

ВИРУС МОЗАИКИ ЦВЕТНОЙ КАПУСТЫ И ВИРУСОУСТОЙЧИВОСТЬ К НЕМУ СОРТОВ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР*

В.Ф. ТОЛКАЧ, к. б. н.; Р.В. ГЛУТОВА, д. б. н.

Изучен изолят ВМЦК, выделенный из растений дайкона. Исследован экспериментальный круг растений-хозяев, симптоматология поражаемых растений, физические свойства вирионов, морфология и размеры вирусных частиц, возможность передачи вируса тлями и семенами, а также физико-химические и антигенные свойства капсидных белков. По кругу растений-хозяев и показателям физических свойств изолят ВМЦК из дайкона отличался от дальневосточных изолятов ВМЦК, выявленных ранее из цветной (2 изолята) и белокочанной (3 изолята) капусты, а также из редиса (2 изолята). Результаты сравнительного изучения биологических свойств восьми изолятов вируса позволяют предположить, что для ВМЦК, циркулирующего в агроценозах края, характерна высокая генетическая изменчивость. Согласно результатам по исследованию вирусоустойчивых сортов овощных культур семейства Brassicaceae рекомендовано использовать в селекционной работе на иммунитет сорта редиса Французский завтрак и Моховской, редьки — Зимняя круглая и Марчел, репы — Петровская.

Культурные и дикорастущие виды растений семейства Brassicaceae заражаются многими фитопатогенными вирусами: мозаики редиса *Radish mosaic comovirus*, мозаики турнепса *Turnip mosaic potyvirus*, огуречной мозаики *Cucumber mosaic cucumovirus*, розеточности турнепса *Turnip rosette sobemovirus*, крапчатости турнепса *Turnip crinkle carmovirus*, желтой мозаики турнепса *Turnip yellow mosaic tymovirus*, мозаики цветной капусты *Cauliflower mosaic caulimovirus*, некротической желтухи брокколи *Broccoli necrotic yellow cytorhabdovirus* и др. [8]. Как отмечают большинство исследователей, наиболее вредоносными и распространенными среди них являются вирусы мозаики турнепса и мозаики цветной капусты (ВМЦК) [24, 25]. Передача последнего в естественных условиях происходит с помощью, по крайней

мере, 27 видов тлей [14]. Основными переносчиками вирусов оказались капустная *Brevicoryne brassicae* L. и персиковая *Myzus persicae* Sulz тли. Тля персиковая — наиболее изученный переносчик этого вируса [19]. Питаясь на растениях семейства крестоцветные, зараженных одновременно ВМЦК и вирусом черной кольцевой пятнистости капусты, она передает оба вируса, а тля полосатая *M. ornatus* Rond. — только ВМЦК [17]. Перенос осуществляется полуперсистентно (с помощью стилета). Инфицирующая способность, например, *B. brassicae* сохраняется от двух и более дней [16]. Однако не все штаммы и изоляты ВМЦК способны передаваться тлями. Так, при изучении 5 штаммов этого вируса показано, что два из них — *Cabbage B* и *NY 8153* легко передавались тлями, штамм *KK* — несколько хуже, а *Campbell* и *CM4-184*

* Биолого-почвенный институт Дальневосточного Отделения РАН.

вообще не переносились насекомыми [10]. Многочисленными исследованиями установлено, что перенос вирионов ВМЦК тлями не является чисто механическим процессом, так как в нем участвует ряд вирускодируемых белков, в т.ч. и белок с м. м. 18 кДа (P18), названный фактором переноса (aphid transmission factor — ATF), который нарабатывается в инфицированных растениях [13]. Позже в составе генома ВМЦК был выявлен участок (ОРС II), кодирующий данный белок [27]. В листьях, инфицированных изолятом СМ4-184, невозможно выявить P18, поскольку в ОРС II имеется делеция и данный белок не образуется [9]. Листья растений, зараженных штаммом Campbell, содержали P18, но в небольшом количестве. Остается невыясненным, то ли у этого штамма ВМЦК снижена экспрессия ОРС II, то ли P18 не отличается стабильностью. Показана способность данного белка образовывать внутри клетки паракристаллические образования, которые связываются с системой клеточных микротубул. Какое влияние эти образования оказывают на передачу ВМЦК тлями, остается пока неустановленным [12, 15, 21].

Изучение механизмов передачи вируса насекомыми-переносчиками позволило начать разработку мероприятий по защите растений от вирусной инфекции. Например, показано, что после обработки культурных растений семейства крестоцветных препаратом Руметрозин в концентрации 100 мг/л *M. persicae* теряет способность переносить вирус [7].

Другой источник передачи вируса в природе — сорные растения из семейства *Brassicaceae*. В большинстве своем они являются резерваторами ВМЦК. Кроме того, вирус сохраняется в зараженных маточных растениях, оставленных на семена и хорошо перезимовывает в кочерыжках растений капусты, брошенных во время уборки в поле. Установлено, что ВМЦК

не передается семенами, но показано, что вирусная инфекция снижает их всхожесть. Больные растения, как правило, образуют мелкие семена с тонкой морщинистой оболочкой и если все-таки из них получены сеянцы, то они никогда не вырастут в нормальные растения [18].

О вирусах, поражающих овощные культуры семейства крестоцветных на юге Дальневосточного федерального округа России, до последнего времени было известно крайне мало. В начале исследований были выявлены только два вируса — мозаики турнепса и мозаики редиса [4, 26]. Ежегодный фитосанитарный мониторинг овощных культур, проводимый нами в последние 10 лет, показал, что в агроценозах на российском Дальнем Востоке распространены не только известные, но и ранее не выявленные вирусы. Одним из таких является ДНК-геномный caulimovirus мозаики цветной капусты [5, 11]. Идентифицированы изоляты ВМЦК из растений капусты цветной и белокочанной, редиса и дайкона (табл.1).

В естественных условиях растения, зараженные ВМЦК, реагируют на инфекцию посветлением жилок листьев, а позже наблюдается окаймление жилок в виде темно-зеленых полос. Растения нередко отстают в росте, молодые листья могут деформироваться. У цветной капусты чаще всего образуется цветонос. ВМЦК очень часто находится в смешанной инфекции с вирусами огуречной мозаики и (или) мозаики турнепса [11].

Экспериментальный круг растений-хозяев ограничен, как правило, видами растений семейства крестоцветные. Однако выявлены и описаны штаммы ВМЦК, которые заражают некоторые виды растений из семейства пасленовые. Так, штамм Сabb-B ВМЦК вызывал локальные поражения на дурмане обыкновенном *Datura stramonium* и табаках Бигелова *Nicotiana bigelovii* и Эдвардсона *N. edwardsonii*. Симптомы

Таблица 1

Изоляты ВМЦК, выявленные в Приморском крае на овощных культурах

Изолят	Место сбора материала	Растение-хозяин
ВМЦК ₀	г. Артем Приморского края, частное хозяйство	<i>Brassica cauliflora</i>
ВМЦК 1	ОПХ с. Пуциловка Уссурийского района	<i>Br. oleracea</i>
ВМЦК Д	Приморская опытная станция ВНИИО, г. Артем	<i>Raphanus raphanistroides</i>
ВМЦК Р1	ДВ опытная станция ВИР, г. Владивосток	<i>R. sativus</i>
ВМЦК Р2	г. Артем Приморского края, частное хозяйство	<i>R. sativus</i>
ВМЦК 6		<i>Br. oleracea</i>
ВМЦК 8	ОПХ с. Пуциловка Уссурийского района	
ВМЦК 7		<i>Br. cauliflora</i>

Примечание. ВМЦК Р1 и Р2 — изоляты из редиса, ВМЦК₀ и ВМЦК 7 — из цветной капусты, ВМЦК 1, ВМЦК 6 и ВМЦК 8 — из капусты белокочанной, ВМЦК Д — изолят из дайкона.

заражения другим штаммом ВМЦК-Д4 на этих тест-растениях проявлялись в виде локальных хлоротичных поражений и системной крапчатости. Этот штамм не заражал горчицу черную *Brassica nigra* и редис посевной *Raphanus sativus*. Штамм W260 у этих испытуемых видов растений вызывал только крапчатость на листьях [9, 23].

Показатели физических свойств вирионов ВМЦК: ТТИ — 75–80°C, ПРС — 10^{-3} , ПСИ — 7–15 сут [9].

Вирионы изометрические, диаметром 50 нм. В световом микроскопе в эпидермисе клеток зараженных ВМЦК растений выявляются вирусные включения в виде некристаллических Х-тел, которые концентрируются в ядрах в период наиболее яркого проявления симптомов заражения на листьях растений.

Цель данной работы заключалась в сравнительной характеристике изолята каулимовируса мозаики цветной капусты, впервые обнаруженного в России на семенных растениях дайкона и изолятов вируса, выделенных нами из растений других овощных культур семейства Brassicaceae на юге Приморского края (см. табл. 1). Кроме того, ставилась задача выявить вирусоустойчивые сорта наиболее популярных в Приморском крае сортов цветной и белокочанной капусты, редиса, репы, редьки и дайкона.

Методика

Круг растений-хозяев и симптомологию заболевания изучали на растениях 44 видов и сортов из семейств: Aizoaceae, Amaranthaceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Cucurbitaceae, Fabaceae, Solanaceae.

Определение физических свойств изолята ВМЦК из дайкона — точку термической инактивации (ТТИ), предельное разведение сока (ПРС) и период сохранения инфекционности вируса при комнатных условиях (ПСИ) — проводили по методике А. Гиббса и А. Харрисона [1].

Препараты для электронно-микроскопического исследования готовили из листьев растений редиса и цветной капусты, пораженных вирусом, по известному методу погружения. Для обнаружения вирусных включений срезы нижнего эпидермиса инфицированных листьев редиса и цветной капусты окрашивали толуидиновым синим и просматривали при увеличении $\times 300$ в световом микроскопе [3].

В качестве переносчика вируса использовали тлю персиковую. Размножали ее на молодых растениях дурмана обыкновенного и бобов конских *Faba vona*. Для того чтобы убедиться в стерильности тлей, их переносили на здоровые растения дурмана и бобов, которые затем проверяли на наличие ви-

русной инфекции, используя индикаторные растения. Тлей собирали в стеклянные бюксы и держали в темноте без пищи около 3 ч. Затем их осторожно мягкой кисточкой помещали на зараженное растение. В течение 1 ч тли питались соком, после чего насекомых переносили на здоровое тест-растение на сутки, затем насекомых уничтожали. О передаче вируса насекомыми судили визуально по появлению симптомов, а затем проверяли на индикаторных растениях и электронно-микроскопическим методом.

Для контрольного тестирования на отсутствие в испытуемых растениях вируса огуречной мозаики (ВОМ) использовали гомологичную антисыворотку в реакции двойной диффузии (РДД).

Для получения препарата изолята ВМЦК из дайкона применяли методику Морриса в нашей модификации, которую использовали ранее для получения очищенных препаратов других дальневосточных изолятов ВМЦК [11]. Вирус накапливали в листьях редиса посевного *Raphanus sativus* в течение 30–35 сут, которые использовали с хорошо выраженными симптомами заболевания. Гомогенизацию материала проводили в 0,5 М калийно-фосфатном буфере, рН 7,5 с добавлением 0,2% 2-меркаптоэтанола и 0,005% ЭДТА. Первичное осветление осуществляли с помощью смеси хлороформа и бутанола (27 и 7% соответственно) с последующим центрифугированием при 4000 г. Концентрировали вирус ПЭГ (полиэтиленгликолем м.м. 6000) в присутствии 0,1 NaCl (в течение ночи при 4°C). Дальнейшую очистку проводили, используя дифференциальное центрифугирование (осаждение — 95000 г, последующие экстракции — 3000 г). Затем в препарат добавляли хлороформ до 1% и через сутки вируссодержащую жидкость осветляли низкоскоростным центрифугированием. Концентрацию вируса в препарате и качество полученных вирусных препаратов опреде-

ляли спектрофотометрически. Препарат использовали для получения поликлональной кроличьей антисыворотки.

Результаты и их обсуждение

На Приморской овощной опытной станции ВНИИО ранней весной из семенных растений дайкона сорта Белый клык по результатам визуального обследования были отобраны растения, на листьях которых наблюдали вирусные симптомы в виде яркого хлороза жилок и карликовости растений.

Изучен экспериментальный круг растений-хозяев исследуемого изолята вируса. Инокулировали растения 43 видов и сортов из 8 семейств: Aizoaceae, Amaranthaceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Cucurbitaceae, Fabaceae и Solanaceae. Одновременно с определением круга растений-хозяев вируса проверяли на устойчивость к вирусу наиболее популярные в Приморском крае сорта цветной и белокачанной капусты, редиса, репы, редьки и дайкона. Вирусом удалось заразить только растения семейства Brassicaceae (табл. 2).

На дайконе *Raphanus raphanistroides* сортов Дубинушка и Миноваси через 2 нед после заражения проявлялась хлоротичная крапчатость, а к концу месяца у сорта Дубинушка наблюдали яркий хлороз жилок, у сорта Миноваси — зеленую мозаику (рисунок).

Была изучена реакция на инфицирование ВМЦК различных сортов растений редиса посевного *Raphanus sativus*. Из 15 сортов, используемых в эксперименте, заразились вирусом 13, причем симптомы варьировали от хлоротичной крапчатости и мозаики (сорта Розово-красный с белым кончиком, Красный великан) до яркого хлороза жилок (сорта Дунканский, Злата), зеленой кольцевой мозаики, хлороза жилок, хлоротичной пятнистости (сорт Saksa), хлоротичной пятнистости, хлоротичной крапчатости, хлороза жилок

Таблица 2

Реакция тест-растений на заражение изолятом вируса из дайкона

Семейство	Род, вид и сорт растений	Симптомы поражения
Aizoaceae	<i>Tetragonia expansa</i>	—
Amaranthaceae	<i>Gomphrena globosa</i>	—
Brassicaceae	<i>Brassica cauliflora</i> , сорта Снежный шар	S(CiMot, GrBbVe, CiVe)
	Альфа	S(CiVe)
	Гарантия	S(Ci, CiSp, CiBdVe)
	<i>Br. oleraceae</i> сорт Беларусская-455	S(Ci)
	<i>Br. rapoasiatica</i> сорт Петровская	—
	<i>Br. rapa</i> сорт Остерзундомский	S(CiVe, CiSp, DisVe)
	<i>Br. napobrassica</i> сорт Далибор	S(CiVe, GrBdVe)
	<i>Raphanus raphanistroides</i> , сорта Дубинушка	S(CiMot, CiVe)
	Миноваси	S(GrMot)
	<i>R. sativus</i> , сорта: Жара	S(CiMot, GrM)
	Saksa	S(GrRM, CiVe, CiSp)
	Розово-красный с белым кончиком	S(CiMot)
	Французский завтрак	—
	Красный великан	S(CiM)
	18 дней	S(CiSp, CiMot, CiVe)
	Злата	S(CiVe)
	Саратовский	S(CiVe, CiSp)
	Илке	S(Ci, CiMot)
	Сосулька	S(CiM, CiMot, CiVe)
	Моховской	—
Заря	S(CiMot, CiSp)	
Чайн Роуз Винтер	S(CiSp, GrMot, CiVe)	
Дунканский	S(CiVe)	
<i>R. sativus subsp. hybernus</i> , сорта: Марчел	—	
Маргеланская	S(CiVe)	
Зимняя круглая	—	
	<i>Sinapis alba</i>	S: GrM, Stu
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium quinoa</i>	—
Compositae	<i>Lactuca sativa</i> сорт Одесский кучерявец	—
	<i>Zinnia elegans</i>	—
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita maxima</i>	—
	<i>Cucurbita pepo</i> var. <i>patisson</i>	—
Fabaceae	<i>Faba bona</i>	—
	<i>Lens culinaris</i>	—
Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i>	—
	<i>Datura stramonium</i>	—
	<i>Nicotiana alata</i>	—
	<i>N. debneyi</i>	—
	<i>N. rustica</i>	—
	<i>N. paniculata</i>	—
	<i>N. tabacum</i> cv. <i>Xanthi</i>	—

Примечание. Прочерк — не заражается, S — системное поражение; CiMot — хлоротичная крапчатость; GrBbVe — зеленое окаймление жилок; CiVe — хлороз жилок; GrM — зеленая мозаика; Stu — задержка роста; DisVe — деформация жилок; CiSp — хлоротичная пятнистость, Ci — хлороз листа; GrMot — зеленая крапчатость.

(сорт 18 дней), яркого хлороза листьев и хлоротичной крапчатости (сорт Илке), хлоротичной пятнистости, зеленой крапчатости и хлороза жилок (сорт Чайн Роуз Винтер). Устойчивыми в ВМЦК оказались лишь два сорта

редиса — Французский завтрак и Моховской.

Из 3 испытанных сортов редьки *Raphanus sativus subsp. hybernus* (Марчел, Маргеланская и Зимняя круглая) на заражение вирусом реагировал только



Лист дайкона сорта Дубинушка с симптомами яркого хлороза жилок; слева — лист здорового растения

ко сорт Маргеланская, а сорта Марчел и Зимняя круглая были устойчивы к ВМЦК.

У цветной капусты *Brassica cauliflora* вирусоустойчивых сортов выявлено не было, так как используемые в эксперименте сорта (Снежный шар, Альфа и Гарантия) поражались ВМЦК. У растений капусты сорта Снежный шар реакция на инфицирование проявлялась в виде хлоротичной крапчатости, зеленого окаймления жилок листа и хлороза всех жилок; растения капусты сорта Гарантия отвечали на заражение системным хлорозом, хлоротичной пятнистостью, разбросанной по всей пластинке листа, и ярким хлоротичным окаймлением жилок листа, а у растений сорта Альфа наблюдался только хлороз жилок.

Кроме того, к ВМЦК восприимчивыми оказались капуста огородная *Brassica oleraceae* сорта Беларусская-455, турнепс *Br. gara* сорта Остерзундомский, брюква *Br. napobrassica* сорта Далибор, горчица белая *Sinapis alba*. Единственный вид из растений семейства *Brassicaceae* — репа *Br. rapoasiatica*

сорта Петровская был устойчивым к заражению вирусом.

Характерным свойством изучаемого изолята ВМЦК из дайкона являлось то, что летом при высокой температуре (25°C и выше) симптомы инфицирования не проявлялись, а маскировались. Поэтому изучение экспериментального круга растений-хозяев мы проводили только осенью или весной.

Дальневосточные изоляты ВМЦК имели довольно узкий круг экспериментально поражаемых растений, который был ограничен только видами растений семейства крестоцветные, а также низкую стабильность в соке по сравнению с известными в литературе штаммами этого вируса [9]. Чаще всего у дальневосточных изолятов ПСИ была не более 1 сут, в то время как описанные в литературе штаммы ВМЦК сохраняли инфекционность при комнатных условиях до 2 недель.

В дальнейшем интересно было бы с помощью молекулярно-генетических методов выявить механизмы, лежащие в основе отличий биологических свойств изученного нами изолята ВМЦК из дайкона, от многочисленных штаммов этого вируса, известных по литературным источникам.

Ранее изученные нами изоляты ВМЦК, также как и изолят ВМЦК из дайкона, заражали растения только из семейства *Brassicaceae* [2]. Однако круг растений-хозяев и симптоматология для всех изолятов были различны. Сравнительный анализ данных показал, что среди дальневосточных изолятов ВМЦК наиболее широкий круг поражаемых растений выявлен нами для изолятов ВМЦК из дайкона и цветной капусты (ВМЦК 7). Практически все использованные в эксперименте виды и сорта растений семейства крестоцветных заражались вирусом. Изолят ВМЦК из белокочанной капусты (ВМЦК1) несколько уступал по количеству зараженных видов и сортов растений семейства крестоцветных, из 21 вида и сорта заразилось только 13.

Изоляты из белокочанной капусты (ВМЦК 6) и редиса (ВМЦК Р1) сильно отличались от других изолятов тем, что имели довольно ограниченный круг поражаемых растений. Из растений 21 вида и сорта семейства Brassicaceae эти изоляты ВМЦК заразили только 4 и 7 соответственно.

Согласно результатам проведенного нами эксперимента по выявлению устойчивых сортов овощных культур семейства Brassicaceae к ВМЦК можно рекомендовать для использования в селекционной работе такие сорта редиса, как Французский завтрак и Моховской, редьку сорта Зимняя круглая и Марчел и репу сорта Петровская.

Изучение физических свойств ВМЦК из дайкона показало, что в соке пораженных вирусом растений в комнатных условиях он сохранялся, как и большинство дальневосточных изолятов ВМЦК не более 1 сут, ПРС, способного заразить тест-растения, составило 10^{-1} – 10^{-2} , что свидетельствовало о низкой концентрации вируса в растении, ТТИ была равна 65–70°C.

В электронном микроскопе обнаружены сферические частицы размером около 50 нм. В световом микроскопе в цитоплазме инфицированных клеток редиса и цветной капусты вирусных включений обнаружено не было. Листья брали с разных ярусов растения и в различные периоды развития симптомов. Патологические изменения в ядрах не обнаружены, хотя в литературе описаны штаммы, которые образуют небольшие внутриядерные агрегаты вирионов [6]. Мембранная система пластид в клетках, пораженных изучаемыми штаммами растений, также не содержала цитопатологических изменений. В них не обнаружены вирионы, отмеченные в [20].

Установлена передача вируса тлей персиковой.

Проверена возможность передачи изолята ВМЦК из дайкона семенами зараженных растений. Тестировали

80 семян дайкона сорта Дубинушка и 15 семян редиса посевного сорта Саратовский. Растения, выросшие из инфицированных вирусом семян, выглядели внешне здоровыми, без симптомов вирусного характера. Таким образом, было показано для изучаемого изолята ВМЦК, как и для других дальневосточных изолятов вируса, отсутствие семенной передачи в искусственных условиях.

Для исключения присутствия ВОМ в первоначальном образце из дайкона была поставлена реакция РДД. В качестве антигена использовали инфекционный сок, а в качестве антител — антисыворотку против ВОМ. Иммуновый комплекс в виде полос преципитации не наблюдали.

Препараты вируса обладали типичным нуклеопротеидным спектром поглощения с максимумом при 260 нм и минимумом при 240 нм. $A_{260/280}$ был 1,3. Методы электронной микроскопии и результаты спектрофотометрических исследований показали, что полученный препарат изолята ВМЦК из дайкона был высокой степени чистоты. Максимальный выход вируса составил при первоначальной очистке 6 мг/кг при выделении из растений редиса, что соответствует литературным данным [22]. Есть сообщения о более высоких концентрациях (10–15 мг/кг) [9]. По последним результатам эта концентрация соответствует 30 мг/кг ВМЦК. Такая высокая концентрация вируса в очищенном препарате, вероятно, связана с особенностями растения-накопителя и (или) конкретного изолята вируса.

Очищенные препараты ВМЦК из дайкона были использованы в качестве антигена для получения поликлональной кроличьей антисыворотки. Антиген вводили по схеме, используемой нами ранее для сферических вирусов [2]. Кроличья поликлональная антисыворотка имела титр 1:128 по результатам РДД.

Таким образом, полученные экспериментальные результаты по изучению круга растений-хозяев дальневосточного изолята ВМЦК из дайкона, симптоматики поражаемых растений, физических свойств вирионов, морфологии и размеров вирусных частиц, возможности передачи вируса тлями, а также некоторые физико-химические и антигенные свойства капсидных белков указывают на то, что исследуемый изолят относится к вирусу мозаики цветной капусты *Cauliflower mosaic virus* рода *Caulimovirus* семейства *Caulimoviridae*. Этот вирус впервые на дайконе обнаружен и идентифицирован на юге Дальнего Востока России. Так как культурные виды растений семейства *Brassicaceae* в Дальневосточном регионе по климатическим условиям не могут вегетировать круглый год, то вероятнее всего вирус был перенесен с помощью тлей первоначально с многолетних диких видов растений крестоцветных на посадки семен-

ников дайкона, которые в дальнейшем стали источником ВМЦК. Из этого следует, что необходимо на ранних этапах развития растений (даже в рассадный период) проводить регулярные обработки их инсектицидами от тлей и обязательно удалять посадки семенников от посадок растений культурных видов крестоцветных.

В России на Дальнем Востоке в Приморском крае ВМЦК был впервые нами выявлен на растениях цветной капусты с симптомами хлоротичной мозаики и линейного узора на листьях. Цветonos у сильно пораженных растений иногда не образовывался. Позже ВМЦК идентифицирован на белокочанной капусте (3 изолята), редисе (2 изолята) и цветной капусте (1 изолят). Из всех изученных дальневосточных изолятов ВМЦК изолят из дайкона оказался наименее термоустойчив (65–70°C), с низкой концентрацией вируса в соке (10^{-1} – 10^{-2}) и инактивацией при комнатных условиях в течение суток (табл. 3).

Таблица 3

Физические свойства изолятов вируса мозаики цветной капусты

Параметр	Изоляты вируса								
	ВМЦК Д	ВМЦК _о	ВМЦК 1	ВМЦК 6	ВМЦК 8	ВМЦК 7	ВМЦК Р1	ВМЦК Р2	ВМЦК *
ТТИ, °С	65-70	80	85	80	75	80	80	80-85	75-80
ПСИ	1	1	3	4	1	4	2	2	4
ПРС	10^{-1} – 10^{-2}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-1} – 10^{-2}	10^{-4} – 10^{-5}	10^{-3} – 10^{-4}

Примечание. * по [9].

Заключение

На юге Дальневосточного федерального округа России в Приморском крае идентифицировано 8 изолятов ВМЦК на культурных растениях семейства крестоцветных — редисе, цветной и белокочанной капусте и на дайконе. Результаты сравнительного изучения биологических, физико-химических и антигенных свойств изолятов вируса позволяют предположить, что для ВМЦК, циркулирующего в крае в агроценозах, характерна высокая мутация. Выявлены вирусоустойчивые сорта культурных

видов растений овощных культур семейства *Brassicaceae* — сорт редиса Французский завтрак и Моховской, редька сортов Зимняя круглая и Марчел и репа сорта Петровская, которые рекомендовано использовать в селекционной работе.

Библиографический список

1. Гиббс А., Харрисон Б. Основы вирусологии растений. М.: Наука. 1978. — 2.
2. Гнутова Р.В., Толкач В.Ф. Вирусы и их штаммы, поражающие овощные культуры (Дальневосточные изоляты) // Агроекологичний ж. 2002. С. 6–14. — 3. Голь-

- дин М. Вирусные включения в растительной клетке и природа вирусов. М.: Изд. АН. 1963. — 4. Крылов А.В., Малевич В.М., Сапоцкий М.В. и др. Вирус мозаики редиса — новый для СССР комовирус // Биол. науки, 1981. N 3. С. 24-30. — 5. Толкач В.Ф., Богунюв Ю.В., Гнутова Р.В. Вирус мозаики цветной капусты в Приморском крае // Вестник защ. раст. Санкт-Петербург, 2002. N 1. С. 51-57. — 6. Bassi M., Favali M.A., Conti G.G. // Virology, 1974. Vol. 60. P. 353-358. — 7. Bedford I., Kelly A., Blank G. et al. // Ann Appl Biol, 1998. Vol. 132. P. 453-462. — 8. Brunt A.A., Crabtree K., Dallwitz M.J. et al. // Viruses of Plants Descriptions and Lists from the VIDE Database, 1997. P. 352-35. — 9. Carrett R. // CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, 1982. — 10. Espinosa A. M., Markham P.G., Maule A.J., Hull R. // J. Gen. Virol, 1988. Vol. 69. P. 1819-1830. — 11. Gnutova R.V., Tolkach V.F., Bogunov Y.V. // Plant Protection Sci., 2002. N 2. P. 258-260. — 12. Gong Z.X., Wu H., Cheng R.H. et al. // Agronomi, 1990. Vol. 10. N 9. P. 749-758. — 13. Howarth A.J., Gardner R.C., Messing J., Shepherd R.J. // Virology, 1981. Vol. 112. P. 678-685. — 14. Kennedy J., Day M., Eastop V. // Entomology. London, 1962. P. 38-51. — 15. Kasteel D.T., Perbal M.C., Boyer J.C. et al. // J. Gen. Virol, 1996. Vol. 77. P. 2857-2864. — 16. Lung M.C.Y., Pirone T.P. // Phytopathology, 1973. Vol. 63. N7. P. 910-914. — 17. Markham P.G., Pinner M.S., Raccach B., Hull R. // Ann.Appl. Biol, 1987. Vol. 111. P. 551-587. — 18. Melcher U. // Botanical gazette, 1989. Vol. 150. N2. P. 139-147. — 19. Namba R., Sylvester E. // J. Econ. Entomol. 1981. Vol.74. N5. P. 546-551. — 20. Shalla T.A., Shepherd R.J., Petersen L.J. // Virology, 1980. Vol. 102. N2. P. 381-388. — 21. Shepherd R.J., Richins R.D., Shalla T.A. // Virology, 1980. Vol. 102. N2. P. 389-400. — 22. Schoelz J.E., Shepherd R.J. // Virology, 1988. Vol. 162. P. 30-37. — 23. Schoelz J.E., Shepherd R.J., Richins R.D. // Phytopathology, 1986. Vol. 76. P. 51-456. — 24. Shukla D.D., Schmelzer K. // Acta Phytopathol. Acad. Sci. Hung., 1972. Vol. 7. N4. P. 332-342. — 25. Tomlinson J.A., Walker V.M. // Ann. Appl., 1973. Vol. 73. N1. P. 293-298. — 26. Gnutova R.V., Tolkach V.F. // Arch. Phytopath. Pflanz., 2000. Vol. 33. P. 187-205. — 27. Woolston C.J., Czapliewsku L.G., Markham P.G. et al. // Virology, 1987. Vol. 160. P. 246-251.

Рецензент — к. б. н., д. с.-х. н. Г.Ф. Говорова

SUMMARY

For the first time the Cauliflower mosaic virus (CaMV) has been studied in *Raphanus raphanistroides*. Experimental range of plant-hosts, symptomatology of infectious plants, properties of particles in sap, particle morphology, transmission by aphids, seeds and also physico-chemical and antigenic properties of capsid proteins have been analyzed. Plant-hosts, and physical properties isolate CaMV from *R. raphanistroides* differ from isolates CaMV discovered in *Brassica cauliflora* (2 isolates), *Br. oleraceae* (3 isolates) also from *R. sativus* (2 isolates) earlier by range. Results of comparative study of biological properties of 8 natural viruses isolates allow to suppose that for CaMV circulatory in agrocoenoses character has high genetic changeability. According to results of revealing stable for virus kinds of the family Brassicaceae we recommend to use such varieties as: *R. sativus* Franzuzskiy zavtrak and Mohovskoiy, *R. sativus* subsp. *hybernus* kinds Zimnay kruglauy, Marchel and *Br. rapoasiatica* variety Petrovskaya in selection work.