

УДК 576.865.1

ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА *ORCHIDACEAE*, ПОРАЖЕННЫХ ВИРУСОМ ОГУРЕЧНОЙ МОЗАИКИ

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

Биолого-почвенный институт Дальневосточного Отделения РАН

Представлен анализ трех вирусных штаммов, выделенных из разных видов орхидеяевых, сопоставлены их характеристики с другими известными штаммами, оценены особенности круга хозяев. Доказана высокая степень видового разнообразия ВОМ в Дальневосточном регионе России.

Вирус огуречной мозаики встречается на всех континентах и является широко распространенным и вредоносным для многих важнейших в экономическом отношении культурных растений. Круг растений-хозяев, поражаемых вирусом огуречной мозаики (ВОМ), довольно широк. Установлено, что число естественных хозяев ВОМ включает 476 видов, относящихся к 67 семействам, а экспериментальный круг растений — еще 536 видов и разновидностей из 53 семейств [5]. Суммарное число растений-хозяев ВОМ — 1012 видов — составляет самый широкий круг тест-растений из всех известных вирусов растений в настоящее время. В то же время устойчивы к инфекции ВОМ растения 402 видов из 71 семейства.

Заболевание, вызываемое ВОМ на культивируемых растениях, является наиболее вредоносным для многих овощных и декоративных культур. У большинства декоративных растений отсутствует иммунитет к этому вирусу, поэтому очень трудно выделить не только виды, но и сорта, устойчивые к ВОМ.

Орхидные, или ятрышниковые (семейство *Orchidaceae*) — одно из самых многочисленных семейств цветочных растений, включающих более 25000 природных видов и около 100000

искусственно полученных гибридов [3]. На выращивание одного растения уходит от 5 до 10 лет, поэтому особое внимание уделяется диагностике болезней.

Распространение вирусной инфекции происходит с помощью насекомых-переносчиков. Основные переносчики вируса это виды тлей — *Aphis gossypii* и *Myzus persicae*, кроме того, вирус легко передается механически, во время ухода за растениями и при срезке цветов, но через почву вирус не передается [6]. Следует отметить, что обычные штаммы вируса через семена зараженных растений не передаются. Исключения составляют лишь бобовые штаммы.

Вирус выделен из многих декоративных растений: гладиолуса, георгина, нарцисса, дельфиниума, лилии, примулы, петунии (рис.1), флокса, циннии и др. На юге Дальнего Востока России ВОМ идентифицирован на 7 декоративных растениях открытого и защищенного грунта со следующими симптомами на лилии тигровой (*Lilium tigrinum*) — светло-зеленая и буровато-зеленая штриховатая мозаика; гладиолусе гибридном (*Gladiolus hybridus*) — темно-окрашенные продолговатые пятна на лепестках цветков и светло-зеленые штрихи на листьях; на канне индийской (*Canna*



Рис. 1. Мозаика и деформация листьев и мозаичная окраска цветка петунии, вызванные поражением вирусом огуречной мозаики

indica) — чередующиеся полосы желтого и светло-зеленого цвета на листьях и продолговатые некротические пятна на лепестках цветов; на примуле обратноконической (*Primula obconica*) — морщинистая мозаика листьев, а также измельченность и обесцвеченная пятнистость цветков растения; на дельфиниуме гибридном (*Delphinium hybridum*) — желтая кольцевая пятнистость на листьях и уменьшенные в размерах цветки, которые деформированы и имеют бледную окраску; на эхинации пурпурной (*Echinacea purpurea*) в начале вегетации — посветление жилок, морщинистая мозаика, лепестки цветков вытянуты, с неровными краями и на бальзамине или недотроге бальзаминовой (*Impatiens balsamina*) — светлая окраска листьев, слабая облиственность и обильное цветение, а также преждевременное увядание и осыпание листьев и цветов [1].

В настоящей работе приводятся результаты идентификации вируса огуречной мозаики по биологическим и антигенным свойствам ранее неизученного на юге Дальнего Востока России на цветочных растениях семейства *Orchidaceae* родов каттлея (*Cattleya* sp.), камбрия (*Cambria* sp.) и фаленопсиса (*Phalenopsis* sp.).

Материал и методика исследования

Материалом исследования являлись растения орхидей с вирусоподобными симптомами, переданные дальневосточными цветоводами-любителями из частных коллекций. На растениях каттлея отмечено посветление жилок листьев, на фаленопсисе — хлоротичная штриховатость листьев и на камбрии — деформация листьев и карликовость растения.

Идентификацию патогена, поражающего цветочные растения, проводили методами биологического тестирования. Изучали морфологию и размеры вирионов, круг растений-хозяев, симптоматику заболевания, возможность передачи инфекции тлями *Myzus persicae* Sulz., антигенные свойства вирусных изолятов, а также определяли физические свойства вирионов (точку термической инактивации — ТТИ, предельное разведение сока — ПРС и период сохранения инфекционного™ сока при комнатной температуре — ПСИ).

Результаты и их обсуждение

Для выявления вируса, поражающего изучаемые цветочные растения, была использована антисыворотка против ВОМ, полученная нами к изоляту ВОМ из огурца в реакции двойной диффузии (РДД). Положительный результат свидетельствовал о присутствии в больных цветочных растениях ВОМ. Кроме того, исследуемые изоляты ВОМ в РДД формировали идентичные полосы преципитации, что свидетельствовало о наличии идентичных эпитопов капсидных белков у всех изолятов ВОМ и подтверждало их близкое антигенное родство с вирусом, имеющим распространение на овощных культурах. Это позволило исследуемые нами декоративные изоляты ВОМ отнести, как и изученные ранее [1], к обычной группе штаммов ВОМ дальневосточного серотипа.

В препаратах из растений *N. tabacum* cv. *Xanthi*, которые инфицировали соком из изучаемых растений камбри, фаленописса и катлеи, пораженных изолятами ВОМ, были выявлены сферические частицы диаметром около 28—30 нм, что соответствует морфологии и размерам для ВОМ, описаным в литературе [4]. Все изоляты легко передавались с больного растения на здоровое тлей *Myzus persicae*, что также характерно для ВОМ.

Дальнейшее изучение ВОМ из камбри (ВОМ_{кам}), фаленописса (ВОМ_ф) и катлеи (ВОМ_{кат}) заключалось в проведении сравнительной биологической

характеристики для отнесения выявленных изолятов к группе обычных штаммов ВОМ.

Круг поражаемых растений и симптоматология являются при изучении вирусов и их штаммов важным диагностическим критерием. В нашем эксперименте изоляты механически передавали на растения 52 видов и сортов, относящихся к семействам: *Aizoaceae*, *Apiaceae*, *Amaranthaceae*, *Asteraceae*, *Balsaminaceae*, *Chenopodiaceae*, *Cucurbitaceae*, *Fabaceae*, *Scrophulariaceae*, *Solanaceae*. Изучаемые растения по-разному реагировали на заражение вирусом (табл. 1), но легко

Таблица 1

Реакция тест-растений на заражение изолятами вируса огуречной мозаики, выявленными из растений семейства *Orchidaceae*

Тест-растение	Вирусные изоляты		
	катлея	фаленописс	камбрия
1	2	3	4
<i>Antirrhinum majus</i>	S:Dis, Stu	S:Cl	+
<i>Apium graveolens</i> сорт Паскаль	+	+	S:Dis, Cl
<i>Balsamin</i> sp.	+	+	+
<i>Callistephus chinensis</i>	+	+	+
<i>Cucumis sativus</i> сорта Турниф	+	+	+
ДВ-6	S:ClSp	+	S:ClM, ClVe
Хабар	S:ClMot, Sp	+	+
Каскад	+	+	S:ClVe ClMot, Dis
ДВ-27	+	+	+
<i>Chenopodium. quinoa</i>	+	+	L:N
<i>Capsicum annuum</i> сорт Богатырь	S:ClMot, DisVe	+	S:ClVe
<i>Cucurbita maxima</i> сорт Ананасная	+	S:ClMot, ClM	+
<i>C. melo</i>	+	+	+
<i>Datura stramonium</i>	S:ClVe, Dis, ClSp	S:GrMot, Dis	S:ClSp, GrM
<i>D. innoxia</i>	+	+	S:DisVe, Stu, ClMot
<i>Faba bona</i>	+	+	+
<i>Hyoscyamus niger</i>	S:ClMot, Dis	S:ClM, Dis	+
<i>Gomphrena globosa</i>	L:N	+	L:N
<i>Gaillardia aristata</i>	S:GrSp	+	+
<i>Lactuca sativa</i> сорт Лолло-Россо	+	+	+
<i>Lycopersicon esculentum</i> сорта Союз 8	+	+	+
Манимейкер	+	+	+
Белый налив	+	+	+
Новичок	+	+	+
Невский	S:Dis	+	+
Дар Заволжья	+	S:ClMot	S:ClMot, Cl
Перцевидный розовый	+	+	S:Dis
Рома	+	+	S:M, Dis,
Титан	+	+	+
Черный принц	+	S:ClVe, Dis	

1	2	3	4
Nicotiana tabacum cvs. Samsun	S:Cl, Mot	S:ClVe, Dis, ClMot	S:ClM
Xanthi	S:Cl Mot	S:ClVe, Stu, Dis	S:ClVe, ClMot, Dis, Stu
N. alata	S:Dis, ClMot	+	+
N. fruticosa	S:ClVe, Dis	+	S:ClVe
N. rustica	S:Cl, Roll	S:ClVe, Dis	S:Cl, Dis
N. paniculata	+	S:ClVe	+
N. glutinosa	S:GrSp, Dis	S:ClMot, Dis	+
Petunia hybrida	S:Cl, Dis, GrMot, Stu	S:Cl	S:Cl
Nicandra physaloides	S:Dis	S:Dis, M, ClVe	S:ClMot, Dis
Physalis pubescens	+	+	S:Cl
Ph. floridana сорт Кондитерский	+	+	+
Phaseolus vulgaris	+	+	+
Ph. Mungo	+	+	S:DisVe, Cl
Spinacia oleracea сорт Малина	+	+	+
Solanum melongena сорта Фиолетовое чудо	+	+	+
Черный красавец	+	+	+
Tagetes erecta	+	+	S:Cl, Mot
Tetragonia expansa	+	+	+
Trigonella foenum-graecum	L:N	+	+
Zinnia elegans сорт Новый ат- тракцион	S:ClM, Cl, Dis	+	+
Vigna unquiculata	+	+	+

Примечание: + — не заражается, Mot — крапчатость, M — мозаика, DisVe — деформация жилки листа, ClVe — хлороз жилки листа, Stu — задержка роста, Roll — скручивание листа, S — системная реакция, L — локальная реакция, N — некроз, GrMot — зеленая крапчатость, ClMot — хлоротичная крапчатость, Cl — хлороз листа, Dis — деформация.

заражали дурман обыкновенный *Datura stramonium*. При этом $ВОМ_{кат}$ вызывал на растении системный хлороз жилок, деформацию и хлоротичную пятнистость, $ВОМ_{ф}$ — системную зеленую крапчатость, деформацию, а $ВОМ_{кам}$ — хлоротичную пятнистость и зеленую мозаику. Изоляты $ВОМ_{ф}$, $ВОМ_{кат}$ и $ВОМ_{кам}$ инфицировали табак настоящий *Nicotiana tabacum* cvs. *Samsun* и *Xanthi*, махорку *N. rustica*, никандру физалисовидную *Nicandra physaloides* и петунию гибридную *Petunia hybrida*. Растения неодинаково реагировали на заражение. Так, $ВОМ_{ф}$ и $ВОМ_{ка}$ на листьях *N. tabacum* cv. *Xanthi* вызывали системный хлороз жилок, деформацию и задержку роста растений, а $ВОМ_{кат}$ — только хлоротичную крапчатость растения. Табак *N. tabacum* cv. *Samsun* реагировал на инфицирование $ВОМ_{кат}$ только хлоротичной крапчатостью, а на $ВОМ_{ф}$ — де-

формацией, ярким хлорозом жилок, между которыми наблюдалась хлоротичная крапчатость. $ВОМ_{кам}$ вызывал у растения табака хлоротичную мозаику. Растения *P. hybrida* одинаково реагировали на инфицирование $ВОМ_{ф}$ и $ВОМ_{кам}$ — хлорозом всех листьев, на заражение $ВОМ_{кат}$ кроме хлороза, реакция проявлялась еще в виде деформации и зеленой крапчатости, иногда задержки роста.

Все изоляты вызывали у *N. physaloides* деформацию листьев, но при заражении этого растения $ВОМ_{ф}$ наблюдались мозаика, хлороз жилок, а $ВОМ_{кам}$ — хлоротичная крапчатость. $ВОМ_{кат}$ и $ВОМ_{ф}$ системно заражали львиный зев *Antirrhinum majus*, причем $ВОМ_{кат}$ вызывал у растения сильную деформацию листьев и задержку роста растения, а $ВОМ_{ф}$ — слабый хлороз листьев; к заражению $ВОМ_{кам}$ это растение было устойчиво (рис. 2).

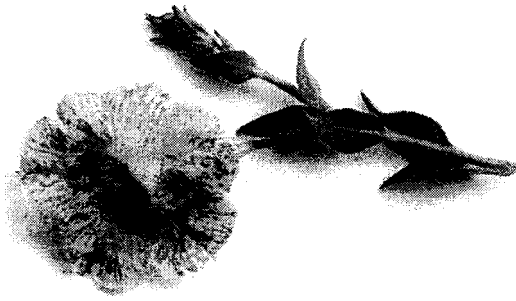


Рис. 2. Слева — *Antirrhinum majus* с симптомами деформации и задержки роста растения, инфицированной VOM_{кат}! справа — здоровое растение

Все изучаемые орхидные изоляты не заражали бальзамин *Balsamin* sp.; астру китайскую *Callistephus chinensis*; огурец посевной *Cucumis sativus* сортов Турниф, ДВ-27; салат посевной *Lactuca sativa* сорт Лолло-Россо; томат съедобный *Lycopersicon esculentum* сортов Союз 8, Манимейкер, Белый налив, Новичок, Титан; фасоль обыкновенную *Phaseolus vulgaris*; шпинат *Spinacia oleracea* сорт Малина; баклажан *Solanum melongena* сортов Фиолетовое чудо, Черный красавец.

Вместе с тем следует отметить, что каждый изучаемый изолят VOM имел свои индивидуальные особенности, отличающие его от других изолятов. Так, большинство тест-растений к заражению VOM_ф оказались устойчивыми. Из растений 52 видов и сортов VOM_ф заразил только 15, тогда как VOM_{кат} и VOM_{кам} — 21 и 20 соответственно. Однако VOM_ф заражал тыкву крупноплодную *Cucurbita maxima* сорт Ана-насная, *L. esculentum* — сорт Черный принц, тогда как на VOM_{кат} и VOM_{кам} эти растения не реагировали.

VOM_{кат} и VOM_{кам} по сравнению с VOM_ф поражали в количественном отношении большее число тест-растений, но при этом симптомы на разных видах и сортах растений, вызываемые этими изолятами, были различные. VOM_{кат} в отличие от двух других изолятов инфицировал *C. sativus* сорт Хабар, гайардию остистую *Gaillardia aristata*, гомфрену головчатую *Gomphrena globosa*, *L. esculentum* сорт Невский, табак душистый *Nicotiana glauca* (рис. 3), пажитник греческий *Trigonella foenum-graecum* и циннию изящную *Zinnia elegans*, причем *G. globosa* и *T. foenum-graecum* заражались



Рис. 3. *N. glauca* с симптомами деформации, хлоротичной крапчатости, зараженной VOM_{кат}; справа — лист здорового растения

с образованием локальных некрозов. Особенность ВОМ_{кам} заключалась в том, что это единственный из изолятов, поражающий марь квиноа *Chenopodium quinoa*, которая реагировала на заражение образованием локальных некрозов; дурман индийский *Datura innoxia* два вида фасоли — пушистая *Ph. pubescens* и урд *Phaseolus munda* томат *L. esculentum* сортов Перцевидный розовый и Рома и бархатцы прямостоящие *Tagetes erecta*.

Таким образом, на основании изучения круга растений-хозяев и симптоматологии заболеваний установлено, что для ВОМ, поражающего цветочные растения на юге Дальнего Востока России, характерно видовое разнообразие. Различия между изолятами ВОМ подтверждают также и изученные их физические свойства (табл. 2).

По нашим данным, самым устойчивым среди изучаемых изолятов яв-

Таблица 2

Физические свойства изолятов ВОМ, идентифицированных на декоративных культурах в Приморском крае

Изолят	ТТИ, °С	ПСИ, сут	ПРС
ВОМ _{кат}	55–60	4	10^{-5} – 10^{-6}
ВОМ _ф	75–80	4	10^{-3} – 10^{-4}
ВОМ _{кам}	45–50	около сутки	10^{-1} – 10^{-2}
Бальзамин**	65–70	3–7	–
Гладиолус**	65–70	3–4	–
Дельфиниум**	65–70	3–4	–
Канна**	67–68	3–4	–
Эхинация**	66–67	3–4	–
Примула**	65–70	3–5	10^{-3} – 10^{-4}
ВОМ*	55–70	1–10	10^{-3} – 10^{-4}

Примечание: ** данные по [2]; * данные по [4].

лялся ВОМ_ф, который имел ТТИ 75–80°С. Ни один из ранее изученных дальневосточных изолятов ВОМ на декоративных культурах не имел такую высокую точку термической инактивации [6]. Довольно сильно по этому показателю отличался и ВОМ_{кам}. Он

был самым неустойчивым, имея очень низкие показатели по ТТИ — 45–50°С, ПРС — 10^{-1} – 10^{-2} и ПСИ — около суток. Результаты физических свойств вирионов, полученные нами для изолята ВОМ_{кам}, также существенно различаются от данных, представленных для этого вируса в литературе [4]. Только результаты по физическим свойствам вирионов у ВОМ_{кат} — ТТИ — 55–60°С, ПРС — 10^{-5} – 10^{-6} ПСИ — 4 сут и у ВОМ_ф — ТТИ — 75–80°С, ПРС — 10^{-3} – 10^{-4} и ПСИ — 4 сут не имели столь резких различий от литературных данных. В то же время вновь выявленные изоляты ВОМ на цветочных растениях отличались результатами по физическим свойствам от изолятов ВОМ, выявленных ранее в Дальневосточном регионе России на декоративных растениях [1, 2]. Эти данные свидетельствуют о высокой степени видового разнообразия ВОМ в Дальневосточном регионе России на декоративных растениях.

В последние годы в Россию и, в частности, на ее Дальний Восток, официально ввозится огромное количество посадочного материала из-за рубежа. Так, в розницу поступают луковицы декоративных культур из семейств: *Liliaceae* — гиацинты (более 11 сортов), тюльпаны (более 50 сортов и 5 ботанических видов), лилии (5 разновидностей и более 5 сортов); *Amaryllidaceae* — нарциссы (более 35 сортов и 5 ботанических видов); *Iridaceae* — гладиолусы (более 37 сортов), крокусы (8 сортов и ботанических видов), ирисы (более 10 сортов), фрезии (более 5 сортов), тигридии (5 сортов); *Asiaceae* — декоративные луки (более 10 видов); *Cannaceae* — канны (6 сортов) и *Compositae* — георгины (8 групп и более 5 сортов). Учитывая то обстоятельство, что посадочный материал закупается коммерческими структурами по низким ценам, зачастую обработанный или выбракованный, то велика вероятность заноса пораженного вирусами материала, а как резуль-

тат — его массового распространения луковичками и корневищами. Кроме того, существующая система фитосанитарного контроля не позволяет выявить наличие вирусов в поступающих Мз-за рубежа в луковичках и корневищах декоративных культур. В настоящее время стали популярными многолетние и однолетние декоративные растения, поступающие к потребителю с закрытой корневой системой, что позволяет культивировать их в открытом грунте и более продолжительное время размножать черенками и розетками. Поэтому возникает реальная опасность появления и быстрого распространения новых, ранее не встречавшихся вирусных заболеваний, а также их переносчиков. Следовательно, необходимо детальное изучение поступающего зарубежного материала и мониторинг фитосанитарного состояния интродуцированных культур, их видов и сортов.

Заключение

Итак, полученные нами результаты по морфологии и размерам вирусных частиц; положительной реакции изучаемого патогена с антисывороткой против ВОМ; по кругу растений-хозяев и симптомам поражения; физическим свойствам вирионов и анализ литературных данных свидетельствуют о том, что на Дальнем Востоке России нами впервые выявлен и изучен на растениях семейства *Orchidaceae* типичный представитель рода *Cucumovirus* семейства *Bromoviridae* — вирус огуречной мозаики *Cucumber mosaic virus*. Это один из самых распространенных вирусов на декоративных растениях не только в Дальневосточном регионе России, но и повсеместно там, где выращивают эти культуры.

Сравнительный анализ биологических свойств изучаемых изолятов ВОМ из растений трех видов орхидей показал, что они имеют свои индивидуальные особенности, отличаются друг от друга, а также от обычного штамма ВОМ как по кругу растений-хозяев, так и по

физическим свойствам вирионов. Нами выявлен самый термоустойчивый дальневосточный изолят ВОМ из орхидеи фаленопсиса (ТТИ — 75-80°C). Ни один из ранее изученных дальневосточных изолятов ВОМ на декоративных культурах не имел такую высокую точку термической инактивации. Идентифицирован оригинальный изолят ВОМ из орхидеи камбрии, который был самым неустойчивым по физическим показателям для ВОМ, имея очень низкие значения по ТТИ — 45-50°C, ПРС — КГ'-КГ² и ПСИ — около суток. Результаты изучения физических свойств вирионов (за исключением вирионов изолята ВОМ из орхидеи катллей), полученные нами для изолята ВОМ из камбрии, к тому же существенно отличались от данных, представленных по этому вирусу в литературе. Лишь физические свойства не имели столь резких отличий от литературных данных. Изучаемые изоляты ВОМ в РДД формировали идентичные полосы преципитации с антителами к изоляту ВОМ из огурца, что свидетельствует об их близком антигенном родстве и наличии идентичных видоспецифичных эпитопов капсидных белков у всех дальневосточных изолятов ВОМ. Таким образом, сравнительный анализ полученных данных по биологическим и антигенным свойствам капсидных белков исследуемых изолятов ВОМ, выявленных на растениях орхидей, позволяет отнести их к группе обычных штаммов ВОМ дальневосточного серотипа.

Вновь выявленные изоляты ВОМ на цветочных' растениях семейства *Orchidaceae* отличались по кругу растений-хозяев и физическим свойствам вирионов от изолятов ВОМ, выявленных ранее в Дальневосточном регионе России на декоративных растениях из других семейств [1, 2]. Полученные данные свидетельствуют о высокой степени видового разнообразия ВОМ в Дальневосточном регионе России на декоративных растениях.

Декоративные растения являются резервуарами вирусной инфекции, в т. ч. и ВОМ, и служат опасным источником для заражения многих с.-х. культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гнутова Р.В., Козловская З.Н., Чу-ян А.Х., Сибирякова И.И. Иммунологическая характеристика дальневосточных изолятов вируса огуречной мозаики / Взаимоотношения вирусов с клетками растения-хозяина. Владивосток, 1985. С. 64-71. — 2. Крылов А.В. Вирусы растений Дальнего Востока. М.: Наука, 1992. — 3. Орхидеи: выращивание и уход. М.: Акт, 2002. — 4. Brunt A.A., Crabree K, Dallwitz M.J. et al. Cucumber mosaic cucumovirus. Plant Viruses Description and Lists from the VIDE Database, 1997. P.476-486. — 5. Horvath I. // Acta phytopathol. Acta. Sci. Hung, 1979. Vol. 14. N 3-4. P. 285-295. — 6. Pares R.D., Gunn L.V. // Phytopathol. Ztschr, 1989. Vol. 126. N 4. P. 353-360.

SUMMARY

For the first time of the Russian Far East study of comparison biological and antigenical characteristic isolates Cucumber mosaic virus (CMV) from *Cattleya* sp., *Cambria* sp. and *Phalenopsis* sp. has been done. It is shown that *Orchidaceae* isolates different from simple strain CMV unimportant by range plants-hosts, symptomatology, physical characteristic virions. The most high thermal inactivation point Far-East isolate CMV was identified from *Orchidaceae Phalenopsis* sp. (TIP — 75-80°C). Far-East isolates CMV were studied before not have so high thermal inactivation point. Original isolate CMV from *Orchidaceae Cambria* sp. was identified which was not so stable by physical index for CMV. It had very low significance by TIP — 45—50°C, DEP — 10^{-1} — 10^{-2} and LIP — a day. Results physical characteristic virions, received by us for isolate CMV from *Cambria* sp. essential different from data this virus in literature. Comparative analysis received data by biological and antigenical characteristic capsid proteins studied isolates CMV discovered in plants of the family *Orchidaceae*. It allows to apply this isolates to group simple strains CMV Far-East serotype.