

Е.М. Черненко, кандидат биол. наук
Н.П. Куракса, В.Л. Черненко, кандидаты с.-х. наук
Институт овощеводства и бахчеводства НААН

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ У ГИБРИДОВ F₁ ПЕРЦА СЛАДКОГО УСТОЙЧИВОСТИ К ФУЗАРИОЗНОМУ УВЯДАНИЮ

В статье приведены результаты исследования характера проявления признака устойчивости гибридов F₁ перца сладкого к фузариозному увяданию в зависимости от уровня устойчивости родительских компонентов. Определена специфичность влияния отцовского и материнского компонентов скрещивания на уровень устойчивости гибрида F₁.

Ключевые слова: болезнь, образец, перец сладкий, степень доминантности, фузариозное увядание.

Вступление. Обязательным элементом любой искусственной экосистемы является биотическое сообщество, которое рассматривается как совокупность популяций всех организмов, населяющих конкретную территорию или биотоп. Это сообщество характеризуется, с одной стороны, искусственно поддерживаемым функциональным единством, основанным на особенностях энергетического обмена между культивируемыми организмами, а с другой стороны – независимыми факторами, обеспечивающими разнообразное позитивное или негативное влияние на их развитие [6].

Изменение климата уже сейчас оказывает существенное влияние на фитосанитарное состояние агроценоза перца сладкого в течение всего вегетационного сезона. Теплые зимы, увеличение продолжительности безморозного периода в первую очередь благоприятствуют повышению запасов и сохранению в межвегетационный период источников первичной инфекции большого количества грибных, бактериальных и вирусных болезней [3].

© Черненко Е.М., Куракса Н.П., Черненко В.Л., 2013.

Сегодня посевам перца сладкого в Украине сильно вредят болезни грибного происхождения. Создание и размножение устойчивых к ним сортов и гибридов – один из основных путей повышения урожайности этой культуры как диетического продукта. Одним из лимитирующих факторов возделывания перца сладкого является поражение его в период вегетации фузариозным увяданием. В настоящее время надежных способов защиты перца сладкого от этой болезни не существует. Химические и другие методы защиты в силу биологических особенностей этой группы патогенов (грибы находятся в проводящей системе растения) на сегодня пока не являются достаточно эффективными [10].

В результате постоянно изменяющейся экологической среды создаются идеальные условия для накопления агрессивных и вирулентных штаммов, поэтому основное внимание в селекционной работе уделяется созданию исходного материала с высокой устойчивостью к фузариозному увяданию, изучению генетической природы наследования этого признака у гибридных популяций.

Целью работы было выделение устойчивых к фузариозному увяданию линий растений, изучение характера проявления признака устойчивости у гибридных популяций, полученных путем скрещивания разных по устойчивости родительских компонентов. Изученный на разных инфекционных фонах материал перца сладкого был представлен коллекционным материалом, районированными сортами, отселектированными линиями (родительские формы) разных групп устойчивости и гибридными комбинациями F_1 , полученными в результате их скрещивания.

Методика исследований. Устойчивость исходного и селекционного материала перца сладкого к болезни увядания оценивали в условиях искусственного, стационарного провокационного и природного инфекционного фонов.

Фитопатологические учеты поражения образцов перца сладкого фузариозным увяданием в условиях стационарного природного и природного провокационного фонов проводили по шкале, начиная с момента появления на растениях первых визуальных специфичных симптомов поражения: балл 0 – симптомы увядания отсутствуют; 1 – слабое поражение отдельных стеблей без угнетения всего растения, поражено до 10% листвовой поверхности; 2 – поражены отдельные или все стебли со средним угнетением всего растения, без тургора от 10,1 до 35%

листовой поверхности растения; 3 – растение сильно подавлено, товарного урожая не формирует, без тургора от 35,1 до 50% поверхности листового аппарата; 4 – без тургора более 50% поверхности листового аппарата, растение усыхает и гибнет [3, 9].

Так, согласно шкале учета поражения, группы устойчивости определяли по среднему баллу поражения образца согласно следующей шкале: балл 9 (балл 0 шкалы поражения) – высокоустойчивый; 7 (1) – устойчивый; 5 (2) – среднеустойчивый; 3 (3) – восприимчивый; 1 (4) – высоковосприимчивый.

Степень доминантности (Hp) гибридов F_1 перца сладкого к болезням увядания определяли по формуле:

$$Hp = \frac{F_1 - MF}{HF - MF}, \text{ где}$$

Hp – показатель наследования;

F_1 – среднее значение признака в гибридной семье;

MF – среднее значение признака между обоими родителями;

HF – значение признака у лучшего родителя.

Значения Hp : от $-\infty$ до -1 – отрицательное сверхдоминирование признака (-СД); от -1 до $-0,5$ – отрицательное доминирование (-Д); от $-0,5$ до $0,5$ – промежуточное наследование (ПР), от $0,5$ до 1 – положительное доминирование (Д), от 1 до $+\infty$ – положительное сверхдоминирование, или гетерозис (СД). При $Hp = \pm 1$ – полное доминирование лучшего (+) или худшего (-) проявления признака [5].

Результаты исследований. В результате мониторинга инфекционной нагрузки стационарного провокационного фона, созданного с помощью многолетней монокультуры, из корневой системы и корневой шейки пораженных растений выделены и идентифицированы следующие виды фузариума: *Fusarium oxysporum* Schlech., *F. avenaceum* (Corda: Fr.) Sacc., *F. cultorum* (W.G. Sm.) Sacc., *F. solani* (Martius) Sacc. [1]. Наибольшее количество конидий принадлежало грибу *F. oxysporum* (табл. 1).

Как указывалось ранее, обычным местом проникновения этих микроорганизмов в растение являлись корневая шейка и корневая система. Через разные виды повреждений (температурные, механические) этих органов возбудители проникали в сосудистую систему растений. В дальнейшем именно закупорка

сосудов грибницей и выделение грибами токсических для растения веществ вызывали характерные симптомы увядания.

При раннем поражении, еще до проявления визуальных симптомов увядания, растения отставали в росте, угнетались. Оптимальный диапазон для развития на растениях перца фузариозного увядания была температура воздуха 26-30 °С при пониженной влажности почвы (20-40 % НВ). В наших условиях период с таким погодным режимом наблюдался в агроценозах перца сладкого в августе – начале сентября.

Инкубационный период болезни в зависимости от температурного фактора длился от 50 до 80 дней. При этом, чем выше были дневные температуры поверхности грунта, и меньше влажность почвы, тем интенсивнее на растениях проявлялась болезнь. Максимальное развитие фузариозного увядания в агроценозах наступало в фазе начала биологической спелости плодов.

В качестве сортового контроля развития рассматриваемой болезни перца сладкого на разных инфекционных фонах ежегодно использовали сорта–дифференциаторы, определённые нами раньше. Именно их мы рекомендуем использовать в качестве классификаторов уровня устойчивости образцов перца сладкого к фузариозному увяданию и при проведении государственной экспертизы образцов этой культуры на отличие, однородность и стабильность [4] (табл. 2).

Слабое варьирование степени поражения растений у выделенных нами по результатам многолетних исследований сортов-дифференциаторов перца сладкого разных групп устойчивости свидетельствует о стабильно высокой ежегодной инфекционной нагрузке природного инфекционного фона по признаку качества инфекционной нагрузки на образцы.

Следует отдельно подчеркнуть, что по литературным данным устойчивость к фузариозному и вертицилезному увяданиям у перца сладкого контролируется одними и теми же генами. Это означает, что образцы, устойчивые к фузариозу, генетически будут иметь устойчивость и к вертицилезному увяданию [2].

Поскольку признак устойчивости перца сладкого к увяданию, в частности фузариозного происхождения, является полигенным по своей генетической природе, раскрытие его генотипической структуры остается пока сложным процессом. При этом классически считается, что интенсивность проявления полигенных признаков тесно зависит от различных взаимодействий генов,

в том числе и от условий взаимодействия их с внешней средой. Резкое увеличение изменчивости такого признака в гибридном потомстве по сравнению с родительскими формами часто становится нежелательным для целей адаптивной селекции [8].

Перед тем как перейти к блоку рассмотрения результатов исследований относительно особенностей степени доминантности признака полигенной (длительной) устойчивости перца сладкого к болезням увядания следует отметить, что поиск положительных трансгрессий по устойчивости проведен нами среди гибридных комбинаций, по родительским парам большинства из которых ранее был осуществлен активный (управляемый) формообразующий иммунологический процесс.

Подчеркиваем, что данными исследованиями мы хотели принципиально выяснить специфичность характеристики проявления гибридными комбинациями полигенного по своей генетической сути признака устойчивости разного по группам устойчивости исходного (родительского) материала в разных комбинациях его скрещивания.

Первоначально степень устойчивости к увяданию родительских компонентов была изучена нами в условиях разных инфекционных фонов. Родительские пары, задействованные в гибридизацию селекционером, имели в условиях стационарного природного провокационного фона устойчивость по шкале СЭВ на уровне баллов 9, 7, 5. Кроме этого, в скрещиваниях мы использовали родительский компонент с восприимчивостью (балл 3) к болезни увядания.

Полученные с их использованием гибриды F₁ показали в условиях стационарного провокационного фона (максимальная инфекционная нагрузка) уровень устойчивости к фузариозному увяданию 9, 7 и 5 баллов (табл. 3).

При этом положительное сверхдоминирование (от + 1,2 до 6,5) или гетерозис по признаку проявления устойчивости к фузариозному увяданию ($Hr =$ от 1 до + ∞) был отмечен нами у ряда гибридных комбинаций с разным уровнем проявлением этого признака у родительских компонентов. Статистический анализ наследования признака устойчивости перца сладкого к этой болезни позволил нам определить следующие закономерности.

Во-первых, именно при скрещивании среднеустойчивых (балл 5) родительских форм у гибридов наблюдался самый высокий положительный эффект гетерозиса (балл 9, 7) по этому

признаку. Во-вторых установлено, что когда при скрещивании одна из родительских форм устойчива (балл 7), а другая – среднеустойчива (балл 5), то эффект положительного сверхдоминирования этого признака у гибридов снижался. Хотя сама комбинация все равно оставалась устойчивой (балл 7).

Подобная закономерность подтвердилась и при использовании в скрещиваниях восприимчивых (балл 3) и среднеустойчивых (балл 5) родительских форм. Полученные от таких комбинаций родительских пар гибриды F₁ тоже имели положительное доминирование признака устойчивости в сторону среднего его проявления.

Отрицательное доминирование ($H_p = -1$) было отмечено нами у гибрида, полученного от скрещивания высокоустойчивой материнской формы (балл 9) и среднеустойчивой (балл 5) – отцовской. При таком сочетании родительских компонентов степень устойчивости гибрида наследовалась по отцовскому генотипу (см. табл. 3).

Одновременно нами определено, что при скрещивании высокоустойчивых (балл 9) и устойчивых (балл 7) к фузариозному увяданию родительских форм перца сладкого в любом их сочетании у полученных гибридов F₁ наблюдается отрицательное сверхдоминирование ($H_p = \text{от } -\infty \text{ до } -1$) этого признака в сторону снижения группы устойчивости (балл 5). При этом установлено, чем выше степень поражения фузариозным увяданием отцовской формы, тем выше (на фоне высокоустойчивой материнской) будет этот показатель у полученного гибрида (см. табл. 3).

Следует отметить, что у всех гибридов перца сладкого независимо от комбинации родительских пар по признаку (группе) устойчивости к этой болезни четко прослеживается доминирование устойчивости отцовского компонента скрещивания над материнским.

Выводы. Результаты исследований многолетних сезонных изменений в патокомплексе перца сладкого свидетельствуют, что ведущее место в регионе базовых селекционных исследований по этой овощной культуре в Украине принадлежит болезням увядания, в частности фузариозного происхождения.

В условиях региона исследований эта болезнь в открытом грунте представлена комплексом видов, а именно: *Fusarium*

oxyasperum Schlech., *F. avenaceum* (Corda: Fr.) Sacc., *F. culmorum* (W.G. Sm.) Sacc. и *F. solani* (Martius) Sacc.

Экспериментально подтверждено, что для гетерозисной селекции перца сладкого на признак высокой устойчивости к болезни увядания при скрещиваниях следует использовать родительские компоненты, имеющие среднюю устойчивость (балл 5 шкалы СЭВ).

У всех гибридных комбинаций перца сладкого, независимо от использованной родительской комбинации, четко прослеживается доминирование отцовского компонента над материнским.

Бібліографія.

1. Билай В.И. Фузарии / В.И. Билай. – К: Наукова думка, 1977. – 443 с.
2. Мороз И. В. Исходный материал для селекции перца сладкого (*Capsicum annuum* L.) на устойчивость к болезням увядания и качество плодов в условиях Северного Кавказа : дис. ... канд. с. – х. наук : 06.01.05 / Мороз Ирина Вячеславовна. – С – Пб, 2004. – 126 с.
3. Патогенез перца сладкого *Capsicum annuum* L. в Украине – симптомы, диагностика и видовой состав / [Черненко В.Л., Скляревская В.В., Черненко Е.М., Азарков А.М.]. // Овощеводство. – Минск. 2010. – Т.18. – С. 153-162.
4. Офіційний бюллетень Державної служби з охорони прав на сорти рослин Мінагропромполітики України. Охорона прав на сорти рослин. Методика проведення експертизи сортів на відмінність, однорідність та стабільність (ВОС) (овочеві, баштанні культури та картопля). – К. : Алефа, 2004. – Вип.1, Ч. 2. – С. 67 – 77.
5. Тимина О.О. Селекционно-генетическая характеристика исходного материала *Capsicum* L. по основным хозяйственным признакам : дис. ... доктора биол. наук : 06.01.05 / Тимина О. О. – М. 2012. – 354 с.
6. Плотникова Л.Я. Иммунитет растений и селекция на устойчивость к болезням и вредителям / Л.Я. Плотникова. – М.: КолосС, 2007. – 351 с.
7. Свідоцтво на робочу ознакову колекцію генофонду перцю солодкого за стійкістю до альтернаріозу і фузаріозу (20 зразків) / Куракса Н.П., Скляревська В.В., Черненко В.Л. Чер-

ненко К.М. // Свідоцтво НІЦГРР України про реєстрацію колекції генофонду рослин в Україні за № 77 .

8. Тоцький В.М. Генетика / В.М. Тоцький // Генетика. – Одеса: Астропрінт, 2002. – 693 с.

9. Харькова А.П. Селекция овощных пасленовых культур на устойчивость к болезням / А.П. Харькова. – Кишинев: Штиица, 1994. – 179 с.

10. Bosland P.W. Peppers: vegetable and spice *Capsicum* / Bosland P.W., Votava E.J. – CABI Publishing, 2000. – 199 p.

К.М. Черненко, Н.П. Куракса, В.Л. Черненко

Специфічні особливості прояву у гібридів F₁ перця солодкого стійкості до фузаріозного в'янення.

Резюме. В статті наведено результати дослідження характеру прояву ознаки стійкості гібридів F₁ перцю солодкого до фузаріозного в'янення залежно від рівня стійкості батьківських компонентів. Визначено специфічність впливу батьківського та материнського компонентів схрещування на рівень стійкості гібрида F₁.

K.M. Chernenko, N.P. Kuraksa, V.L. Chernenko

The specific features of inheritance at the hybrids F1 of pepper sweet firmness to the fusarial wilt.

Summary. In the article the results of research of the character inheritance of sign firmness of hybrids F1 pepper sweet to the fusarial wilt depending on the level of firmness of paternal components. Specificity of influence is certain paternal and maternal components of crossing on the level of firmness of hybrid F₁.

1. – Видовой состав грибов рода *Fusarium*,
выделенных из пораженных растений перца сладкого
(среднее за 2010 – 2012 гг.)

Вид <i>Fusarium</i>	Состав, %
<i>F. oxysporum</i> Schlech.	45-50
<i>F. solani</i> (Martius) Sacc.	25-30
<i>F. avenaceum</i> (Corda: Fr.) Sacc.	до 20
<i>F. culmorum</i> (W.G. Sm.) Sacc.	до 10

2. – Список сортов–дифференциаторов перца сладкого
по признаку устойчивости к фузариозному увяданию,
(среднее за 2006-2010 гг.) [7]

№ каталога НЦГРРУ	Название образца	Группа устойчивости
UL0500371	ИОБ-1	7
UL0500648	Лада	
UL0500376	Родзинка 384	
UL0500611	Родзинка 359	
UL0500342	Светлячок	5
UL0500138	Мерефянський	3
UL0500010	Надия	
UL0500001	Пионер	
UL0500364	Снегирь	1
UL0500557	Лютик	

3. – Степень доминирования признака устойчивости перца сладкого к болезням увядания в гибридном поколении F₁ в зависимости от показателя степени устойчивости родительских компонентов на стационарном провокационном инфекционном фоне ИОБ НААН (среднее за 2011 -2012 гг.)

Гибридная комбинация F1 (♀ x ♂)	Степень поражения образца, иммунологическая / процентная шкалы						Средний показатель исходной формы, MF	Значение признака у лучшего родителя, HF	Степень доминирования, HP	Характеристика наследования признака устойчивости				
	F ₁		♀		♂									
	балл	%	балл	%	балл	%								
Звезда Востока (оранжевая) x Кубик	9	0,0	5	15	5	11,0	13,0	11	+ 6,5	Положительное сверхдоминирование (+ СД)				
Венти x Албена	7	5,0	5	15,6	5	12,3	13,9	12,3	+ 5,6					
Максим x Лай Лак Белл	7	2,5	7	4,0	5	16,7	10,4	4,0	+ 1,2					
Куртовская Капия x Звезда Востока (желтая)	7	3,0	5	12,0	7	5,5	8,75	5,5	+ 1,8					
Мерефианский x Американский желтый	5	11,0	3	38,0	5	25,0	31,5	25,0	+ 3,2					
Американский желтый x Мерефианский	5	21,0	5	25,0	3	38,0	31,5	25,0	+ 1,6					
Илья Муромец x Sonata	5	25,0	9	0,0	5	25,0	12,5	0	-1	Отрицательное доминирование (-Д)				
Родзинка 384 x Максим	5	15,0	9	0,0	7	4,0	2,0	0	-6,5	Отрицательное сверхдоминирование (- СД)				
Солнышко x Звезда Востока (желтая)	5	20,0	9	0,0	7	5,5	2,75	0	-6,27					