

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Известия ТСХА, выпуск 2, 2010 год

УДК 635.153

ВИРУСНЫЕ И ВИРОИДНЫЕ БОЛЕЗНИ КАРТОФЕЛЯ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ И МЕТОДЫ ИХ ДИАГНОСТИКИ В СЕМЕНОВОДСТВЕ

Р.В. ГНУТОВА, К.А. МОЖАЕВА

Приводятся данные о выявлении, географическом распространении и вредоносности вирусов и вириды веретеновидности клубней картофеля, поражающих картофель в ДФО. Рассматриваются основные мероприятия по выращиванию семенного материала картофеля, свободного от этих инфекций, которые сочетают полевые методы отбора лучших клонов картофеля и лабораторные. Приведены современные методы иммунохимической и молекулярной диагностики вирусов и вириды, используемые в семеноводстве картофеля.

Ключевые слова: вирусы картофеля, ВВКК, методы идентификации, распространение, семеноводство.

В настоящее время в России осуществляется проект, направленный на улучшение качества семенного картофеля, важнейшей частью которого является создание банка здоровых сортов картофеля. Он будет поддерживаться в относительно чистых фитосанитарных условиях северных территорий в сочетании с современными лабораторными методами диагностики вирусов и других фитопатогенов, поражающих картофель, основанных на молекулярной и иммунохимической основе. Это позволит повысить урожайность картофеля.

Известно, что при вегетативном способе размножения картофель подвержен вырождению в основном вследствие быстрого накопления вирусов, поэтому первостепенное значение приобретают возделывание вирусостойчивых сортов и использование эффективных технологий в семеноводстве.

К сожалению, сейчас контроль качества семенного картофеля элитных

и последующих репродукций недостаточно эффективен, поскольку проводится в основном путем визуальной оценки. Формирование цивилизованного рынка семенного картофеля в России обязательно должно включать лабораторную диагностику вирусов и других патогенов картофеля, например, виридных и бактериальных болезней. Это является ключевым звеном в производстве оздоровленного семенного картофеля. Особенно опасная тенденция наблюдается в связи с отсутствием в стране эффективного контроля «тяжелых форм» вирусного и виридного заражения (усиленно проявляющихся в последние годы) и отсутствием мониторинга и прогноза численности насекомых-переносчиков вирусов на картофеле.

В мире описано около 40 вирусов, поражающих картофель [18], но только 6-9 из них являются экономически значимыми из-за широкого распространения и вредоносности. К таким вирусам относят: вирус скручи-

вания листьев картофеля (ВСЛК), Y-, A-, M-, X- и S-вирусы картофеля (УВК, АВК, МВК, ХВК и SBK). Именно против них, а вернее их штаммов, вызывающих «тяжелые формы» вирусных заболеваний, направлен весь комплекс мероприятий по защите картофеля. Но «легкие формы» поражения слабопатогенными штаммами ХВК и SBK при смешанной инфекции с АВК и УВК в результате синергического действия также могут значительно повышать вредоносность этих вирусов и резко снижать урожайность. «Тяжелые формы» заболевания картофеля вызывают некоторые некротические штаммы УВК. Поскольку большинство вирусов передаются инфицированными клубнями, то даже в первой репродукции урожайность может снизиться на 25%.

При выращивании продовольственного картофеля бороться с вирусными болезнями можно регулярным приобретением сертифицированного семенного картофеля и посадкой вирусостойчивых сортов. Без регулярной покупки сертифицированного посадочного материала рентабельное производство картофеля невозможно.

Методика

Семеноводство картофеля на «безвирусной» основе является важным приемом повышения урожайности и улучшения качества клубней. *Удаление больного растения картофеля — основа в системе борьбы с вирусами.* Для оздоровления картофеля различных сортов, представляющих ценность по ряду признаков, но пораженных вирусами, используют сочетание полевых методов отбора лучших клонов и лабораторных методов оздоровления семенного материала методами культуры апикальной меристемы, термотерапии и подавление репликации вирусов химическими препаратами [15]. Однако меристемные растения не всегда освобождаются от вирусов. Без вирусологического

контроля с помощью иммуноферментного анализа (ИФА) и полимеразной цепной реакции (ПЦР) получить безвирусный материал нельзя. Отмечена неодинаковая эффективность выше-названных методов при оздоровлении различных сортов от разных вирусов и даже штаммов одного вируса. Меристемы обычно свободны от ВСЛК, УВК и АВК, в меньшей степени — от МВК и ХВК [14]. Поскольку размножение в клоновом питомнике длится несколько лет, то риск появления новых инфекций значителен. Все этапы получения безвирусного семенного материала обязательно должны сопровождаться анализами, по крайней мере, с помощью ИФА. Метод культуры апикальной меристемы не освобождает картофель также и от вироида веретеновидности клубней картофеля (ВВКК), поэтому наличие его должно контролироваться на всех этапах получения безвирусного материала с использованием биотеста, электрофореза в полиакриламидном геле (ПААГ), ПЦР и других методов.

Впервые в России в 80-е годы прошлого столетия метод культуры апикальной меристемы был внедрен на Дальнем Востоке. За эти прошедшие три десятилетия этим методом в сочетании с термо- и химиотерапией здесь было оздоровлено несколько десятков сортов картофеля. Для выращивания элиты и суперэлиты картофеля было передано более сотни пробирочных растений и микроклубней [3].

Визуального осмотра посадок семенного материала или делянок в грунт-контроле для анализа на поражение вирусами недостаточно из-за латентной инфекции или маскировки вирусных симптомов. Это наиболее характерно не только для слабопатогенных штаммов ХВК и SBK, но и штаммов некротической группы УВК. Кроме того, таким способом невозможно точно определить групповую принадлежность штамма вируса, поэтому применение ИФА и ПЦР очень

актуально. Показано, что европейские штаммы SBK не вызывают ощутимых потерь урожая картофеля, но выявленная на родине картофеля в Перу андийская группа штаммов SBK^{And} является очень вирулентной и значительно влияет на продуктивность картофеля. SBK^{And} считается карантинным объектом в Европе и выявить его можно только с использованием ПЦР [15].

В последние три десятилетия были идентифицированы новые штаммы YVK, природа появления которых пока не ясна. В Америке они известны давно и в Европу они завезены, скорее всего, с селекционным материалом. Первоначально в 50-е годы прошлого века там было отмечено широкое распространение некротических штаммов (группа YVK^N), в 70-е годы — YVK^{NTV}, а в 90-е — YVK^{NW} (штамм впервые был обнаружен на сорте Wilga). Два последних штамма вируса отличаются особой вредоносностью, вызывая некроз клубней в конце вегетации, в результате картофель теряет свою товарную ценность. Сейчас известно около десятка штаммов YVK, свойства некоторых хорошо изучены. Так, штамм YVK^{NTV} по антигенным свойствам неразличим от штаммов YVK^N. Отличия можно определить только ПЦР. Штамм YVK^{NW} по антигенным свойствам также относится к YVK^N, а по симптомам и по результатам ПЦР — к обычной группе штаммов YVK^o. Поэтому идентификация штамма вируса очень важна не только для селекции на устойчивость, но и в семеноводстве. Из изложенного следует, что сейчас, например, не только для YVK, но и SBK и XVK недостаточно выявить сам вирус в семенном материале, целесообразно это делать на уровне его штамма.

Потеря сортом со временем первоначальной продуктивности и других хозяйственно ценных свойств является результатом прогрессирующего

накопления при репродукции растений не только вирусных, вирионных, но и грибных и бактериальных патогенов. Система безвирусного семеноводства основывается на оздоровлении сортов и ускоренном размножении исходного семенного материала в условиях, исключающих повторное заражение, что позволяет успешно решать многие проблемы семеноводства картофеля. При выращивании безвирусного семенного картофеля основные мероприятия направлены на удаление источников инфекции и прерывание цепи *растение-резерватор (естественные растения-хозяева — дикая флора, сорняки, некоторые овощные и декоративные растения) —> насекомые-переносчики —> инфицируемое растение*. От взаимодействия этих составляющих зависит экономический ущерб, наносимый вирусами. Огромное значение при этом имеет способ передачи вируса, который влияет на результат инфицирования картофеля. В отличие от грибных и бактериальных патогенов, заражение которыми происходит в результате прямого взаимодействия между патогеном и растением, для инфицирования картофеля вирусом, как правило, необходим вектор (насекомое или другой организм). Так, ВСЛК, АВК, МВК, УВК передаются на картофель главным образом десятками видов тлей (чаще всего — персиковой), но есть и другие переносчики, например, свободно живущие в почве нематоды или почвенные грибы. Вирусы также распространяются посредством прививок, механического контакта (ХВК, ВТМ), с помощью инфицированной пыльцы и настоящих семян и др.

Фитопрочистка для выбраковки больных растений и посторонних сортов до сих пор не утратила своего значения и является одной из основ в современном безвирусном семеноводстве картофеля. Поскольку вирусная инфекция может маскироваться,

лабораторная апробация клубней после уборки семенного картофеля обязательна. В схему сертификации семенного картофеля введены методы, основанные на выявлении вирусспецифических белков с помощью ИФА и нуклеиновых кислот — ПЦР и молекулярной гибридизацией. Они позволяют выявлять вирусы и виroidы как в явной, так и скрытой форме проявления.

Итак, сейчас фитопрочистка дополняется ИФАи ПЦР, а не заменяется ими. В настоящее время в странах с развитым картофелеводством лабораторная диагностика вирусов осуществляется в основном с помощью ИФА и его различных модификаций. Метод позволяет количественно определять вирусы в экстракте зараженного сока до 1 нг/мл. Важнейшее достоинство ИФА — его производительность, которая дает возможность проанализировать десятки и сотни образцов за короткое время (двое суток). Сейчас иммуноспецифические реагенты, диагностические наборы и приборы для ИФА производят многие широко представленные на рынке фирмы. Однако методы ИФАи ПЦР достаточно сложны и дорогостоящи. Их использование имеет смысл только на самых начальных стадиях семеноводческого процесса — при получении исходных оздоровленных растений и контроле генбанка, поддерживаемого на искусственных питательных средах (*in vitro*). В то же время опыт показывает, что экономия на этом этапе может привести к несравнимо более высоким потерям на последующих стадиях размножения семенного материала. Поэтому применение лабораторных методов контроля за качеством семенного картофеля не только оправдано, но и абсолютно необходимо.

В настоящее время для лабораторной проверки оригинального семенного материала (микрорастений, миниклубней, первого полевого поколения из миниклубней) и супер-

элиты используются новые технологии, такие как иммунохроматография на тест-полосках, молекулярно-гибридизационный анализ (МГА) в сочетании с ИФА на мембранах (МГА-ИФА), ПЦР с обратной транскрипцией (ОТ-ПЦР) в сочетании с МГА-ИФА [4, 5]. Технология МГА-ИФА позволяет выявить до 100 молекул виroidной РНК на клетку и может быть применена и для диагностики вирусов картофеля. Получены кДНК-копии РНК ряда вирусов: УВК, АВК, СВК, МВК, ВСЛК, ВМВК, ВАМК и клонированы рекомбинантные плазмиды со вставками кДНК этих вирусов.

Обладая высочайшей чувствительностью, ПЦР имеет в то же время такие недостатки, как высокая стоимость анализов и трудность идентификации амплифицированной вирусной нуклеиновой кислоты из-за присутствия артефактных зон. Поэтому в МГУ разрабатывается комбинированная схема ОТ-ПЦР-МГА-ИФА. Совокупность этих методов позволит обнаруживать экспериментально одиночные молекулы РНК-патогенов. Разработчики советуют для анализа большого числа образцов проводить выявление вируса в два этапа: сначала более дешевым способом ИФА или МГА-ИФА для выбраковки явно зараженных образцов; на втором этапе использовать ПЦР и более мощный комбинированный способ ОТ-ПЦР-МГА-ИФА. Дальнейшее совершенствование технологий молекулярной диагностики патогенов будет определяться техническим упрощением каждого этапа технологии, начиная от подготовки образца к анализу и заканчивая регистрацией полученных данных, чтобы адаптировать их для массового применения. Однако даже при упрощении технологий эти методы трудоемки и сложны, требуют высококвалифицированного персонала и дорогостоящего оборудования и реактивов, что ограничивает

их применение. Сейчас в условиях практического сельского хозяйства РФ и развития частного предпринимательства существует потребность в простых и доступных для широкого круга методов, позволяющих проводить анализы в мало оборудованных лабораториях, полевых и даже домашних условиях. Для этих целей предложен метод хроматографии. В результате совместных усилий кафедры вирусологии МГУ и лаборатории иммунобиохимии Института биохимии РАН были разработаны тест-полоски (пористые мембранные носители) для экспресс-диагностики пока только ХВК и УВК. На них в определенных местах нанесены иммунограденты (специфические антитела или конъюгаты с окрашенными коллоидными частицами и др.), способные специфически взаимодействовать с гомологичным вирусом. При погружении полоски в экстракт, содержащий вирус, последний образует иммунный комплекс, встречаясь со специфическими антителами и формируя окрашенную зону. Таким образом о наличии вируса и его концентрации свидетельствует количество и интенсивность окрашенных зон, образовавшихся на тест-полоске. Для контроля на тест-полоске имеется контрольная зона. Результат анализа может быть получен через 5 мин, минимально определяемая концентрация вируса до 0,2 мкг/мл [4]. Пока стоимость планшета с тест-полоской довольно высока, но авторы работают над снижением стоимости метода.

Результаты исследований

На Дальнем Востоке наиболее хорошо изучен видовой и штаммовый состав вирусов картофеля в Приморском, Хабаровском (вдоль реки Амур) краях и Амурской обл., но хуже — в отдаленных от материка территориях: на Сахалине, полуострове Камчатка и в Магаданской обл. Маршрутные обследования показа-

ли, что вирусы на картофеле встречаются во всех регионах возделывания картофеля [11]. Идентифицировано 11 вирусов, которые чаще всего переносятся тлями (таблица). Помимо тлей дальневосточные изоляты вирусов на картофель переносит 28-точечная картофельная коровка, полевой клоп и некоторые виды цикадок [7].

Успешно внедрить на Дальнем Востоке семеноводство картофеля на безвирусной основе помог простейший при постановке метод иммунодиагностики — капельная агглютинация. Разработанные нами методические подходы по изучению антигенных свойств капсидных белков [2] многие годы служили основой для получения поликлональных антисывороток ко всем изучаемым дальневосточным изолятам вирусов, поражающим картофель.

Своеобразие различных почвенно-климатических условий в Дальневосточном федеральном округе (ДФО) влияет на инфекционный фон в агроценозах. Самый агрессивный фон отмечен в Приморском крае. Темпы нарастания вирусных инфекций с каждым последующим полевым поколением довольно высокие. Это снижает семенные качества картофеля уже после двух-трех вегетаций, а у восприимчивых сортов — даже после первой. В последние годы суровое проявление вирусных инфекций отмечается чаще всего в коллекционном материале и в массовых товарных репродукциях картофеля [13]. На Сахалине в 2007 г. во время полевых обследований мы наблюдали подобную ситуацию. В условиях полуострова Камчатка по результатам фитосанитарного мониторинга, проведенного нами в 2005 и 2008 гг., наибольшее распространение имеют ХВК и МВК. Часто вирусная инфекция носит латентный характер. Так, в посадках оздоровленного от вирусов картофеля, латентная форма заражения составляет для ХВК —

Вирусы и их штаммы, поражающие картофель в Дальневосточном регионе России

Вирус (симптомы на картофеле)	Штамм вируса	Вредоносность, %
<i>Вирус мозаики люцерны, калико*</i> (желто-белая мозаика сформировавшихся листьев)	—	Невысокая
<i>Вирус огуречной мозаики</i> (хлоротичность и крапчатость листьев)	Обычный	Невысокая
<i>А-вирус картофеля</i> (складчатая мозаика)	—	5–20
<i>У-вирус картофеля</i> (мозаичность и полосатая мозаика)	Обычный, некротический	30–90
<i>М-вирус картофеля</i> (мозаичное закручивание листьев)	Среднепатогенный	25–40
<i>S-вирус картофеля</i> (крапчатая или обыкновенная мозаика, бессимптомно)	Среднепатогенный	0–20
<i>Вирус аукуба мозаики картофеля</i> (яркая желтая пятнистость листьев)	—	20–70
<i>Х-вирус картофеля</i> (обыкновенная мозаика, бессимптомно)	Таежный — сильно патогенный, уссурийский — среднепатогенный	10–15
<i>Вирус погрешности табака</i> (различные типы мозаик и деформация листьев)	Картофельный	5–20
<i>Вирус табачной мозаики</i> (желтая пятнистость листьев)	Картофельный	0–15
<i>Вирус скручивания листьев картофеля</i> (хлороз и сильное скручивание листьев вокруг центральной жилки)	—	20–70

* Штаммовую принадлежность вируса не устанавливали.

6%, для SBK — 2% [12]. По данным [12], тля не играет существенной роли в переносе вирусов, так как из-за низких температур и короткого вегетационного периода численность ее на Камчатке незначительна.

Принимая во внимание положительный опыт многих стран и России, в настоящее время в ДФО для выращивания семенного картофеля рекомендуются северные территории, центральная и юго-восточная части Камчатского края с более суровым климатом, поздней затяжной весной, частыми обильными осадками, постоянными и сильными ветрами и более прохладными почвами, что подавляет размножение и лет тлей-переносчиков. Вегетационный период

у растений на Камчатке очень короткий. Характерная для северных широт долгота дня создает хорошие условия для быстрого роста и развития растений, особенно в начальный период вегетации, относительно низкий фон насекомых-переносчиков, что вполне благоприятно для выращивания качественного безвирусного семенного материала.

Впервые характеристика виридов как класса фитопатогенов была дана в конце 1960-х годов [16]. Патоген является низкомолекулярной, кольцевой, с большим количеством спаренных оснований, инфекционной РНК, репликация которой осуществляется полностью за счет растения-хозяина. Вириды — очень контагиозные и

устойчивые к действию физических и химических факторов патогены. Наиболее типичным и хорошо изученным является ВВКК. В ряде стран с теплым климатом он может значительно снижать продуктивность картофеля. В Америке и большинстве стран Западной Европы вириод — объект внутреннего и внешнего карантина. В бывшем СССР он встречался в основном в Поволжье и на Украине и был возбудителем так называемой «готики» картофеля. Это заболевание было ограничено распространением и мало влияло на продуктивность картофеля. В настоящее время ВВКК — распространенный патоген, вредоносность которого возрастает в случае массового инфицирования картофеля, особенно при последующих репродукциях зараженных клубней [8]. Обычно наблюдается его смешанная инфекция с вирусами.

Для идентификации вириодов применяют, по крайней мере, 4 метода: биотест, когда в качестве растений-индикаторов ВВКК используют скополию китайскую (*Scopolia sinensis* Hemsl.) и томат (*Lycopersicon esculentum* L.) чаще всего сорта Rutgers. На инокулированных листьях скополии появляются местные некрозы на 14-18-й день и системная реакция на 30-40-й день. На томатах системная реакция развивается через 2-3 недели. Электрофорез в ПААГ используют, потому что вириодная РНК имеет специфическую электрофоретическую подвижность. Наиболее надежные результаты получают при применении возвратного электрофореза. При гибридизации нуклеиновых кислот (вириодной РНК с кДНК) используют как радиоактивную, так и нерадиоактивную метку (биотин, диен-платина и др.). ПЦР является наиболее чувствительным, но и дорогостоящим методом.

В начале 90-х годов в ряде регионов России было отмечено резкое снижение продуктивности безвирус-

ного картофеля, полученного с использованием метода апикальной меристемы. Было доказано, что причиной снижения урожайности является инфицирование картофеля ВВКК, освобождение от которого не предусматривалось данной технологией [6].

На Дальнем Востоке, в Приамурье заболевание картофеля с симптомами поражения вириодом было описано И.Н. Абрамовым еще в 50-е годы прошлого века [1]. В 1975 г. на юге Приморского края вириодная инфекция по характерным для заболевания симптомам была отмечена на ботве и клубнях сорта Ора, позднее в образцах безвирусного семенного картофеля сорта Пауль Вагнер (клубни, меристема), а затем выявлен и на Камчатке на сорте Повиронец [9]. Для идентификации дальневосточных изолятов ВВКК, выявленных в 1989-1996 гг., использовались биотест, электрофорез в ПААГ и молекулярная гибридизация с кДНК [6]. ВВКК был выделен из сортов Ора, Сантэ, Невский, Луговской, Весна и меристемных растений сортов Пауль Вагнер, Фаленский, Луговской и Невский. С помощью электрофореза в ПААГ были проанализированы 18 меристемных линий картофеля разных сортов НПО «Уссури» Приморского края и в 10 линиях и в клубнях сорта Синева. В 2004 г. ВВКК был выделен из клубней сорта Весна белая. В настоящее время ВВКК широко распространен в ДФО [8, 10].

В 2006 г. ВНИИФ возобновил изучение ВВКК по программе МНТЦ, в т.ч. его изолятов (штаммов) из разных регионов России. Патоген идентифицируется с использованием ПЦР и молекулярной гибридизации. В 2006-2007 гг. ВВКК выявлен в разных районах ДФО: Амурской обл., Приморском и Хабаровском краях, на Камчатке. Изоляты ВВКК выделены из сортов Адретта, Аксамит, Андронид, Жуковский ранний, Удача, Ветеран, Санте, Приморский 12, кото-

рые имели характерные симптомы на клубнях: веретеновидность, грушевидность, трещины, выпуклые глазки и др. У двух дальневосточных изолятов определена нуклеотидная последовательность виroidной РНК [17].

Выводы

1. Виroid веретеновидности клубней картофеля распространен не только во многих европейских регионах РФ, но и на Дальнем Востоке и остается опасным или потенциально опасным патогеном, поражающим картофель.

2. Основными мероприятиями, которые могут сдерживать распространение виroidной инфекции, являются: применение технологий, исключающих инфицирование и распространение патогена как при использовании культуры апикальной меристемы, так и при клоновом отборе; улучшение фитосанитарного состояния посадок картофеля, в т.ч. при размножении меристемных растений в теплицах; постоянный контроль за реализацией семенного

картофеля особенно из регионов, где уже выявлен ВВКК.

3. Для получения безвирусного семенного материала в современной практике оригинального и элитного семеноводства картофеля применяют два основных способа. Первый — культура апикальной меристемы с отбором лучших меристемных линий; их клональное размножение методом черенкования в лабораторных условиях; выращивание безвирусных микроклубней в вегетационных сооружениях (теплицы, гидропонные модули и др.). Второй — отбор здоровых исходных растений и клонов в полевых условиях на основе фиточисток и современных технологий тестирования листовых и клубневых проб на наличие вирусной, виroidной и бактериальной инфекций с помощью молекулярных (ПЦР) и иммунохимических (ИФА) методов.

4. Современным требованиям почвенно-климатических условий для выращивания элитного семенного картофеля в ДФО соответствуют территории центральной и юго-восточной части Камчатского края.

Библиографический список

1. Анненков Б.Г. Развитие исследований по вирусологии и оздоровлению картофеля в ДальНИИСХ // В кн.: Аграрная наука — с.-х. производству Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2005. С. 397-404.
2. Гнутова Р.В. Серология и иммунохимия вирусов растений. М.: Наука, 1993.
3. Гнутова Р.В. Стратегия подходов изучения вирусов, поражающих картофель в Дальневосточном регионе // С.-х. биология, 2005. N 1. С. 46-54.
4. Дрыгин Ю.Ф. и др. Высококочувствительные технологии молекулярной диагностики вирусных и виroidной инфекций картофеля // Картофелеводство России: актуальные проблемы науки и практики. М.: ФГНУ: «Росинформагротех», 2007. С. 17-25.
5. Завриев С.К., Рязанцев Д.Ю., Кошкина Т.Е., Абрамов Д.Д. Эффективный и экономичный метод чувствительной диагностики и идентификации патогенов картофеля // Там же. С. 17-25.
6. Кастальева Т.Б. и др. Виroid веретеновидности клубней и оздоровление картофеля // Вестник РАСХН. 1992. N 3. С. 22-24.
7. Лебедева Е.Г., Дьяконов К.П., Немилостива Н.И. Насекомые — переносчики вирусов растений на Дальнем Востоке // Владивосток: ДВ книжное изд. 1982.
8. Можяева К.А., Кастальева Т.Б., Гирсова Н.В. Виroid веретеновидности клубней в России: распространение, диагностика, элиминирование из семенного материала // Матер. конф. «Научное обеспечение и инновационное развитие картофелеводства». РАСХН, ВНИИКС. М., 2008. Т. 2. С. 48-58.

9. Романова С.А. и др. Вироид веретеновидности клубней картофеля на Дальнем Востоке // Проблемы фитовирусологии на Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука, 1996. С. 41-46.

10. Романова С.А., Леднева В.А., Волков Ю.Г. Современное состояние зараженности картофеля вирусными и вирусоподобными заболеваниями на Дальнем Востоке // В кн.: Аграрная наука - с.-х. производству Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2005. С. 387-389.

11. Рейфман В.Г., Гнутова Р.В., Романова С.А. Физико-биологические свойства вирусов, поражающих картофель, и меры оздоровления семенного материала на Дальнем Востоке // С.-х. биология, 1996. № 3. С. 93-106.

12. Ряховская Н.И., Власенко Г.П., Гайнатулина В.В., Стружжина Т.М. и др. Система ведения агропромышленного производства Камчатской области // П-К: Изд. РАСХН ДВНМЦ, 2005.

13. Толмачева И.А., Анненков Б.Г. Фитопатогенные вирусы на картофеле в Приамурье и защита новых сортов от вирусного поражения // В кн.: Теоретические и прикладные аспекты растениеводства на Дальнем Востоке. Хабаровск: ДВНИИСХ, 2003. С. 102-111.

14. Трофимец Л.Т. и др. Безвирусное семеноводство картофеля // Рекомендации. М.: Росагропромиздат, 1990.

15. Шпаар Д. и др. Картофель (ред. Д. Шпаар) // М.: ИД ООО «ДЛВ Агрodelo». 2007.

16. Diener T.O. Viroid and viroid diseases // Wiley Interscience.- N.-Y., Toronto, 1979.

17. Girsova N. et al. Molecular structure of Russian isolates of potato spindle tuber viroid // Zemdirbyste-Agriculture, 2008. Vol. 95. № 3. P. 266-269.

18. Salazar L. Potato viruses after the XX century: effects, dissemination and their control // Mater. Participants in Pyongyang Intern. Scientific Simpos. on Potato, Peohangan, DPRK, 2003. P. 35-42.

Рецензент — д. б. н. Ф.С. Джалилов

SUMMARY

Data on determination, geographical spreading and harmfulness of potato viruses and potato spindle tuber viroid, which infect potatoes in the Far East Region of RF are presented. Major measures to produce potato seeds free from infection, including clone selection and laboratory elimination are discussed. Up-to date immunochemical and molecular methods of virus and viroid diagnosis are described.

Key words: potato viruses, BBKK, identification methods, spreading, seed-growing.

Гнутова Раиса Васильевна — д. б. н., Биолого-почвенный институт Дальневосточного отделения РАН. Эл. почта: ibbs@eastnet.febras.ru.

Можаява Карина Алексеевна — к. с.-х. н., Всероссийский институт фитопатологии РАСХН. Эл. почта: mozhaeva@vniif.rosmail.com.