев, И. М. Совершенствование феромонного мониторинга яблонной плодовой гнили *Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Tortricidae) / И. М. Митюшев // XVI съезд Русского энтомологического общества : Тезисы докладов, Москва, 22–26 августа 2022 года. – М.: Общество с ограниченной ответственностью Товарищество научных изданий КМК, 2022. – С. 116.
11. Осман М.А.М. Биоэкологическое обоснование использования феромонов, других биологически активных соединений и микробиологических средств в интегрированной защите яблони от вредителей: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. М.: МСХА имени К.А. Тимирязева, 2004. 16 с.
12. Первые полевые испытания феромонных препаратов российского производства для мониторинга и борьбы с коричнево-мраморным клопом *Halyomorpha halys* Stal / Е.В. Сеницына, В.Е. Проценко, Н.Н. Карпун [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 3. – С. 60–79. – DOI 10.34677/0021-342X-2019-3-60-79.
13. Савушкин А.О. Биоэкологическое обоснование использования феромонов и устойчивых сортов для защиты от вредителей, повреждающих генеративные органы яблони: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2009. 20 с.
14. Сеницына Е.В. Совершенствование феромонного мониторинга коричнево-мраморного клопа *Halyomorpha halys* (Stål, 1855): диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – М., 2022. – 179 с.
15. Третьяков Н.Н., Митюшев И.М., Вендило Н.В., Плетнев В.А. Отечественные феромонные препараты для мониторинга яблонной плодовой гнили // Защита и карантин растений. 2006. № 3. С. 65.
16. Третьяков Н.Н. Биоэкологическое обоснование защиты яблони от вредителей в Центральном регионе России: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. М.: МСХА имени К.А. Тимирязева, 2006. 44 с.

ЧЕРНЫЙ ПШЕНИЧНЫЙ ПИЛИЛЬЩИК (*DOLERUS NIGRATUS* MULL.) КАК НОВЫЙ КОМПОНЕНТ ЭНТОМОФАУНЫ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

НУЖНЫХ СВЕТЛАНА АНАТОЛЬЕВНА
Национальный исследовательский Томский
государственный университет, г. Томск, Россия
ВЫСТУПОВА МАРИНА ВАЛЕРЬЕВНА,
ФГБУ «Россельхозцентр», г. Томск, Россия

BLACK WHEAT SAWFLY (*DOLERUS
NIGRATUS* MULL.) AS A NEW COMPONENT
OF THE ENTOMOFAUNA OF SPRING WHEAT
OF THE TOMSK REGION

Посевы зерновых культур занимают наибольшую долю в структуре посевных площадей России. Лидером среди зерновых как в России, так и в условиях Томской области, является яровая пшеница. Во многих сельхозпредприятиях области, из-за особенностей ведения хозяйственной деятельности, яровая пшеница выращивается в повторной или бессменной культуре. Насекомые фитофаги становятся постоянным компонентом агроэкосистемы пшеничного поля и при высокой численности значительно снижают урожай и оказывают существенное влияние на его качество.

В течение всего периода вегетации от посева семян и до уборки урожая яровую пшеницу могут повреждать десятки видов насекомых. Наибольшее хозяйственное значение для посевов яровой пшеницы в Томской области имеют несколько видов: хлебная полосатая блошка (*Phyllotreta vittula* Redt.), пшеничный трипс (*Haplothrips tritici* Kurd.), ячменная шведская муха (*Oscinella pusilla* Meig.). Эти насекомые ежегодно фиксируются при проведении маршрутных обследований и детальных учетах.

Энтомофауна посевов яровой пшеницы, как правило, стабильна. Однако в последние годы в ряде районов Томской области фиксируется вредитель, не обычный для Сибирского региона – черный пшеничный пилильщик (*Dolerus nigratus* Mull.). Он относящийся к группе листовых пилильщиков (Hymenoptera: Tenthredinidae). Развитие листовых пилильщиков более характерно для республики Беларусь, где черный пшеничный пилильщик является постоянным компонентом агроценоза зерновых культур. Для Западной Сибири листовые пилильщики до последнего времени оставались не изученными.

Характер повреждения пшеницы ложногусеницами: на растении поедают большую часть

листовой пластинки, начиная с края, и оставляют остаток листа с характерным горизонтальным срезом. Вред, наносимый пилильщиком, связан с уменьшением ассимиляционной поверхности растения. Наибольший вред наносят личинки старших возрастов, питающиеся преимущественно на флаговом листе, уничтожение которого сопровождается потерей урожая. В условиях Томской области отмечено питание ложногусениц и на колосе, где вредитель повреждает ости. В последние годы пилильщик массово встречается в южных зерносеющих районах области с численностью до 30 экзemplаров на 1 м². Поэтому возникает потребность о наблюдение и дальнейшем изучение черного пшеничного пилильщика (*D. nigratus* Mull.) в условиях Томской области и разработке специальных защитных мероприятий против данного вида насекомого.

1. Бойко С.В. Листовые пилильщики (Hymenoptera: Tenthredinidae) на посевах озимых зерновых культур в Беларуси // IV Евроазиатский симпозиум по перепончатокрылым насекомым. – Владивосток, 2019. С. 61–62.

Исследование выполнено при поддержке Программы развития Томского государственного университета (Приоритет-2030).

НОВЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ИМАГО МАЛОГО ЧЁРНОГО ХРУЩАКА *TRIBOLIUM DESTRUCTOR* *UYTTENBOOGAART, 1933*

СТРЮКОВА Н.М., ГЛЕБОВ В.Э.
Южный филиал ФГБУ «Всероссийский центр
карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»),
г. Симферополь, Республика Крым,
Российская Федерация
ORCID ID: 0000-0003-2285-0228,
stryukovanata@mail.ru

NEW MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS
OF THE IMAGO OF THE DARK FLOUR
BEETLE *TRIBOLIUM DESTRUCTOR*
UYTTENBOOGAART, 1933

STRYUKOVA N.M., GLEBOV V.E.

Зерно и продукты его переработки в период хранения повреждаются различными насекомыми и клещами. К вредителям запасов относятся также малый чёрный хрущак *Tribolium destructor* Uytt. Учитывая фитосанитарные требования стран-импортёров российской зерновой продукции, выявление хрущаков в ней может привести к принятию соответствующих карантинных фитосанитарных мер, которые могут

повлечь за собой ограничения на ввоз зерновой продукции из России и, как следствие, снижение экспортного потенциала страны. *T. destructor* в экспортируемой из Российской Федерации растениеводческой продукции, в т.ч. зерне и продуктах его переработки, регулируется фитосанитарными требованиями ряда стран-импортеров: Китая, Ирака, Индии, Камбоджи, Зимбабве. Важно отметить, что на исследование в лабораторию могут поступать деформированные образцы насекомых или их фрагменты, поэтому необходим поиск и привлечение новых стабильных признаков для надежной идентификации *T. destructor*.

Имаго фиксировали в 70 % этаноле. Детали строения (морфологию антенн, ротового аппарата, конечностей и др. частей тела) изучали с помощью стереомикроскопа Stemi 2000 и многофункционального лабораторного микроскопа Olympus BX 53 с мегапиксельной цветной камерой Olympus SC 180 путём изготовления микропрепаратов в жидкости Фора-Берлеза. Размягчали сухих жуков в 10 %-ном растворе КОН с последующим промыванием их водой.

T. destructor – жук длиной 3,5–5,5 мм, от тёмно-коричневого до чёрного, матово-блестящий (Вредители..., 1987). Усик чётковидный, 11-члениковый, коричневый. Отчетливая булава не образована (как у *T. castaneum* или *T. madens* к примеру), но начиная с 7-го членика усик на конце заметно расширяется. Членики имеют различную форму – трапецевидную (2-6) и округлую (последние пять члеников – с 7 по 11). Каждый членик покрыт рыжеватыми волосками. У *T. destructor* наличник внешне бесшовно слит с окружающими склеритами. Лобный склерит расположен между глазами, щеками и наличником. Боковые края темени приподняты и образуют над глазами ясную килевидную складку («бровь»). Глаза крупные, расстояние между глазами у *T. destructor* равно двум диаметрам глаза с вентральной стороны. Край глаза не соприкасается с основными члениками нижних челюстей. На голове у внутреннего края глаза есть небольшой острый киль. Не прорезанная часть глаз у *T. destructor* шириной чаще в две фасетки.

В ротовом аппарате *T. destructor* имеются особенности. Верхняя губа покрыта жёлтыми волосками различной длины. Наиболее густо волоски развиты в передней её части и по краям. Сверху они располагаются на дне ямок – щетинконосных точек. Мандибулы имеют трёхгранную форму. Их вершина несёт два зубца. Основание мандибул мощное, на внутренней поверхности расположен моларный выступ с 11 параллельными рядами бороздок. У основания челюстного щупика максилл полукругом располагаются 5–6 щетинок, причем крайние тоньше и короче тех, что располагаются посередине.

Голова и переднеспинка имеют выраженную скульптуру – равномерную пунктировку. В средней части переднеспинка немного шире, чем у основания и на вершине. Край её плавно закруглён. В средней трети, ближе к основанию, располагается

поперечный валик, по краям которого хорошо заметны небольшие вдавления. Надкрылья параллельносторонние, с тонкими киями на боковых междурядьях.

Ноги тёмно-коричневые. Вершина голени в дистальной расширенной части имеет ряд коротких шипиков и 2 шпоры, одна из которых короче другой. Наружный край передней голени в верхней трети с 5 небольшими зубцами, направленными вперед. С противоположной стороны вентральный край передней голени густо покрыт рыжеватыми волосками, редкими по направлению к бедру. У самцов отмечается более интенсивное «оволоснение» конечностей. Формула лапок – 5–5–4, как у всех чернотелок. Лапка передней ноги 5-члениковая. Первые четыре членика одинакового размера, последний – в 3 раза длиннее, на конце несет пару простых коготков.

Полученные данные послужат дополнительным справочным материалом, используемым в качестве методического обеспечения при осуществлении лабораторной экспертизы отечественной зерновой продукции и фитосанитарного мониторинга мест хранения зерна и продуктов его переработки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.

1. Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений: в 3-х т. / Под общ. ред. акад. В.П. Васильева. – 2-е изд. испр. и доп. – Том I. Вредные нематоды, моллюски, членистоногие. – Ред. тома В.Г. Долин. – К.: Урожай, 1987. – С. 414–415.

СИНЯЯ ЛЬНЯНАЯ БЛОШКА *APHTHONA EUPHORBIAE* (*SCHRANK*) (*COLEOPTERA*: *CHRYSEMELIDAE*) – МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ

УШКОВА МАРИЯ ВЛАДИСЛАВОВНА
Всероссийский центр карантина растений
ФГБУ «ВНИИКР», Москва, Российская Федерация
0000-0003-0102-1332
e-mail: ushkovamariavladislavovna@gmail.com

BLUE FLAX FLEA BEETLE *APHTHONA*
EUPHORBIAE (*SCHRANK*) (*COLEOPTERA*:
CHRYSEMELIDAE) - DETECTION AND
IDENTIFICATION METHODS

USHKOVA M.V.

Льняная блошка *Aphthona euphorbiae* (Schrank) – опасный вредитель льна, обитающий на территории Российской Федерации и способный причинить значительный экономический ущерб сель-

скому хозяйству. Необходима разработка методики его выявления и идентификации для процесса установления соответствия сельскохозяйственной продукции требованиям стран-импортеров, в частности, КНР, требующей отсутствия вредителя в местах производства.

В стендовом докладе представлен иллюстративный ключ, позволяющий достоверно отличить синюю льняную блошку от близкородственных видов и блошек-вредителей льна на стадии имаго и личинки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Зайцев Ю.Н., Медведев Л.Н. Личинки жуков-листоедов России. Товарищество научных изданий КМК, 2009, 246 стр.
2. Оглоблин, Д. А. Личинки жуков-листоедов (Coleoptera, Chrysomelidae) Европейской части СССР [Текст] / Д. А. Оглоблин, Л. Н. Медведев. – Ленинград : Наука. Ленингр. отд-ние, 1971. – 123 с. : ил.; 27 см. – (Определители по фауне СССР, издаваемые Зоологическим институтом АН СССР/ АН СССР; Вып. 106).
3. Определитель сельскохозяйственных вредителей по повреждениям культурных растений / [М. Б. Ахремович, И. Д. Батиашвили, Г. Я. Бей-Биенко и др.]; под ред. д-ра с.-х. наук, проф. Г. Е. Осмоловского. - Ленинград: Колос. Ленингр. отд-ние, 1976. – 696 с. : ил.; 22 см.
11. Палий В.Ф. Фауна вредных земляных блошек СССР. Фрунзе: изд-во АН Киргиз. ССР. 1961. 101 с.
4. Якобсон Г. Г. Определитель жуков [европ. части СССР] Государственное издательство сельскохозяйственной и колхозно-кооперативной литературы М. – Л. 1931 454 с. Электронный ресурс
5. Konstantinov A. S., Revision of the Palearctic Species of Aphthona Chevrolat and Cladistic Classification of the Aphthonini (Coleoptera: Chrysomelidae: Alticinae), Memoirs on entomology, international (Том 11), ISSN 1083-628, Associated Publishers, 1998, p. 429.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ АНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА АЛЕЙРОДИД (HEMIPTERA: HOMOPTERA: ALEYRODINEA)

УШКОВА МАРИЯ ВЛАДИСЛАВОВНА
Всероссийский центр карантина растений
ФГБУ «ВНИИР»
ФГБУН Зоологический институт Российской
академии наук; Москва, Российская Федерация
0000-0003-0102-1332
e-mail: ushkovamariavladislavovna@gmail.com

COMPARATIVE MORPHOLOGY OF THE ANAL COMPLEX OF WHITEFLIES (HEMIPTERA: HOMOPTERA: ALEYRODINEA)

USHKOVA M.V.



Алейродиды или белокрылки – это небольшая группа мелких, внешне похожих на бабочек насекомых, объединяемых в самостоятельный подотряд Aleyrodinea в отряде равнокрылых хоботных насекомых (Homoptera), к которому относятся также псиллиды, кокциды, тли и цикадовые (Gavrilov-Zimin et al., 2021). Типифицированное латинское название Aleyrodinae происходит от родового названия Aleyrodes Latreille, 1796, а то, в свою очередь, восходит к греческому слову “aleuron” – «мука» и связано с белым восковым налетом, покрывающим тело и крылья этих насекомых. Подотряд включает более 1500 современных видов, объединяемых примерно в 160 родов мировой фауны (Martin, Mound, 2007). Подавляющее большинство видов обитает в регионах тропического и субтропического климата. В условиях умеренного климата разнообразие белокрылок резко снижается, но при этом ряд адвентивных видов наносит существенный вред сельскохозяйственным и декоративным растениям в условиях закрытого грунта вплоть до полярных широт.

Таксономия семейства Aleyrodidae базируется почти полностью на заключительной (четвертой) личиночной возрастной стадии – стадии ультимоларвы, или псевдопупария (pseudopuparium); это также неподвижная прикрепленная личинка; ноги и антенны остаются неподвижными. Ультимоларва питается в начале возраста и прекращает питание во время превращения в имаго. Традиционно считается, что Анальный комплекс представляет собой важнейшую структуру, используемую при видовой идентификации алейродид. Целью данной работы является анализ признаков, входящий в анальный комплекс, и оценка применимости признаков.

Исследуемый материал хранится в коллекциях лаборатории Систематики насекомых Зоологического института РАН, лаборатории энтомологии Испытательного лабораторного центра ФГБУ «ВНИИР». Все оригинальные рисунки выполнены в режиме векторной графики (программа CorelDraw). Препараты изготавливались по многоступенчатой методике с финальной заливкой в канадский бальзам (Martin, 1987). Анализ микропрепаратов проводили с помощью микроскопа ZEISS Axio Imager 2 при увеличении 10-1000X, в том числе в режиме фазового контраста.

Фотографирование и последующая обработка иллюстраций были осуществлены с помощью программного обеспечения Zen 2.3. Финальная обработка полученного файла производилась в программе Adobe Photoshop CC.

В результате проведенной работы удалось выяснить, что комплекс признаков, входящий

в анальный аппарат, применим для родовой идентификации белокрылок, однако для видовой идентификации необходим полный анализ признаков тотального микропрепарата псевдопупария.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Gavrilov-Zimin I.A., Grozeva S.M., Gapon D.A., Kurochkin A.S., Trencheva K.G., Kuznetsova V.G. Introduction to the study of chromosomal and reproductive patterns in Paraneoptera // *Comparative Cytogenetics*. 2021. Vol. 15. № 3. P. 217–238.
2. Martin J.H. An identification guide to common whitefly pest species of the world (Homoptera, Aleyrodidae). // *Tropical Pest Management*. 1987. Vol. 33. P. 298–322.
3. 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.

ОСОБЕННОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ ДНК ДЛЯ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЩИТОВОК (*HEMIPTERA: DIASPIDIDAE*)

ШИПУЛИН АНДРЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ
ФГБУ «ВНИИКР», Р.п. Быково, г. Раменское,
Московская обл., Россия;
ORCID ID: 0000-0003-2547-4993,
e-mail: schipulin.andrey2016@yandex.ru

DNA EXTRACTION FOR MOLECULAR GENETIC STUDIES OF ARMORED SCALES INSECTS (*HEMIPTERA: DIASPIDIDAE*)

SHIPULIN ANDREY VLADIMIROVICH

Создание молекулярно-генетических «библиотек» насекомых, в т.ч. Diaspididae, имеет практическое значение для идентификации экономически значимых представителей группы и близких к ним видов. Оптимальным является депонирование референтных образцов, представленных как последовательностями генома, так и образцами с морфологическими признаками. В случае щитовок до этапа приготовления микропрепарата представляется возможным выделить ДНК неdestructивными методами. Особенности применения последних в отношении Diaspididae рассмотрены в настоящей работе.

Выделение ДНК проводилось из засушенных тел щитовок, собранных ~60 лет (1963-1965 гг.) и ~10 лет назад (2010-2015 гг.). Экстракцию ДНК проводили неdestructивным методом на основе

кипячения образца насекомого в дистиллированной воде (Гриценко, 2017), адаптированный для щитовок с применением набора «ДНК-Экстран-2», ЗАО «Синтол» (Шипулин, 2023). Для сравнения использовали колоночный метод набора «PureLink Genomic DNA Mini kit» (Invitrogen). Количественный анализ (концентрация и чистота) выделенной ДНК проводили на приборе NanoDrop 2000. Чистоту ДНК (A260/280) оценивали по отношению оптической плотности при длинах волн 260 и 280 нм. Наличие ДНК в образцах проверяли путем постановки ПЦР с праймерной системой для COI (праймерная система S1859/A2191) с последующим секвенированием полученного продукта амплификации и сравнением результатов с базой данных Генбанка (BLAST NCBI).

В результате было показано, что концентрация ДНК, выделенной методом кипячения из материала сроком хранения ~10 лет, в среднем была равной 9.2 ± 0.77 нг/мкл ($A_{260}/A_{280} = 1.9 \pm 0.10$), а для ДНК, экстрагированной из аналогичных образцов колоночным методом, данный показатель был ниже, 3.3 ± 0.75 нг/мкл ($A_{260}/A_{280} = 1.4 \pm 0.12$). В результате ПЦР были получены ампликоны из всех образцов ДНК, выделенной двумя методами.

Концентрация ДНК, выделенной с помощью метода кипячения из щитовок сроком хранения ~60 лет, в среднем была равной 4.4 ± 0.39 нг/мкл ($A_{260}/A_{280} = 1.9 \pm 0.09$). Следует отметить, что только для 3-х из 12 образцов были получены ПЦР-продукты по исследуемому локусу, что, вероятно, связано с деградацией ДНК. Из всех исследуемых образцов ДНК, выделенной колоночным методом, получить ампликоны не удалось.

В целом, адаптированный метод кипячения может использоваться при выделении ДНК из тел щитовок, в том числе из материала с длительным сроком хранения.

Автор выражает благодарность старшему научному сотруднику ФГБУ «ВНИИКР» Н.А. Гура за предоставленный материал для проведения настоящего исследования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гриценко Д. А. Разработка метода выделения геномной ДНК из пупарий южноамериканской томатной моли *Tuta absoluta* (Povolny) / Д. А. Гриценко, О. Х. Хамдиева, А. С. Динасилов, Г. А. Динасилова // *Достижения науки и образования*. – 2017. – Вып. 8 (21). – С. 22–28.
2. Шипулин А. В. Усовершенствование методов пробоподготовки щитовок (Insecta: Hemiptera: Diaspididae) для морфологической и молекулярно-генетической диагностики // *Защита растений от вредных организмов. Материалы XI Международной научно-практической конференции*. Краснодар. – 2023. – С. 441–443.

МАССОВОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ КАПУСТНОЙ ТЛИ НА ПОСЕВАХ ЯРОВОГО РАПСА В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ РФ

А.М. ШПАНЕВ

Всероссийский научно-исследовательский
институт защиты растений,
Санкт-Петербург, Россия
ORCID ID: 0000-0003-4346-318X,
e-mail: ashpanev@mail.ru

MASS REPRODUCTION OF CABBAGE APHIDS ON SPRING RAPE CROPS IN THE NORTH-WESTERN REGION OF THE RUSSIAN FEDERATION

A.M. SHPANEV

Основными вредителями ярового рапса на Северо-Западе России являются крестоцветные блошки, капустная моль и рапсовый цветоед (Шпанев, 2021; Шпанев, Мосейко, 2021; Шпанев, Смур, 2022). К таковым не относится капустная тля, несмотря на то, что ее особи регулярно встречаются на растениях рапса. По результатам мониторинга посевов этой культуры в 2023 г. была выявлена не совсем типичная ситуация по данному виду насекомого, которая требует более детального рассмотрения причин произошедшего.

Объектом многолетних наблюдений являлась капустная тля в посевах ярового рапса на биополитоне Меньковского филиала Агрофизического научно-исследовательского института, расположенного в Гатчинском районе Ленинградской области. Из методов учета использовались кошения энтомологическим сачком (2012-2023 гг.), проводимые на протяжении всего периода вегетации растений рапса, и желтые водные ловушки (2021-2022 гг.), а также маршрутные обследования посевов.

По результатам исследований определено, что на протяжении абсолютного большинства лет наблюдений встречались единичные растения ярового рапса с колониями капустной тли. При этом колонии не были очень многочисленными – не более 200 особей/растение. Суммарная численность особей капустной тли, обнаруженных в желтых ловушках, составила 14 и 5 экз. соответственно в 2021 и 2022 гг., в пересчете на одну ловушку – 0,78 и 0,24 экз./7 суток. Тли встречались в ловушках начиная с третьей декады июля и на протяжении всего августа, т.е. в период формирования стручков, налива семян и их созревания. Ситуация повторилась на посевах раннего и оптимального сроков сева рапса в 2023 г. и совсем иной она оказалась на поздних посевах, произведенных в последних числах мая. Задержка с появлением всходов и начальным развитием культурных растений, вызванная

засушливыми погодными условиями, еще более увеличила период вегетации рапса. В сентябре еще отмечался налив семян и их созревание, а также высокая частота встречаемости (9,5%) колоний капустной тли и большая численность особей (более 300 особей). Случившемуся способствовали крайне теплые погодные условия, наблюдавшиеся в сентябре, когда среднесуточные температуры превысили норму на 4,2 °С. Кроме того, в этот временной период наблюдалось практически полное отсутствие афидид, которые уже успели закончить свое сезонное развитие.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шпанев А.М., Смур В.В. Фитосанитарные риски возделывания ярового рапса в Ленинградской области // Российская сельскохозяйственная наука. – 2022. – № 2. – С. 41–46.
2. Шпанев А.М. Новые случаи массового размножения капустной моли // Защита и карантин растений. – 2021. – № 4. – С. 27–30.
3. Шпанев А.М., Мосейко А.Г. Крестоцветные блошки (*Phyllotreta* spp.; Coleoptera, Chrysomelidae) на посевах ярового рапса в Ленинградской области // Энтомологическое обозрение. – 2021. – Т. 100. – № 1. – С. 49–58.

ПРИМЕНЕНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИМАГО В КАЧЕСТВЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ РОДОВ СЕМЕЙСТВ *BOSTRICHIDAE* И *PTINIDAE*

ЯКОВЛЕВ ПЕТР АНАТОЛЬЕВИЧ
ФГБУ «Всероссийский центр карантина
растений», Московская область, пос. Быково,
Россия; ORCID 0000-0002-1484-8921,
petro8710@gmail.com

APPLICATION OF THE MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF ADULTS AS THE DIAGNOSTIC CHARACTERISTICS FOR DIFFERENTIATION OF SOME GENERUS OF *BOSTRICHIDAE* AND *PTINIDAE*

YAKOVLEV PETR

Семейства жуков-капюшонников (*Bostrichidae*) и жуков-притворяшек (*Ptinidae*) в Палеарктическом биогеографическом регионе насчитывает около 700 и 800 видов, соответственно (Löbl, Smetana, 2007). Для

практических целей карантина и защиты растений в части идентификации имеют значение виды, повреждающие растительную сельскохозяйственную продукцию, а также способные распространяться с экспортируемой подкарантинной продукцией и имеющие фитосанитарное значение в странах-импортерах. При этом, существующие определительные ключи (Мордкович, Соколов, 1999; Егоров, 1995) в основном охватывают широкое число родов и видов в рамках одного семейства, распространенных на той или иной территории. В этой связи, является актуальным разработка оптимизированного идентификационного ключа, включающего виды, которые могут быть выявлены в экспортируемом зерне и продуктах его переработки.

Анализ фитосанитарных требований стран-импортеров (Яковлев, 2022) показал, что 46 стран регулируют 49 видов из 25 родов семейства Bostrichidae и 15 стран – 23 вида из 16 родов семейства Ptinidae. С учетом биологических особенностей насекомых вредителей в части их питания установлено, что в рамках лабораторного исследования образцов экспортируемой подкарантинной продукции, представленной зерном и продуктами его переработки, установление видовой и/или родовой принадлежности целесообразно осуществлять в отношении 16 видов семейства Bostrichidae, относящихся к родам *Rhyzopertha*, *Dinoderus*, *Stephanopachys*, *Sinoxylon* и *Prostephanus* и 15 видов семейства Ptinidae, относящихся к родам *Gibbium*, *Mezium*, *Ptinus*, *Pseudeurostus*, *Epaulecus*, *Niptus*, *Trigonogenius*, *Stegobium*, *Lasioderma* и *Anobium*. Учитывая практическую направленность процедуры идентификации энтомологического объекта, а именно установление родовой или видовой принадлежности, то существующие определительные таблицы являются чрезмерными с практической точки зрения и частично неактуальными. На основании проведенного анализа морфометрических характеристик дорсальной проекции имаго были установлены такие параметры, как соотношение длины переднеспинки к длине шва надкрылий, соотношение ширины переднеспинки к ширине надкрылий, соотношение ширины переднеспинки к ее длине, соотношение ширины надкрылий к длине их шва и соотношение ширины тела к его длине, с целью использования в качестве диагностических признаков при дифференциации вышеупомянутых

родов. Всего были проанализированы фотографические материалы 63 имаго семейства Bostrichidae и 163 имаго семейства Ptinidae. Установлено, что по соотношению длины переднеспинки к длине шва надкрылий могут быть обособлены представители родов *Prostephanus*, *Sinoxylon* и *Dinoderus* от *Stephanopachys* и *Rhyzopertha* семейства Bostrichidae. По соотношению ширины переднеспинки к ее длине могут быть обособлены друг от друга роды *Rhyzopertha* и *Stephanopachys*, после выделения этой группы родов на основании соотношения длины переднеспинки к длине шва надкрылий. По соотношению ширины переднеспинки к ширине надкрылий могут быть обособлены представители родов *Stegobium* и *Lasioderma* от других родов семейства Ptinidae. По соотношению ширины надкрылий к длине их шва может быть выделен род *Trigonogenius* от других родов семейства Ptinidae. По соотношению ширины переднеспинки к ее длине может быть выделен род *Gibbium* от других родов семейства Ptinidae, виды которых могут быть выявлены в зерне и продуктах его переработки на стадии имаго, после обособления всех анализируемых родов от *Stegobium* и *Lasioderma* по соотношению ширины переднеспинки к ширине надкрылий.

На основании описанных морфометрических характеристик и с учетом наиболее значимых внешних морфологических признаков разработаны схемы диагностики родов семейств Bostrichidae и Ptinidae, виды которых могут выявлены в экспортируемом зерне продуктах его переработки.

1. Löbl I. 2007. Bostrichoidea. In: Löbl I., Smetana A. (Eds) Catalogue of Palaearctic Coleoptera, Vol. 4. Elateroidea – Cucujoidea. Apollo Books, Stenstrup, Denmark, 320-328 pp.

2. Егоров А.Б. Сем. Ptinidae - Притворяшки // Определитель насекомых Дальнего Востока России. Жесткокрылые. Владивосток: Дальнаука, 1995. Т.3, часть, 2. С.71-79.

3. Мордкович Я.Б., Соколов Е.А. Справочник-определитель карантинных и других опасных вредителей сырья, продуктов запасов и посевного материала. М.: Колос, 1999. – 384 с.

4. Яковлев П.А. 2022. Вредители запасов экспортного значения семейств Bostrichidae и Ptinidae (Insecta: Coleoptera). PREPRINTS.RU. <https://doi.org/10.24108/preprints-3112550>