

Н. А. Невестенко¹, старший преподаватель

И. Г. Пугачева¹, М. М. Добродькин¹, кандидаты
сельскохозяйственных наук, доценты, доценты кафедры
сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии

А. В. Кильчевский², доктор биологических наук, профессор,
академик, заместитель Председателя Президиума НАН Беларуси

¹ УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки

² Национальная академия наук Беларуси, г. Минск

АДАПТИВНАЯ СПОСОБНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ГИБРИДОВ ПЕРЦА СЛАДКОГО (CAPSICUM ANNUUM L.) ПО ПРИЗНАКАМ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ПЛОДОВ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты испытаний, оценки адаптивной способности и экологической стабильности гибридов перца сладкого по урожайности и качеству плодов. Гибридные комбинации Линия 160/10×Линия 4511, Линия 4511×Линия 160/10, Линия 4511×Оранжевое наслаждение, Линия 80×Линия 4511, Шоколадная красавица×Линия 4511 стабильно проявляли высокие значения признаков урожайности. К образцам с улучшенным качеством плодов в различных средовых условиях относятся: Линия 4511×Линия 140/0, Линия 4511×Черный красавец, Линия 80×Линия 4511. Выделены генотипы с оптимальным сочетанием высокой урожайности, качества плодов, адаптивной способности: Линия 4511×Линия 160/10, Линия 4511×Шоколадная красавица, Шоколадная красавица×Линия 4511, Линия 140/0×Линия 4511.

Ключевые слова: перец сладкий, урожайность, качество плода, адаптивная способность, экологическая стабильность, пластичность.

ВВЕДЕНИЕ

На протяжении последних десятилетий происходят заметные климатические изменения и колебания факторов окружающей среды, что требует постоянного внимания селекционеров к вопросам адаптивности генотипов и стабильности проявления признаков сельскохозяйственных культур [10].

Качество продукции является важнейшим направлением селекционной работы в контексте обеспечения продовольственной безопасности государства. Это сложный признак, включающий биохимический состав, который учитывает питательную ценность, вкусовые качества, транспортабельность, пригодность к хранению [8].

Для надежной реализации признаков урожая новые сорта и гибриды должны обладать приспособленностью к изменяющимся факторам внешней среды. Поэтому экологическая селекция, наряду с селекцией на продуктивность и качество плодов, играет важную роль при выборе лучших образцов и оценке их стабильности [9, 10]. Необходимость создания сортов и гибридов, сочетающих высокую продуктивность и приспособленность к условиям окружающей среды, не случайна. При производстве сельскохозяйственной продукции реализуется лишь 25–50 % потенциальной продуктивности растений, что объясняется низкой экологической устойчивостью [4].

Целью наших исследований являлся анализ результатов испытания исходного материала и гибридов первого поколения перца сладкого по урожайности и качеству плодов для выделения генотипов, сочетающих высокие значения изучаемых признаков с экологической стабильностью.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На опытном поле кафедры сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии УО «БГСХА» в 2016–2018 гг. испытывались 16 гибридных комбинаций (по 2 схемам топкросса 1×8 и 8×1) совместно с родительскими формами. Образцы высаживались в 3-кратной повторности по 3 растения на делянке. Схема посадки 70×30 см. Доза удобрений $N_{60} (P_2O_5)_{120} (K_2O)_{120}$. Агротехника общепринятая для перца сладкого в защищенном грунте. Сборы плодов проводились при появлении характерной для образца окраски, в начале биологической спелости. Анализ биохимического состава (сухое вещество, витамин С, растворимые углеводы, каротин) проводился в 2-кратной повторности в химико-экологической лаборатории УО «БГСХА» согласно ГОСТу 31640-2012, ГОСТу 13496.17-95, ГОСТу 24556-89, ГОСТу 26176-91. Статистическую обработку результатов исследования проводили с помощью программы ADIS на основании методики А. В. Кильчевского, Л. В. Хотылевой [5–7].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Нами изучена адаптивная способность и экологическая стабильность 9 родительских форм и 16 гибридных комбинаций перца сладкого, выращенного в защищенном грунте, по урожайности и содержанию биологически ценных веществ в плодах. Принимая во внимание то, что к основным направлениям адаптивной селекции относят отбор на общую адаптивную способность при учете стабильности и что окончательный вывод о ценности селекционного материала зависит от поставленной задачи, в данных исследованиях приоритетным считали отбор высокопродуктивных образцов с высокими показателями качества плодов, сочетающих эти характеристики с высокой общей адаптивной способностью при учете стабильности.

При проведении двухфакторного дисперсионного анализа выявлены достоверные различия между средами и генотипами по комплексу хозяйственно ценных признаков (табл. 1). Значения средних квадратов по средам значительно превосходят значения средних квадратов генотипов по ранней, товарной

Таблица 1 – Результаты дисперсионного анализа хозяйственно ценных признаков перца сладкого в защищенном грунте

Компоненты дисперсии	Степени свободы	Средние квадраты			
		Ранняя урожайность, кг/м ²	Товарная урожайность, кг/м ²	Общая урожайность, кг/м ²	Масса плода, г
По средам (А)	2	1,449**	88,84**	85,201**	7600,750**
По генотипам (В)	24	0,614*	6,190**	6,382**	3907,813**
По взаимодействию (АВ)	48	0,342**	3,218**	3,230**	1124,250**
Случайное	150	0,133	0,738	0,742	549,477

* Достоверно при $P \leq 0,05$.

** Достоверно при $P \leq 0,01$.

и общей урожайности, массе плода, что свидетельствует о преобладании роли средовых эффектов в фенотипической изменчивости урожайности.

Средняя ранняя урожайность генотипов (далее – X_i – среднее значение генотипа) находится в пределах от 0,04 до 0,93 кг/м² (табл. 2). Высокое значение этого признака (0,91–0,93 кг/м²) было у 3 гибридных комбинаций: Черный красавец×Линия 4511, Желтый букет×Линия 4511 и Линия 4511×Оранжевое наслаждение.

Среди изучаемых выделено 6 образцов, обладающих высокой общей адаптивной способностью (далее – ОАС – 0,24–0,49) и селекционной ценностью генотипа (далее – СЦГ – 0,30–0,62): Линия 4511×Оранжевое наслаждение, Черный красавец×Линия 4511, Желтый букет×Линия 4511, Линия 4511×Линия 160/10, Линия 80×Линия 4511 и Линия 4511×Желтый букет. Относительная стабильность (далее – S_{gr}) перечисленных гибридов колебалась от 0,00 до 81,00 и была сравнительно невысокой. При выборе ценных генотипов важно обращать внимание на образцы с низкими значениями S_{gr} , поскольку для них прогнозируется высокая величина селекционной ценности генотипа [1–3, 5–7]. Так, в наших исследованиях максимальная селекционная ценность по признаку «ранняя урожайность» наблюдалась в комбинации Линия 4511×Желтый букет при нулевом значении относительной стабильности.

Коэффициент регрессии (далее – b_i) характеризует реакцию генотипа на смену условий среды. При $b_i > 1$ образцы относятся к нестабильным (пластичным), с положительной реакцией на улучшение условий среды. Значение b_i в интервале от –1 до +1 свидетельствует о стабильности образцов. Если $b_i < -1$, образцы характеризуются как нестабильные, с отрицательной реакцией на улучшение условий среды [5–7]. К пластичным по признаку «ранняя урожайность» можно отнести 3 родительские формы Линия 80, Оранжевое наслаждение, Линия 140/0 и 9 гибридных комбинаций, у которых увеличивается ранняя урожайность при улучшении условий среды. Раннеспелой и стабильной по данному признаку являлась гибридная комбинация Линия 4511×Желтый букет.

Таблица 2 – Показатели адаптивной способности и стабильности родительских форм и гибридов перца сладкого по ранней урожайности в закрытом грунте (2016–2018 гг.)

Образец	Показатели				
	X_i , кг/м ²	ОАС (I)(g _i)	S_{gi}	b_i	СЦГ
Линия 4511	0,15	–0,30	61,61	–1,33	0,07
Желтый букет	0,41	–0,04	30,45	–0,56	0,30
Линия 160/10	0,25	–0,19	73,28	–0,95	0,10
Шоколадная красавица	0,11	–0,33	81,20	–1,23	0,04
Черный красавец	0,37	–0,08	31,37	0,78	0,27
Оранжевое наслаждение	0,54	0,09	42,92	1,92	0,35
Сиреневый	0,04	–0,40	0,00	0,01	0,04
Линия 80	0,24	–0,21	108,35	1,63	0,03
Линия 140/0	0,35	–0,09	94,95	2,69	0,08
Линия 4511×Желтый букет	0,69	0,24	0,00	0,92	0,69
Линия 4511×Линия 160/10	0,78	0,33	36,34	1,96	0,54
Линия 4511×Шоколадная красавица	0,64	0,20	62,02	3,05	0,32
Линия 4511×Черный красавец	0,38	–0,06	103,11	–0,99	0,06
Линия 4511×Оранжевое наслаждение	0,93	0,49	41,21	2,01	0,62
Линия 4511×Линия 80	0,21	–0,23	43,51	0,43	0,14
Линия 4511×Сиреневый	0,30	–0,14	125,37	2,27	–0,01
Линия 4511×Линия 140/0	0,29	–0,15	80,68	–1,09	0,09
Желтый букет×Линия 4511	0,91	0,46	72,08	4,31	0,37
Линия 160/10×Линия 4511	0,37	–0,08	51,58	0,97	0,21
Шоколадная красавица×Линия 4511	0,57	0,13	39,39	1,97	0,39
Черный красавец×Линия 4511	0,91	0,47	81,00	2,52	0,30
Оранжевое наслаждение×Линия 4511	0,29	–0,15	163,02	3,11	–0,10
Сиреневый×Линия 4511	0,22	–0,22	0,00	0,26	0,22
Линия 80×Линия 4511	0,75	0,31	52,30	2,00	0,43
Линия 140/0×Линия 4511	0,41	–0,03	44,57	–1,65	0,26

Наибольшие средние значения X_i , находящиеся на уровне от 4,61 до 5,69 кг/м², показали гибридные комбинации Линия 160/10×Линия 4511, Линия 4511×Линия 160/10, Шоколадная красавица×Линия 4511 и сорта Шоколадная красавица, Сиреневый (табл. 3).

Высокую общую адаптивную способность имели гибридные комбинации Линия 4511×Линия 160/10, Линия 160/10×Линия 4511, Шоколадная красавица×Линия 4511, которые также отличались высокой селекционной ценностью генотипа (3,60–5,69).

На основании анализа показателей S_{gi} и b_i наименьшая изменчивость товарной урожайности отмечена у гибридов Линия 160/10×Линия 4511, Линия 4511×Оранжевое наслаждение, Шоколадная красавица×Линия 4511, Линия 80×Линия 4511, Оранжевое наслаждение×Линия 4511, Линия 4511×Линия 160/10 и родительской формы Черный красавец. Высокоурожайным

Таблица 3 – Показатели адаптивной способности и стабильности родительских форм и гибридов перца сладкого по товарной урожайности в закрытом грунте (2016–2018 гг.)

Образец	Показатели				
	X_i , кг/м ²	ОАС (I)(g _i)	S_{gi}	b_i	СЦГ
Линия 4511	2,93	–0,93	81,08	1,40	–0,68
Желтый букет	3,76	–0,09	31,92	0,23	1,94
Линия 160/10	3,78	–0,08	40,79	0,74	1,44
Шоколадная красавица	4,68	0,83	49,09	2,02	1,19
Черный красавец	1,85	–2,01	0,00	0,29	1,85
Оранжевое наслаждение	3,61	–0,24	32,56	1,14	1,83
Сиреневый	4,61	0,75	24,07	0,89	2,92
Линия 80	3,50	–0,36	44,57	1,07	1,13
Линия 140/0	3,95	0,09	42,82	0,86	1,38
Линия 4511×Желтый букет	3,63	–0,22	63,79	1,75	0,11
Линия 4511×Линия 160/10	4,97	1,12	18,12	0,68	3,60
Линия 4511×Шоколадная красавица	4,16	0,31	39,62	1,56	1,66
Линия 4511×Черный красавец	3,20	–0,66	38,19	1,13	1,34
Линия 4511×Оранжевое наслаждение	4,33	0,47	10,44	0,53	3,64
Линия 4511×Сиреневый	2,76	–1,10	43,98	1,18	0,92
Линия 4511×Линия 80	2,53	–1,33	27,41	0,65	1,48
Линия 4511×Линия 140/0	3,55	–0,31	29,41	0,90	1,97
Желтый букет×Линия 4511	3,76	–0,09	36,01	1,30	1,71
Линия 160/10×Линия 4511	5,69	1,84	0,00	0,23	5,69
Шоколадная красавица×Линия 4511	4,81	0,95	11,29	0,61	3,98
Черный красавец×Линия 4511	4,21	0,35	72,15	2,48	–0,40
Оранжевое наслаждение×Линия 4511	4,37	0,51	15,43	0,72	3,35
Сиреневый×Линия 4511	3,43	–0,43	20,13	0,65	2,38
Линия 80×Линия 4511	4,11	0,25	12,50	0,60	3,33
Линия 140/0×Линия 4511	4,23	0,38	37,56	1,39	1,82

и пластичным с хорошей отзывчивостью на улучшение условий среды являлся гибрид Линия 4511×Шоколадная красавица.

Значения основных параметров адаптивной способности и стабильности по общей урожайности схожи с таковыми по товарной урожайности (табл. 4). Среди лучших по ОАС отмечены стабильные формы Линия 4511×Оранжевое наслаждение, Оранжевое наслаждение×Линия 4511, Линия 4511×Линия 160/10, Линия 160/10×Линия 4511, Шоколадная красавица×Линия 4511. Перечисленные гибриды отличались также высокой селекционной ценностью генотипа.

Наибольшие значения массы плода и ОАС были отмечены у гибридов с родительскими крупноплодными компонентами Линия 160/10, Шоколадная красавица и Линия 80 (табл. 5).

Низкими значениями S_{gi} и $b_i < 1$ отличались родительские формы Шоколадная красавица, Черный красавец, Оранжевое наслаждение, Линия 80

Таблица 4 – Показатели адаптивной способности и стабильности родительских форм и гибридов перца сладкого по общей урожайности в закрытом грунте (2016–2018 гг.)

Образец	Показатели				
	X_i , кг/м ²	ОАС (I)(g _i)	S _{gi}	b _i	СЦГ
Линия 4511	3,01	–0,96	76,76	1,41	–0,66
Желтый букет	3,92	–0,05	30,18	0,04	2,04
Линия 160/10	3,94	–0,03	38,31	0,71	1,54
Шоколадная красавица	4,77	0,80	46,93	2,02	1,21
Черный красавец	1,93	–2,04	0,00	0,32	1,93
Оранжевое наслаждение	3,72	–0,25	31,71	1,17	1,85
Сиреневый	4,76	0,78	25,41	1,01	2,83
Линия 80	3,64	–0,33	45,82	1,11	0,99
Линия 140/0	4,12	0,15	42,16	0,78	1,36
Линия 4511×Желтый букет	3,79	–0,18	57,23	1,67	0,34
Линия 4511×Линия 160/10	5,01	1,04	17,76	0,67	3,60
Линия 4511×Шоколадная красавица	4,27	0,30	39,44	1,62	1,59
Линия 4511×Черный красавец	3,27	–0,70	36,44	1,14	1,38
Линия 4511×Оранжевое наслаждение	4,43	0,46	5,64	0,41	4,03
Линия 4511×Сиреневый	2,83	–1,14	43,51	1,22	0,87
Линия 4511×Линия 80	2,63	–1,34	22,99	0,60	1,67
Линия 4511×Линия 140/0	3,70	–0,27	23,59	0,88	2,14
Желтый букет×Линия 4511	3,92	–0,05	35,90	1,37	1,68
Линия 160/10×Линия 4511	5,89	1,91	0,00	0,31	5,89
Шоколадная красавица×Линия 4511	4,94	0,97	8,14	0,53	4,30
Черный красавец×Линия 4511	4,23	0,26	71,32	2,51	–0,57
Оранжевое наслаждение×Линия 4511	4,45	0,48	16,89	0,80	3,25
Сиреневый×Линия 4511	3,49	–0,48	20,48	0,68	2,35
Линия 80×Линия 4511	4,22	0,25	12,79	0,63	3,36
Линия 140/0×Линия 4511	4,40	0,43	33,94	1,37	2,03

и гибридные комбинации Линия 4511×Сиреневый, Оранжевое наслаждение×Линия 4511, Черный красавец×Линия 4511, Желтый букет×Линия 4511, что говорит о стабильности проявления у них признака массы плода. Хорошей отзывчивостью на улучшение условий среды ($b_i = 1,25–4,41$) характеризуются образцы Линия 4511×Шоколадная красавица, Линия 80×Линия 4511, Линия 4511×Линия 160/10, Линия 4511×Оранжевое наслаждение, Линия 4511×Черный красавец, Шоколадная красавица×Линия 4511. Селекционная ценность генотипа лучших гибридных комбинаций составляла 113,59–136,56.

При проведении дисперсионного анализа биохимических признаков гибридных комбинаций перца сладкого выявлены достоверные различия между генотипами по содержанию сухого вещества; между средами по накоплению витамина С; между средами и генотипами по содержанию растворимых углеводов; между всеми компонентами дисперсии (кроме случайных эффектов) по содержанию каротина (табл. 6).

Таблица 5 – Показатели адаптивной способности и стабильности родительских форм и гибридов перца сладкого по массе плода в закрытом грунте (2016–2018 гг.)

Образец	Показатели				
	X _i , г	OAC (I)(g _i)	S _{gi}	b _i	СЦГ
Линия 4511	113,67	–27,92	30,22	–3,10	–75,33
Желтый букет	120,33	–21,26	14,58	1,19	23,77
Линия 160/10	144,22	2,63	19,61	1,37	–11,38
Шоколадная красавица	155,11	13,52	0,00	0,42	155,11
Черный красавец	94,22	–47,37	0,00	0,65	94,22
Оранжевое наслаждение	118,56	–23,04	0,00	0,68	118,56
Сиреневый	131,67	–9,92	1,08	–1,08	123,88
Линия 80	157,33	15,74	0,00	0,66	157,33
Линия 140/0	147,33	5,74	11,72	1,74	52,32
Линия 4511×Желтый букет	127,78	–13,81	10,50	0,97	53,93
Линия 4511×Линия 160/10	175,44	33,85	14,01	2,31	40,25
Линия 4511×Шоколадная красавица	162,11	20,52	8,50	1,25	86,26
Линия 4511×Черный красавец	147,89	6,30	25,45	3,88	–59,21
Линия 4511×Оранжевое наслаждение	146,67	5,08	22,80	3,49	–37,35
Линия 4511×Сиреневый	115,78	–25,81	0,00	0,63	115,78
Линия 4511×Линия 80	172,89	31,30	5,43	0,72	121,23
Линия 4511×Линия 140/0	154,89	13,30	9,31	0,90	75,55
Желтый букет×Линия 4511	136,56	–5,04	0,00	0,63	136,56
Линия 160/10×Линия 4511	158,89	17,30	3,68	–0,64	126,74
Шоколадная красавица×Линия 4511	169,00	27,41	26,59	4,41	–78,26
Черный красавец×Линия 4511	122,44	–19,15	0,00	0,63	122,44
Оранжевое наслаждение×Линия 4511	128,67	–12,92	0,00	0,89	128,67
Сиреневый×Линия 4511	136,89	–4,70	3,09	0,59	113,59
Линия 80×Линия 4511	164,89	23,30	10,43	1,68	70,26
Линия 140/0×Линия 4511	136,56	–5,04	10,18	0,12	60,09

На фенотипическую изменчивость накопления сухого вещества и каротина большее влияние оказывали генотипические эффекты, так как значения средних квадратов по генотипам преобладают в сравнении со значениями средних квадратов по средам. Накопление витамина С и растворимых углеводов в основном определяется условиями выращивания.

Лучшими по содержанию сухого вещества в плодах перца сладкого (8,30–9,28 %) были гибридные комбинации Линия 4511×Оранжевое наслаждение, Оранжевое наслаждение×Линия 4511, Линия 4511×Черный красавец, Черный красавец×Линия 4511, Линия 140/0×Линия 4511 и родительские формы Черный красавец, Шоколадная красавица, Линия 4511, Оранжевое наслаждение, которые также обладали высокой общей адаптивной способностью (табл. 7). Среди них к пластичным относились Линия 4511, Оранжевое наслаждение, Линия 4511×Оранжевое наслаждение и Линия 140/0×Линия 4511; к стабильным –

Таблица 6 – Результаты дисперсионного анализа признаков качества плодов перца сладкого в защищенном грунте

Компоненты дисперсии	Степени свободы	Средние квадраты			
		Содержание сухого вещества, %	Содержание витамина С, мг/100 г	Содержание растворимых углеводов, %	Содержание каротина, мг/кг
По средам (А)	2	1,236	16263,88**	26,958**	141,506*
По генотипам (В)	24	4,447**	799,604	1,699**	272,413**
По взаимодействию (АВ)	48	0,632	494,049	0,441	132,795**
Случайное	75	0,491	875,347	0,683	35,202

* Достоверно при $P \leq 0,05$.

** Достоверно при $P \leq 0,01$.

Таблица 7 – Показатели адаптивной способности и стабильности родительских форм и гибридов перца сладкого по содержанию сухого вещества (2016–2018 гг.)

Образец	Показатели				
	X_i , %	ОАС (I)(g _i)	S_{gi}	b_i	СЦГ
Линия 4511	8,40	0,57	11,58	6,47	–2,76
Желтый букет	6,82	–1,00	0,00	1,80	6,82
Линия 160/10	5,49	–2,34	3,98	0,99	2,98
Шоколадная красавица	8,59	0,76	0,00	–0,14	8,59
Черный красавец	9,28	1,46	0,00	–0,57	9,28
Оранжевое наслаждение	8,40	0,57	5,44	2,32	3,15
Сиреневый	7,43	–0,40	2,77	1,74	5,07
Линия 80	6,83	–0,99	7,93	–4,25	0,62
Линия 140/0	7,71	–0,11	6,51	3,69	1,95
Линия 4511×Желтый букет	7,77	–0,05	5,36	–2,68	2,99
Линия 4511×Линия 160/10	7,81	–0,02	8,82	–5,06	–0,10
Линия 4511×Шоколадная красавица	8,06	0,24	3,66	–0,92	4,68
Линия 4511×Черный красавец	8,76	0,94	0,00	–0,76	8,76
Линия 4511×Оранжевое наслаждение	8,30	0,48	4,50	3,31	4,01
Линия 4511×Сиреневый	7,72	–0,10	0,00	0,30	7,72
Линия 4511×Линия 80	7,74	–0,08	0,00	1,08	7,74
Линия 4511×Линия 140/0	7,24	–0,59	13,11	5,27	–3,66
Желтый букет×Линия 4511	7,87	0,04	0,00	1,78	7,87
Линия 160/10×Линия 4511	6,76	–1,06	9,31	4,45	–0,46
Шоколадная красавица×Линия 4511	8,06	0,24	0,00	0,89	8,06
Черный красавец×Линия 4511	8,86	1,04	0,00	–0,15	8,86
Оранжевое наслаждение×Линия 4511	8,40	0,58	5,55	–3,51	3,05
Сиреневый×Линия 4511	6,63	–1,19	12,47	5,38	–2,86
Линия 80×Линия 4511	7,73	–0,09	0,00	–0,60	7,73
Линия 140/0×Линия 4511	8,93	1,11	7,92	4,19	0,82

Шоколадная красавица, Черный красавец, Линия 4511×Черный красавец, Черный красавец×Линия 4511.

Высокой селекционной ценностью генотипа по содержанию сухого вещества обладали Шоколадная красавица, Черный красавец, Линия 4511×Черный красавец, Черный красавец×Линия 4511 и Шоколадная красавица×Линия 4511.

Среднее содержание растворимых углеводов у изучаемых образцов находится в пределах 2,94–5,30 % (табл. 8). Наибольшие значения (5,12–5,30 %) показали гибридные комбинации Линия 4511×Линия 140/0, Сиреневый×Линия 4511 и сорта Оранжевое наслаждение, Сиреневый. Среди них высокой общей адаптивной способностью обладали пластичный сорт Сиреневый и стабильные образцы Оранжевое наслаждение, Линия 4511×Линия 140/0, Сиреневый×Линия 4511.

Таблица 8 – Показатели адаптивной способности и стабильности родительских форм и гибридов перца сладкого по содержанию растворимых углеводов (2016–2018 гг.)

Образец	Показатели				
	X _i , %	OAC (I)(g _i)	S _{gi}	b _i	СЦГ
Линия 4511	3,95	–0,51	22,14	1,31	0,88
Желтый букет	3,77	–0,70	30,96	1,60	–0,33
Линия 160/10	2,94	–1,53	24,96	1,14	0,36
Шоколадная красавица	4,89	0,42	16,63	1,26	2,03
Черный красавец	4,70	0,24	8,69	0,81	3,26
Оранжевое наслаждение	5,30	0,84	6,48	0,76	4,09
Сиреневый	5,04	0,58	16,68	1,21	2,09
Линия 80	3,92	–0,54	0,00	0,06	3,92
Линия 140/0	4,67	0,21	22,64	1,52	0,96
Линия 4511×Желтый букет	4,68	0,22	9,57	0,80	3,11
Линия 4511×Линия 160/10	4,67	0,20	0,00	0,50	4,67
Линия 4511×Шоколадная красавица	4,50	0,03	10,66	0,72	2,81
Линия 4511×Черный красавец	4,59	0,13	0,00	0,32	4,59
Линия 4511×Оранжевое наслаждение	4,68	0,22	25,42	1,70	0,50
Линия 4511×Сиреневый	4,53	0,07	27,31	1,77	0,19
Линия 4511×Линия 80	4,43	–0,03	10,50	0,77	2,80
Линия 4511×Линия 140/0	5,12	0,66	0,00	0,27	5,12
Желтый букет×Линия 4511	4,25	–0,22	17,29	1,17	1,67
Линия 160/10×Линия 4511	4,46	0,002	15,34	0,80	2,06
Шоколадная красавица×Линия 4511	4,11	–0,35	26,15	1,52	0,33
Черный красавец×Линия 4511	4,86	0,40	9,92	0,91	3,16
Оранжевое наслаждение×Линия 4511	3,84	–0,62	11,52	0,86	2,28
Сиреневый×Линия 4511	5,23	0,77	0,00	0,37	5,23
Линия 80×Линия 4511	4,00	–0,46	9,81	0,82	2,62
Линия 140/0×Линия 4511	4,43	–0,03	33,25	2,03	–0,74

Высокая селекционная ценность генотипа отмечена у гибридов Сиреневый×Линия 4511 и Линия 4511×Линия 140/0.

Лучшими по содержанию витамина С в плодах перца сладкого (112,55–133,12 мг/100 г) были Линия 80, Линия 80×Линия 4511, Линия 4511×Линия 160/10, Сиреневый×Линия 4511, Линия 4511×Шоколадная красавица, Линия 4511×Линия 140/0 (табл. 9). Эти же образцы обладали высокой ОАС (8,78–29,35).

По показателям относительной стабильности и коэффициенту регрессии экологически стабильными являлись гибриды Линия 4511×Линия 140/0 и Линия 80×Линия 4511. Нулевую S_{gi} показали 6 гибридов и 4 родительские формы, что свидетельствует о слабом изменении у них содержания витамина С в разные годы. Хорошей отзывчивостью на улучшение условий среды и высоким средним значением генотипа характеризовались Линия 4511×Линия 160/10, Линия 4511×Шоколадная красавица и Сиреневый×Линия 4511.

Таблица 9 – Показатели адаптивной способности и стабильности родительских форм и гибридов перца сладкого по содержанию витамина С (2016–2018 гг.)

Образец	Показатели				
	X_i , мг/100 г	ОАС (I)(g_i)	S_{gi}	b_i	СЦГ
Линия 4511	106,39	2,62	19,97	1,37	19,64
Желтый букет	98,86	–4,91	19,71	1,43	19,33
Линия 160/10	98,30	–5,47	0,00	0,41	98,30
Шоколадная красавица	104,23	0,46	26,78	1,79	–9,72
Черный красавец	96,41	–7,36	0,00	0,70	96,41
Оранжевое наслаждение	100,18	–3,59	26,62	1,32	–8,70
Сиреневый	92,94	–10,83	0,00	0,67	92,94
Линия 80	112,55	8,78	18,13	1,43	29,24
Линия 140/0	79,85	–23,92	0,00	0,29	79,85
Линия 4511×Желтый букет	102,31	–1,45	31,89	1,73	–30,88
Линия 4511×Линия 160/10	116,66	12,89	17,51	1,32	33,26
Линия 4511×Шоколадная красавица	120,95	17,18	20,71	1,49	18,69
Линия 4511×Черный красавец	101,22	–2,54	0,00	0,52	101,22
Линия 4511×Оранжевое наслаждение	109,23	5,47	24,07	1,57	1,90
Линия 4511×Сиреневый	106,40	2,63	25,47	1,75	–4,23
Линия 4511×Линия 80	91,18	–12,59	0,00	0,85	91,18
Линия 4511×Линия 140/0	133,12	29,35	0,00	0,63	133,12
Желтый букет×Линия 4511	105,43	1,66	0,00	0,74	105,43
Линия 160/10×Линия 4511	100,90	–2,87	1,26	0,11	95,69
Шоколадная красавица×Линия 4511	93,90	–9,87	32,30	1,35	–29,92
Черный красавец×Линия 4511	94,55	–9,22	0,00	0,12	94,55
Оранжевое наслаждение×Линия 4511	87,86	–15,90	10,69	0,36	49,52
Сиреневый×Линия 4511	118,51	14,74	11,02	1,13	65,20
Линия 80×Линия 4511	112,81	9,04	0,00	0,83	112,81
Линия 140/0×Линия 4511	109,42	5,65	20,05	1,08	19,86

Среди лучших по накоплению каротина в плодах были гибридные комбинации Линия 4511×Шоколадная красавица, Линия 4511×Желтый букет, Линия 140/0×Линия 4511, Сиреневый×Линия 4511, Линия 80×Линия 4511 и родительская форма Шоколадная красавица с содержанием пигмента в зрелых плодах от 25,16 до 33,31 мг/100 г (табл. 10). Они же имели наивысшие показатели ОАС.

Пластичными и хорошо отзывчивыми на улучшение условий возделывания были гибриды Линия 4511×Шоколадная красавица, Линия 4511×Черный красавец и Шоколадная красавица×Линия 4511.

Наибольшей СЦГ по анализируемому признаку обладали Линия 4511×Линия 140/0, Линия 140/0×Линия 4511 и Линия 80×Линия 4511.

Таблица 10 – Показатели адаптивной способности и стабильности родительских форм и гибридов перца сладкого по содержанию каротина (2016–2018 гг.)

Образец	Показатели				
	X _i , мг/кг	ОАС (I)(g _i)	S _{gi}	b _i	СЦГ
Линия 4511	19,83	–0,03	33,16	–3,13	7,92
Желтый букет	22,70	2,84	64,46	–4,71	–3,82
Линия 160/10	11,46	–8,40	43,37	1,87	2,45
Шоколадная красавица	32,90	13,04	29,99	–1,34	15,02
Черный красавец	13,46	–6,40	15,25	0,93	9,74
Оранжевое наслаждение	13,03	–6,83	28,18	–1,77	6,37
Сиреневый	12,53	–7,33	48,60	3,33	1,49
Линия 80	10,95	–8,90	35,96	2,50	3,82
Линия 140/0	10,28	–9,58	0,00	–0,43	10,28
Линия 4511×Желтый букет	33,31	13,46	52,59	–5,99	1,56
Линия 4511×Линия 160/10	22,97	3,12	24,90	1,11	12,60
Линия 4511×Шоколадная красавица	30,81	10,95	50,50	5,04	2,61
Линия 4511×Черный красавец	23,30	3,44	44,73	5,13	4,41
Линия 4511×Оранжевое наслаждение	14,14	–5,71	50,20	3,56	1,28
Линия 4511×Сиреневый	18,82	–1,03	0,00	0,39	18,82
Линия 4511×Линия 80	16,53	–3,32	0,00	1,23	16,53
Линия 4511×Линия 140/0	21,44	1,58	0,00	1,57	21,44
Желтый букет×Линия 4511	14,21	–5,65	40,14	2,04	3,87
Линия 160/10×Линия 4511	20,44	0,58	15,25	2,70	14,79
Шоколадная красавица×Линия 4511	21,72	1,86	47,81	5,71	2,90
Черный красавец×Линия 4511	17,92	–1,94	37,15	2,98	5,85
Оранжевое наслаждение×Линия 4511	16,33	–3,52	2,61	0,43	15,56
Сиреневый×Линия 4511	25,49	5,64	16,06	3,14	18,07
Линия 80×Линия 4511	25,16	5,30	0,00	–0,49	25,16
Линия 140/0×Линия 4511	26,71	6,86	8,85	–0,82	22,43

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенных исследований установлено, что гибридные комбинации Линия 4511×Линия 160/10, Линия 4511×Оранжевое наслаждение, Линия 80×Линия 4511, Шоколадная красавица×Линия 4511 стабильно проявляли высокие значения признаков товарной и общей урожайности, но пластичны по массе плода ($b_i > 1$). Гибрид Линия 160/10×Линия 4511 характеризуется высокими и стабильными значениями урожайности и массы плода.

Выделены образцы с улучшенным качеством плодов, которые стабильно проявляют большинство биохимических признаков: Линия 4511×Линия 140/0, Линия 4511×Черный красавец, Линия 80×Линия 4511.

Оптимальное сочетание высокой урожайности и качества плодов с адаптивной способностью является преимуществом комбинаций скрещивания Линия 4511×Линия 160/10, Линия 4511×Шоколадная красавица, Шоколадная красавица×Линия 4511, Линия 140/0×Линия 4511.

Список использованных источников

1. Анохина, В. С. Адаптивная способность и стабильность генотипов коллекционных образцов люпина желтого и узколистного / В. С. Анохина, И. Б. Саук, Н. А. Болдырева // Вестн. БГУ. – 2005. – Сер. 2 (химия, биология, география). – № 1. – С. 42–45.
2. Белавкин, Е. С. Оценка и создание исходного материала для селекции сортов и гибридов перца сладкого, адаптированных к условиям малообъемной технологии: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05; 06.01.01 / Е. С. Белавкин; ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур. – М., 2010. – 28 с.
3. Бухарова, А. Р. Отдаленная гибридизация перца в селекции на гетерозис и адаптивность в условиях центрального региона России: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05 / А. Р. Бухарова; Мичуринский гос. аграр. ун-т. – Мичуринск, 2009. – 50 с.
4. Жученко, А. А. Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы) / А. А. Жученко. – Кишинев: Штиинца, 1988. – С. 22–36.
5. Кильчевский, А. В. Методы оценки адаптивной способности и стабильности генотипов дифференцирующей способности среды / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева // Генетика. – 1985. – Т. 21, № 9. – С. 1491–1498.
6. Кильчевский, А. В. Экологическая селекция растений / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. – Минск: Тэхналогія, 1997. – 372 с.
7. Кильчевский, А. В. Генотип и среда в селекции растений / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. – Минск, 1989. – 191 с.
8. Корзун, О. С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: пособие / О. С. Корзун, А. С. Бруйло. – Гродно: ГГАУ, 2011. – 140 с.
9. Марухняк, А. Я. Оценка адаптивных особенностей сортов ярового ячменя / А. Я. Марухняк // Вестник БГСХА. – 2018. – № 1. – С. 67–72.

10. Пышная, О. Н. Селекция перца / О. Н. Пышная, М. И. Мамедов, В. Ф. Пивоваров. – М.: Изд-во ВНИИССОК, 2012. – 248 с.

Поступила в редакцию 3 декабря 2019 г.

**N. A. Nevestenko, I. G. Pugachyova, M. M. Dobrodin,
A. V. Kilchevskiy**

**ADAPTIVE CAPACITY AND ENVIRONMENTAL STABILITY
OF SWEET PEPPER HYBRIDS (*CAPSICUM ANNUUM* L.)
ON YIELD AND FRUIT QUALITY FEATURES IN PROTECTED
GROUND**

SUMMARY

The results of investigation, adaptive capacity and stability assessment of sweet pepper are presented. Hybrid combinations Line 160/10×Line 4511, Line 4511×Line 160/10, Line 4511×Orangevoe naslagdenie, Line 80×Line 4511, Chokoladnaya krasavitsa×Line 4511 consistently showed high values of yield characteristics. Samples with improved fruit quality under various environmental conditions include: Line 4511×Line 140/0, Line 4511×Cherny krasavets, Line 80×Line 4511. Genotypes with the optimal combination of high yield, fruit quality, adaptive capacity were identified: Line 4511×Line 160/10, Line 4511×Chokoladnaya krasavitsa, Chokoladnaya krasavitsa×Line 4511, Line 140/0×Line 4511.

Key words: sweet pepper, yield, fruit quality, adaptive capacity, environmental stability, plasticity.