

УДК 635.649:631.526.32

СКРИНИНГ *CAPSICUM ANNUUM* VAR. *ANNUUM* L. НА РАННЕСПЕЛОСТЬ

© 2012 г. О.О. Тимина

ГОУ Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко,
Тирасполь, Приднестровская Молдавская Республика, e-mail: otimina@mail.ru

Поступила в редакцию 10 октября 2011 г. Принята к публикации 21 марта 2012 г.

Проведен скрининг генофонда *Capsicum annuum* var. *annuum* L., включающий более 350 культурных сортов, по длине вегетационного периода и выделены надежные и разнообразные доноры признака. Подтверждено преимущество сорто типа *Fasciculatum* Sturt по раннеспелости и дружности созревания. Уточнены коррелятивные зависимости между длинами фенофаз, завязываемостью и скоростью роста плодов как компонентных признаков раннего урожая. Выделенные доноры в популяциях сорто типов *Grossum* L. (Sendt), *Longum* D.C. и *Fasciculatum* дифференцированы по адаптивности признаков «ранний урожай» и «длина фенологических фаз». Определены фоновые параметры среды для селекции на урожайность и раннеспелость.

Ключевые слова: овощной перец, раннеспелость, селекционная ценность доноров, фоновые параметры среды.

Селекция на раннеспелость остается одним из приоритетных направлений и не теряет своей актуальности для подавляющего большинства культур, так как оказывается решающим условием устойчивого роста величины и качества урожая (Жученко, 1995). При этом успех практической селекции по этому направлению в сильной степени зависит от наличия разнообразных доноров признака. Целью наших исследований явился поиск источников и надежных доноров признака раннеспелости в генофонде *Capsicum annuum* var. *annuum*. В задачи исследований входили: оценка культурных сортов вида *C. annuum* var. *annuum* по раннеспелости, уточнение коррелятивных зависимостей между раннеспелостью и ее компонентными признаками, а также селекционной ценности доноров раннеспелости.

Материалы и методы

Растения выращивали в весенне-летнем и в зимне-весеннем оборотах в открытом грунте, пленочных необогреваемых и зимних остекленных теплицах согласно требованиям,

предъявляемым к культуре и ее селекции (Ершова, 1990; Методические указания ..., 1997). Выраженность раннеспелости определяли фенотипически по длинам фенофаз: продолжительность периода в днях: от массовых всходов до массового цветения (фенофаза 1), от массового цветения до технической спелости плодов (фенофаза 2) и от технической до биологической спелости плодов (фенофаза 3), а также по интегральному показателю – раннему урожаю. Урожай плодов учитывали весовым методом, завязываемость и интенсивность роста плодов – прямым методом, маркируя бутоны, подсчитывая и взвешивая маркированные плоды на дату учета. Повторность в опыте – 50-кратная, повторность вариантов – трехкратная. Данные обрабатывались 2-факторным дисперсионным анализом, подсчитывались множественная и частные фенотипические корреляции (Лакин, 1990). Определяли общую (ОАС_i) и специфическую (САС_i) адаптивность, стабильность (Sg_i) генотипов, их селекционную ценность (СЦГ_i), а также типичность (t_k) и относительную дифференцирующую способность среды (S_{ек}) по методу А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой

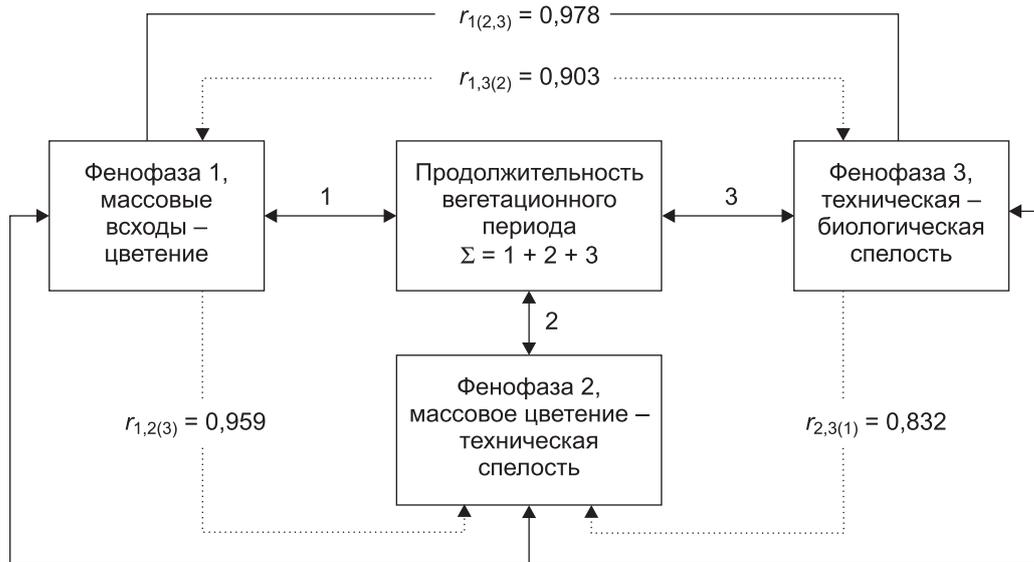


Рис. 1. Множественная и частные фенотипические корреляции у гибридов F_1 между составляющими показателями признака «продолжительность вегетационного периода», зимне-весенний оборот.

(1985). Генетическая терминология использована согласно Картелю с соавт. (1999), ботаническая номенклатура по Baral с соавт. (2002).

Результаты исследований и обсуждение

Фенологические наблюдения выявили, что при благоприятных условиях раннеспелость перца в условиях открытого грунта определялась длиной фенофаз 1 и 3. В условиях защищенного грунта вклад всех трех фенофаз в проявление раннеспелости в зимне-весенний и весенне-летний периоды оказался равнозначным (рис. 1). Выраженность раннеспелости коррелировала с завязываемостью плодов и интенсивностью их роста (рис. 2), которые, являясь ее компонентами, в конечном итоге определяли величину раннего урожая. Коэффициент множественной корреляции между ранним урожаем, завязываемостью и интенсивностью роста плодов оказался высоким и достоверным – $r_{x(yz)} = 0,71$ ($t_{\text{фак}} = 3,02$, $p \leq 0,05$) (рис. 2). Причем при постоянной величине завязываемости показатели раннего урожая и интенсивность роста плодов в средней степени положительно коррелировали ($r_{xz(y)} = 0,64$; $t_{\text{фак}} = 2,63$, $p \leq 0,05$). Однако при постоянной величине раннего урожая отмечалась невысокая отрицательная корреляция между показателями интенсивности

роста плодов и завязываемостью ($r_{yz(x)} = -0,27$). Полученные данные свидетельствуют о контроле раннеспелости группой генов, объединенной, в том числе и на основе плейотропного функционирования.

Оценка генофонда *S. annuum var. annuum* по длине вегетационного периода от массовых всходов до биологической спелости и составляющих его фенофаз выявила слабый размах изменчивости у представителей *var. annuum* по

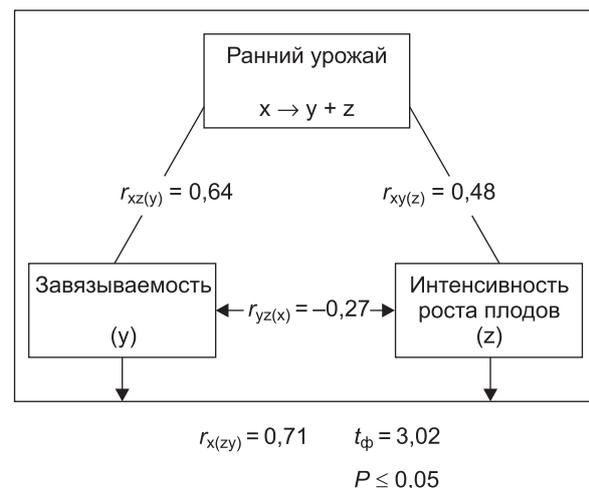


Рис. 2. Множественные и частные корреляции у гибридов F_1 между составляющими показателями признака «ранний урожай», весенне-летний оборот.

этим признакам (табл. 1). Тем не менее анализ результатов выявил преимущества по признаку скороспелости букетного сортотипа, у представителей которого одновременно укороченные первая и третья фазы созревания, а вторая – относительно короткая. Полученные результаты статистически доказуемы. Причем коэффициенты вариации длины трех фенофаз у этого сортотипа самые низкие, что свидетельствует и об относительной выравненности признака. Полученные данные подтверждают имеющиеся литературные сведения о скороспелости и дружности созревания сортотипа *Fasciculatum*. Болгарский сорт Букетен, предназначенный для сладкой паприки, выведенный с участием представителя этого сортотипа (Christov *et al.*, 1974), был использован в качестве донора с комплексом признаков: раннеспелости, дружности созревания, теневыносливости, а также толерантности к вертициллезному увяданию при создании отечественного варианта овощного перца Винни-Пух (Ильенко, Кузнецова, 1979). Винни-Пух в свою очередь в дальнейшем использовался в комбинативной селекции новых сортов букетного типа (Ильенко, Тимина, 1999; Тимина О.О., Тимин О.Ю., 2000). Популяция сортотипа *Grossum* представлена контрастными формами по продолжительности 1-й и 3-й фенофаз. Так, к этому сортотипу относятся образцы, которые по длительности 1-й фазы не уступают представителям букетного сортотипа

(табл. 1), и в то же время отмечается наличие и позднеспелых недружных форм с долговременными фенофазами 1 и 3. Такие образцы очень напоминают формы томатов с генами замедленного созревания *rin*, *nor* или *alkobako* и по аналогии с томатами могут представлять интерес в качестве исходного материала для создания сортов или гибридов с замедленным созреванием, предназначенных для хранения. Сортотип *Grossum* также характеризовался низкими коэффициентами вариации длины 1-й, 2-й и 3-й фенофаз. Раннеспелость данной популяции обуславливалась меньшей средней продолжительностью 1-й и 3-й фенофаз в сравнении с *Longum*.

У сортотипа длиннозаостренных перцев отмечалось наличие как раннеспелых, так и позднеспелых недружных форм с невысоким коэффициентом вариации по продолжительности фенофаз. Популяция этого сортотипа достаточно разнообразна и по другим важнейшим хозяйственно ценным признакам и может быть использована для удовлетворения потребностей всех направлений по селекции острого, полуострого перца, а также сортов и гибридов, предназначенных для получения сладкой и острой паприки.

Анализ имеющегося и созданного в дальнейшем селекционного материала по признаку «раннеспелость» показал, что более эффективно поддается улучшающему отбору продолжи-

Таблица 1

Продолжительность вегетационного периода у популяций сортотипов *C. annuum*, 1987–1998 гг. (необогреваемые пленочные теплицы)

Показатель	Сортотип					
	<i>Fasciculatum</i> Sturt		<i>Grossum</i> L. (Sendt)		<i>Longum</i> D.C.	
	Длина фенофазы $x_1 \pm m$	V %	Длина фенофазы $x_2 \pm m$	V %	Длина фенофазы $x_3 \pm m$	V %
Количество исследованных образцов	52		297		25	
Массовые всходы–цветение	82 ± 0,3	2,6	85,0 ± 0,2	3,9	85,8 ± 0,8	4,9
Массовое цветение–техническая спелость	30,2 ± 0,2	3,6	31,8 ± 0,1	7,3	31,1 ± 0,6	9,4
Техническая–биологическая спелость	22,7 ± 0,1	4,1	31,4 ± 0,1	5,6	32,9 ± 0,5	8,0
Массовые всходы–биологическая спелость	134,4 ± 0,6	3,4	148,0 ± 0,4	4,1	149,7 ± 1,2	4,0

тельность 1-й фенофазы. Так, в группе букетных удалось отселектировать линию Л-3/98, у которой цветение начиналось раньше на 3 дня по сравнению с сортом Винни-Пух. Данная линия представляет собой популяцию с преобладанием одноярусных растений. С увеличением количества ярусов в букетной группе отмечалось и удлинение всего вегетационного периода. Остальные фазы вегетационного периода характеризовались как более консервативные. За 10 лет напряженной селекционной работы с 1987 по 1998 гг. практически не удалось уменьшить параметры длины второй и третьей фенофаз у селекционного материала, полученного с использованием букетного и крупноплодного сортотипов. Однако создание изогенных линий, контрастных по длине первой и третьей фенофаз, на основе обоих сортотипов позволило получить новый результат: у двойных гибридов от скрещивания изогенных линий наблюдался сдвиг в сторону значительного уменьшения 2-й фенофазы. Полученные данные свидетельствовали о возможном резерве раннеспелости

за счет ускоренного роста плодов или высокой скорости плодообразования.

Таким образом, проведенная оценка выявила дифференцированную длину фенофаз у конкретных генотипов. Наиболее короткая 1-я фенофаза у линии Л-3/98, а также у сортов Винни-Пух, Венти, Калочанский V-1, гибрида Юбилейный Семко; непродолжительная 2-я фенофаза – у сорта Калочанский V-1, линий Л-3/98, 5/98, гибрида Юбилейный Семко, а также сортов Ермак, Венти, Прометей, Тополин; 3-я фенофаза, наиболее быстро текущая у сортов Винни-Пух, Ермак, Добрыня Никитич, Л-3/98, Л-5/98, Богатырь и гибрида Юбилейный Семко.

У сортов Тополин, Венти, Ласточка и Винни-Пух, зарекомендовавших себя надежными донорами раннеспелости, уточнили адаптивность признаков «длина фенофаз» и «ранний урожай» (табл. 2, 3). Поскольку адаптивность и продуктивность являются относительно независимыми признаками (Сюков и др., 2007), селекция по возможности должна проводиться на комплекс этих признаков, и необходимость

Таблица 2

Параметры адаптивности доноров раннеспелости овощного перца по длине первой и третьей фенофаз

Донор	Параметры адаптивности											
	1-я фенофаза						3-я фенофаза					
	X_p , сутки	ОАС	САС _i	Sg _i , %	b _i	СЦГ _i	X_p , сутки	ОАС	САС	Sg _i , %	b _i	СЦГ _i
Тополин Var. Grossum	84,2	-0,68	155,1	14,8	0,88	47,2	31,4	2,45	5,66	7,6	1,21	16,5
Ласточка Var. Grossum	84,8	-0,08	302,3	20,5	1,24	33,2	31,6	2,68	5,53	7,4	1,29	16,9
Венти Var. Longum	89,1	4,22	193,1	15,6	0,98	47,9	32,5	3,58	5,25	7	0,85	18,2
Винни-Пух Var. Fasciculatum	81,4	-3,45	180,2	16,5	0,9	41,6	20,2	-8,72	4,03	9,9	0,75	7,7

Таблица 3

Параметры адаптивности доноров раннеспелости перца сладкого по урожайности

Генотип	X_i , кг/м ²	ОАС _i	САС _i	Sg _i , %	b _i	СЦГ _i
Тополин	1,36	0,09	0,94	71,5	1,03	0,72
Ласточка	0,99	-0,28	0,9	95,7	1,05	0,36
Венти	1,28	0,01	1,07	80,6	1,14	0,6
Винни-Пух	1,45	0,18	0,65	55,5	0,77	0,92

в информации об адаптивности доноров имеет существенное значение для селекционного процесса. Идентифицированные доноры востребованы как для стабилизации выраженности признака в конкретных условиях среды с определенными неблагоприятными факторами, так и для создания сортов и гибридов с высокой продуктивностью. Адаптивность доноров изучали в трех условиях: открытом грунте, зимней остекленной и пленочной необогреваемой теплицах. Дисперсионный анализ показателей урожайности, длины 1-й и 3-й фенофаз в 3 различных условиях выращивания выявил разницу между генотипами и отличия во взаимодействии генотипа и условий на 5 и 1 %-м уровнях значимости. Анализ показателей 2-й фенофазы у этих же сортов не выявил таких различий. Поэтому анализ адаптивности проводился у признака «урожайность» и у 1-й и 3-й фенофаз.

Полученные данные по длине фенофаз показали наилучшие результаты у сорта Винни-Пух (табл. 2). При условии, что отбор по раннеспелости направлен в сторону уменьшения длины фенофаз, низкие показатели OAC_i , SAC_i и $СЦГ_i$ в этом случае подтверждают большую выраженность признака у Винни-Пука на разных фонах. Донор характеризуется по признаку «длина 1-й фенофазы» нестабильной выраженностью и стабильной – по 3-й фенофазе ($Sg_i < 10\%$), слабой отзывчивостью ($b_i < 1$) и самой высокой селекционной ценностью. Показатели остальных доноров относительно равноценны, свидетельствуют о слабой отзывчивости за исключением Ласточки и характеризуются сравнительно одинаковой селекционной ценностью.

Полученные результаты показывают дифференциацию доноров по адаптивности признака «ранний урожай» (табл. 3). Наибольшей OAC_i среди сортов перца отличался Винни-Пух. Совокупность показателей «высокая продуктивность», «низкие варианты SAC_i и Sg_i », «слабая отзывчивость на изменение условий среды возделывания ($b_i < 1$)» позволила отнести этот донор к категории высокоадаптивных. Для него характерно наилучшее сочетание продуктивности и стабильности, что выразилось в большем показателе $СЦГ_i$. Этот донор может быть использован для создания раннеспелых полуинтенсивных сортов или гибридов, для

которых характерна высокая потенциальная экологически устойчивая продуктивность, обеспечивающая не максимальную, но стабильно высокую урожайность.

Сорта Тополин, Венти и Ласточка характеризовались как раннеспелые доноры интенсивного типа. Они высокоурожайные, со значительной отзывчивостью на улучшение условий выращивания ($b_i > 1$), но экологически нестабильны ($Sg_i > 10\%$). Лучшим по средней урожайности в различных условиях оказался сорт Тополин.

Выявленная в экспериментах изменчивость позволила дать оценку среде испытания (табл. 4). Высокая продуктивность среды (d_k) перца сладкого в оба года испытания отмечена в условиях зимних обогреваемых теплиц. Однако этот фон, оказавшись стабилизирующим, для ведения селекции на урожайность уступает анализирующему (пленочные теплицы и открытый грунт), на котором проявляется наибольшая дифференциация генотипов по этому признаку. Пленочные теплицы в оба года испытания имели также высокую типичность среды.

Равноценность показателей адаптивности у доноров по признаку «длина фенофаз» (отличия явные только по 3-й фенофазе) адекватно снизила относительную дифференцирующую способность среды по признаку «длина первой фенофазы» (табл. 5). Для данного набора генотипов наиболее типичным фоном для скрининга явились зимние обогреваемые теплицы. Фон пленочной необогреваемой теплицы дифференцировал генотипы по признаку «длина третьей фенофазы» ($Se_k > 20\%$), а зимней обогреваемой характеризовался как стабилизирующий с высокой типичностью. В связи с этим можно

Таблица 4
Фоновые параметры среды
для селекции на раннюю урожайность

Среда	X_{cp} , кг/м ²	d_k	S_{ek} , %	t_k
Зимние (1-й год)	2,36	1,09	18,2	0,8
Пленочные (1-й год)	0,65	-0,62	56,9	1
Открытый грунт (1-й год)	0,72	-0,55	30,5	0,8
Зимние (2-й год)	2,49	1,22	21	-0,2
Пленочные (2-й год)	0,87	-0,4	36	1
Открытый грунт (2-й год)	0,54	-0,73	33,6	1

Таблица 5

Фоновые параметры среды для селекции по длине первой и третьей фенофаз

Среда	Параметры среды							
	Первая фенофаза				Третья фенофаза			
	Хср, сутки	d _k	S _{ек} , %	t _k	Хср, сутки	d _k	S _{ек} , %	t _k
Зимние	99,6	14,7	5,5	1	26,9	-2,07	18,8	1
Пленочные	83,4	-1,46	2,7	0,09	29,1	0,23	24,1	0,8
Открытый грунт	71,7	-13,23	6,9	0,8	30,8	1,83	17,9	0,4

согласиться с предложением о необходимости подбора нескольких стандартов для каждого фона (Ващенко, 2011), различающихся по выраженности изучаемых признаков, включая продуктивность, что в конечном итоге облегчает дифференцировку сред и генотипов.

Таким образом, проведен скрининг популяции *S. annuum var. annuum*, включающий более 350 культурных сортов, по длине вегетационного периода и выделены надежные и разнообразные доноры признака. Уточнены коррелятивные зависимости между длинами фенофаз, завязываемостью и скоростью роста плодов как компонентных признаков раннего урожая. Определены селекционная ценность доноров раннеспелости и фоновые параметры среды для селекции на урожайность и раннеспелость.

Выражаю искреннюю благодарность к.с.-х.н. Л.В. Кривенкову, с.н.с. лаборатории экологической селекции Всероссийского НИИ селекции и семеноводства овощных культур за помощь в обработке данных по адаптивности признаков и их обсуждению.

Литература

А.с. № 33271 на сорт сладкого перца «Добрыня Никитич» / О.О. Тимина, О.Ю. Тимин. Зарегистрировано в государственном реестре селекционных достижений РФ, допущенных к использованию. 2000.
Ващенко В.В. Оценка сортов ячменя ярового по адаптивной стабильности // Селекция и насінництво. 2011. Вып. 100. С. 96–100.

Ершова В.Л. Возделывание перца сладкого в МССР: рекомендации. Кишинев: Молдагроинформреклама, 1990. С. 1–6.
Жученко А.А. Проблема адаптации в селекции, сортоиспытании и семеноводстве сельскохозяйственных культур // Генетические основы селекции сельскохозяйственных растений. М., 1995. С. 3–15.
Ильенко Т.С., Кузнецова Г.Н. Новое в селекции сладкого перца для защищенного грунта // Научно-технический прогресс в орошаемом земледелии и овощеводстве: Тез. докл. науч.-произв. конф., декабрь 1979. С. 35–36.
Картель Н.А., Макеева Е.Н., Мезенко А.М. Генетика. Энциклопедический словарь. Минск: Тэхналогія, 1999. 448 с.
Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение 2. Числовой пример и обсуждение // Генетика. 1985. Т. 21. № 9. С. 1491–1498.
Лакин Г.Ф. Биометрия, М., Высш. шк., 1990. С. 1–352.
Методические указания по селекции сортов и гибридов перца, баклажана для открытого и защищенного грунта. М., 1997. С. 1–88.
Пат. № 0477. Сорт сладкого перца «Ермак» / Т.С. Ильенко, О.О. Тимина. Зарегистрировано в государственном реестре РФ охраняемых селекционных достижений 17.12.1999.
Сюков В.В., Захаров В.Т., Кривобочек В.Г. и др. Метод оценки гомеоадаптивности в системе экологической селекции яровой мягкой пшеницы // Метод. указания. Безенчук, 2007. С. 1–5.
Baral J.B., Bosland P.W. An updated synthesis of the *Capsicum* genus // Capsicum and Eggplant Newslett. 2002. No. 21. P. 11–21.
Christov S., Manuelyan K., Elenkov E., Kovachev A. Breeding of uniform ripening pepper varieties // Genetics and Breeding of Capsicum, Proc. of the Meeting EUCARPIA, Budapest, 1974. P. 205–210.

**TEST OF *CAPSICUM ANNUUM* VAR. *ANNUUM* L. ACCESSIONS
FOR EARLINESS****O.O. Timina**Shevchenko Transnistrian State University, Tiraspol, Transnistria,
e-mail: otimina@mail.ru**Summary**

Growing season duration was analyzed in more than 350 *Capsicum annuum* var. *annuum* L. cultivars to reveal diverse reliable donors of the character. The advantage of the *Fasciculatum* Sturt group was confirmed by its early and uniform ripening. Correlations between the durations of phenological stages, fruit set, and fruit growth rate as early harvest components were refined. Donors were isolated from populations of the *Grossum* L. (Sendt), *Longum* D.C., and *Fasciculatum* groups and differentiated according to the adaptive values of the “early harvest” and “phenological stage duration” traits. The background environment settings for breeding for crop yield and earliness were determined.

Key words: bell pepper, earliness, donor breeding value, background environment setting.