

МОНИТОРИНГ ВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ НА РАСТЕНИЯХ ПЕРЦА В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО И ОТКРЫТОГО ГРУНТА РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН



MONITORING OF VIRAL INFECTION IN SWEET PEPPER PLANTS GROWN IN GREENHOUSE AND OPEN FIELD IN DIFFERENT CLIMATIC ZONES

Мамедов М.И.¹ – доктор с.-х. наук, профессор, зав. лабораторией селекции и семеноводства пасленовых культур
 Пышная О.Н.¹ – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зам.директора

Джос Е.А.¹ – кандидат сельскохозяйственных наук, с.н.с. лаборатории селекции и семеноводства пасленовых культур

Енгальчева И.А.¹ – кандидат сельскохозяйственных наук, с.н.с. лаборатории иммунитета и защиты растений

Козловская Е.А.² – научный сотрудник ССФ «Агросвит»

¹ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства овощных культур» (ФГБНУ ВНИИССОК) 143080, Россия, Московская обл., Одинцовский р-н, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д.14

E-mail: mubaris-mamedov@yandex.ru

² ССФ «Агросвит», Украина

Украина, Сумская область, г. Конотоп, ул. Батуриновська, д. 1 г

Mamedov M.I.,¹
 Pishnaya O.N.,¹
 Dzhos E.A.,¹
 Engalycheva I.A.,¹
 Kozlovskaya E.A.²

¹ Federal State Budgetary Research Institution 'All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Breeding and Seed Production' Selectionnaya St. 14, Odintsovo region, Moscow oblast, p. VNISSOK, 143080, Russia
 E-mail: mubaris-mamedov@yandex.ru

² Plant Breeding and Seed Production Company 'Agrosvit', Ukraine

Вирусная инфекция является важным фактором, лимитирующим урожайность и качество плодов. На ОПБ ВНИИССОК в условиях малообъемной гидропоники на растениях перца сладкого распространение вирусной инфекции имело очаговый характер. Выявлено два типа проявления симптомов. У селекционных форм со светло-зеленой окраской плодов: Мария, Л-Очарование, Белоснежка, были отмечены растения с симптомами зеленой мозаики, хлоротичности, искривления центральной жилки на верхушечных листьях, скручивания листовой пластинки краями внутрь. На плодах отмечена деформация и мозаичность, симптомы внутреннего некроза. Степень развития болезни на плодах и листьях составляла 100%. Результаты иммуноферментного анализа и экспресс-метода с использованием иммунострипов позволили идентифицировать вирус табачной мозаики (ВТМ). На растениях Л-Руза, Л-Хризолит и Л-Княжич отмечена ярко-желтая мозаика, морщинистость, на плодах – деформация и мозаичность. Симптомы проявлялись на верхних листьях к концу вегетации, что обусловлено более поздним поражением растений вирусом. Степень развития болезни на листьях и плодах была ниже, чем на растениях с зеленой мозаикой и составила 10,5-25%. Проведенная в условиях открытого грунта иммунологическая оценка показала смешанную вирусную инфекцию ВТМ+ВОМ, степень развития болезни доходила до 37,5%. При электронной микроскопии в соке инфицированных растений перца с симптомами зеленой и желтой мозаики обнаружены палочковидные частицы вируса табачной мозаики размером 30 нм.

Ключевые слова: мониторинг, перец сладкий, защищенный грунт, вирус табачной мозаики, иммуноферментный анализ, болезни, устойчивость.

35 viruses have been reported to infect peppers (*Capsicum* spp.) and those lead to economic losses like low and variable yield. Viral diseases are an important factor provoking low yield and reduced fruit quality. In low volume hydroponics the spread of virus infection had local character. The two types of symptoms were revealed. The plants with symptoms of green mottle, chlorosis, deformation of mid-rib in top leaves, and leaf blade rolling by edges inwardly were observed in breeding accessions with light-green fruit color such as 'Maria', 'L-Ochrovanie', 'Belosnezhka'. The deformation, mottle and symptoms of inner necrosis can be seen on fruits. The degree of disease development reached 100%. The results of enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) and ImmunoStrips assays enabled to identify the tobacco mosaic virus (TMV). There were blight-yellow mottle, wrinkling on entire plants and deformation and mottling on fruits. The symptoms appeared on the top leaves by the end of vegetation period that was caused by late viral impact. The degree of developing the disease was 10.5-25% on leaves and fruits that was less than on plants with green mosaic. Immunological tests carried out in open field showed the combined virus infections, consisting of TMV+CMV with degree of disease development was 37.5%. The rod-shaped particles, 30 nm in size, belonging to tobacco mosaic virus were discovered with the use of electron microscopy in pepper plants showing the symptoms of green and yellow mosaic.

Keywords: monitoring, sweet pepper, protected cultivation, tobacco mosaic virus, enzyme-linked immunosorbent assay, diseases, resistance.

В природе существуют минимум два фактора, сдерживающих дальнейший рост объемов продукции сельского хозяйства, особенно в сочетании с неграмотным и ненаучным подходом человека к землепользованию.

Первый – ограничение продуктивности генетического порядка, здесь резерв составляет 50-60 % сегодняшнего уровня.

Второй фактор – болезни растений. На 3-4 тыс. используемых человеком культурных растений известно около 30 тыс. видов возбудителей: 25 тыс. грибных болезней, 600 вызывают черви-нематоды, более 200 – бактерии, более 300 – вирусы. У риса и пшеницы известны по 100 возбудителей болезней, у кукурузы – 60, у ячменя и сорго – по 50.

Различные паразиты, в том числе насекомые, и сорняки доводят объем предуборочных потерь уже до 25-40%. В мире из-за насекомых теряется 14% урожая, заболеваний растений, вызванных червями и грибами – 12%, сорняков – 9% и 10% уничтожаются грызунами. После уборки в процессе транспортировки и хранения гибнут еще 5-25% урожая. Только в 1980 году по экспертным оценкам, потери злаковых культур до сбора урожая достигли 277 млн т, что составило 40 млрд \$, а стоимость утраченного зерна после сбора урожая превысила еще 20 млрд \$. За последующие десятилетия никаких заметных изменений в лучшую сторону здесь не произошло. Из этих потерь в какой-то мере оправданными можно считать те, которые вызваны болезнями растений, так как они способствуют выработке у них иммунитета к другим вредным факторам. Поскольку даже гипердозы химикатов не помогают справиться с этими болезнями, а лишь способствуют их трансформации в устойчивые формы, а также вызывают хронические интоксикации у людей и животных. Поэтому, разумнее было бы воздержаться от химической войны с ними, сведя потери к минимуму посредством использования в производстве генетически устойчивых к болезням и вредителям сортов сельскохозяйственных растений.

Россия по земельным ресурсам находится в пятерке лидирующих стран, но она отличается крайне низким уровнем интенсификации в продуктивности растениеводства по сравнению со странами с сопоставимой площадью пашни и со средним мировым уровнем.

Низкий уровень экономики аграрного сектора не позволяет задействовать значительные достижения фундаментальных и прикладных наук в области создания и использования генетических ресурсов.

В последние десятилетие в стране появились опасные болезни и вредители, что в первую очередь связано с высокой мобильностью мировой торговли. Кроме того, на бросовых пахотных землях сложились благоприятные условия для развития стабильных вредных организмов. Ежегодно в стране в целом и на отдельных больших территориях происходят массовые нашествия вредителей и развиваются эпифитотии болезней. Например, в 2012-2013 годах в Астраханской области из-за вирусных заболеваний 90% посевных площадей томата пришли в непригодность.

Растения перца чувствительны более чем к 30 различным вирусам, встречающимся на растениях рода *Capsicum* в естественных условиях и более 40, способным поражать различные виды перца при искусственном заражении (Horvath, 1986).

Анализ литературы и проведенная нами диагностика вирусных заболеваний на перце сладком и томате показали, что в условиях защищенного грунта Московской области идентифицированы вирус табачной мозаики (*Tobacco Mosaic Virus - TMV*), вирус огуречной мозаики (*Cucumber Mosaic Virus - CMV*), X-вирус картофеля (*Potato virus X - PVX*), вирус бронзовости томата (*Tomato spotted wilt virus - TSWV*), Y-вирус картофеля (*Potato virus Y - PVY*), вирус мозаики люцерны (*Alfalfa mosaic virus - AMV*), вирус томатной мозаики (*Tomato Mosaic Virus - ToMV*) (Власов и др., 1992; Новиков и др., 1994; Мишин, 1998; Можяева, Гирсова, 2003; Енгальчева, 2007).

В условиях защищенного и открытого грунта по степени вредоносности на культуре перца (*Capsicum L.*) выделяется вирус табачной мозаики, который является ответственным за значительные экономические потери, вследствие чего стал серьезной угрозой для овощеводства и семеноводства (Гнутова, 2012).

Вирус табачной мозаики принадлежит к семейству *Tobamovirus*. Вирусные частицы – удлиненные жесткие палочки размером 30x19 нм. Точка тепловой инактивации в зависимости от штамма – 85...92°C в течение десяти минут. Вирус сохраняет свою патогенность при разведении до 10⁻⁶, и после хранения сока больных растений при комнатной температуре в течение 4-6 недель. В стерильном соке вирус сохраняет свою патогенность до пяти, в сухих листьях – свыше 50 лет. *TMV* обладает сильным антигенным свойством и может быть идентифицирован серологическими методами даже в очень низких концентрациях (Станчева, 2005).

Вирус сохраняется в почве на больных неразложившихся растительных остатках и в грунте при выращивании растений в условиях гидропоники. Основным источником распространения патогена являются семена, которые имеют как поверхностное заражение *TMV*, так и могут содержать вирус глубоко в семени.

Поэтому, наравне с селекцией сельскохозяйственных культур на генетическую устойчивость, мониторинг и идентификация заболеваний являются основополагающими мероприятиями для своевременного выявления очагов распространения, определения видового состава и мер борьбы с ними, так как стрессовые агроклиматические условия окружающей среды преодолевают заложенную устойчивость, появляются более агрессивные штаммы и т.д.

Материал и методика исследований

В качестве материала исследований использовали образцы растений перца, сорную и дикую растительность с вирусоподобными симптомами.

Фитопатологический мониторинг вирусной инфекции на растениях перца сладкого проводили в условиях малообъемной гидропоники, пленочной теплицы и открытого грунта. В 2014 году: в условиях малообъемной гидропоники исследованы 76, пленочной теплицы – 204, открытого грунта 112 селекционных форм и гибридных комбинаций. В 2015 году: в условиях малообъемной гидропоники исследованы 57, пленочной теплицы – 254, открытого грунта 50 генотипов.

Идентификацию возбудителей проводили методами визуальной, серологической диагностики (иммуноферментный анализ), методом растений-индикаторов, «экспресс - мето-

дом» с использованием иммунострипов, методом микроскопирования.

Метод растений-индикаторов. Для подтверждения инфекционного начала обнаруженных симптомов в лабораторных условиях листья с отобранных растений использовали для механической инокуляции. В качестве растений - индикаторов использовали растения табака (*Nicotiana glutinosa*), клевера лугового (*Trifolium pratense*), томата (*Solanum lycopersicum* L.), петунии (*Petunia*), фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.), гороха посевного (*Pisum sativum* L.), горошка душистого (*Lathyrus odoratus* L.), перца сладкого (*Capsicum annuum* L.). В лаборатории вирусологии Биолого-почвенного института ДВО РАН в качестве индикаторов использовали растения капусты пекинской (*Brassica rapa*), табака (*Nicotiana tabacum*, сорта Ксанти и Самсун), гомфрены шаровидной (*Gomphrena globosa*), дурмана обыкновенного (*Datura stramonium*), кабачка (*Cucurbita pepo* var. *giromontha*), мари белой (*Chenopodium album*), бобов конских (*Vicia faba*), фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.), гороха посевного (*Pisum sativum* L.) и вигны (*Vigna unguiculata*).

Визуальную оценку поражения генотипов перца сладкого вирусами проводили по 5-бальной шкале (Методические указания, 2007). Устойчивость оценивали на основе комплекса показателей: средний балл поражения, степень развития болезни, распространение болезни.

Электронную микрографию проводили на оборудовании ИБМ ДВО РАН Центра Коллективного пользования «Дальневосточный центр электронной микроскопии»: электронный микроскоп «Libra 200 FE HT».

Иммуноферментный анализ (ИФА) по «сэндвич» варианту. Присутствие в соке листьев вируса мозаики салата и вируса табачной мозаики определяли с помощью диагностического

набора фирмы Agdia по общепринятой методике. Оценку результатов иммуноферментного анализа (ИФА) проводили с помощью спектрофотометра при длине волны 480 нм, определяя относительную концентрацию вирусных частиц в пробах.

Применяли следующие градации пораженности вирусами в зависимости от относительной концентрации ИФА:

- устойчивый – от 0 до 0,1;
- пораженность слабая – от 0,1 до 0,2;
- пораженность средняя – от 0,2 до 0,5;
- пораженность сильная – 0,5 и выше (Uerachi et al, 1995).

Для идентификации вируса табачной мозаики, вируса томатной мозаики, вируса огуречной мозаики, X-вируса картофеля применяли иммунологический экспресс-метод диагностики заболеваний с использованием иммунострипов.

По результатам визуальной оценки и ИФА определяли степень устойчивости генотипов к вирусной инфекции.

Результаты исследований

В условиях малообъемной гидропоники в 2014-2015 годах, на растениях перца сладкого распространение вирусной инфекции имело очаговый характер. Так, в процессе обследования выявлено два типа проявления симптоматики. У селекционных форм перца сладкого со светло-зеленой окраской плодов Мария, Л-Очарование, Белоснежка были отмечены растения с симптомами зеленой мозаики, хлоротичности, искривления центральной жилки на верхушечных листьях, скручивания листовой пластинки краями внутрь; на плодах отмечена деформация, мозаичность и внутренний некроз. Степень развития болезни на плодах и листьях составила 100%, и эти образцы были полностью удалены. Растения табака (*Nicotiana glutinosa*) и перца сладкого (*Capsicum annuum* L.) на заражение отреагировали появлением морщинистости,

Таблица 1. Результаты визуальной оценки и экспресс метода с использованием иммунострипов на генотипах перца сладкого с симптомами вирусного поражения в условиях малообъемной гидропоники (2014-2015 годы)

Название генотипа	Лист		Плод		Наличие вируса в соке		
	Ср,* %	Балл поражения	Ср,* %	Балл поражения	ВТМ	ВОМ	УВК
Л-Руза	12,5	0,5	0	0	+	+	-
Л- Княжич	10,5	0,35	10,5	0,35	+	-	-
Л- Очарование	100	4	100	4	+	-	-
Л- Хризолит	12,5	0,5	0,09	0,38	+	-	-
Белоснежка	100	4	100	4	+	+	-
Мария	100	4	100	4	+	+	-
Флорида	75	3	50	2	-	-	-
Мадонна	75	3	50	2	-	-	-
Л- (Желтоплодный)							
Л- (Желтоплодный x G.S.)	50	2	15,6	0,6	-	-	-

*Степень развития болезни, %

точечных некрозов и зеленой мозаики, табака Ксанти (*Nicotiana tabacum*) — появлением мелких локальных некрозов серого цвета (табл. 2).

На растениях Л-Руза, Л-Хризолит и Л-Княжич отмечена ярко-желтая мозаика, морщинистость, на плодах – деформация и мозаичность. Симптомы проявлялись на верхних листьях к концу вегетации, что обусловлено более поздним поражением растений вирусом. Степень развития болезни на листьях и плодах была ниже, чем на растениях с зеленой мозаикой, и

составила 10,5-25%. При инокуляции соком растений-индикаторов, на листьях томата (*Solanum lycopersicum*) и табака (*Nicotiana glutinosa*) отмечена морщинистость, некроз и желтая мозаика, на листьях сорта табака Ксанти (*Nicotiana tabacum*) – мелкие локальные некрозы серого цвета (табл. 2). По результатам экспресс-метода с использованием иммунострипов и иммуноферментного анализа во всех образцах идентифицирован вирус табачной мозаики (ВТМ). При электронной микроскопии, проведенной сотрудниками лаборатории вирусологии

Таблица 2. Реакция растений табака, томата и перца сладкого на инокуляцию соком, полученным с растений перца сладкого с симптомами зеленой и желтой мозаики (2014 -2015 годы)

Зеленая мозаика				Желтая мозаика		
<i>Nicotiana glutinosa</i>	<i>Solanum lycopersicum</i>	<i>Capsicum annuum</i>	<i>Nicotiana tabacum</i> (Ксанти)	<i>Nicotiana tabacum</i> (Ксанти)	<i>Nicotiana glutinosa</i>	<i>Solanum lycopersicum</i>
светло-зеленая мозаика	нет	светло-зеленая мозаика	мелкие локальные некрозы серого цвета	Мелкие локальные некрозы серого цвета	желтая мозаика	желтая мозаика
деформация листовой пластины		деформация листовой пластины			деформация листовой пластины	деформация листовой пластины
точечный некроз		точечный некроз			некроз	точечный некроз

Таблица 3. Результаты визуальной оценки и экспресс-метода с использованием иммунострипов на генотипах перца сладкого, с симптомами вирусного поражения в условиях открытого грунта (2014-2015 годы)

Название генотипа	Лист			Плод			Наличие вируса в соке		
	Ср*, %	Хср±Sx	Сv, %	Ср* %	Хср±Sx	Сv, %	ВТМ	ВОМ	УВК
F ₁ (Жёлтый Букет x Здоровье №3)	12,5	0,5	0	0	0	0	+	-	-
F ₁ (Сирень x Здоровье №3)	18,5	0,75±0,03	3,6	12,5	0,5	0	+	-	-
F ₁ (Здоровье №4 x Жёлтый Букет)	12,5	0,5	0	12,5	0,5	0	+	-	-
F ₁ (Жёлтый Букет x Здоровье №4)	18,3	0,73±0,07	9,2	2	0,08±0,03	31,6	+	-	-
F ₁ (Сирень x Здоровье №4)	5,8	0,23±0,03	13,4	0	0	0	+	-	-
Л - Здоровье №3	17,0	0,68±0,07	11,0	4,5	0,18±0,03	16,7	+	-	-
F ₁ (Здоровье №3 x Сладён)	25,0	1,05±0,12	11,1	16,3	1,05±0,16	15,1	+	-	-
F ₁ (Здоровье №3 x Жёлтый Букет)	25,0	1,00±0,07	7,1	10,4	0,42±0,02	4,9	+	+	-
F ₁ (Здоровье №4 x Сладёна)	15,3	0,61±0,05	8,9	15,3	0,61±0,13	21,2	+	-	-
F ₁ (Сладёна x Здоровье №4)	22,2	0,89±0,09	9,6	12,5	0,5	0	+	+	-
Казачок – st.	17,2	0,50±0,05	10,0	16,7	0,67±0,06	8,7	+	-	-
Л - Жёлтый букет	13,0	0,58±0,01	2,4	0	0	0	+	-	-
Л - Толстячок	12,5	0,5	0	12,5	0,5	0	+	-	-
Л - Сирень	12,5	0,5	0	12,5	0	0	+	-	-
F ₁ (Казачок x Здоровье №3)	25,0	1,0	0	31,2	1,250,12	0	+	-	-
F ₁ (Здоровье №4 x Толстячок)	37,5	1,80±0,03	1,4	20,0	0,92±0,01	1,12	+	+	-
F ₁ (Казачок x Здоровье №4)	33,3	1,33±0,08	5,7	12,5	0,50±0,05	10,0	+	+	-
Сладёна – st.	30,4	1,21±0,08	6,2	19,6	1,21±0,13	10,6	+	+	-

*Степень развития болезни, %



Рис. 1. Симптомы ВТМ на растениях подорожника обыкновенного (*Plantago major*).



Рис. 2. Симптомы ВТМ на растениях мари белой (*Chenopodium album*).



Рис. 3. Симптомы ВТМ на растениях бодяга полевого (*Cirsium arvense*).



Рис. 4. Симптомы ВТМ на плодах перца сладкого (*Capsicum annuum*, малообъемная гидропоника).

биолого-почвенного института Волковым Ю.Г. и Гапекоей А.В., в соке инфицированных растений перца сладкого с симптомами желтой и зеленой мозаик обнаружены палочковидные частицы вируса табачной мозаики размером 30 нм.

По данным Белянкиной О.Г. (1995) зеленую мозаику на перце вызывает штамм ВТМ К2, а желтую – ВТМ Н4.

Также в условиях малообъемной гидропонии и пленочной теплицы были отмечены единичные растения, у которых на молодых верхушечных листьях наблюдалось чередование темно-зеленых участков и бело-зеленых. Степень развития болезни составила 35-55%. По литературным данным такой вид симптомов вызывает вирус мозаики люцерны.

Проведенная в условиях открытого грунта иммунологическая оценка генотипов перца сладкого показала, что 37,5% образцов были поражены вирусной инфекцией. На листьях гибридных комбинаций F₁(Здоровье №3 x Сластена), F₁(Желтый букет x Здоровье №3), F₁(Сирень x Здоровье №3), F₁(Здоровье №4 x Желтый букет), F₁(Желтый букет x Здоровье №4), F₁(Сирень x Здоровье №4) и Л- Здоровье №3 отмечены симптомы зеленой мозаики, искривления центральной жилки, на некоторых растениях происходило отмирание нижних листьев. Появление признаков поражения вирусной инфекцией на листьях у данных образцов было отмечено только в фазу биологической спелости плодов, степень развития болезни на листьях и плодах составила 12,5-25,0% (табл. 3).

На растениях F₁(Здоровье №3 x Жёлтый Букет), F₁(Здоровье №4 x Сластёна), F₁(Сластёна x Здоровье №4), Казачок, Желтый букет, Толстячок и Сирень отмечены симптомы желтой мозаики на листьях и плодах, деформация листовой пластины. Появление признаков поражения вирусной инфекцией на листьях у данных образцов также отмечено только в фазу биологической спелости плодов, степень развития болезни на листьях и плодах составила 18,5-30,4% (табл. 3). На растениях F₁(Здоровье №3 x Жёлтый Букет), F₁(Сластёна x Здоровье №4), F₁(Казачок x Здоровье №4) и Сластена обнаружена смешанная вирусная инфекция ВТМ+ВОМ, степень развития болезни у них доходила до 37,5%.

Во многих случаях сорняки играют роль промежуточных хозяев возбудителей вирусных болезней овощных культур. Как показали результаты анализа экспресс-метода с использованием иммунострипов, на мари белой (*Chenopodium album* L.) ВТМ вызывал симптомы крапчатости и искривления центральной жилки, на клевере луговом (*Trifolium pratense*) отмечена мозаичность, на осоте полевым (*Cirsium arvense*) – морщинистость и хлоротичность, на подорожнике (*Plantago*) – искривление центральной жилки и морщинистость. Поэтому можно предположить, что эти сорные растения являются резервуарами данной вирусной инфекции.

Полученные на основе мониторинга результаты оценки распространения вирусной инфекции на растениях перца сладкого в условиях защищенного и открытого грунта позволили ранжировать генотипы по группам. В зависимости от климатических условий открытого грунта заражение вирусной инфекцией и ее распространение наблюдалось у 16-38% исследованных генотипов. В условиях малообъемной гидропонии на некоторых генотипах распространение вирусной инфекции достигало 100% с баллом поражения 4. Все эти генотипы со

светло-зеленой окраской плодов в фазе технической спелости.

Результаты сортоиспытания в различных условиях показывают снижение продуктивности и выхода товарной продукции у инфицированных растений. Потери у некоторых неустойчивых гибридов и линий достигали 100%. Плоды перца сладкого, сформировавшиеся после заражения растения, имеют мозаичные пятна, неравномерно окрашены и отличаются ухудшением внешнего вида и вкусовых качеств. На молодых плодах появляются вдавленные некротические пятна темной окраски в виде точек или колец. По мере роста и развития плода, пятна становятся глубже, а плоды непригодными для потребления.

В то же время, новые гибридные комбинации перца сладкого, созданные на основе географически отдаленных и генетически дивергентных линий и устойчивые к вирусным инфекциям, формировали полноценный урожай в условиях умеренного климата (Московская область) и степной зоны (Херсонская область, Украина).

Урожайность устойчивых гибридов перца сладкого в условиях открытого грунта зоны умеренного климата, при посадке растений в первой декаде июля, варьировала в пределах 3,23-6,35 кг/м² (табл. 4). При этом в условиях зоны умеренного климата, с недостаточным обеспечением тепловых ресурсов, 30-50% сформировавшихся плодов достигали фазы биологической спелости в третьей декаде августа. В более благоприятных условиях 2016 года по сумме эффективных температур, урожайность у F₁ Лекарь составила 6,35 кг/м² со средней массой плода 160 г, F₁Натали – 5,70 кг/м² и 140 г соответственно, что на 55-85% выше, чем у стандартных сортов Сластена и Казачок (табл.4). При этом выход товарного урожая у этих гибридов составлял 85% и выше, против 72-78% у стандартов. Другие гибриды также выделились высокой урожайностью – 4,6-4,9 кг с единицы площади.

В условиях степной зоны, урожайность этих гибридных комбинаций была значительно выше. Например, урожайность с единицы площади у F₁ Медок (LS-12-10 – обозначение в условиях степной зоны) в условиях умеренного климата (в среднем за 2 года) составила 4,24 кг/м², а в степной зоне – 9,25 кг/м², что на 2,18 раза больше. При этом средняя масса плода ниже на 17%, что связано с густотой стояния растений в степной зоне – 70000 раст./га, против 55000 раст./га в условиях умеренного климата. Такая закономерность наблюдается у всех гибридных комбинаций.

Таким образом, вирусные заболевания являются важным фактором, лимитирующим урожайность и ухудшающим качество плодов перца. Идентификация вируса никогда не должна основываться только на симптомах, поскольку симптомы зависят от штамма вируса, вида и возраста растения-хозяина, условий окружающей среды и возможного смешанного заражения с другими вирусами. Разные вирусы могут показать идентичные симптомы, так как некоторые повреждения, вызванные трипсами и клещами, могут имитировать симптомы вирусного заражения. Кроме того, симптомы поражения растений перца вирусами очень часто трудно отличимы от тех, которые вызваны различными неинфекционными стрессовыми факторами: пониженная температура, засуха, длительное переувлажнение, недостаток питательных веществ.

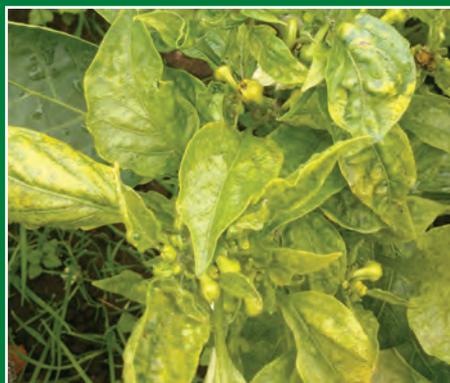


Рис. 5. Симптомы желтой мозаики ВТМ на листьях перца сладкого.



Рис. 6. Симптомы зеленой мозаики ВТМ на листьях перца сладкого.



перец сладкий F₁ Натали



перец сладкий F₁ Лекарь

Таблица 4. Урожайность устойчивых к вирусам гибридов F₁ перца сладкого в условиях открытого грунта различных географических зон (2015-2016 годы)

Названия гибрида	Урожайность, кг/м ²				Средняя масса плода, г			
	Московская область		Херсонская область		Московская область		Херсонская область	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
F ₁ (Сирень x Здоровье)	3,23	4,83	-	-	63	86	-	-
F ₁ Лекарь (LS 13-11*)	4,12	6,35	9,7	8,5	126	160	108	110
F ₁ Натали (LS 13-09*)	5,54	5,70	8,7	8,5	108	140	105	110
F ₁ Гусар (LS 12-30*)	5,10	4,69	9,7	6,7	151	139	117	120
F ₁ Медок (LS 12-10*)	3,86	4,61	8,4	10,1	148	172	130	140
F ₁ (Эней x Л-24)	3,82	4,92	-	-	140	154	-	-
F ₁ Талисман	-	-	8,7	11,4	-	-	110	120
Сластена ст. (Мос. обл.)	3,54	3,42	-	-	82	102	-	-
Казачок ст. (Мос. обл.)	3,64	4,10	-	-	91	105	-	-
F ₁ Видрана ст. (Хер. обл.)	-	-	6,1	4,6	-	-	125	130
НСР ₀₅	0,89	1,17			77	58		

* обозначение гибридов в условиях степной зоны (Херсонская область, Украина).

Поэтому идентификация вирусных заболеваний должна основываться на реакции растения-хозяина, подтверждаться серологическими тестами и наоборот, и если это возможно, дополнительно электронно-микроскопическими исследованиями вирусных и вирусиндуцированных инородных частиц и вектора передачи.

Меры профилактики вирусных заболеваний

Залогом успешной борьбы с вирусом табачной мозаики является, прежде всего, использование для посева семян, собранных со здоровых растений, при этом лучше 2–3 летней давности (Фоминых, 2012). Обеззараживание семян от вируса табачной мозаики комбинированным методом состоит из определённой последовательности мероприятий: механическая отбраковка щуплых и некротизированных семян, кото-

рую проводят на смоченной водой фильтровальной бумаге; термическая обработка семян в течение 3-х суток по следующей схеме: 1 сутки – 40°C, 2 сутки – 50°C, 3 сутки – 70°C; обеззараживание семян тринатрийфосфатом (Na₃PO₄ x 12H₂O) или перманганатом калия (KMnO₄).

Рассаду, имеющую признаки мозаики, стрика или нитевидных листьев, необходимо браковать. Рекомендуется исключить одностороннее внесение избыточных доз азотных удобрений, которые способствуют чрезмерному развитию вегетативных органов растений и снижению устойчивости к вирусным заболеваниям. А опрыскивание в начале вегетации в открытом грунте 0,1%-ным раствором борной кислоты и обработка микроэлементами повышает общую адаптивность растений, в том числе, к вирусу табачной мозаики.

Литература

1. Власов Ю. И. Вирусные и микоплазменные болезни растений. - М: Колос, 1992.-239 с.
2. Гнутова Р.В. Основные достижения в изучении разнообразия и видовой изменчивости вирусов растений на Дальнем Востоке/ Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам. / Третья международная конференция, - С.-П., -2012.-с.14-17.
3. Енгальчева И.А. Создание исходного материала перца сладкого (Capsicum annuum L.) с комплексной устойчивостью к вирусным болезням и пониженным температурам/ Автореферат дисс. канд. с.-х. наук. - М.,2007.-23с.
4. Методические рекомендации по оценке и созданию исходного материала перца сладкого с устойчивостью к вирусу бронзовости томата/В.Ф. Пивоваров, О.Н. Пышная, М.И. Мамедов, И.Т. Балашова, Л.К. Гуркина, Е.Г. Козарь, И.А., Енгальчева/М.-2007.-18с.
5. Методические указания по селекции сортов и гибридов перца

6. сладкого, баклажана для открытого и защищенного грунта. - М., 1997.-38с.
6. Мишин С.П. Создание исходного материала для селекции перца сладкого с комплексной устойчивостью к ВТМ, ВОМ и пониженным положительным температурам/Автореферат дисс. канд. с.-х. наук. - М.-1998.-115с.
7. Можаяева К.А., Гирсова Н.В. Основные вирусные болезни овощных культур защищенного грунта/АГРО XXI. науч.-практич. журнал.- №1.-2003.-с.30-31.
8. Станчева Й. Атлас болезней сельскохозяйственных культур/Болезни овощных культур.-т.1.-2005-181с.
9. Фоминых Т.С., Богоутдинов Д.З. и др. Система мероприятий по защите овощных культур от вирусных и фитоплазменных болезней в условиях Астраханской области РФ// 2012.- 51с.
10. Horvath J. Compatible and incompatible relations between Capsicum species and viruses. I. Review // Acta Phytopath. Ent Hung., 1986 - 21. - P.35-49.