

# БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИЗОЛЯТОВ ТОБАМОВИРУСОВ ИЗ РАСТЕНИЙ ТОМАТА

Н.Х.Т.К. Чанг<sup>1</sup>, М.А. Келдыш<sup>2</sup>,  
Ю.И. Помазков<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Кафедра ботаники, физиологии растений и агробиотехнологии  
Российский университет дружбы народов  
ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198

<sup>2</sup>Отдел защиты растений  
Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН  
ул. Ботаническая 4, Москва, Россия, 127276

В статье рассмотрены полученные данные по дифференциации изолятов тобамовирусов (TMV, ToMV), циркулирующих на тестируемых сортах в условиях закрытого грунта, которые свидетельствуют о неоднородности состава полевых изолятов вирусов. Изучение изолятов по характеру симптомов, индуцируемых на томатах и дополнительных тест-растениях, позволяет говорить о наличии в популяциях растений томатов изучаемых сортов, по крайней мере, четырех штаммов вируса мозаики томата и одного штамма вируса табачной мозаики. Выявлены наиболее восприимчивые виды и сорта к изоляту ТЗ — марь белая *Chenopodium album*, сорта кустарникового перца *Capsicum annuum* Спирит и Подарок Молдовы и два сорта табака — Герцеговина требинье и Дюбек.

**Ключевые слова:** томат, вирусы, индикаторные растения, симптомы.

**Введение.** Томаты занимают до 25—35% в культуuroбороте хозяйств защищенного грунта. В современных теплицах при строгом соблюдении технологии выращивания в круглогодичной культуре томата урожайность достигает 100—120 кг/м<sup>2</sup>.

Большой урон культуре наносят вирусные заболевания, видовой состав которых постоянно расширяется. Среди симптомов вирусных болезней томатов чаще всего встречаются мозаика, стрик, скручивание, нитевидность листьев, внутренний некроз плодов (рис. 1).

Вирусы табачной мозаики (TMV) и мозаики томата (ToMV) являются одними из наиболее вредоносных. Они вызывают у растений широкую гамму внешних признаков поражения, в зависимости от которых потери урожая могут составлять от 15 до 100%.

Так, при развитии мозаики и деформации листьев потери урожая достигают 30%, нитевидности — 40—50%, стрика и внутреннего некроза плодов — 80—100% [1].

В последние годы зарубежные исследователи отмечают эпифитотийную ситуацию на томатах, вызванную, наряду с вирусами мозаики томата (*Tomato mosaic virus*) и табачной мозаики (*Tobacco mosaic virus*), такими возбудителями, как желтая курчавость листьев томатов (*Tomato yellow leaf curl virus*), хлоротическая курчавость листьев томатов (*Tomato leaf curl chlorosis virus*), мозаика пепино (*Pepino mosaic virus*), что необходимо учитывать при фитомониторинге вирусных болезней в защищенном грунте России [2].



**Рис. 1.** Симптомы проявления тобамовирусов на растениях томата:

а — желтая мозаика, б — зеленая мозаика, в — стрик листьев,  
г — скручивание листьев, д — нитевидность листьев

Основной целью настоящих исследований являлась дифференциация изолятов тобамовирусов, обнаруженных в растениях томата сортов Евпатор F1, Ивон, Фараон и Булава в условиях закрытого грунта.

Несмотря на существование различных критериев определения видовой принадлежности вирусов, оценка реакции тест-растений на заражение продолжает оставаться одной из основополагающих при идентификации. Тем более что различия между вирусами табачной мозаики и мозаики томата по морфологическим, физическим и биохимическим свойствам незначительны [3].

**Материалы и методы.** Материалом для исследования служили растения томата с видимыми патологическими изменениями и травянистые растения из различных семейств.

При идентификации тобамовирусов применяли метод биологического тестирования.

В качестве индикаторов использовали следующие виды растений: табак обыкновенный, сорт Самсун (*Nicotiana tabacum L. var. Samsun*), табак обыкновенный, сорт Самсун NN (*Nicotiana tabacum L. var. Samsun NN*), табак лесной (*Nicotiana sylvestris Speg et Comes*), табак клейкий (*Nicotiana glutinosa L.*), табак кливлендский (*Nicotiana clevelandii A. Gray*), томат (*Lycopersicon esculentum Mill.*), подорожник большой (*Plantago major L.*), дурман обыкновенный (*Datura stramonium L.*), огурец (*Cucumis sativus L.*), новозеландский шпинат (*Tetragonia expansa Murray*), марь красная (*Chenopodium amaranticolor Coste et Reyn*), гомфрена шаровидная (*Gomfrena globosa L.*), картофель (*Solanum tuberosum L.*), перец острый (*Capsicum frutescens L.*), перец кустарниковый (*Capsicum annuum L.*), петуния гибридная (*Petunia hybrida L.*), физалис (*Physalis angulata L.*).

Для получения инокулюма использовали зараженные ткани листа, которые растирали в ступке с 0,01 М фосфатным буфером pH 7,3—7,5.

Искусственное заражение растений-индикаторов проводилось путем механического натирания листьев инокулюмом, в который предварительно суспендировали карборунд, с помощью марлевого тампона. Сразу же после заражения листья обмывали дистиллированной водой, затем растения ставили в темное помещение. Продолжительность тестов составляла от 2 до 15 суток.

**Результаты исследования.** Нами на основании симптоматических показателей на растениях томата сортов Евпатор F1, Ивон, Фараон и Булава были выделены четыре изолята, отнесенные к роду *Tobamovirus*: T1, T2, T3, T4. Данные электронной микроскопии и серологического теста (ИФА) свидетельствовали о наличии вирусов мозаики томата и (или) табачной мозаики.

Результаты исследований биологических свойств, приведенные в табл. 1, показали, что реакция тестируемых растений на заражение дифференцирована.

Так, изолят T3 вызывает зеленую мозаику на *L. esculentum*, ярко-желтую — в растениях *N. clevelandii*, но не инфицирует растения *S. tuberosum*. Изоляты T2 и T4 индуцируют некрозы на инокулированных листьях. При инфицировании *Ch. amaranticolor* T2 и T4 наблюдается системная инфекция, а T1 и T3 вызывают только некрозы на инокулированных листьях.

В растениях *T. expansa* T1 и T3 также вызывают образование некрозов только на инокулированных листьях, т.е. местную реакцию, а T2 и T4 — системную мозаику. T4 и T3 инфицируют растения *P. major* системно, а T1 и T2 на том же виде вызывают некрозы по местному типу.

При заражении растений перца *C. annuum* T3 вызывает некрозы, тогда как другие изоляты — системную мозаику. На остальных видах растений не наблюдалось видимых различий проявлений симптомов (табл. 1).

При заражении табака изолятом T3 через 7—10 дней на листьях появляется яркая мозаика, а на верхних листьях развивается характерная для вируса мозаики томата типичная зеленая мозаика. Скорость распространения симптомов у T3 сравнима с таковой у T2 и значительно выше, чем у T1 и T4.

В табл. 1 и 2 использованы следующие обозначения реакции тест-растений и вызываемых симптомов:

- Br — яркий,
- B — почка,
- Dis — деформация,
- DisVe — стягивание (деформация) жилок,
- Gr — зеленый,
- L — локальный,
- Le — лист,
- M — мозаика,
- Mi — мягкий или слабый симптом,
- N — некрозы,
- Ri — кольцевая пятнистость,
- Rol — скручивание,
- S — системный,
- Sp — пятнистость,
- St — стебель,
- Stu — карликовость,
- Str — стрик, штриховатость,
- Wi — увядание,
- Y — пожелтение,
- O — нет симптомов.

Таблица 1

**Реакция тест-растений на заражение изолятами**

Тест-растения	Изоляты			
	T-1	T-2	T-3	T-4
<i>N. tabacum L. var. Samsun</i>	S:BrYM	S:BrYM	S:BrYM	S:BrYM
<i>N. tabacum L. var. Samsun NN</i>	L:N	L:N	L:N	L:N
<i>N. sylvestris Speg et Comes</i>	L:N	L:N	L:N	L:N
<i>N. glutinosa L.</i>	L:N	L:N	L:N	L:N
<i>N. clevelandii A. Gray</i>	S:BrM	S:BrM	S:BYM	S:BrM
<i>L. esculentum Mill.</i>	S:BrYM	S:BrYM	S:GrM	S:BrYM
<i>P. major L.</i>	L:N	L:N	S:BrRiSpM	S:M
<i>D. stramonium L.</i>	L:N	L:N	L:N	L:N
<i>C. sativus L.</i>	L:N	L:N	L:N	L:N
<i>T. expansa Murray</i>	L:N	S:M	L:N	S:M
<i>Ch. amaranticolor Coste et Reyn</i>	L:N	L:N; S:M	L:N	L:N; S:M
<i>G. globosa L.</i>	L:N; S:M	L:N; S:M	L:N; S:M	L:N; S:M
<i>S. tuberosum L.</i>	O	L:N	O	L:N
<i>C. annuum L.</i>	S:M	S:M	L:N	S:M
<i>P. hybrida L.</i>	L:N	L:N	L:N	L:N

Результаты исследований биологических свойств ТЗ, приведенные в табл. 2, показали, что реакции тестируемых растений на заражение варьируют.

Таблица 2

**Симптомы, вызываемые изолятом Т3**

Растение	Сорт	Инкубационный период, дней	Симптомы
<i>L. esculentum</i> M.	НТ 42	10—12	S:YM, Dis
	НТ 15	10—14	S:YM, Dis
	Savior	10—15	S:StrSt
	VL 3500	7—10	S:GrM
	Наст	8—10	S:GrM
	Ментор	9—12	S:YM, Dis
	Альтруист	10—12	S:GrM
	Адаптор	10—13	S:GrM
<i>C. frutescens</i> L.	Жгучий букет	5—8	S:YM, StrSt, WiB
	Спайс — бойз	6—8	S:MiYM
	CN225	10—12	S:YM, Dis
	Пламень	10—14	S:MiYM
<i>C. annuum</i> L.	Спирит	2—2	L:N
	Подарок Молдовы	3—7	S:YM; L:N
	Нежность	8—10	S:Rol
	Вини-Пух	10—13	S:M
<i>N. tabacum</i> L.	Трапезонд	5—8	S:Stu, M
	Джебел	7—8	S:M, Rol.
	Американ	7—8	S:M
	Герцеговина требинье	5—6	S:M, YLe
<i>C. sativus</i> L.	Melody — RZ	7—8	S:M
	Гладиатор	4—6	S:M
	Естафета	5—8	S:M
<i>P. hybrida</i> L.	Санданс	5—6	S:M, Stu, Dis
<i>Ph. angulata</i> L.	Ананасный	8—12	S:Dis, DisVe
<i>Ch. album</i> L.	—	2	L:N

Итак, изолят Т3 вызывает различные симптомы на всех тестируемых растениях. На сортах *L. esculentum* изолят Т3 вызывал типичные для вируса мозаики томата симптомы: у растений сортов VL3500 и Наст появились выраженные симптомы зеленой мозаики через 7—10 суток после заражения. Аналогичные признаки отмечены у сортов Альтруист, Агрессор и Адаптор (рис. 2а).

На сортах томата Ментор, НТ42 и НТ15 наблюдались симптомы желтой мозаики и деформации листьев (рис. 2б). У сорта Savior через 10—15 дней после инокуляции зарегистрировано проявление стрика стебля.

У растений *C. annuum* (сорт Спирит) (рис. 3а) появились выраженные симптомы уже через 2 дня после инокуляции, т.е. эти растения оказались наиболее восприимчивыми к изоляту Т3. При этом отмечено появление черных некрозов, после чего инокулированные листья опадали, системная реакция проявлялась в уменьшении величины и числа плодов.

У растений перца *C. annuum* (сорт «Нежность») наблюдалась типичная системная реакция, листья скручивались через 8—10 дней после инокуляции.

На 2-х сортах острого перца *C. frutescens* (Жгучий букет и CN225) проявились выраженные симптомы в виде яркой желтой мозаики, стрика стебля и увядания точки роста через 10—14 дней после заражения.

На сортах сладкого перца Вино-Пух и Пламень также наблюдались системные симптомы, однако инкубационный период был значительно больше, чем у сорта Подарок Молдовы — на 3—7 суток.



**Рис. 2.** Проявление изолята Т3 на растениях *L. esculentum*:

а — зеленая мозаика (сорт Адаптор),  
б — желтая мозаика (сорт НТ 42)

Растение мари белой *Ch. album* (рис. 3б) также оказались восприимчивыми к изоляту Т3: локальные некрозы появились на инокулированных листьях уже через 2 суток после заражения. На растениях *P. hybrida* (сорт Санданс, рис. 3в) наблюдались морщинистость, мозаика, деформация листьев и карликовость. На растениях табака *N. tabacum* (сорта Трапезонд, Американ, Джебел, Герцеговина требинье, Дюбек) наблюдались системная мозаика, скручивание листьев, карликовость через 5—8 суток после инокуляции (рис. 3г).

Таким образом, наиболее восприимчивыми к изоляту Т3 оказались растения *Ch. album*, *C. annuum* — сорта Спирит и Подарок Молдовы, 2 сорта табака — Герцеговина требинье и Дюбек.

Результаты биологического тестирования свидетельствуют о неоднородности популяций тобамовирусов, циркулирующих на томатах в условиях закрытого грунта.

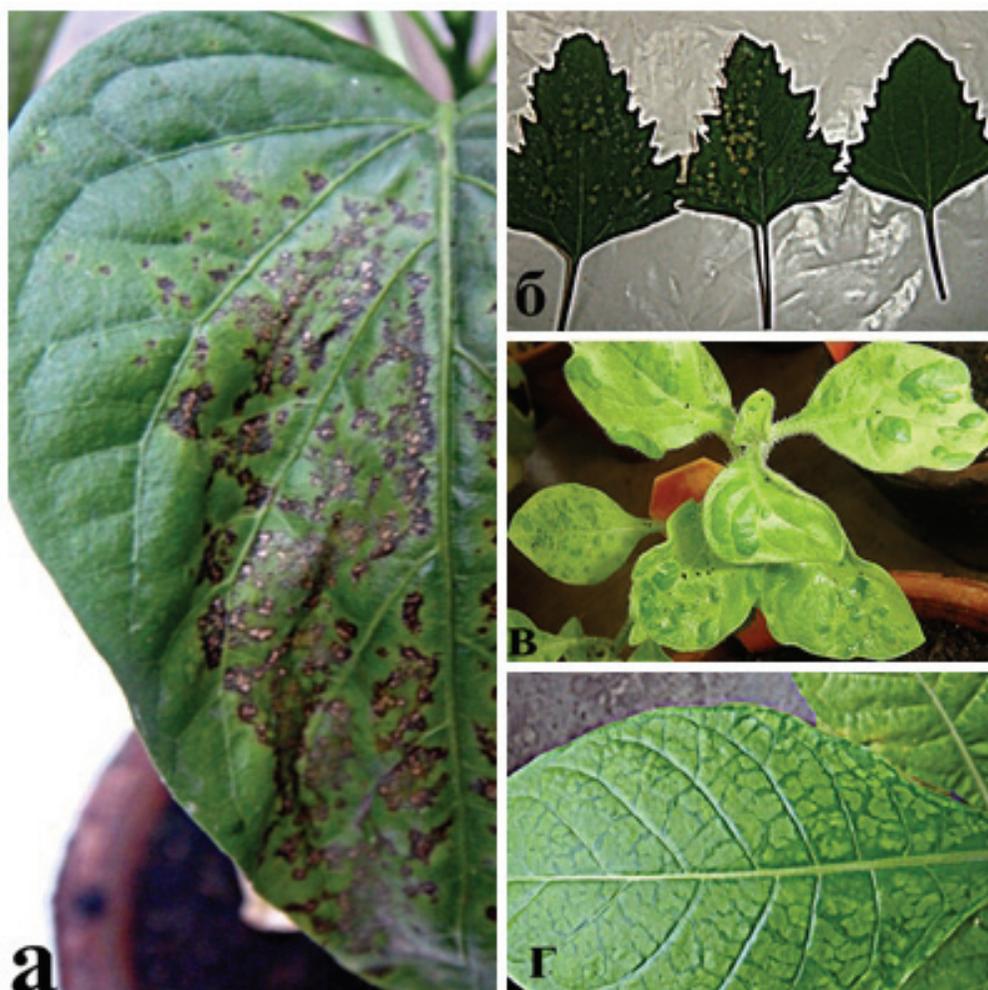
Так, индуцирование локальных некрозов на *D. stramonium*, *P. hybrida* и *N. sylvestris* подтверждает присутствие *Tomato mosaic virus* во всех тестируемых изолятах.

Некротическая реакция на *C. sativus*, по-видимому, обусловлена вирусом табачной мозаики, так как вид является невосприимчивым к вирусу мозаики томата [4].

Яркая системная желтая мозаика на *N. tabacum* var. *Samsun* является диагностическим признаком вируса табачной мозаики, некротическая реакция на *N. tabacum* var. *Samsun NN* служит этому подтверждением.

Образование хлоротических и некротических зон на *T. expansa* и *Ch. amaranticolor* в ответ на инфицирование характерно для вируса мозаики томата. Реакции взаимодействия с *G. globosa* также типичны для вышеуказанного возбудителя.

Основные различия в проявлении внешних признаков отмечены в системах ТЗ — *N. clevelandii*, *L. esculentum*, *C. annuum*. Разнотипная реакция взаимодействия с *S. tuberosum* зарегистрирована у изолятов Т1, Т3 и Т2, Т4, а также на *P. major* для Т1, Т2, Т3, Т4.



**Рис. 3.** Проявление изолята ТЗ на растениях-индикаторах:  
а — некрозы на *C. annuum* (сорт Спирит); б — некрозы на *Ch. album*;  
в — морщинистость, карликовость, мозаика и деформации листьев  
на *P. hybrida* (сорт Санданс); г — мозаика на *N. tabacum* (сорт Дюбек)

Как упоминалось выше, различия в симптомах являются одним из важных критериев при идентификации изолятов вирусов табачной мозаики и мозаики томата.

Так, для TMV описано более 200 симптоматологических штаммов, и список их продолжает пополняться. Описаны 115 изолятов ToMV по их реакции на *Solanum penelli* и клональных линиях *Lycopersicon spp.*, некоторые из них подобны TMV по реакции на *Nicotiana spp.*, аминокислотному составу и серологическому поведению, но различаются по адаптации к томату. На последних по симптомам выделено 10 штаммов ToMV. По-видимому, их спектр также далек от насыщения [3].

Данные, полученные нами по дифференциации изолятов тобамовирусов (TMV, ToMV), циркулирующих на тестируемых сортах в условиях закрытого грунта, свидетельствуют о присутствии различных их типов, что согласуется с литературными данными о составе полевых изолятов вирусов. Изучение изолятов по характеру симптомов, индуцируемых на томатах и дополнительных тест-растениях, позволяет говорить о наличии в популяциях растений томатов по крайней мере четырех штаммов вируса мозаики томата и одного — вируса табачной мозаики.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Шмыгля В.А., Макаев С.Ш., Акта С., Николаева О.И. Диагностика зараженности семян томата вирусом табачной мозаики (методические рекомендации). — М.: ТСХА, 1986.
- [2] Диагностика вирусных заболеваний овощных культур защищенного грунта и меры борьбы с ними. — Рос. акад. с-х. наук. — ВНИИ защиты растений. — Иновац. Центр защиты растений. — СПб., 2006.
- [3] Hollings M., Huttinga H. CMI/AAB Descr. // Pl. Viruses. — 1976. — № 156.
- [4] URL: <http://www.agls.uidaho.edu/ebi/vdie/descr832.htm>

## BIOLOGICAL PROPERTIES OF TOBAMOVIRUS ISOLATES FROM TOMATO PLANTS

N.H.T.Q. Trang<sup>1</sup>, M.A. Keldish<sup>2</sup>,  
U.I. Pomaskov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of botany, plant physiology and agrobiotechnology  
Peoples' Friendship University of Russia  
Miklucho-Maklay str., 8/2, Moscow, Russia, 117198

<sup>2</sup>Department of plant protection  
The Main Botanical Garden, Russian Academy of Sciences  
Botanical str., 4, Moscow, Russia, 127276

The data that we obtained by different isolates of Tobamovirus (TMV, ToMV), circulating from the tested hybrids in glasshouse, indicate the presence of different types of them, which is consistent with published data on the composition of the field virus isolates. Studying isolates with symptoms on tomatoes and additional test plants, suggests the existence of at least four strains of Tomato mosaic virus, and one — Tobacco mosaic virus. Lambsquarters *Chenopodium album*, two varieties of pepper *Capsicum annuum* — “Spirit”, “Podarok Moldovi” and two varieties of tobacco — “Gersegovina trebine” and “Dubek” were found out susceptible to isolate T3.

**Key words:** tomato plants, virus, test plants, symptoms.