

**ВОЗБУДИТЕЛИ ВИРУСНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ОВОЩНЫХ
КУЛЬТУР В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ РЕГИОНЕ****Р.В. ГНУТОВА**

Обобщены данные литературы и собственных исследований автора по выявлению, географическому распространению и вредоносности вирусов, поражающих овощные культуры на юге Дальнего Востока России. Описаны таксономия, симптомология, способы передачи различных вирусов, а также меры борьбы с вирусными болезнями. Определяли биологические и физико-химические свойства изолятов вирусов, выявленных на растениях с различными симптомами поражения. Уделено внимание необходимости использования высокочувствительных методов идентификации вредоносных вирусов (биологическое тестирование, электронная микроскопия, иммунодиагностика) и создания диагностических видо- и штаммоспецифических сывороток.

Успехи селекции при создании новых сортов и гибридов и производство посевного материала сельскохозяйственных культур, в том числе и овощных, способствуют обеспечению возросшего населения продуктами питания. Наряду с этим современными методами генной инженерии и молекулярной генетики для пополнения рынка сбыта сельскохозяйственной продукции создаются трансгенные продукты. Принято говорить о «зеленой генной инженерии» относительно применения этих технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности для получения трансгенных продуктов питания и «красной генной инженерии» в медицине и фармацевтике. Непосредственной передачей генов от других видов культурных растений можно ускоренным способом создать сорта с дефинированными новыми агротехническими признаками и потребительскими свойствами. Но генная инженерия не заменяет традиционную селекцию, а только ускоряет ее. В 2000 году в мире уже было получено 54 сорта трансгенных растений, большинство из которых зарегистрированы в США, а также Аргентине, Канаде, Китае, Южной Африке и Австралии. К основным культурам, у которых созданы трансгенные формы, обладающие толерантностью к гербицидам и сорнякам, устойчивостью к насекомым и болезням, относятся соя, кукуруза, хлопчатник, рапс, табак, сахарная свекла, рис, пшеница и люцерна (1). В небольшом количестве выращивают сорта картофеля, устойчивые к повреждению колорадским жуком. Что касается овощных культур, то «зеленая генная инженерия», началась именно с трансгенных форм томата.

Несмотря на то, что при создании трансгенных растений параллельно проводят исследования по проверке безопасности для здоровья человека и окружающей среды полученной из них продукции, существуют большие сомнения в ее использовании. До сих пор нет однозначного мнения о безвредности трансгенной продукции. Во многих странах мира действует запрет на выращивание трансгенных растений. Поэтому в настоящее время остаются актуальными исследования, в основу которых положено создание высокоурожайных, устойчивых к болезням новых сортов и гибридов, обладающих высокими вкусовыми качествами.

При возделывании зеленых (лук, чеснок, хрен, салат, пряно-вкусовые травы и др.) и теплолюбивых овощных культур (перец, баклажан, томат, огурец, арбуз, тыква, кабачок, патиссон, фасоль овощная и зерновая и др.) потери от фитопатогенов были и остаются основным фактором, оказывающим негативное влияние на урожайность и продуктивность. Овощные культуры, как известно, поражаются многочисленными вирусными, виридными, бактериальными и грибными заболеваниями. Некоторые из них стали серьезной угрозой при выращивании овощей. В Дальневосточном регионе вирусы, поражающие овощные культуры, в последние годы интенсивно изучают (2-7). Комплексные исследования с использованием новых современных высокочув-

ствительных методов диагностики вирусных болезней и вирусов позволили выявить новые ранее не идентифицированные в регионе вирусы и штаммы. Главными причинами увеличения количества вирусов и штаммов являются следующие: возделывание сортов со слабой устойчивостью к вирусам, появление новых более агрессивных штаммов, интенсивная неконтролируемая торговля семенами и посадочным материалом, а также своеобразные климатические условия южных районов, особенно в весенне-летний период (существенный перепад дневных и ночных температур, высокая влажность, обилие в отдельные годы насекомых-переносчиков, которые создают высокий инфекционный фон). Симптомы вирусного поражения овощных культур часто трудно отличить от поражений, возникающих у растений под воздействием различных неинфекционных стрессовых факторов (засуха, холод, длительное переувлажнение, недостаток питательных веществ и др.). Точная диагностика фитопатогенных вирусов в настоящее время стала возможна при дополнении классических приемов идентификации современными генно-инженерными и иммунохимическими методами: полимеразная цепная реакция (ПЦР) и иммуноферментный анализ (ИФА).

Общеизвестно, что процесс идентификации вирусов весьма длительный и начинается с выявления в ценозе растений с вирусоподобными симптомами. Дальнейшие лабораторные исследования позволяют определить конкретный вид или даже штамм этого вируса. Особое значение при этом уделяют оценке биологических свойств вирусов, которые обуславливают ответную реакцию растения на инфекцию. Четкие и специфические симптомы являются основополагающим критерием, по которому вирусы и их штаммы различаются между собой. Еще в 1952 году Боуден отметил, что для каждого вируса характерна своя точка термической инактивации (ТТИ), то есть та предельная температура при которой сохраняются инфекционность вирусной частицы. До сих пор фитовирусологи учитывают этот признак при идентификации вирусов и их штаммов. Результаты наших многолетних исследований свидетельствуют о том, что для многих дальневосточных изолятов характерна более низкая ТТИ, чем для этих же вирусов из других географических регионов мира. Другим важным критерием биологических свойств фитовирусов служит предельное разведение инфекционного сока (ПРС), которое отражает первоначальную концентрацию вируса в тест-растении. О стабильности или лабильности вируса свидетельствует такой показатель, как период сохранения инфекционности (ПСИ) сока при комнатной температуре.

О биологических свойствах вирусов можно судить по данным электронной (размер и морфология вирусных частиц) и световой микроскопии (вирусные включения, которые образуются при заражении растений вирусами таких родов, как тобамо-, поти-, каулимовирусов и др.). Характер образования вирусных включений служит довольно быстрым, надежным и специфичным диагностическим тестом не только для выявления вируса, но и его штаммов. Изучение биологических свойств вируса будет неполным, если не исследовать видовой состав насекомых, которые переносят вирусную инфекцию от больного растения к здоровому. При этом важно оценить роль насекомых-переносчиков в этом переносе. В последние годы при исследовании вирусов овощных культур нами было отмечено, что конкретный вирус передается в природе переносчиком только одного типа, что служит устойчивым признаком идентификации рода. Вообще способ передачи вируса (не только насекомыми, но и через инфицированный посадочный материал, семена, пыльцу, контактно, механически, прививкой, грибами) — один из важных критериев идентификации фитопатогенных вирусов.

Разрабатываются оптимальные методики получения очищенных препаратов всех исследуемых вирусов и их штаммов с целью определения молекулярной массы структурных белков, исследования физико-химических, антигенных и иммуногенных свойств капсидных белков, а также получения анти-вирусных сывороток. Предложенные нами методические подходы к изучению

антигенных свойств капсидных белков послужили основой для получения поликлональных антисывороток ко всем изучаемым вирусам и их штаммам (2). Мы проводили тщательный анализ каждого из факторов, влияющих на иммуногенез животных: иммуногенность капсидных белков, схема иммунизации, доза и способ введения иммуногена, подбор адьюванта и реиммунизация. На примере фитовирусов и их штаммов из различных родов нами было показано, что целесообразно отказаться от иммунизации животных антигеном в дозе свыше 1 мг (одна инъекция). Это позволяет более рационально использовать очищенный препарат вируса и самое главное при такой концентрации иммуногена вырабатываются антитела высокой авидности. Кроме того, нами выявлено существенное преимущество внутри- и подкожного способа введения иммуногена в места расположения лимфоузлов по сравнению с распространенными внутривенными и внутримышечными инъекциями. Титр специфических антител при таком способе введения иммуногена повышался на два-три порядка. Разработанные нами схемы иммунизации были использованы для получения не только кроличьих, куриных, мышинных противовирусных антител, но и крысиных, например, к вирусу мозаики цветной капусты.

При мониторинге фитовирусов в агроценозах (главным образом в Приморском крае) показано, что наиболее вредоносными, оказывающими влияние на продуктивность растений, являются те вирусы, которые встречаются в виде штаммов, обуславливающих следующие заболевания: огуречная и табачная мозаика, обыкновенная и желтая мозаика фасоли, Y- и X-вирусы картофеля, мозаика цветной капусты. Разнообразие штаммов вируса многие исследователи пытаются систематизировать, выделяя группы в пределах вида. Например, для вируса табачной мозаики выделены следующие группы штаммов: «томатная», «табачная», «некротическая», «подорожниковая», «орхидная», «аукуба-мозаичная» и др. На группы пытаются разделить и штаммы вируса огуречной мозаики, Y- и X-вирусы картофеля, желтой и обыкновенной мозаики фасоли и др. Существует два основных критерия идентификации штаммов: по структурным признакам генома вирусной частицы; по взаимоотношению вируса с растением-хозяином и переносчиком. Штаммы, наряду с многочисленными сходными свойствами с родительскими формами, имеют новые, штаммоспецифические признаки. Моноштаммовые антисыворотки почти всегда имеют различные титры и, как правило, капсидные белки штаммов одного вида различаются по иммуногенной и антигенной активности. Не менее четким критерием, гарантирующим штаммовое различие является разная восприимчивость к заражению одних и тех же растений, что будет показано ниже при характеристике отдельных вирусов, например, вирусов табачной мозаики и мозаики арбуза. Штаммы различаются также по патогенности, вирулентности, способности формировать внутриклеточные включения и т.д. Не вызывает сомнений, что образование измененных форм вируса при репликации в результате мутаций — важный этап эволюции. Надо учесть, что многие роды в эволюционном отношении очень молоды и в дальнейшем будут пополняться штаммами видов, например, тобамо-, поти-, кукумо-, каулимовирусы и др.

На овощных культурах, возделываемых в южных районах Дальневосточного региона в агроценозах и тепличных хозяйствах, нами идентифицировано 13 вирусов (табл. 1). По данным наших многолетних исследований, распространение и эпидемиология вирусов в значительной степени зависят от эффективности их переноса насекомыми в агроценозах.

По географической широте юг Дальнего Востока соответствует югу европейской части России. Поэтому в этой зоне широко распространено товарное производство многих теплолюбивых овощных культур, относящихся главным образом к трем семействам: тыквенные — *Cucurbitaceae* (кабачок, тыква, огурец, патиссон, арбуз); пасленовые — *Solanaceae* (томат, баклажан, перец) и крестоцветные — *Brassicaceae* (капуста белокочанная и цветная, редис, лоба, дайкон и др.).

1. Вирусы (дальневосточные изоляты), выявленные на овощных культурах в южных районах Дальневосточного региона России и основные насекомые-переносчики

Вирус	Род	Семейство
Переносчики неизвестны		
Вирус табачной мозаики (ВТМ) — <i>Tobacco mosaic virus</i>	<i>Tobamovirus</i>	—
X-вирус картофеля (ХВК) — <i>Potato virus X</i>	<i>Potexvirus</i>	—
Переносчики — тли (осуществляется неперсистоно)		
Вирус огуречной мозаики (ВОМ) — <i>Cucumber mosaic virus</i>	<i>Cucumovirus</i>	<i>Bromoviridae</i>
S-вирус картофеля (SBK) — <i>Potato virus S</i>	<i>Carlavirus</i>	<i>Flexiviridae</i>
Вирус мозаики турнепса (ВМТ) — <i>Turnip mosaic virus</i>	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>
Вирус гравировки табака (ВГТ) — <i>Tobacco etch virus</i>	"	"
Y-вирус картофеля (YBK) — <i>Potato virus Y</i>	"	"
Вирус мозаики арбуза (ВМА) — <i>Watermelon mosaic virus</i>	"	"
Вирус обыкновенной мозаики фасоли (ВОМФ) — <i>Bean common mosaic virus</i>	"	"
Вирус желтой карликовости лука (ВЖКЛ) — <i>Onion yellow dwarf virus</i>	"	"
Вирус желтой мозаики фасоли (ВЖМФ) — <i>Bean yellow mosaic virus</i>	"	"
Вирус мозаики цветной капусты (ВМЦК) — <i>Cauliflower mosaic virus</i>	<i>Caulimovirus</i>	<i>Caulimoviridae</i>
Переносчики — жуки		
Вирус мозаики редиса (ВМР) — <i>Radish mosaic virus</i>	<i>Comovirus</i>	<i>Comoviridae</i>

О вирусах, поражающих овощные культуры семейства крестоцветных в России, известно крайне мало. По данным зарубежных исследователей, многие растения культурной и дикой флоры семейства крестоцветных поражаются довольно большим количеством вирусов: мозаика редиса, мозаика турнепса, огуречная мозаика, розеточность турнепса (*Turnip rosette virus*), морщинистость турнепса (*Turnip crinkle virus*), желтая мозаика турнепса (*Turnip yellow mosaic virus*), мозаика цветной капусты, некротическая желтуха брокколи (*Broccoli necrotic yellow virus*) и др. (8).

Вирус мозаики цветной капусты (ВМЦК) впервые выявлен нами на растениях цветной капусты с симптомами хлоротичной мозаики и линейного узора на листьях. У отдельных пораженных растений иногда не образовывался цветонос. Позже этот вирус обнаружили на растениях капусты белокочанной, дайкона и редиса. Характерно, что симптомы поражения растений овощных культур семейства крестоцветных различными вирусами довольно сходны. Поэтому четкая идентификация вирусов возможна лишь при условии изучения круга растений-хозяев, морфологии вирусных частиц, физических, физико-химических, антигенных и других свойств фитовируса.

Дальневосточным изолятом ВМЦК инокулировали растения различных сортов, относящихся к 51 виду из разных семейств. Механически вирусом удалось заразить только растения семейства крестоцветных. На листьях растений цветной капусты сортов МОВИР и Снежный шар на 25-30-е сут наблюдали симптомы в виде хлоротичной крапчатости, хлороза жилок и дубовидного узора вдоль главной и средней жилок. Вирус поражал растения редиса посевного сортов Родос, Красный великан, Жара, Илка, Рубин; дайкона сортов Шогоин, Зеленый, Белый клык и Миясиге; репы сорта Петровская. Устойчивыми к ВМЦК оказались растения редиса сортов Базис, Французский завтрак, Саратовский и Розово-красный с белым кончиком и дайкона сортов Розовый блеск, Японский ранний и Миясиге, а также капусты белокочанной сортов Июньская, Лосиноостровская, Московская и Слава.

На растениях капусты белокочанной позднеспелых сортов Кневичанка и Амагер выявлены капустная (*Buivoryne brassicae*) и бахчевая (*Aphis fabae*) тли, которые наряду с персиковой тлей (*Myzus persicae*) легко переносили вирус на растения капусты, редиса и дайкона. При этом было установлено, что в соке пораженных растений при комнатных условиях вирус сохраняется в течение 1 сут; ПРС и ТТИ составляли соответственно 10^{-4} и -80 °C. Анализ полученных нами результатов и данных литературы показал, что дальневосточный изолят менее стабилен по сравнению с известными штаммами

ВМЦК (9). Учитывая существенные различия ВМЦК по отдельным критериям от других штаммов мы считаем, что дальневосточный изолят этого вируса является самостоятельным штаммом.

Электронно-микроскопические исследования позволили выявить в инфекционном соке из растений цветной капусты сферические частицы размером 50 нм. В цитоплазме инфицированных клеток редиса посевного ВМЦК образует округлые внутриклеточные включения, характерные для вирусов рода каулимовирусов (8).

Итак, в южных районах Приморского края впервые в России из растений цветной, белокочанной капусты и редиса выделен вирус, который по исследуемым свойствам и данным литературы отнесен нами к ВМЦК (род *Caulimovirus*, сем. *Caulimoviridae*).

При обследовании овощных культур в южных районах Приморского края на листьях отдельных растений лобы (*Raphanus sativus*) сорта Октябрьская выявлена морщинистая мозаика. Оказалось, что это заболевание может быть вызвано двумя вирусами — мозаики редиса и мозаики турнепса. С помощью персиковой тли удалось разделить эти вирусы. В Японии заболевание, вызываемое этими двумя вирусами известно под названием деформирующей мозаики редиса (*Radish enation mosaic*) (10).

Вирусом мозаики турнепса (ВМТ) инокулировали растения различных сортов, относящихся к 60 видам из пяти семейств. Системно, то есть в виде хорошо различимых симптомов, патоген заражал в основном растения из семейства *Brassicaceae*. Вирус не передавался семенами, но легко распространялся механически и персиковой тлей (известны и другие многочисленные виды тлей). Вирусные частицы имели нитевидную форму (720-750×12 нм). В клетках больших растений с помощью светового микроскопа обнаружены характерные для потивирусов включения белковой природы.

Вирус поражал растения редиса сортов Дунганский местный, Жара, Красный с белым кончиком, Красный великан и Рубин. Устойчивых к ВМТ сортов редиса не обнаружено. К вирусу была получена специфическая антисыворотка, которая послужила основой для разработки иммунодиагностикума для ИФА.

На основании изучения биологических свойств вируса и морфологии вирусных частиц дальневосточный изолят ВМТ отнесен нами к обычному штамму. Отличительной особенностью исследуемого изолята была высокая ТТИ — 70 °С, в то время, как у штаммов, описанных в литературе этот показатель составлял 30-60 °С (11). Следовательно, дальневосточный штамм является одним из самых термостабильных из известных штаммов ВМТ.

ВМТ распространен повсеместно на растениях культурных видов из семейства крестоцветных, чаще всего поражает растения капусты различных селекционных форм, турнепса, хрена, горчицы и др. У растений капусты кочанной вызывает заболевание, которое называется черной кольцевой пятнистостью. Симптомы проявляются в виде мелких черных некротических колец или пятен, обязательно покрывающих лист между жилками. В кочанах при хранении ВМТ вызывает внутренний некроз.

Вирус мозаики редиса (ВМР) идентифицирован в 1975 году на юге Приморского края; диаметр вирионов сферической формы 28-30 нм (12). Вирус поражал растения четырех семейств (*Amaranthaceae*, *Brassicaceae*, *Fabaceae*, *Solanaceae*): редис, свекла, шпинат, турнепс, лоба или редька китайская, цветная капуста, горчица полевая и др. Симптомы варьировали в зависимости от вида растения. У растений редиса и лобы, зараженных вирусом, наблюдалось угнетение роста, мозаичность и сильная деформация листьев, слабый некроз жилок. Особенно сильно поражались растения лобы второго года жизни. У растений редьки выявлена системная крапчатость листьев, турнепса — карликовость, хлороз листьев, образование некротических пятен, кольцевые узоры, некроз черешков и курчавость молодых листьев.

Известно два штамма вируса: американско-японский (или типичный) и европейский. В Европе вирус распространен значительно шире, чем в США и Японии. Европейский штамм отличается от американско-японского тем, что не вызывает симптомов поражения на растениях цветной капусты (*Brassica oleracea* var. *botrytis*). Оба штамма чаще всего поражают растения из семейства крестоцветных. Переносчиками ВМР служат долгоносики (*Epitrix hertipennis*) и жуки-листогрызы (*Diabrotica undecimpunctata*).

У дальневосточного изолята ВМР выявлена реакция идентичности с антисывороткой против американско-японского штамма. Некоторые исследователи отмечают, что идентификация ВМР, а также вирусов морщинистой мозаики, желтой мозаики и розеточности турнепса затруднительна без применения специфических антисывороток. В нашей работе при выявлении вида исследуемого патогена вирусы желтой мозаики и розеточности турнепса были исключены, так как они поражают только растения из семейства крестоцветных. Дальневосточный изолят ВМР, как упоминалось выше, поражал растения не только этого семейства, но и бобовых, пасленовых, амарантовых. Обнаружена разница и при определении ТТИ и ПРС. Так, для вируса морщинистой мозаики турнепса ТТИ составляла 80-90 °С, ПСИ при комнатной температуре — более 30 сут. ВМР присутствует в соке в высокой концентрации и также довольно стабилен: ТТИ — 80 °С, ПРС — 10^{-5} - 10^{-6} , ПСИ сока при комнатной температуре — до 18 сут. Кроме того, американские исследователи сообщили, что антисыворотка, приготовленная нами и отправленная им для оценки специфичности, не имела антител к вирусу морщинистой мозаики турнепса. Обнаруженное нами антигенное родство с американско-японским штаммом ВМР и сходство по биологическим и физико-химическим свойствам (2, 12), дают основание отнести дальневосточный изолят ВМР к типичному американско-японскому, а не европейскому штамму.

Многолетний мониторинг (более 8 лет) по выявлению фитовирусов в посадках овощных культур на юге Дальнего Востока, показал, что наиболее опасными для культур семейства пасленовых являются вирусы табачной и огуречной мозаики (соответственно ВТМ и ВОМ). Мутационный процесс в популяциях этих вирусов происходит весьма интенсивно, следствием чего является большое разнообразие штаммов. ВТМ — один из наиболее распространенных и вредоносных вирусов для растений томата и сладкого перца; поражение сопровождается такими симптомами как системная хлоротичная пятнистость и крапчатость листьев. У растений перца иногда наблюдалась деформация, измельчение и искривление плодов. В последние годы в Дальневосточном регионе вирус обнаружен и на растениях баклажана с симптомами хлоротичной мозаики листьев.

Первичными очагами инфекции в условиях как открытого, так и закрытого грунта служат единичные больные растения, появившиеся при передаче ВТМ через семена. Дикая флора также является более или менее постоянным источником ВТМ. Резерваторами вируса из сорных и дикорастущих растений считается паслен черный (*Solanum niger*) и повилика (*Cuscuta* sp.), которые часто встречаются в посадках томата и перца в открытом грунте. ВТМ — чрезвычайно контагиозный вирус, передается при агротехнических мероприятиях, выдерживает высокие температуры, длительное время сохраняется в почве и может распространяться семенами пасленовых. Однако до сих пор считается, что этот вирус не передается насекомыми.

В Приморском крае одним из первых оригинальных штаммов ВТМ на овощных культурах был идентифицирован ранее неописанный в литературе некротический штамм ВТМ. Этот штамм был выявлен на растениях сладкого перца с симптомами мозаики и деформации листьев (3). В комнатных условиях вирус сохранялся несколько месяцев, в сухих листьях — несколько лет; ТТИ составляет 95 °С. Штаммы ВТМ, идентифицированные на растениях перца и описанные в литературе, значительно отличались по биологическим

свойствам от изучаемого дальневосточного изолята, который не заражал растения *Nicotiana tabacum* cv. *samsun* и *Lycopersicon esculentum*, и у большинства тест-растений вызывал реакцию местного характера. Сравнительный анализ полученных результатов и данные литературы позволили выделенный изолят из *Capusicum annuum* отнести к группе некротических штаммов ВТМ.

Позже в посадках овощных культур были обнаружены еще три штамма ВТМ (13). Круг растений-хозяев, экспериментально выявленный авторами для штаммов ВТМ, выделенных из растений баклажана (ВТМб), перца (ВТМп) и томата (ВТМт), включал образцы и сорта 45 видов из 9 семейств; это позволило отнести эти штаммы к следующим группам: ВТМб и ВТМт — «томатная», ВТМп — «табачная».

Помимо штаммов ВТМ, идентифицированных на овощных культурах в Приморском крае, в последние годы были исследованы свойства двух штаммов ВТМ, выявленных на растениях томата (ВТМт/па) и баклажана (ВТМб/па) в Нижнем Приамурье в пригороде Комсомольска-на-Амуре (14). Для сравнительной характеристики этих изолятов использовали корейский изолят ВТМ (ВТМк), любезно предоставленный коллегами из института Экспериментальной биологии АН КНДР (г. Пхеньян). ВТМт/па и ВТМб/па были похожи по биологическим свойствам. Приамурские изоляты, обнаруженные на растениях томата и баклажана, вызывали у растений *N. alata*, *N. rustica* и *Petunia hybrida* только локальный некроз. Известно, что по реакции некоторых тест-растений штаммы ВТМ делятся на две большие группы — томато- и табаквирусы. В частности, реакция растений *N. sylvestris*, *N. alata*, *N. rustica* и *P. hybrida* на заражение изолятами и штаммами ВТМ, выделенными из растений томата, как правило, была локальной или бессимптомной, в то время как на инокулирующую обычным штаммом и изолятом из растений табака — системной (15). На этом основании приамурские изоляты были отнесены к группе «томатных» штаммов ВТМ, как и ранее изученные штаммы из этой же группы, выявленные на растениях томата и баклажана в Приморском крае (16).

Корейский штамм ВТМ имел ряд специфических особенностей. В частности, он поражал тест-растения из семейства *Compositae* — *Solanum erucifolius* и *Zinnia elegans*, реакция которых на заражение была локальной и системной (хлоротичная пятнистость, крапчатость листьев и посветление жилок). Симптомы, индуцируемые ВТМк у тест-растений, были характерными для штаммов ВТМ группы «табачных», а не «томатных».

Различную штаммовую принадлежность подтверждают и результаты изучения физических свойств исследуемых изолятов (табл. 2).

2. Физические свойства дальневосточных изолятов вируса табачной мозаики (ВТМ)

Штамм ВТМ	ТТИ, °С	ПСИ	ПРС
ВТМт/па	97	> 4 мес	10 ⁻⁶
ВТМб/па	95	> 4 мес	10 ⁻⁷
ВТМк	97	—	10 ⁻⁷
ВТМт*	90	> 2 мес	10 ⁻¹¹
ВТМб*	85	> 2 мес	10 ⁻¹²
ВТМб**	90-93	Около 1 года	10 ⁻⁶

* и ** — цит. соответственно по 16 и 17 ист.

Примечание. ТТИ — точка термической инактивации; ПСИ — период сохранения инфекционности; ПРС — предельное разведение сока. Прочерк означает отсутствие данных.

лоядерные Х-тела. При инокуляции же ВТМк в клетках образовывались кристаллы с гранями почти одинаковой длины, характерные для штаммов «табачной» группы ВТМ.

На основании полученных данных по изучению круга растений-хозяев, характера симптомов, физических свойств и типа внутриклеточных

Характер формирования внутриклеточных вирусных включений различался у приамурских изолятов и ВТМк. ВТМт/па индуцировал образование в клетках эпидермиса растений *N. tabacum* cv. *samsun* удлинённых кристаллов и аморфных включений округлой формы. В клетках эпидермиса растений, зараженных ВТМб/па, были обнаружены только око-

включений был сделан вывод о том, что ВТМт/па, ВТМб/па и ВТМк являются самостоятельными штаммами вида *Tobacco mosaic virus*.

Получена моноштаммовая антисыворотка против ВТМт, который является хорошим иммуногеном. При исследовании антигенных свойств изучаемых штаммов ВТМ показано, что приамурские штаммы ВТМ близкородственны между собой, в то время как капсидный белок штамма ВТМк имеет индивидуальные эпитопы. Вместе с тем иммунохимический анализ капсидных белков свидетельствует о том, что ВТМк также принадлежит к виду ВТМ. В реакции двойной иммунодиффузии этот штамм реагировал с моноштаммовыми антисыворотками против штаммов ВТМб, ВТМп, ВТМ- U_1 (антисыворотка любезно предоставлена украинскими исследователями) и смеси специфических моноштаммовых антител.

Итак, в последние годы в Дальневосточном регионе на овощных культурах идентифицировано шесть штаммов ВТМ и изучены свойства корейского штамма. Они дополнили следующие группы штаммов ВТМ: «некротическая», «табачная» и «томатная». ВТМ на растениях баклажана идентифицирован нами впервые не только в Дальневосточном регионе, но и в других регионах России. В литературе фактически отсутствуют сведения о поражении растений баклажана ВТМ, за исключением данных румынских исследователей (18). Известно лишь, что растения баклажана поражаются ВОМ, а также вирусами мозаики люцерны (*Alfalfa mosaic virus*), слабой пятнистости томата (*Tomato spotted wilt virus*), мозаики баклажана (*Eggplant mosaic virus*), желтой мозаики баклажана (*Eggplant yellow mosaic virus*), увядающей мозаики баклажана (*Eggplant mild mosaic virus*), крапчатостой морщинистости баклажана (*Eggplant mottled crinkle virus*), прижилковой крапчатости перца (*Pepper veinal mottle virus*).

ВОМ относится к довольно распространенным патогенам, поражающим растения томата, перца, огурца и баклажана. Наличие этого вируса в посадках овощных культур мы отмечали во все годы проведения фитосанитарного мониторинга в Дальневосточном регионе. Поражение вирусом, например растений перца, вызывает измельчение и деформацию молодых листьев, хлоротичную крапчатость, кольцевую мозаику, которая позже некротизируется, часто наблюдаются папоротниковидные листья. ВОМ более лабилен, чем ВТМ, поэтому в почве не сохраняется, но очень легко распространяется тлями многочисленных видов (свыше 70). Считается, что наиболее интенсивно вирус переносят персиковая и бахчевая тли. Вирус имеет широкий круг растений-хозяев. Резерваторами ВОМ служат многолетние дикорастущие и сорные растения, а также декоративные культуры. От растения к растению, помимо насекомых, вирус может передаваться с помощью повилики. По данным литературы, до сих пор считалось, что ВОМ не передается через семена. Однако ВОМ, выявленный нами на растениях орхидеи и циннии, удалось передать через семена зараженных этим вирусом тест-растений — соответственно *N. rustica* и *C. annuum*.

В последние годы мы изучали изоляты ВОМ, выявленные на растениях томата (ВОМт), баклажана (ВОМб), перца (ВОМп) и огурца (ВОМо) (19).

В эксперименте механически вирус был перенесен на растения из семи семейств: *Aizoaceae*, *Amaranthaceae*, *Chenopodiaceae*, *Compositae*, *Cucurbitaceae*, *Fabaceae*, *Solanaceae*. Все изоляты ВОМ легко заражали растения *Gomphrena decumbens*, *Chenopodium amaranticolor*, *Ch. ambrosoides*, *Ch. quinoa*, *Z. elegans*, *Cucumis sativus*, *Cucurbita maxima*, *Dolichos lablab*, *C. annuum*, *L. esculentum*, *Nicandra physaloides*, *Nicotiana fruticosa*, *N. glutinosa*, *N. tabacum* cv. *xanthi-nc* и *N. tabacum* cv. *samsun*. Симптомы у этих тест-растений, появляющиеся после заражения, соответствовали по характеру проявления описанным в литературе. Следует особо подчеркнуть, что поражение растений семейства *Fabaceae* всегда было локальным. Это свидетельствует о том, что изучаемые изоляты не относятся к группе штаммов бобовых.

Вместе с тем каждый изолят имел характерные особенности, отличающие его от других. Так, ВОМп не заражал растения *C. metuliferus*, *C. sativus* сорта Водолей, *Datura stramonium* и *Hyoscyamus niger*, а ВОМо — *C. metuliferus*. В то же время этим изолятом поражались растения *C. sativus* сорта Водолей, которые обладали устойчивостью к другим изолятам ВОМ. Особенности ВОМб заключались в том, что он не поражал растения *Tetragonia expansa*, *C. annuum* (сорт Виктория), *L. esculentum* (сорт Эхо), *P. hybrida* и *S. melongena* (сорт Сериал). Этот изолят был перенесен на растения *C. metuliferus*, *Vigna angularis* и *V. sinensis*, причем реакция растений двух последних видов на заражение ВОМб была локальной.

Интересен и тот факт, что ВОМо и ВОМб вызывали местную некротическую реакцию у растений *Faba bona*, в то время как ВОМп и ВОМт не поражали последние. К ВОМт были устойчивы растения *C. annuum* (сорт Подарок Молдовы), *Solanum melongena* и *S. nigrum*. При инокуляции этим изолятом других тест-растений реакция была такой же, как в случае действия остальных изолятов ВОМ. Ни одним из изолятов не удалось инфицировать следующие тест-растения: *Amaranthus caudatus*, *Antirrhinum majus*, *Atropa belladonna*, *Campanula barbata*, *Inula ensifolia*, *Lavatera arborea*, *Raphanus sativus*, *Trifolium alpestre*, *Vigna unguiculata*.

Следовательно, круг экспериментальных растений-хозяев и симптомы заболевания, вызываемые различными изолятами ВОМ, были характерными для последнего и сходными, хотя и не идентичными. По биологическим свойствам изоляты ВОМ, выявленные на овощных культурах сем. *Cucurbitaceae* и *Solanaceae*, были отнесены нами к группе обычных штаммов ВОМ.

Физические свойства изучаемых изолятов ВОМ оказались также весьма близкими, но не одинаковыми. Они соответствовали данным литературы,

3. Физические свойства дальневосточных изолятов вируса огуречной мозаики (ВОМ)

Изолят ВОМ	ТТИ, °С	ПСИ, сут	ПРС
ВОМп	60	2	10 ⁻⁴
ВОМо	60	3	10 ⁻²
ВОМб	60	3	10 ⁻³
ВОМт	65	4-5	10 ⁻³
ВОМкб*	70	3-5	10 ⁻³ -10 ⁻⁵
ВОМ**	55-70	1-10	10 ⁻³ -10 ⁻⁶

* и ** — цит. соответственно по 20 и 21 ист.

но несколько отличались от свойств изолятов ВОМ, идентифицированных ранее в Приморье на растениях перца и кабачка (ВОМкб) (табл. 3).

Была получена моноштаммовая антисыворотка против ВОМо, что позволило оценить антигенные

свойства изолятов ВОМ, выявленных на растениях перца, томата, огурца и баклажана. Ранее было показано, что дальневосточные изоляты ВОМ, обнаруженные на декоративных и бобовых культурах, имеют, как правило, идентичные эпитопы капсидных белков, что позволило отнести их к дальневосточному серотипу ВОМ, отличному от других серотипов, в частности европейского (2). У изолятов, выявленных на овощных культурах, в реакции двойной диффузии наблюдались идентичные полосы преципитации, что свидетельствует об их близком антигенном родстве.

Итак, данные оценки круга растений-хозяев, морфологии и физических свойств вирионов, антигенных свойств капсидных белков четырех изолятов ВОМ позволяют сделать вывод о том, что на овощных культурах семейств *Cucurbitaceae* и *Solanaceae* (томат, баклажан, перец, огурец) на юге Дальнего Востока идентифицированы изоляты ВОМ, которые являются представителями группы обычного штамма дальневосточного серотипа ВОМ (род *Cucumovirus* сем. *Bromoviridae*).

У-вирус картофеля (УВК) был выявлен на единичных растениях перца. Вирус передается от растения к растению многочисленными видами тлей и механически; хорошо идентифицируется в соке больного растения в реакции капельной агглютинации с помощью антивирусной сыворотки, приготовленной против «картофельного» изолята УВК.

Отмечены случаи заражения X-вирусом картофеля (ХВК) растений томата и перца с помощью антивирусной сыворотки, но степень поражения незначительная. В ряде случаев ХВК встречается при смешанных инфекциях с ВТМ и ВОМ; переносчики неизвестны.

Круг растений-хозяев S-вируса картофеля (SBK) в основном ограничен некоторыми видами семейства пасленовых. На овощных культурах в Дальневосточном регионе вирус не имеет широкого распространения. Симптомы поражения проявляются в виде слабой хлоротичной пятнистости листьев. Иногда инфекция носит латентный характер. Антисыворотка, приготовленная к изоляту вируса из растений картофеля, хорошо реагирует с соком инфицированных SBK растений овощных культур семейства пасленовых. Имеется ряд надежных растений-индикаторов, специфически реагирующих на заражение вирусом, например *N. debneyi*.

Вирус обыкновенной мозаики фасоли (ВОМФ) был выделен из растений фасоли (22). Вирус поражает в основном растения семейства бобовых (род *Phaseolus*, *Pisum*, *Trifolium*, *Vicia*, *Vigna* и др.). Наиболее пригодным индикаторным растением служила фасоль сорта Черная спаржевая. «Фасолевый» изолят ВОМФ термоустойчив (ТТИ — 62 °С, ПРС — 10⁻⁶), что свидетельствует о высокой концентрации вируса в растении. При комнатной температуре инфекционность вируса сохраняется не более 1 сут. Круг растений-хозяев для дальневосточных изолятов ограничивается растениями семейства бобовых (главным образом фасоль различных сортов). Вирус довольно вредоносен и широко распространен. Практически все инфицируемые ВОМФ растения фасоли различных сортов, а также сои, бобов, гороха отстают в росте, у них уменьшается число семян в стручках, что приводит к снижению урожайности (на 28 %) и качества семян (23).

Поражение растений фасоли различных сортов (Голубка, Черная спаржевая, Prince, Michelite, Top crop, Perlicka, Red Kedney и др.) ВОМФ сопровождается четкими симптомами, которые варьируют в зависимости от штамма вируса, сорта растения и времени заражения. Чаще всего симптомы проявляются в виде мозаичной пятнистости темно-зеленой окраски вдоль крупных жилок на общем фоне хлороза листа. В центре листовой пластинки участки темно-зеленой окраски обычно имеют пузыревидные вздутия, листья становятся морщинистыми, закручиваясь от края вниз. Часто молодые верхушечные листья закручиваются трубочкой или деформируются асимметрично. Такие симптомы обычно наблюдаются на растениях, инфицированных через семена. Растения заметно отстают в росте, хуже цветут и плодоносят. На первично зараженных растениях фасоли вирус вызывает скручивание верхушечных листьев (краями вниз), хлоротичность и слабую мозаику. При повышенной температуре летом симптомы заболевания могут не проявляться.

По данным литературы, индикатором для вируса служат растения фасоли американского сорта Top crop, на инокулированных примордиальных листьях которых появляются местные некрозы. Аналогичным образом на вирус реагируют растения фасоли сортов Пинто, Грейт Нозерн, Ред Мексикен. Вирус переносится непersistентным способом тлями многих видов. В отличие от вируса желтой мозаики фасоли (ВЖМФ), переносчиками ВОМФ могут служить семена (до 50 %) и пыльца. Обнаружено также, что ВОМФ передается семенами вигны (37 %), а также механически при инокуляции сока (24). Была получена антисыворотка для дальневосточного штамма ВОМФ, выделенного из растений фасоли, и разработан иммунодиагностикум для ИФА (25).

ВЖМФ на юге Дальнего Востока был обнаружен впервые на растениях сои, а затем клевера красного и гороха посевного (26). Как оказалось ВЖМФ способен вызывать массовое заболевание различных бобовых культур: клевер, бобы конские, люпин, чина душистая, горох посевной и др.; поражает также декоративные растения. Вирус широко распространен и встречается в виде многочисленных штаммов. Для ВЖМФ, выявленного в Дальневосточном ре-

гионе, характерно также разнообразие штаммов (ранее нами были изучены штаммы, выделенные из растений гладиолуса и фасоли овощной).

В последние годы в Приморском крае ВЖМФ обнаружен на растениях клевера и тыквы с симптомами яркой хлоротичной мозаики и сильной деформации листьев. Вирус поражал растения из семейств *Chenopodiaceae* и *Fabaceae*. На растениях фасоли проявлялись симптомы обычной мозаики (пятна темно-зеленой окраски на фоне хлороза), молодые листья скручивались, часто опускались к черешку. Контрастная мозаика четко различима на листьях до конца вегетации; растения отстают в росте, кустятся из-за укорочения междоузлий, плодоношение снижается. В нашем эксперименте у растений фасоли сортов Perlicka, Pinto, Pinto-14, Prince, Top crop, Michelite, Голубка и Черная спаржевая ВЖМФ вызывал специфические симптомы. «Фасолевый» штамм ВЖМФ поражал только растения семейства бобовых; ТТИ — 75-80 °С, ПСИ — 2 сут.

Изолят ВЖМФ, выделенный из растений тыквы, легко передавался персиковой тлей. Полученная к нему активная специфическая антисыворотка позволила выявить родоспецифические эпитопы капсидных белков. Методами иммуноанализа обнаружено антигенное родство «тыквенного» штамма ВЖМФ с другими вирусами рода *Potyvirus* — YVK, вирус мозаики сои (ВМС), вирус мозаики арбуза (ВМА) и вирус гравировки табака (ВГТ). Многие штаммы вируса легко распространяются тлями многочисленных видов (более 20) посредством механической инокуляции, а также в небольшой степени семенами, что зависит от сорта и вида растения и инфицирующего штамма. ВЖМФ наносит значительный экономический ущерб растениеводству, особенно при смешанных инфекциях, например с вирусом скручивания листьев гороха (*Pea leaf roll virus*). При этом урожайность бобовых культур снижается на 28-100 %, а в смеси с ВМС — на 50-70 %.

Вирусом желтой карликовости лука (ВЖКЛ) с трудом удалось механическим способом заразить растения рода *Allium* 15 видов и рода *Chenopodium* двух видов. Из всех видов лука, которые поражал вирус, наиболее чувствительными оказались растения лука алтайского. Переносится ВЖКЛ тлями многих видов, питающимися на растениях лука и других родственных видов. В наших экспериментах ВЖКЛ наиболее легко передавался *Myzus persicae*. На 11-е сут после инокуляции на растениях лука появлялись симптомы в виде хлоротичной штриховатости листьев; ТТИ — 65 °С, ПСИ — 2 сут. Вирионы нитевидной формы размером 750 × 12 нм. В клетках эпидермиса больных растений лука обнаружены X-тела.

Вирус распространен во всех районах возделывания лука. Поражает растения многих видов рода *Allium*, в том числе, культивируемые повсеместно лук репчатый, лук-шаллот, чеснок и др. На сеянцах лука репчатого, полученных из семян пораженных ВЖКЛ растений, развивается желтая полосчатость листьев, в результате чего они желтеют, скручиваются, уплощаются и поникают. Цветonoсы также желтеют, скручиваются, что приводит к снижению высоты растений. Размер цветочных головок и семян меньше, чем у здоровых особей. Вирусная инфекция влияет на товарный вид продукции, обуславливает преждевременное прорастание луковиц при хранении. Вирус наносит существенный ущерб семеноводству. Так, в отдельные годы степень поражения семенников вирусом достигает 25-45 %, при этом урожайность снижается на 5-13 % в зависимости от сорта.

ВЖКЛ, выделенный нами в Новосибирской области из растений лука-шаллота сортов Сибирский желтый и Кустовка 513, по свойствам практически не отличался от обычного штамма, описанного в литературе. На больных растениях симптомы проявлялись в виде штриховатой и хлоротичной мозаики, морщинистости. Листья явно больных растений увядали, надламывались, полегали, верхушки усыхали; многие из таких растений погибали, не успевая сформировать замещенные луковицы. ВЖКЛ обнаружен нами также и на растениях лука различных сортов из Иркутской области. На основе поликлональ-

ной антисыворотки, приготовленной к вирусу, был разработан иммунодиагностикум для ИФА.

Вирус мозаики арбуза 1 (ВМА 1) выявлен в Приморском крае на растениях тыквы (ВМАт) и кабачка (ВМАк) (27). В ходе исследования было обнаружено, что ВМАт и ВМАк поражают растения только из семейства *Cucurbitaceae*. Вирус легко передавался механически на растения *Cucumis melo*, *C. sativus*, *C. maxima*, *C. pepo*, *C. pepo* var. *patisson*. ВМАк также удалось инфицировать растения *Luffa cylindrica*, ВМАт — крайне редко растения фасоли (*Phaseolus vulgaris* cv. *norvegian* и *Ph. vulgaris* cv. *perlicka*). Симптомы, индуцируемые изолятами у тест-растений, были типичными для ВМА 1: системная мозаика, крапчатость, темно-зеленое окаймление жилок, вздутие листовой пластинки, деформация и уродливость листьев. Ни одним из изолятов не удалось инфицировать растения *Citrullus vulgaris*, *C. metuliferus*, а также растения из семейств *Aizoaceae*, *Amaranthaceae*, *Brassicaceae*, *Chenopodiaceae*, *Compositae*, *Scrophulariaceae*, *Solanaceae*.

Анализ симптомов заболевания и круга чувствительных к заражению растений *C. sativus*, *C. maxima*, *C. pepo* и *C. pepo* var. *patisson* показал, что между изолятами ВМАк и ВМАт имеются незначительные различия. Растения *C. sativus* (сорт Мир), *C. maxima* (сорта Волжская серая и Крошка) не поразились ВМАт, а *C. maxima* (сорт Зорька) — ВМАк. Следовательно, круг растений-хозяев, чувствительных к исследуемым нами изолятам, был характерным для ВМА 1, описанным в литературе (28-30). Отличительная особенность дальневосточных изолятов вируса — неспособность передаваться механически и тлями на растения *C. vulgaris*. Результаты экспериментов показали, что изоляты ВМАк и ВМАт легко переносятся тлями непersistентным способом, что подтвердило наше предположение об их принадлежности к роду *Potyvirus*.

Физические свойства вирионов исследуемых дальневосточных изолятов ВМА 1 соответствовали данным литературы. ВМАт инактивировался при 65 °С, инфекционность сохранялась в течение 4 сут, ПРС составляло 10^{-5} . Для ВМАк ТТИ, ПСИ и ПРС составляли соответственно 70 °С, 5 сут и 10^{-5} - 10^{-6} . Следует отметить, что температура инактивации вирионов ВМАк была более высокой, чем у изолятов ВМА 1. Кроме того, у обоих дальневосточных изолятов период сохранения инфекционности был менее продолжительным по сравнению с другими изолятами ВМА. К ВМАт была изготовлена антисыворотка; вирус характеризовался средней иммуногенной активностью. Большинство распространенных в Дальневосточном регионе сортов культурных растений семейства *Cucurbitaceae* (*C. sativus*, *C. pepo*, *C. pepo* var. *patisson*, *C. maxima*) характеризовались восприимчивостью к изучаемым штаммам ВМА 1.

Итак, результаты оценки морфологии и физических свойств вирионов ВМАт и ВМАк, круга растений-хозяев, симптомов заболевания, способов передачи вируса и антигенных свойств капсидных белков позволяют сделать вывод о том, что на Дальнем Востоке идентифицированы два штамма ВМА 1 рода *Potyvirus* сем. *Potyviridae* — нового для Дальневосточного региона и России патогена, поражающего культурные растения семейства *Cucurbitaceae*.

Вирус гравировки табака (ВГТ) довольно распространен в посадках перца, томата, табака. У растений перца вирус вызывает карликовость, крапчатость и деформацию листьев, уменьшение размера плодов; томата — крапчатость и деформацию листьев, снижение урожайности; табака — крапчатость, мозаику, кольцевую пятнистость и специфическую некротическую гравировку (дубовидный хлоротический узор вдоль главной и средней жилок, который позже некротизируется); картофеля — мозаичное окаймление жилок листьев.

Мы обнаружили вирус на растениях перца с симптомами слабой кольцевой пятнистости листьев и изучили круг растений-хозяев. Вирус не поражал растения огурца, патиссона, тыквы, бобовых; растения томата сорта Невский поразились, в то время как сорта Хабаровский были устойчивыми к вирусу (7). В эксперименте восприимчивыми к заражению вирусом оказались растения 19 видов, причем у четырех представителей из семейства маревых и двух

из семейства пасленовых он вызывал локальные некрозы. ВГТ инактивировался при температуре 60-65 °С; ПРС составляло 10^{-2} ; инфекционность в соке при комнатной температуре сохранялась в течение 2 сут. Вирионы имели нитевидную форму; модалная длина составляла 730-750 нм. Вирус передается тлями *M. persicae*. К вирусу ВГТ разработана активная специфическая антисыворотка. На основании анализа данных литературы и результатов наших исследований, вирус отнесен нами к виду *Tobacco etch virus* рода *Potyvirus* сем. *Potyviridae*. Хотелось особо отметить, что дальневосточный изолят ВГТ имеет узкий круг экспериментально поражаемых растений, по сравнению с изолятами вируса, описанными ранее.

Список фитопатогенных вирусов и их штаммов, идентифицированных в Дальневосточном и других регионах России, дополнили следующие: дальневосточный серотип обычного штамма ВОМ; обычный штамм ВМТ и американо-японский штамм ВМР, «тыквенный» и «фасолевый» штаммы ВЖМФ; дальневосточный штамм ВМЦК; обычный штамм ВЖКЛ и дальневосточный штамм ВГТ; «тыквенный» и «кабачковый» штаммы ВМА 1, а также «фасолевый» штамм ВОМФ.

Экономическое значение вирусоустойчивости овощных культур в первую очередь определяется способом передачи вируса, который влияет на результат инфицирования растений (табл. 4). Известно, что вирусы передаются через инфицированный посадочный материал, тлями, грибами, семенами, пылью, контактно, механически или посредством прививки. Кроме того, инфицированные вирусами растения нередко поражаются вторично грибными заболеваниями, что приводит к большим потерям.

4. Способы переноса различных вирусов на растения овощных культур

Штамм вируса	Способ передачи							
	через инфицированный посадочный материал	тлями (неперсистентно)	жуками	семенами	пыльцой	контактно	механически	прививкой
ВТМо	+	-	-	+	+	+	+	+
ВТМн	+	-	-	-	+	+	+	+
ВОМо	+	+	-	+	-	-	+	+
УВКо	-	+	-	-	-	-	+	+
ХВКо	+	-	-	+	-	+	+	+
ВМТо	-	+	-	-	-	-	+	+
ВЖКЛо	+	+	-	-	-	-	+	-
ВГТо	-	+	-	-	-	-	+	+
ВМАк/т	-	+	-	-	-	-	+	+
ВЖМФт/ф	-	+	-	-	-	-	+	+
ВМЦКо	-	+	-	-	-	-	+	+
ВОМФф	+	+	-	+	+	-	+	+
ВМРа/я	+	-	+	-	-	-	+	-

Примечание: (+) и (-) — соответственно наличие и отсутствие передачи вируса. ВТМ, ВОМ, УВК, ХВМ, ВМТ, ВЖКЛ, ВГТ, ВМА, ВЖМФ, ВМЦК, ВОМФ и ВМР — соответственно вирус табачной мозаики, вирус огуречной мозаики, У-вирус картофеля, Х-вирус картофеля, вирус мозаики турнепса, вирус желтой карликовости лука, вирус гравировки табака, вирус мозаики арбуза, вирус желтой мозаики фасоли, вирус мозаики цветной капусты, вирус обыкновенной мозаики фасоли и вирус мозаики редиса; о, н, к, т, ф, а/я — соответственно обычный, некротический, «кабачковый», «тыквенный», «фасолевый», американо-японский штаммы.

Поэтому немаловажное значение имеет фитосанитарная прочистка в посадках овощных культур. Следует отметить, что иногда поражение растений вирусами может проходить бессимптомно, поэтому удаление больных образцов в посадках овощных культур хотя и необходимое мероприятие, но оно оказывается недостаточным. В таких ситуациях следует проводить лабораторный контроль с применением методов иммунодиагностики, в том числе и ИФА; эффективны также биологическое тестирование и ПЦР, которая позволяет обнаружить единичную копию гена.

Успешное выращивание безвирусного материала овощных культур зависит от использования химических средств борьбы с насекомыми-переносчиками, что позволяет прерывать инфекционную цепь (табл. 5).

5. Основные виды тлей-переносчиков вирусов овощных культур

Вид тли	Цит по ист.								
	ВМЦК	ВОМ	ВМТ	ВГТ	ВМА	УВК	ВЖКЛ	ВЖМФ	ВОМФ
Персиковая (<i>Myzus persicae</i>)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Капустная (<i>Brevicoryne brassicae</i>)	3	–	21	–	–	–	–	–	–
Гороховая (<i>Acyrtosiphon pisum</i>)	–	21	–	–	–	–	–	21	21
Зелено-полосатая картофельная (<i>Acyrtosiphon solani</i>)	–	–	–	–	21	–	–	–	–
Большая картофельная (<i>Macrosiphum euphorbiae</i>)	–	–	–	–	21	21	–	21	–
Бобовая (<i>Aphis fabae</i>)	–	–	–	–	–	21	–	21	21
Яблочно-злаковая (<i>Rhopalosiphum insertum</i>)	–	–	–	–	–	21	–	–	–
Луковая (<i>Myzus ascalonicus</i>)	–	–	–	–	–	–	21	–	–
Бахчевая (<i>Aphis gossypii</i>)	–	21	–	–	21	–	–	–	–
Зеленая яблочная (<i>Aphis pomi</i>)	–	21	–	–	–	–	–	–	–

П р и м е ч а н и е. ВМЦК, ВОМ, ВМТ, ВГТ, ВМА, УВК, ВЖКЛ, ВЖМФ и ВОМФ — соответственно вирус мозаики цветной капусты, вирус огуречной мозаики, вирус табачной мозаики, вирус гравировки табака, вирус мозаики арбуза, У-вирус картофеля, вирус желтой карликовости лука, вирус желтой мозаики фасоли и вирус обыкновенной мозаики фасоли. Прочерк означает отсутствие данных.

На юге Приморского края в борьбе с тлями-переносчиками надо учитывать два критических срока поражения: время весеннего (апрель-май) и летнего (июнь-июль) л. тов. При весеннем л. те тлей, количество которых еще относительно невелико, происходит первичное инфицирование растений. Тли в поисках соответствующего хозяина проводят многочисленные пробные уколы растений, создавая тем самым новые источники инфекции. При летнем л. те происходит массовое распространение фитовирусов. Большое влияние на популяцию тлей и ход инфекционного цикла вирусов оказывают погодные условия. Поэтому для борьбы с переносчиками необходим постоянный мониторинг, на основании которого следует проводить обработку инсектицидами.

Из вышеизложенного следует, что кроме фитосанитарного контроля за распространением вирусов в посадках овощных культур единственной эффективной мерой борьбы с патогенами служит селекция и выращивание устойчивых к вирусам сортов и гибридов. Весьма значимой для овощных культур является также устойчивость растений к переносу вирусов семенами. Сортные различия по способности передачи вирусов семенами были выявлены у фасоли и бобов для ВЖМФ, у томата — ВТМ, салата — вируса мозаики салата (*Lettuce mosaic virus*).

Таким образом, на овощных культурах в южных районах Дальневосточного региона России выявлено 13 фитопатогенных вирусов; идентификацию проводили не до вида, а до штамма. На растениях перца обнаружены «табачный» и «некротический» штаммы ВТМ, томата и баклажана (приморские и приамурские изоляты) — «томатный» штамм ВТМ; на растениях тыквы и кабачка — два штамма ВМА 1; перца, огурца посевного, баклажана и томата — четыре изолята ВОМ, которые отнесены нами к обычному штамму ВОМ дальневосточного серотипа. На растениях перца идентифицирован также ВГТ, лука — ВЖКЛ, тыквы и фасоли овощной — два штамма ВЖМФ и ВОМФ; на растениях культурных видов сем. *Brassicaceae* — обычный штамм ВМТ, американо-японский штамм ВМР и дальневосточный штамм ВМЦК. Нами установлены причины поражения овощных культур вирусами, разработаны методы диагностики последних. Показано, что эпидемиология и экономический ущерб в значительной степени зависят от способа передачи вирусов и распространения их переносчиков, накопления вирионов в растениях-резерваторах (культурные, сорные, дикая флора), обеспечивающих их перезимовку, а также от сроков развития популяций переносчиков (главным образом тлей). На примере взаимодействия растение—переносчик—вирус показано экономическое, экологическое и фитосанитарное значение возделывания устойчивых к вирусам овощных культур и возможность использования последних в интегрированной системе борьбы с вирусной инфекцией.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Шпаар Д., Гриб С., Захаренко А. и др. Посевной и посадочный материал сельскохозяйственных культур. Берлин, 2001, ч. 1.
2. Гнутова Р.В. Серология и иммунохимия вирусов растений. М., 1993.
3. Толкач В.Ф. Идентификация и сравнительная характеристика поти- и тобамовирусов (дальневосточные изоляты). Автореф. канд. дис. Владивосток, 1995.
4. Чернявская Н.М., Гнутова Р.В. Вирусы, поражающие овощные культуры на Дальнем Востоке России. Труды ГПУ. Комсомольск-на-Амуре, 2001: 80-82.
5. Гнутова Р.В., Толкач В.Ф. Вирусы и их штаммы, поражающие овощные культуры (дальневосточные изоляты). Агрэкол. журн. (спец. вып). Киев, 2002: 6-14.
6. Богун Ю.В., Гнутова Р.В. Результаты и перспективы изучения вируса мозаики цветной капусты. Вест. ДВО РАН, Владивосток, 2002, 2: 118-126.
7. Толкач В.Ф., Гнутова Р.В. Вирусы, поражающие овощные культуры на юге Дальнего Востока России. Докл. РАСХН, 2003, 2: 16-19.
8. Толкач В.Ф., Богун Ю.В., Гнутова Р.В. Вирус мозаики цветной капусты в Приморском крае. Вест. защиты растений, 2002, 1: 51-57.
9. Gaggert R. *Cauliflower mosaic virus*. C.M.I./A.A.B. Description of Plant Viruses. USA, 1982: 58-61.
10. Toshihara Y. Radish enation mosaic virus. Ann. Phytopathol. Soc. Japan, 1968, 34: 129-132.

11. Lisa V., Vossardo G., D'Agostino G., e.a. Characterization of a potyvirus that causes zucchini yellow mosaic. *Phytopathol.*, 1976, 71, 5: 668-672.
12. Крылов А.В., Малевич В.М., Сапоцкий М.В. и др. Вирус мозаики редиса — новый для СССР комовирус. *Биол. науки*, 1981, 3: 24-30.
13. Гнutowa И.В., Толкач В.Ф. Некоторые особенности штаммов ВТМ, поражающих овощные культуры на юге Приморского края. Докл. РАСХН, 2001, 2: 21-24.
14. Чернявская Н.М., Толкач В.Ф., Корж В.Г. и др. Штаммы вируса табачной мозаики (приамурские изоляты). Тр. Междунар. форума по проблемам науки, техники и образования. М., 2001, 3: 48-49.
15. Burguan J., Veszner L., Gaborjanyi R. Relationship among some tobamoviruses. I. A symptomatological and serological comparison. *Acta Phytopathol. Acad. Sci. Hung.*, 1978, 1-2: 75-85.
16. Гнutowa И.В. Сравнительная характеристика штаммов ВТМ (дальневосточные изоляты), идентифицированных на овощных культурах. Автореф. канд. дис. Владивосток, 2000.
17. Власов Ю.И. Вирусные и микоплазменные болезни растений. М., 1992.
18. Pop I., Jilaveanu A. O boala necrotica a vinetelor produsa de virusul mozaicului Tutunului. *Stud. Si. Cerc. Biol.*, 1975, 27, 3: 239-243.
19. Чернявская Н.М., Гнutowa Р.В., Толкач В.Ф. Физические свойства и биологические особенности дальневосточных изолятов вируса огуречной мозаики, поражающих овощные культуры. С.-х. биол., 2002, 3: 109-113.
20. Gnutowa R.V., Sibiryakova I.I., Romanova S.A. Cucumber mosaic virus on pepper and squash. Mater. 8-th Intern. Conf. «On virus diseases of vegetable». Prague, Czech. Republic, 1995: 136-139.
21. Brunt A.A., Crabtree K., Dallwitz M.J. e.a. Viruses of plant description and lists from VIDE database. 1997.
22. Толкач В.Ф., Гнutowa Р.В. Сравнительная биологическая характеристика изолятов вируса обыкновенной мозаики фасоли, выявленного на юге Дальнего Востока России и КНР. Докл. РАСХН, 1998, 5: 18-19.
23. Omar R.A., Mehiaie F.F., Zayed E.A. e.a. Biological studies on some seedborne viruses and their effect on vegetative growth and yield component of the host plants. *Acta Phytopathol. Acad. Sci. Hung.*, 1989, 20, 1-2: 59-75.
24. Билай В.И., Воздяк Р.И., Скрипаль И.Г. и др. Вирусы и вириды. В кн.: Микроорганизмы — возбудители болезней растений. Киев, 1988: 373-508.
25. Гнutowa Р.В., Какарекка Н.Н., Плешакова Т.И. и др. Иммунодиагностика вируса обыкновенной мозаики фасоли (дальневосточные изоляты). С.-х. биол., 2000, 5: 107-111.
26. Поливанова Т.А. Вирус желтой мозаики фасоли в Приморском крае. В кн.: Некоторые вопросы биологии и медицины на Дальнем Востоке. Владивосток, 1968: 21-24.
27. Толкач В.Ф., Чернявская Н.М., Гнutowa Р.В. Вирус мозаики арбуза — новый патоген для Дальневосточного региона России. Вест. защиты раст., 2001, 3: 40-45.
28. Horvath J., Juretic N., Vesada W. e.a. Two viruses isolated from patisson a new vegetable natural host in Hungary I. *Watermelon mosaic virus* (general). *Acta Phytopathol. Acad. Sci. Hung.*, 1975, 1-2: 93-111.
29. Bhargava B. Some properties of two strains of *Watermelon mosaic virus*. *Phytopathol. Z.* 1977, 88, 3: 199-208.
30. Provvidenti R., Gonsalves D., Humaydan H.S. Occurrence of *Zucchini yellow mosaic virus* in cucurbits from Connecticut, N.Y., Florida and California. *Plant Disease*, 1984, 68, 5: 443-446.

Биолого-почвенный институт Дальневосточного
отделения РАН, 690022, Владивосток-22,
просп. 100 лет Владивостоку 159; E-mail:ibbis@eastnet.febras.ru

Поступила в редакцию
16 октября 2006 года

AGENTS OF VIRAL INFECTION IN VEGETABLE CROPS IN FAR-EASTERN REGION

R.V. Gnutowa

S u m m a r y

The author summarizes the data of literature and own investigations about an involving, geographic spreading and injurious action of viruses of vegetables crops on the Southern region of Russian Far East. The taxonomy, symptomology, modes of infection by different viruses and protective measures were described. The biological and physicochemical properties viral isolates obtained from plants with different lesion symptoms were determined. The author attends the use high sensitive methods for identification injurious viruses (biological tests, electron microscopy, immunodiagnostic) and the creation of diagnostic species- and strain specific serums.