Заключение

Таким образом, показано преимущество использования GGE biplot для визуализации и анализа результатов экологического сортоиспытания. В результате исследований выделен сорт Степовик, как наиболее приближенный к «идеальному» генотипу по продуктивности и ее стабильности. Высокой ценностью среди исследованных сортов характеризовались также сорта Донецкий 14, Косар и Алегро. Определены особенности сред в качестве тестеров для оценки генотипов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gedif, M. Genotype by Environment Interaction Analysis for Tuber Yield of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Using a GGE Biplot Method in Amhara Region, Ethiopia / M. Gedif, D.Yigzaw // Agricultural Sciences, 2014. – 5. – P. 239-249.
2. Pourdad, S. S. Study on seed yield stability of sunflower inbred lines through GGE biplot / S. S. Pourdad, M. J. Moghaddam // Helia. – 2013. – 36. – Nr. 58. – P. 19-28.
3. Yan, W. Biplot analysis of multi-environment trial data: Principles and applications / W Yan, N. A. Tinker // Can. J. Plant Sci. –2006. – 86. – P. 623–645.
4. Gauch, H. G. Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE / H. G. Gauch // Crop Science. – 2006. – 46. – P. 1488-1500.
5. Yan, W. GGE biplot vs. AMMI analysis of genotype – by- environment data / W. Yan, M. S. Kang, B. Ma, S. Woods, P. L. Cornelius // Crop Science. – 2007. – 47. – P. 643-655.
6. Yan, W. Singular-value partitioning in biplot analysis of multi-environment trial data / W. Yan // Agronomy Journal. – 2002. – 94 – P. 990-996.
7. Yan, W. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot // W. Yan, L. A. Hunt, Q. Sheny, Z. Szlavnics // Crop Science. – 2000. – 40. – P. 597-605.
8. Yan, W. GGE biplot analysis: A graphical tool for breeders, geneticists and Agronomists / W. Yan, M. S. Kang. – CRC press, Boca Raton, FL. – 2003.
9. Yan, W. Crop variety trials: Data Management and Analysis / W. Yan. – John Wiley & Sons, 2014 – 360 p.
10. Солонечный, П. Н. Адаптивная способность и стабильность перспективных линий ячменя ярового селекции ИР им. В. Я. Юрьева НААН / П. Н. Солонечный // Перспективные направления исследований в изменяющихся климатических условиях (посвящается 140-летию А.Г. Дояренко). Сборник докладов Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, ГНУ НИИСХ Юго-Востока Россельхозакадемии, 18-19 марта 2014 г. – Саратов, 2014. – С. 130–134.
11. Солонечный, П. Н. Параметры адаптивности сортов ячменя ярового в условиях восточной части Лесостепи Украины / П. Н. Солонечный // Инновационное развитие АПК в России (посвящается 140-летию Г. К. Мейстера): Сборник докладов Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, ГНУ НИИСХ Юго-востока Россельхозакадемии, 12-13 марта, 2013 г., Саратов. – Саратов, 2013. – С. 154-158.
12. Солонечный, П. Н. Продуктивность сортов ячменя ярового в экологическом сортоиспытании / П. Н. Солонечный, М. Р. Козаченко, Н. И. Васько, А. Г. Наумов, О. Е. Важенина, О. В. Солонечная // Зернобобовые и крупяные культуры. – № 4 (12). – 2014 г. – С. 96-99.
13. Dagnachew, L. AMMI and GGE biplot analyses aid selection of high yielding and adapted finger millet varieties / L. Dagnachew, F. Masresha, V.Santie, T.Kassahun // Journal of Applied Biosciences. – 2014. – 76. – P. 6291– 6303.

УДК 635.649:631.544.43

М. О. МОИСЕЕВА, Т. В. НИКОНОВИЧ, М. М. ДОБРОДЬКИН, А. В. КИЛЬЧЕВСКИЙ

ИЗУЧЕНИЕ АДАПТИВНОЙ СПОСОБНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГИБРИДОВ ПЕРЦА СЛАДКОГО

(Поступила в редакцию 18.06.2015)

В статье приведена оценка 12 перспективных гибридов перца сладкого по данным трехлетних испытаний. Определены адаптивная способность и экологическая стабильность образцов. По результатам исследований выделены лучшие гибридные комбинации по товарной и общей урожайности, с высокой адаптивной способностью. Гибридная комбинация, показавшая лучшие результаты по итогам трех лет, районирована в 2015 г. как гибрид F_1 перца сладкого «Каштоуны».

The article presents the assessment of 12 promising hybrids of sweet pepper according to the three-year research. We have determined adaptability and ecological stability of the samples. According to the results of the research, we have selected the best hybrid combinations according to commodity and total yield with high adaptability. Hybrid combination, which showed the best results in the first three years, was localized in 2015 as F1 hybrid of sweet pepper "Kashtouny."

Введение

В современном тепличном овощеводстве остро стоит проблема расширения ассортимента овощных культур, богатых биологически активными веществами, которые пользуются спросом у населения и имеют высокую реализационную цену [1]. Ценной в этом отношении культурой является перец сладкий, превосходящий большинство овощных культур по содержанию витамина С, а также богатый каротином, рутином, витаминами группы В, сахарами, летучими эфирными маслами, минераль-

ными солями, селеном. Перец сладкий как поливитаминный продукт широко применяют в лечебно-диетическом питании при малокровии, цинге, упадке сил, гипо- и авитаминозе, для стимуляции пищеварения [2].

Анализ источников

Ведущее место в селекции перца сладкого занимает создание гибридов F_1, сочетающих высокую урожайность, адаптивную способность и экологическую стабильность. Под адаптивной способностью понимается способность генотипа поддерживать свойственное ему фенотипическое выражение признака в определенных условиях среды. Общая адаптивная способность генотипа характеризует среднее значение признака в различных условиях среды, специфическая адаптивная способность - отклонение от ОАС в определенной среде [3, 7, 9]. Учитывая, что в производственных условиях наблюдается большая изменчивость нерегулируемых экологических факторов очень важно создавать продуктивные сорта и гетерозисные гибриды, способные стабильно реализовывать свои высокие потенциальные возможности [4, 5, 6].

Методика исследований

Испытания гибридов перца сладкого проводили в 2012–2014 гг. на опытном поле кафедры сельскохозяйственной биотехнологии и экологии в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». В схеме топкросса в качестве материнских форм использовались сорта: Памяти Жегалова, Красный кубик, Золотистый, Подарок Молдовы, Ожаровский, а в качестве отцовских – Ласточка, Гурман, Топбой, Тройка, Линия 260-09, Здоровье.

Изучаемые образцы были высажены в пленочные теплицы в 3-кратной повторности. Схема посадки 70х30 см. Доза удобрений N_{60} $(P_2O_5)_{120}$ $(K_2O)_{120}$. Агротехника общепринятая для перца сладкого в пленочных теплицах. Стандартом служил сорт Тройка. Сборы урожая осуществляли при достижении плодами технической спелости.

Оценку адаптивной способности и экологической стабильности проводили по товарной, ранней, общей урожайности и массе плода. Для определения данных параметров использовали методику А. В. Кильчевского, Л. В. Ха=отылевой [8].

Основная часть

Анализ параметров адаптивной способности и экологической стабильности производился по трехлетним данным испытания 12 лучших гибридов и сорта-стандарта Тройка. Двухфакторный дисперсионный анализ (табл. 1) позволил выявить достоверные различия между генотипами на 0,01 процентном уровне значимости по всем изучаемым признакам. Недостоверность значений отмечена по товарной, общей урожайности и массе плода по взаимодействию среды и генотипа (по массе плода также по средам). Получены достоверные различия по средам на 0,05 процентном уровне по товарной и общей урожайности. Средние квадраты сред значительно превосходят средние квадраты генотипов по товарной и общей урожайности, что свидетельствует о преобладающей доле средовых эффектов в фенотипической изменчивости урожайности. На фенотипическую изменчивость массы плода большее влияние оказывают генотипические эффекты, так как средний квадрат по генотипам преобладает в сравнении с квадратом по средам.

Таблица 1. **Дисперсионный анализ по адаптивной способности и экологической стабильности лучших гибридов перца сладкого**

Компоненты дисперсии	Степени свободы	Средние квадраты		
		товарная урожайность	общая урожайность	масса плода
По средам (А)	2	20,245*	35,292*	440,000
По генотипам (В)	12	13,589**	14,071**	3093,792**
По взаимодействию (АВ)	24	0,308	0,450	250,739
Случайное	78	0,327	0,423	168,513

Примечание: **достоверно при P = 0,01; * достоверно при P = 0,05.

В табл. 2–4 представлены основные показатели адаптивной способности и стабильности гибридов F_1 перца сладкого по товарной, общей урожайности и средней массе плода. По товарной урожайности в среднем за три года существенно превышали стандарт Тройка три гибридных комбинации Памяти Жегалова × Топбой, Красный кубик × Гурман, Красный кубик × Здоровье. Среднее значение генотипа (Xi) у гибридов, варьировало от 6,1 до 8,9 кг/м^2. Наибольшей общей адаптивной способностью (ОАС) обладали следующие комбинации: Памяти Жегалова × Топбой, Красный кубик ×Гурман, Красный кубик × Здоровье. Они отмечены как пластичные формы с коэффициентом регрессии больше 1. Последние также отличаются высокой селекционной ценностью генотипа (СЦГ) наряду с комбинацией Красный кубик × Линия 260-09. На основании анализа относительной стабильности (Sgi) наименьшая изменчивость товарной урожайности отмечена у гибридов Красный кубик × Линия 260-09, Красный кубик × Ласточка.

Т а б л и ц а 2. **Показатели адаптивной способности и стабильности лучших гибридов перца сладкого по товарной урожайности**

Наименование гибрида	Показатели				
	Xi	ОАС	Sgi	bi	СЦГ
Памяти Жегалова × Гурман	6,1	-0,67	9,8	0,91	3,06
Памяти Жегалова × Топбой	8,1	1,33	9,8	1,14	4,08
Красный кубик × Ласточка	6,2	-0,57	8,8	0,83	3,44
Красный кубик × Гурман	8,9	2,18	12,1	1,50	3,47
Красный кубик × Тройка	6,1	-0,70	12,6	1,08	2,22
Красный кубик × Линия 260-09	6,5	-0,21	8,3	0,80	3,79
Красный кубик × Здоровье	8,7	1,92	11,1	1,39	3,81
Золотистый × Ласточка	6,5	-0,29	14,4	1,26	1,76
Золотистый × Гурман	6,1	-0,60	8,7	0,80	3,46
Золотистый × Топбой	6,9	0,15	11,3	1,15	2,96
Подарок Молдовы × Топбой	6,9	0,19	11,3	1,14	2,99
Ожаровский × Здоровье	6,5	-0,29	10,6	0,87	3,01
Тройка (стандарт)	4,3	-2,44	0,0	0,11	4,31

Т а б л и ц а 3. **Показатели адаптивной способности и стабильности лучших гибридов перца сладкого по общей урожайности**

Наименование гибрида	Показатели				
	Xi	ОАС	Sgi	bi	СЦГ
Памяти Жегалова × Гурман	6,4	-0,72	10,2	0,76	3,8
Памяти Жегалова × Топбой	8,6	1,48	11,2	1,06	4,7
Красный кубик × Ласточка	6,5	-0,70	10,9	0,79	3,6
Красный кубик × Гурман	9,5	2,32	16,2	1,61	3,2
Красный кубик × Тройка	6,4	-0,76	15,4	1,05	2,3
Красный кубик × Линия 260-09	6,8	-0,39	8,7	0,66	4,3
Красный кубик × Здоровье	8,8	1,69	12,5	1,20	4,3
Золотистый × Ласточка	6,7	-0,48	14,4	1,03	2,7
Золотистый × Гурман	6,6	-0,59	11,4	0,85	3,5
Золотистый × Топбой	7,8	0,68	18,5	1,53	1,9
Подарок Молдовы × Топбой	7,3	0,15	14,5	1,16	2,9
Ожаровский × Здоровье	6,8	-0,37	14,5	0,99	2,7
Тройка (стандарт)	4,8	-2,32	0,0	0,30	4,8

Большинство изучаемых гибридов превысили стандарт по общей урожайности, лучшими среди них были гибриды Памяти Жегалова× Топбой, Красный кубик ×Гурман, Красный кубик ×Здоровье. Значения основных показателей адаптивной способности и стабильности по общей урожайности схожи с таковыми по товарной урожайности. Среди лучших по ОАС отмечены пластичные формы с коэффициентом регрессии больше 1: Памяти Жегалова × Топбой, Красный кубик × Гурман, Красный кубик × Здоровье. К стабильным селекционно-ценным генотипам с коэффициентом регрессии меньше 1 отнесены Памяти Жегалова × Гурман, Красный кубик × Ласточка, Красный кубик × Линия 260-09, Золотистый × Гурман.

Средние значения массы плода восьми изучаемых гибридных комбинаций превзошли стандарт по массе плода более чем на 20 г. Наибольшей массой плода обладали гибриды Красный кубик ×Гурман и Красный кубик ×260-09.

Т а б л и ц а 4. **Показатели адаптивной способности и стабильности лучших гибридов перца сладкого по средней массе плода**

Наименование гибрида	Показатели				
	Xi	ОАС	Sgi	bi	СЦГ
Памяти Жегалова × Гурман	109,2	-2,29	8,84	3,12	-3,5
Памяти Жегалова × Топбой	96,8	-14,7	0,00	0,56	96,8
Красный кубик × Ласточка	121,4	9,93	6,29	2,68	32,2
Красный кубик × Гурман	136,9	25,4	0,00	1,09	136,9
Красный кубик × Тройка	111,8	0,26	0,00	0,39	111,8
Красный кубик × Линия 260-09	147,1	35,60	0,00	-0,69	147,1
Красный кубик × Здоровье	118,1	6,60	1,72	1,69	94,3
Золотистый × Ласточка	98,0	-13,51	3,04	-1,49	63,2
Золотистый × Гурман	115,7	4,15	17,71	5,66	-123,6
Золотистый × Топбой	120,9	9,38	11,27	-3,08	-38,1
Подарок Молдовы × Топбой	83,9	-27,62	0,00	1,44	83,9
Ожаровский × Здоровье	106,1	-5,40	6,79	2,53	21,9
Тройка (стандарт)	83,8	-27,74	0,00	-0,89	83,8

Высокие значения ОАС имели гибриды Красный кубик × Линия 260-09 и Красный кубик × Гурман. По показателям относительной стабильности и селекционной ценности выделилось несколько генотипов, являющихся экологически стабильными. Это следующие комбинации: Памяти Жегалова × Топбой, Красный кубик × Гурман, Красный кубик × Линия 260-09. Их показатель относительной стабильность (Sgi) свидетельствует о слабом изменении массы плода по годам. Хорошей отзывчивостью на улучшение условий среды характеризовались образцы Ожаровский × Здоровье, Памяти Жегалова × Гурман, Красный кубик × Ласточка, Золотистый × Гурман.

Заключение

Наиболее продуктивными на протяжении трех лет исследований были гибридные комбинации Красный кубик × Гурман и Красный кубик ×Здоровье.

Выделены комбинации, сочетающие высокую продуктивность и СЦГ: Красный кубик × Линия 260-09, Красный кубик × Гурман, Красный кубик × Здоровье. Урожайная, обладающая высокой селекционной ценностью, гибридная комбинация передана в Инспекцию государственного испытания и охране сортов растений при Министерстве сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь и в 2015 г. районирована под названием «Каштоўны» F_1 гибрид перца сладкого.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аутко, А. А. Концепция развития овощеводства в Республике Беларусь на период до 2015 г. / А. А. Аутко, Н. П. Купреенко // Овощеводство сборник научных трудов, том 17, Минск. – 2010. С. 7–20.
2. Борисов, В. А. Перец сладкий. Пищевые и целебные свойства / В. А. Борисов, С. Литвинов, А. В. Романова // Качество и лежкость овощей. – М., 2003. – С. 377–388.
3. Кильчевский, А. В. Генетико-экологические основы селекции растений / А. В. Кильчевский // Информ. вестник БОГИС. - 2005. – Т. 9, № 4. – С. 518–526.
4. Генетические основы селекции растений. В 4 т. Т.. Частная генетика растений / науч. ред. А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. – Минск : Беларус. Навука, 2010. – 579 с.
5. Жученко, А. А. Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы) / А. А. Жученко // Генетика. – 1990. – Т.26, N.1. – С. 158–161.
6. Жученко, А. А. Проблемы адаптации в селекции, сортоиспытании и семеноводстве с.х. культур / А. А. Жученко // Генетические основы селекции с.-х. растений. – М., 1995. – С. 3–19.
7. Кильчевский, А. В. Основные направления экологической селекции растений / А.В. Кильчевский // Селекция и семеноводство. – 1993. – N.3. – С. 5–9.
8. Кильчевский, А. В. Генотип и среда в селекции растений / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева // Ин-т генетики и цитологии АН БССР и др. - Минск: Наука и техника, 1989. -191с.
9. Кильчевский, А. В. Экологическая селекция растений / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. – Минск, 1997. – 372 с.

УДК631. 527.5:635.64

А. В. КИЛЬЧЕВСКИЙ, А. М. ДОБРОДЬКИН, И. Г. ПУГАЧЕВА, М. М. ДОБРОДЬКИН

ПРОЯВЛЕНИЕ ЭФФЕКТА ГЕТЕРОЗИСА У ТОМАТА ПО ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ В ПЛЕНОЧНЫХ ТЕПЛИЦАХ

(Поступила в редакцию 19.06.2015)

Основой для получения высоких урожаев томата в пленочных теплицах являются гетерозисные гибриды. Селекция на гетерозис основывается на оценке хозяйственно ценных признаков гибридных комбинаций совместно с исходными формами с последующим изучением проявления эффекта гетерозиса у гибридных комбинаций. Установлено, что по ранней, товарной и общей урожайности большинство гибридов имели положительный эффект гетерозиса. Анализ проявления гетерозиса по сохранности плодов в большинстве случаев указывает промежуточный характер наследования этого признака. Положительное сверхдоминирование отмечено по ранней, товарной и общей урожайностям.

The basis for obtaining high yields of tomatoes in film greenhouses are heterosis hybrids. Selection for heterosis is based on the assessment of economically baluable signs of hybrid combinations together with the original forms, followed by the study of manifestation of the effect of heterosis in hybrid combinations. We have established that, according to early, marketable and total yield, most hybrids had positive heterosis effect. Analysis of the manifestation of heterosis in fruit preservation in most cases indicates the intermediate nature of inheritance of this sign. Positive superdominance was noted according to early, marketable and total yields.

Введение

Томат занял одно из ведущих мест в производстве овощных культур в Беларуси. Выращиванием томата занимаются как в овощеводческих хозяйствах, так и в частном секторе. В связи с неблагоприятными погодными условиями для возделывания томата в открытом грунте весьма важно создание гибридов для пленочных необогреваемых теплиц. Основой для получения высоких урожаев томата в пленочных теплицах являются гетерозисные гибриды. Селекция на гетерозис базируется на оценке хозяйственно ценных признаков гибридных комбинаций совместно с исходными формами с последующим изучением проявления эффекта гетерозиса у гибридных комбинаций.