

УДК 635.64:632.3/937.15

## **ВЛИЯНИЕ ШТАММА *BACILLUS SUBTILIS* M-22 – ПРОДУЦЕНТА БИОПРЕПАРАТА ГАМАИР НА РАЗВИТИЕ ИНФЕКЦИИ ВИРУСА МОЗАИКИ ТОМАТА**

**Е.А. Зорина, Т.С. Фоминых, И.И. Новикова**

*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург*

Один из наиболее вредоносных и распространенных вирусов на культуре томата открытого грунта – вирус табачной мозаики – томатный штамм (ВМТо). Устойчивые сорта практически отсутствуют. Цель исследований – дать оценку антивирусной активности штамма *B. subtilis* M-22 – продуцента биопрепарата Гамаир к вирусу мозаики томата, а также подтвердить его ростстимулирующие свойства и отсутствие фитотоксичности. Выявлено, что биопрепарат Гамаир не фитотоксичен и обладает ростстимулирующим эффектом в отношении растений. Исследования не выявили антивирусной активности препарата Гамаир. Было показано, что при заражении растений томата ВМТо обработка культуральной жидкостью штамма *B. subtilis* M-22 и препаратом Гамаир оказывает стимулирующий эффект на развитие вирусной инфекции. Полученные материалы свидетельствуют о необходимости проведения обязательной фитоэкспертизы семян и полевого фитомониторинга с целью выявления ВМТо перед применением препарата. Это особенно важно для выявления семенной инфекции, так как регламент применения препарата Гамаир против грибных и бактериальных болезней сельскохозяйственных культур предусматривает предпосевную обработку семян.

**Ключевые слова:** томат, вирус мозаики табака (ВТМ), томатный штамм (ВМТо), иммунострипы, Гамаир, биопрепарат.

Томат занимает одно из ведущих мест среди пасленовых овощных культур открытого грунта на юге России. Он восприимчив ко многим возбудителям заболеваний, в

том числе к вирусным. Одним из наиболее вредоносных и распространенных на культуре томата является вирус табачной мозаики (ВТМ).

Потери урожая, вызываемые ВТМ, составляют в среднем около 30%, а в отдельные эпифитотийные годы достигают 90–100% [Фоминых, 2012; 2014]. Широкому распространению ВТМ, особенно на юге России, способствуют высокая инфекционность и контагиозность вируса, а также возможность его передачи с помощью семян. Помимо этого, трудность борьбы с ВТМ обусловлена наличием более 300 разнообразных штаммов [Nagai, 1987]. Ежегодно идентифицируют новые штаммы [Толкач, 2003]. В последнее время большинство исследователей рассматривает ВТМ, выделенный из томата, как самостоятельный штамм, ему присвоено собственное название – вирус мозаики томата (ВМТо). Табачный и томатный штаммы хорошо различаются при использовании в качестве индикатора *Nicotiana sylvestris* Sp. et Comes. При инокуляции этого растения симптомы томатного штамма проявляются в виде местных некрозов, а табачного – системной мозаики.

Основа систем защиты растений от комплекса вредных организмов – выращивание устойчивых сортов. В настоящее время гибриды томата, устойчивые к ВТМ, широко используются в защищенном грунте, что в определенной мере снижает остроту проблемы вирусной инфекции для тепличных хозяйств. Однако устойчивые сорта для открытого грунта практически отсутствуют, что свидетельствует об актуальности разработки мер, способствующих снижению вредоносности этого патогена на томате.

Одним из приемов, снижающих вредоносность болезней разной этиологии, является повышение иммунитета растений, в частности воздействие индукторов устойчивости, в качестве которых используются и биопрепараты. Это направление – одно из важнейших в современной физиологии растений и перспективных в защите сельскохозяйственных культур [Тютюрев, 2011]. Применение биопрепаратов на основе бактерий-антагонистов в ряде случаев может эффективно сдерживать развитие заболеваний или уменьшить их вредоносность за счет индуцированной устойчивости и стимуляции ростовых процессов. Большое количество таких препаратов активно применяется против грибных и бактериальных заболеваний, в том числе и на томате открытого грунта. Однако в отношении их антивирусной активности сведений практически нет. Более того, установлено [Борисенко, 1985], что влияние биопрепаратов на активность вирусов в целых растениях обратимо: через определенное время репликация вирусов и патологические симптомы могут восстанавливаться. Пока ни в

одном случае не удалось добиться полного выздоровления зараженных растений с помощью индукции защитных механизмов растений. Кроме того, при воздействии биологически активных веществ (БАВ) может наблюдаться стимуляция развития вирусов. В литературе имеются данные об индукции размножения X-вируса картофеля при использовании гибберелловой кислоты [Ладыгина, 1996]. Принимая во внимание тот факт, что биопрепараты в качестве индукторов устойчивости действуют на патогенные виды опосредованно, через метаболизм растения-хозяина, необходимо тщательное изучение их влияния, как на само растение, так и на весь комплекс патогенов культуры.

На основе «Государственной коллекции микроорганизмов, патогенных для растений и их вредителей» Центра коллективного пользования научным оборудованием «Инновационные технологии защиты растений» ФГБНУ ВИЗР ФАНО» в процессе скрининга штаммов бактерий и их метаболитов, обладающих антагонистической активностью, был отобран штамм *B. subtilis* М-22. На основе этого штамма разработаны технологии производства и применения препарата Гамаир, характеризующегося широким спектром действия в отношении фитопатогенных грибов и бактерий [Новикова, 2005]. Гамаир в разных препаративных формах рекомендован для практического применения и внесен в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных для применения на территории Российской Федерации». Этот биопрепарат на основе живых клеток и метаболитного комплекса штамма *B. subtilis* М-22 проявляет ростстимулирующую активность, ускоряя развитие томата и повышая его урожайность. Однако сведения о возможном влиянии Гамаира на развитие вирусной инфекции отсутствуют. Поскольку на посадках томата открытого грунта широкое распространение имеют вирусные болезни, в том числе в латентной форме, было очень важно оценить влияние Гамаира на развитие этих патогенов. В связи с этим, в модельных опытах нами проводилась комплексная оценка влияния штамма – продуцента биопрепарата Гамаир на растения томата. В ходе работы оценивали фитотоксичность, ростстимулирующую и антивирусную активность. В связи с широким использованием препарата на томате против бактериальных и грибных заболеваний, особую актуальность приобретает изучение его влияния на развитие вирусной инфекции с целью уточнения регламентов применения против всего комплекса патогенов.

### Материалы и методы исследований

Инфекционным материалом для заражения растений томата сортов отечественной (Новичок) и голландской (Рио Гранде) селекции служил изолят вируса мозаики томата (ВМТо), выделенный из растений томата открытого грунта голландской селекции F<sub>2</sub>Классик. В ходе исследований для подтверждения вирусной инфекции использовались иммуострипы фирмы Flashkits Agdia (США).

Материалом для изучения комплексной активности служили культуральная жидкость штамма *B. subtilis* М-22 и продуцируемый им метаболитный комплекс, а также сам препарат в форме таблеток (титр 10<sup>9</sup> КОЕ/г) производства ЗАО «Агробиотехнология», г. Москва, полученные из лаборатории микробиологической защиты ФГБНУ ВИЗР. Комплексную биологическую активность оценивали по изменению всхожести и биометрических показателей растений [Бобырь, 1976].

Глубинную культуру штамма получали при культивировании на жидкой питательной среде, содержащей 3% кукурузного экстракта и 1.5% мелассы, рН 7.0–7.2. Культивирование проводили в колбах Эрленмейера емкостью 100 мл в течение 72 часов при 28°C при постоянном перемешивании до массового выпадения спор. Для выделения активного комплекса культуральную жидкость экстрагировали дважды n-бутанолом в соотношении 2:1 и 1:4 при комнатной температуре и энергичном механическом перемешивании. После удаления растворителей в вакууме в остатке получали темно-коричневое масло, которое дважды промывали гексаном и затем небольшим количеством ацетона. В результате после полного испарения растворителей получали аморфный порошок светло-желтого цвета.

Фитотоксичность метаболитного комплекса штамма *B. subtilis* М-22 проверяли *in vitro* в модельных опытах на семенах томата сорта Новичок с использованием водной суспензии в трех

концентрациях: 1%, 0,1%, 0,01%. Повторность опыта 6-кратная, по 10 семян на чашку Петри. Учет всхожести семян проводили на 7-е и 14-е сутки. Экспозиция замачивания – 2 часа. В опыте использовали 2 контроля: контроль 1 – сухие семена; контроль 2 – семена замачивали в стерильной воде. Обработанные семена проращивали на увлажненных ватных матрасиках (по 20 мл стерильной воды) в чашках Петри.

Ростстимулирующие свойства штамма *B. subtilis* М-22 оценивали на томате сорта Новичок. Проводили предпосевную обработку семян и 2-кратную обработку вегетирующих растений культуральной жидкостью с титром клеток  $10^9$  КОЕ/мл. Семена отбирали, замачивали 2 часа, а затем высевали в грунт. Через 7 и 14 суток подсчитывали количество проросших семян, на 21-е и 35-е сутки – количество настоящих листьев. На 21-е сутки после посева в фазу 2–3 настоящих листьев опрыскивали растения культуральной жидкостью штамма *B. subtilis* М-22. Контроль обрабатывали водой. Через 14 суток проводили повторную

### Результаты исследований

Штамм *B. subtilis* М-22, составляющий основу био-препарата Гамаир, в процессе жизнедеятельности продуцирует комплекс вторичных метаболитов, обладающих антагонистической активностью. Важно было проверить возможное фитотоксическое действие активных метаболитов на растения томата при обработке семян. В ходе исследований проявления фитотоксического действия метаболитного комплекса не было установлено даже при 10-кратном увеличении рекомендованной концентрации. Всхожесть семян, обработанных 1%-ной суспензией препарата, не уступала контрольным вариантам (рис. 1).

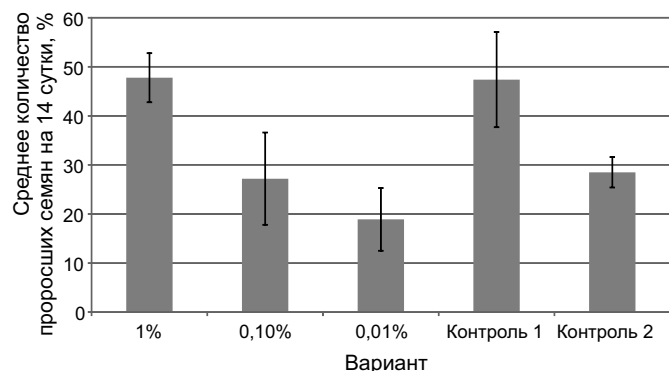


Рисунок 1. Влияние метаболитного комплекса *B. subtilis* М-22 на всхожесть семян томата сорта Новичок на 14 сутки

В результате определения ростстимулирующих свойств штамма *B. subtilis* М-22 установлено, что обработка семян культуральной жидкостью статистически достоверно стимулирует развитие растений томата сорта Новичок. На 35-е сутки после посева семян у обработанных растений было 5–6 листьев, у контрольных – 1–2 (рис. 2).

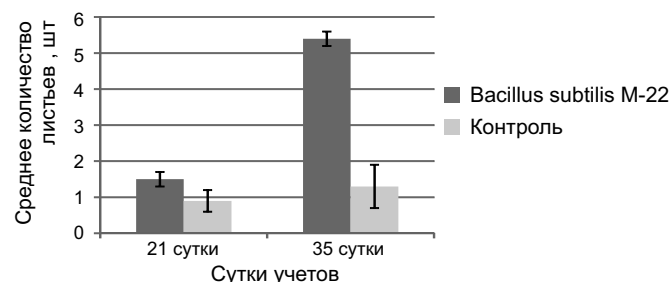


Рисунок 2. Влияние штамма *Bacillus subtilis* М-22 на развитие вегетативной массы томата сорта Новичок

обработку. Биометрические показатели определяли на 35-е сутки: измеряли длину стебля (от семядольного колена) и массу корневой системы.

Оценку антивирусной активности проводили на томате  $F_1$  Рио Гранде с использованием культуральной жидкости *B. subtilis* М-22 (титр клеток  $10^9$  КОЕ/мл), на сорте Новичок – препарата Гамаир в форме таблеток (2 г таблеток растворяли в 20 мл воды, титр клеток  $10^9$  КОЕ/мл)

О влиянии штамма *B. subtilis* М-22 как индуктора устойчивости судили по степени поражения зараженных растений по сравнению с контрольным вариантом. Степень поражения растений определяли по модифицированной специальной пятибалльной шкале, разработанной в ВИЗР [Халил, 1990].

Концентрацию ВМТо в растениях томата определяли биологическим методом (методом половинок листа) на *Datura stramonium* [Методы фитопатологии, 1974].

Длина стебля обработанных растений в 5 раз превышала длину необработанных, масса корня – в 10 раз (табл. 1).

Таблица 1. Влияние штамма *Bacillus subtilis* М-22 на биометрические показатели растений томата сорта Новичок

Вариант	Длина стебля, см	Масса корней, г
Культуральная жидкость штамма <i>B. subtilis</i> М-22	11.28±1.2	0.22±0.04
Контроль	2.33±1.1	0.02±0.01
НСР <sub>05</sub>	3.49	0.1

Для оценки антивирусной активности штамма *B. subtilis* М-22 растения томата  $F_1$  Рио Гранде обрабатывали в фазу 2–3 настоящих листьев культуральной жидкостью (титр  $10^9$  КОЕ/мл). Через 10 суток провели повторную обработку. Через 48 часов после 2-й обработки провели заражение растений изолятом ВМТо (на 26 сутки после посева семян). Через 10 суток провели повторное заражение (на 36-е сутки после посева семян). Опытные и контрольные растения томата до заражения имели одинаковые морфометрические параметры архитектоники куста (количество листьев и длина стебля).

На 32 и 42 сутки после первого заражения определяли степень поражения растений томата ВМТо по пятибалльной шкале. Проведенный анализ балловой оценки поражения растений томата ВМТо выявил, что растения томата  $F_1$  Рио Гранде, обработанные культуральной жидкостью штамма *B. subtilis* М-22 и зараженные затем ВМТо, повреждаются сильнее, чем растения, зараженные без предварительной обработки. Степень поражения обработанных растений на балл выше, чем у необработанных (рис. 3, 4).

Помимо визуальной балловой оценки пораженности растений вирусной инфекцией проводили определение концентрации вируса в листьях томата биологическим методом половинок листа. При этом было обнаружено существенное (в 2 раза по сравнению с контролем) превышение концентрации вируса в растениях, обработанных штаммом *B. subtilis* М-22, а затем зараженных ВМТо (рис. 5).

Испытания препарата Гамаир на томате сорта Новичок показали схожие результаты. Средняя степень поражения растений томата, обработанных Гамаиром, – 3,8 баллов, необработанных – 2,3 (рис. 6).

Концентрация вируса в растениях томата сорта Новичок, обработанных препаратом Гамаир, а затем зараженных ВМТо, выше, чем в контрольных (рис. 7).



Рисунок 3. Влияние штамма *Bacillus subtilis* M-22 на интенсивность проявления вирусной инфекции на растениях томата F<sub>1</sub> Рио Гранде



Рисунок 4. Растения томата F<sub>1</sub> Рио Гранде: справа – здоровое, в центре – зараженное ВМТo, слева – обработанное суспензией штамма *B. subtilis* M-22, а затем зараженное ВМТo

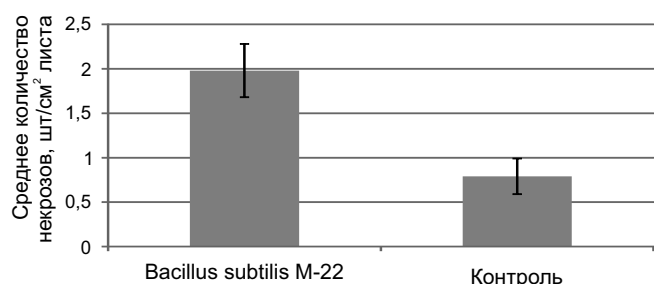


Рисунок 5. Влияние штамма *Bacillus subtilis* M-22 на проявление вирусной инфекции ВМТo на *Datura stramonium*



Рисунок 6. Растения томата сорта Новичок: справа – здоровое, в центре – зараженное ВМТo, слева – обработанное препаратом Гамаир, а затем зараженное ВМТo

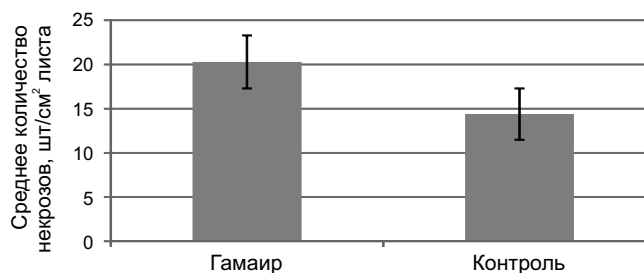


Рисунок 7. Влияние препарата Гамаир на проявление вирусной инфекции ВТМ на *Datura stramonium*

Таким образом, в результате исследований установлено, что культуральная жидкость штамма *Bacillus subtilis* M-22 – продуцента биопрепарата Гамаир и сам биопрепарат Гамаир обладают значительным ростстимулирующим эффектом в отношении растений томата. Проявления фитотоксического действия метаболитного комплекса при обработке семян томата сорта Новичок в опытах не отмечено.

Исследования не выявили антивирусной активности препарата Гамаир. Напротив, было показано, что при заражении растений томата ВМТo обработка культуральной жидкостью штамма *Bacillus subtilis* M-22 и препаратом Гамаир оказывает стимулирующий эффект на развитие вирусной инфекции.

Следует отметить, что микроорганизмы, обладающие высокой антагонистической активностью в отношении возбудителей болезней, синтезируют сложные комплексы биологически активных соединений разной химической природы. Полученные ранее данные свидетельствуют, что широкий спектр антагонистической активности штамма *B. subtilis* M-22 – продуцента полифункционального биопрепарата Гамаир для защиты растений от грибных и бактериальных инфекций и повышения урожайности сельскохозяйственных культур, обусловлен сложным компонентным составом активного комплекса, включающим соединения различного химического состава: гамаир А – полипептид, близкий к бациллину, гамаир В – гексаеновый антибиотик, отнесенный к подгруппе 1А (медиоцидина), гамаиры С и Д также представляют собой гексаеновые антибиотики [Новикова, 2011].

Выделенные и охарактеризованные ранее соединения пептидной и полиеновой природы, входящие в состав метаболитного комплекса штамма *S. chrysomallus* P-21 и обладающие выраженной фунгицидной активностью, в значительной степени препятствуют развитию вирусной инфекции томата, повышая болезнестойчивость в отношении ВТМ [Новикова, 2009, 2010]. Было отмечено достоверное уменьшение количества некрозов на листьях томата, особенно существенное при обработке суммарным метаболитным комплексом, выделенным из биомассы *S. chrysomallus* P-21, а также гексановой фракцией, выделенной из биомассы штамма *S. globisporus* Л-242 и содержащей неполиеновые соединения (79.0% и 72.8% соответственно). Визуальный терапевтический эффект, выраженный в увеличении срока развития и уменьшении диаметра некрозов, показал суммарный метаболитный комплекс, выделенный из биомассы *S. chrysomallus* P-21. Выявлено существенное ингибирование системного развития вирусной инфекции: средний балл поражения рас-

тений томата достоверно уменьшался во всех вариантах опыта.

Для выявления влияния метаболитных комплексов и их компонентов на развитие реакции сверхчувствительности были использованы растения дурмана обыкновенного [Новикова, 2009]. Как и на растениях томата, высокой биологической активностью в отношении ВТМ обладал суммарный метаболитный комплекс биопрепарата Хризомал. Уменьшение числа некрозов на листьях составило 35.0–83.3%. Эффективно подавляли развитие вируса пептидные компоненты комплекса – в этом варианте опыта биологическая эффективность составляла 50–65%. Напротив, гептаеновый комплекс штамма *S. chrysomallus* P-21, показавший высокую ингибирующую активность в отношении ВТМ на специфическом растении-хозяине – томате, вызвал резкое усиление реакции сверхчувствительности на дурмане обыкновенном. В этом варианте опыта количество некрозов на листьях увеличилось в 4.9 раз. Возможно, подобные различия связаны с особенностями метаболизма модельных растений и спецификой паразито-хозяинных отношений в процессе патогенеза ВТМ

на специфическом и неспецифическом растении-хозяине, что требует дополнительных исследований.

Таким образом, результаты изучения влияния вторичных метаболитов штаммов микробов-антагонистов фитопатогенных грибов и бактерий на развитие вирусных инфекций растений свидетельствуют, что его характер зависит от особенностей штамма микроорганизма и определяется химической природой действующих веществ, входящих в состав активного комплекса вторичных метаболитов. Полученные материалы свидетельствуют о необходимости проведения обязательной фитоэкспертизы семян и полевого фитомониторинга с целью выявления ВТМ перед применением препарата. Это особенно важно для выявления семенной инфекции, поскольку регламент применения препарата Гамаир предусматривает предпосевную обработку семян. Вполне возможно, что другие аналогичные препараты и стимуляторы роста могут обладать подобным эффектом, и, в связи с этим, необходима осторожность при их использовании в случае вирусной патологии, особенно при работе с семенным материалом.

#### Библиографический список (References)

- Борисенко С. И. Эффективность оздоровления картофеля методом культуры апексов с помощью ингибиторов вирусов / С. И. Борисенко, В. А. Шмышля, Г. Шустер // Докл. ВАСХНИЛ. 1985. N 10. С. 10–11.
- Ладыгина М. Е. Физиолого-биохимическая природа вирусного патогенеза, устойчивости и регуляция антиинфекционной активности / М. Е. Ладыгина, А. В. Бабоша // Физиология растений. 1996. Т. 43. N 5. С. 729–742.
- Методы фитопатологии / З. Кирай, З. Клемент, Ф. Шоймоши, Й. Вереш. М.: Колос, 1974. 343 с.
- Новикова И.И. Выделенных из *Streptomyces chrysomallus* P-21 и *S. globisporus* L-242 – штаммов-продуцентов полифункциональных биопрепаратов Хризомал и Глоберин для защиты растений от болезней разной этиологии / И.И. Новикова, Ю.Д. Шенин, А.Е. Цыпленков, Т.С. Фоминых, П.В. Суика, И.В. Бойкова // Вестник защиты растений. 2009. N 2. С. 3–19.
- Новикова И.И. Выделение и характеристика антибиотиков, выделенных из *Streptomyces chrysomallus* P-21 и *S. globisporus* L-242 / И.И. Новикова, Ю.Д. Шенин, П.В. Суика // Биотехнология. 2010. N 2. С. 41–53.
- Новикова И. И. Выделение, идентификация и антигрибная активность метаболитов комплекса гамаир, образуемого штаммом – продуцентом биопрепарата для защиты растений от микозов и бактериозов / И. И. Новикова, Ю. Д. Шенин // Биотехнология. 2011. Т.47. N 2. С. 45–58.
- Толкач В. Ф. Биологические свойства дальневосточных штаммов ВТМ и ВОМ, распространенных на овощных культурах / В. Ф. Толкач, Р.
- В. Гнутова, Е. А. Хихлуха, И. В. Гнутова // Вестник защиты растений. 1995. N 3. 2003. С. 31–38.
- Тютюрев С.Л. Эффективность индукторов болезнестойчивости в оздоровлении семенного материала от вирусных и грибных болезней / С.Л. Тютюрев, Т.А. Евстигнеева, Павлова Н.А. // Интегрированная защита растений: стратегия и тактика: материалы. Междунар. Науч.-практ. Конф. (Минск, 5–8 июля); Несвиж, 2011. С. 579–583.
- Фоминых Т. С. Система мероприятий по защите овощных культур от вирусных и фитоплазменных болезней в условиях Астраханской области РФ / Т. С. Фоминых, Д. З. Богоутдинов, Г. П. Иванова и др. Астрахань, 2012. 51 с.
- Фоминых Т.С. Вирусные болезни пасленовых культур на юге России / Т.С. Фоминых, Е.А. Зорина // Картофель и овощи. N 7. 2014. С. 28–29.
- Халил Х.А. Устойчивость коллекционных образцов перца к вирусам / Х.А. Халил, Т.С. Фоминых, М.В. Воронина // Науч.-техническая бюллетень ВАСХНИЛ. М.: 1990. Вып. 199. С. 89.
- Nagai J., Choi Y. M., Tochibara H. TMV-*u*, a new strain of tobacco mosaic virus isolated from sweet pepper. / Ann. Phytopathol. Soc. Jap., Vol. 53. N 4. 1987. P.540–543.
- Phatak H. C. The role of seed and pollen in the spread of plant pathogens, particularly viruses / H. C. Phatak // Trop. Pest Manag. 1980. Vol. 26. N 3. P. 278–285.

#### Translation of Russian References

- Borisenko S.I., Shmyshlja V.A., Shuster G. Efficiency improvement of potato culture by using the apexes virus inhibitors. Dokl. VASKHNIL. 1985. N 10. P. 10–11. (In Russian).
- Fominykh T.S., Bogoutdinov D.Z., Ivanova G.P. et al. System of measures to protect vegetable crops from virus and phytoplasma diseases in the Astrakhan region of the Russian Federation. Astrakhan, 2012. 116 p. (In Russian).
- Fominykh T.S., Zorina E.A. Viral diseases of solanaceous crops in southern Russia. Kartofel i ovoshhi. 2014. N 7. P. 28–29. (In Russian).
- Khalil Kh.A., Fominykh T.S., Voronina M.V. Resistance of collection samples of pepper to viruses. Nauch.-tekhnicheskii byulleten VASKHNIL. Moscow, 1990. V. 199. P. 89. (In Russian).
- Kirai Z., Klement Z., Shoimoshi F., Veresh J. Methods of plant pathology. Moscow: Kolos, 1974. 343 p. (In Russian).
- Ladygina M.E., Babosha A.V. Physiological and biochemical nature of viral pathogenesis, stability and regulation of anti-infective activity. Fiziologiya rastenij. 1996. V. 43, N 5. P. 729–742. (In Russian).
- Novikova I.I., Shenin Ju.D., Suika P.V. Isolation and characterization of Antibiotics Produced by *Streptomyces chrysomallus* R-21 and *S. globisporus* L-242 strains. Biotechnologija. 2010. N 2. P. 41–53. (In Russian).
- Novikova I.I., Shenin Ju.D. Isolation, identification and anti-fungal activity of Gamair complex metabolites formed strain-producer of biological products for plant protection against fungal infections and bacterial diseases. Biotechnologija. 2011. V.47. N 2. P. 45–58. (In Russian).
- Novikova I.I., Shenin Ju.D., Tsyprenkov A.E., Fominykh T.S., Suika P.V., Boikova I.V. Biological features of peptides and heptaene aromatic macrolides isolated from *Streptomyces chrysomallus* r-21 and *S. globisporus* L-242 – strain-producers of multifunctional biopreparations Chrysomal and Globerin for plant protection against diseases of various aetiology. Vestnik zashhity rastenij. 2009. N 2. P. 3–19. (In Russian).
- Tolkach V.F., Gnutova R.V., Khikhluha E.A., Gnutova I.V. Biological properties of the Far Eastern strains of TMV and CMV, common in vegetables. Vestnik zashchity rastenii. 1995. N 3. 2003. P. 31–38. (In Russian).
- Tyuterev S.L., Evstigneeva T.A., Pavlova N.A. The effectiveness of disease resistance inducers in improving seed of viral and fungal diseases. In: Integrirovannaya zashchita rastenij: strategiya i taktika: materialy. Mezhdunar. Nauch.-prakt. Konf. (Minsk, 5–8 iyulya); Nesvizh. 2011. P. 579–583. (In Russian).

## INFLUENCE OF STRAIN *BACILLUS SUBTILIS* M-22, PRODUCER OF BIOPESTICIDE GAMAIR, ON TOMATO MOSAIC VIRUS INFECTION DEVELOPMENT

E.A. Zorina, T.S. Fominykh, I.I. Novikova

*All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia*

One of the most common and harmful viruses on the open ground culture of tomato is a tomato strain (VMTo) of the tobacco mosaic virus. Resistant tomato varieties are practically absent. The purpose of this research was to evaluate the antiviral activity of the strain *B. subtilis* M-22, producer of the biopesticide Gamair, against tomato mosaic virus and to confirm its growth-stimulating properties and absence of phytotoxicity. As a result, the growth-stimulating properties and absence of phytotoxicity of the Gamair was confirmed. Investigations did not reveal antiviral activity of the biopesticide Gamair. It was shown that the treatment of tomato plants infected by VMTo by the strain *B. subtilis* M-22 culture liquid and by the biopesticide Gamair displayed a stimulatory effect on the viral infection development. These data indicate the necessity of seed and plant analyses before using the biopesticide in order to detect the VMTo. It is especially important for the detection of seed infection, because the Gamair is recommended as a seed protectant.

**Keywords:** tomato; tobacco mosaic virus; tomato mosaic virus; immunostrip; strain-producer; biopesticide, Gamair.

### Сведения об авторах

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608  
Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация

*Зорина Елена Анатольевна.* Младший научный сотрудник

\**Фоминых Татьяна Сергеевна.* Старший научный сотрудник, кандидат биологических наук, e-mail: fominyh.tatyana@yandex.ru

*Новикова Ирина Игоревна.* Ведущий научный сотрудник, доктор биологических наук, e-mail: irina\_novicova@inbox.ru

### Information about the authors

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo shosse, 3, 196608,  
St. Petersburg, Pushkin, Russian Federation

*Zorina Elena Anatoliievna.* Junior Researcher

\**Fominykh Tatyana Sergeevna.* Senior Researcher, PhD in Biology,  
e-mail: fominyh.tatyana@yandex.ru

*Novikova Irina Igorevna.* Leading Researcher, DSc in Biology,  
e-mail: irina\_novicova@inbox.ru

\* Ответственный за переписку

\* Responsible for correspondence