

Генетические основы селекции

УДК 635.649:631.52:631.523.4+631.524.7

НОРМА РЕАКЦИИ ПО ПРИЗНАКУ «ВЫСОКОЕ СОДЕРЖАНИЕ β-КАРОТИНА» В ГЕНОФОНДЕ *Capsicum annuum* var. *annuum* L. В СВЯЗИ С СЕЛЕКЦИЕЙ НА КАЧЕСТВО*О.О. ТИМИНА¹, О.Ю. ТИМИН², С.К. ФЕДОРОВ³

Для уточнения характера варьирования признака «высокое содержание β-каротина в плодах» у *C. annuum* var. *annuum* в зависимости от генотипа, условий выращивания и взаимодействия контролирующих этот признак генов с генами антоциановой окраски вегетативных и генеративных органов в связи с селекцией на качество проанализировали более 100 образцов, относящихся к сортотипам *Grossum* L. (Sendt), *Longum* D.C., *Pomifera* Fingerh и *Fascicullatum* Sturt, включая сорта и гибриды собственной селекции. Показано, что результаты определения количества β-каротина по ГОСТ 8756.22 и методом высокоэффективной жидкостной хроматографии коррелируют ($r = 0,99$), то есть относительно сопоставимы. Интенсивность окраски плодов в фазу технической спелости, как правило, прямо коррелирует с содержанием провитамина А в фазу биологической спелости, однако окраска плодов и содержание провитамина А, регистрируемые в фазу биологической спелости, не всегда взаимосвязаны. Для получения нового исходного материала перца с комплексом хозяйственно ценных признаков, включая высокое содержание провитамина А, аскорбиновой кислоты и антоциана в плодах, рекомендуется использовать окультуренные мутантные формы перца естественного и искусственного происхождения с генами *A*, *Im* и *bc*.

Ключевые слова: перец овощной, селекция на качество, β-каротин, антоциан, окультуренные мутанты.

Keywords: vegetable pepper, quality selection, β-carotene, anthocyanin, cultivated mutants.

β-Каротин наряду с витаминами С и Е относят к важнейшим компонентам пищевого рациона человека. В то же время при анализе сыворотки крови у разных групп населения Российской Федерации был выявлен дефицит β-каротина и каротиноидов у жителей Москвы, Новосибирска и Норильска (1). Обычные дозы β-каротина (15-50 мг/сут) в норме предотвращают ряд серьезных хронических заболеваний — сердечно-сосудистых, респираторных, болезней мочевыделительной системы, желудочно-кишечного тракта и тормозят развитие определенных типов рака (2). Этим определяется значение создаваемых для функционального питания сортов и гибридов сельскохозяйственных культур с более высоким содержанием β-каротина в плодах. Известно, что у овощного перца имеется до 30 разнообразных пигментов (3), поэтому представляет интерес уточнить взаимодействие генов некоторых из них с генами, контролирующими высокое содержание β-каротина. В частности, практически отсутствуют сведения о возможных взаимодействиях мутантного гена *bc*, определяющего этот признак, с генами *A* и *Im*, контролирующими синтез антоциана.

Целью нашей работы была генетическая идентификация носителей признака «высокое содержание β-каротина в плодах», а также уточнение его нормы реакции в зависимости от условий выращивания и взаимодействия между генами, контролирующими синтез антоциана и β-каротина у овощного перца.

Методика. Использовали популяцию *C. annuum* var. *annuum* L., представленную более чем 100 образцами, относящимися к сортотипам *Grossum* L. (Sendt), *Longum* D.C., *Pomifera* Fingerh и *Fascicullatum* Sturt, включая сорта и гибриды *C. annuum* собственной селекции (4, 5), а также отборы, полученные при скрещивании с естественными мутантами по антоциановой окраске (*A*, *Im*). Образец Оранжевая Капия, полученный с ис-

* Работа выполнена в рамках международного гранта IAEA 5013 «Evaluation and utilization of natural and mutant germplasm in *Solanaceae* species».

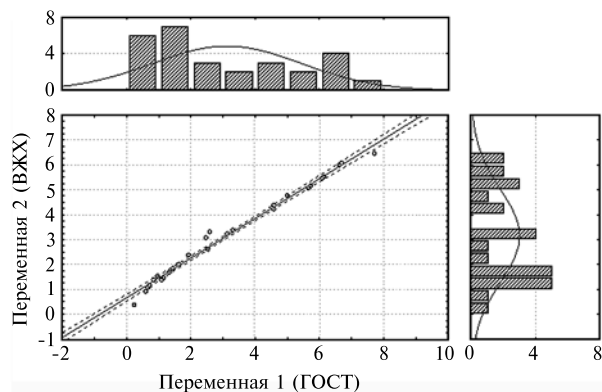
пользованием радиационного мутагенеза, был предоставлен профессором С. Даскаловым (Институт генетики Болгарской академии наук, г. София). Обозначения генов соответствуют приведенным D. Wang и P. Bosland (6). Растения выращивали в необогреваемых пленочных теплицах, в остекленных теплицах вторым оборотом после рассады и в открытом грунте по общепринятой технологии.

Содержание витаминов в плодах в фазу биологической спелости определяли по ГОСТ 8756.22-80 и высокоэффективной жидкостной хроматографией (ВЭЖХ) на жидкостном хроматографе высокого давления Agilent technologies 1200 series («Agilent technologies», США) с диодно-матричным детектором при $\lambda = 436$ нм. Подвижная фаза — ацетонитрил:хлороформ (92:8), скорость потока 1,5 мл/мин. Хроматографическая колонка Zorbax XDB (4,6×150 мм), сорбент C18 (диаметр частиц 5 мкм) («Agilent technologies», США). Объем вводимой пробы 20 мкл, время одного анализа 30 мин. Стандартом служил β -каротин, свободный от λ -форм («Sigma», США). Градуировочный график был построен по 8 точкам (для растворов с концентрацией 4,000; 2,857; 2,222; 2,000; 1,818; 1,538; 0,800 и 0,342 мг/100 мл). При подготовке проб их обрабатывали ацетоном в щелочной среде с Na_2CO_3 , Na_2SO_4 и кварцевым песком до полного обесцвечивания. К экстракту в делительную воронку добавляли 15 мл гексана, взбалтывали и оставляли до разделения водно-ацетонового и гексанового слоев. Операцию повторяли до полного удаления следов ацетона. Экстракт гексана пропускали через сульфат натрия для обезвоживания и затем вводили в колонку, используя дозатор («Rheodyne», США). Витамин С определяли стандартным методом по ГОСТ 24556, используя среднюю пробу из 4-5 плодов, взятых с двух первых ветвлений. Линейный материал и гибриды F_1 анализировали в 4 повторностях, материал с неустановленным генотипом — без повторностей. Наличие антоциана определяли визуально по окраске плодов.

Данные обрабатывались статистически с использованием программы Statistica 6,0: выполняли трехфакторный дисперсионный анализ, рассчитывали коэффициент вариации (C_v), коэффициент адаптивности (A) и линейный коэффициент взаимодействия генотипа и среды (L) согласно описанию (7).

Результаты. Источники высокого содержания витамина С и β -каротина в популяции *S. annuum* var. *annuum*. В связи с тем, что количество β -каротина определяли двумя методами, мы проверили, насколько сопоставимы полученные при этом данные (табл. 1). Хотя рассчитанный для 28 образцов коэффициент корреляции между установленным этими методами содержанием β -каротина оказался очень высоким ($r = 0,99$) (рис.), у 18 % от их общего числа анализируемый показатель варьировал на 20-37 %. Учитывая, что даже метод ВЭЖХ как наиболее точный дает погрешность на всех этапах измерений каротиноидов в пределах ± 15 % (<http://rudocor.net/medicine/bz-bw/med-amjuc/pg-5.htm>), результаты, полученные обоими методами, можно считать относительно сопоставимыми и использовать в работе (в суммарном содержании каротиноидов, определяемом по ГОСТ, пересчет ведется именно на β -каротин).

Биохимическая оценка популяций различных сортотипов на содержание витамина С и β -каротина показала их относительную выравненность по этим показателям. В то же время внутрипопуляционная изменчивость коэффициента вариации (C_v) содержания β -каротина оказалась высокой. Выравнивание среднепопуляционного значения признака «высокое содержание β -каротина» произошло благодаря предварительной целенаправленной генетико-селекционной работе, а высокие значения C_v свидетельствовали о наличии в популяции контрастных генотипов с высоким и низким содержанием провитамина А (табл. 2).



Корреляция между содержанием β -каротина, определенным по ГОСТ 8756.22 (переменная 1) и методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) (переменная 2), у генотипов перца овощного *Capsicum annuum* var. *annuum* L. В центре — график, отражающий рассеивание точек показателей относительно линии регрессии (95 % доверительный интервал): переменная 2 = 0,66496 + 0,79646 × переменная 1; $r = 0,99384$. Диаграммы иллюстрируют соотношение значений соответствующих переменных с нормальным распределением.

Переменная 1: $N = 28$, $\bar{x} = 3,096786$, $\sigma = 2,307415$, $\max = 7,730$, $\min = 0,260$; переменная 2: $N = 28$, $\bar{x} = 3,131429$, $\sigma = 1,849163$, $\max = 6,430$, $\min = 0,420$.

1. Содержание β -каротина (мг/100 г сырого вещества) в биологически спелых плодах у наиболее контрастных по фенотипу генотипов перца овощного *Capsicum annuum* var. *annuum* L. в зависимости от метода определения (необогреваемые пленочные теплицы, г. Тирасполь, 2008 год)

Генотип	Фенотип	По ГОСТ 8756.22-80	ВЭЖХ	К ВЭЖХ, %
Л 49	Темно-красно-фиолетовые плоды	2,55	2,62	97
Л 48	Темно-красно-интенсивно фиолетовые листья, цветки, плоды	1,62	2,00	81
Л-1/03	Плоды оранжево-красные	7,73	6,43	120
F ₁ 1/03 × Л 48	Красно-фиолетовые листья, цветки, плоды	3,13	3,21	98
F ₂ 1/03 × Л 48 (1)	Оранжево-красные плоды; фиолетовые листья, цветки, плоды	4,57	4,37	105
F ₁ 1/03 × Л 49	Темно-красно-, не полностью фиолетовые плоды	1,45	1,84	79
F ₂ 1/03 × Л 49 (1)	Оранжево-красно-фиолетовые плоды	6,09	5,49	111
F ₂ Л-147 × Л 49 (1)	Бледно-желтые плоды со слабо выраженным присутствием антоцианов	Следы	0	0
Коричневый 1	Плоды шоколадного цвета	2,44	3,09	79
F ₃ Рагато	Желто-оранжевые плоды	Следы	0	0
Оранжевая красавица	Оранжево-красные плоды	3,30	3,38	98
Колобок	Темно-красные плоды без антоциана	0,75	1,19	63
Л 125	Оранжево-красные плоды без антоциана (серебристо-белые в фазу технической спелости)	1,08	1,37	79

Примечание. ВЭЖХ — определение методом высокоэффективной жидкостной хроматографии; (1) — обозначение индивидуального отбора из комбинации.

2. Содержание β -каротина и витамина С (мг/100 г сухого вещества) в плодах у сортотипов перца овощного *Capsicum annuum* var. *annuum* L. в фазу биологической спелости (необогреваемые пленочные теплицы, г. Тирасполь, 1998-2003 годы)

Сортотип	Число исследованных образцов	β -Каротин		Витамин С	
		$\bar{X} \pm m$	$C_v, \%$	$\bar{X} \pm m$	$C_v, \%$
<i>Grossum</i>	78	36,06±3,04	68,7	2427,41±178,85	25,5
<i>Pomifera</i>	10	28,43±5,07	56,4	3236,44±265,21	18,3
<i>Fasciculatum</i>	32	30,46±4,31	80,1	2700,21±219,85	18,2
<i>Longum</i>	6	44,15±8,68	48,2	3772,65±156,75	5,9

Примечание. Количественные определения выполняли согласно ГОСТ 8756.22-80; C_v — коэффициент вариации.

Если у сортотипов *Grossum* и *Fasciculatum* различия по содержанию витамина С в плодах были незначительными, то у *Longum* и *Pomifera* они оказались статистически достоверными (см. табл. 2). Незначительное внутривидовое варьирование по количеству указанного витамина отмечалось у сортотипа *Longum*, среднее — у *Pomifera* и *Fasciculatum*, а у сортотипа *Grossum* C_v превышал 20 %.

Проведенная оценка выявила дифференцированное содержание β -

каротина в плодах по генотипам. Так, к селекционно наиболее перспективным следует отнести сорта Колобок, Оранжевая Капия, линии Л 49 и Л 29. Сорт Колобок наряду с высоким содержанием β -каротина, по которому он почти не уступает мутанту Оранжевая Капия, специально выделенному по этому признаку, обладает комплексом хозяйственно ценных качеств: устойчивостью к вертициллезному увяданию, высоким содержанием витамина С, имеет толстый и сладкий перикарпий. Однако количество β -каротина в его плодах сильно варьирует в зависимости от года исследования. Например, в фазу биологической спелости в 2000 году содержание провитамина А составляло 36,39 мг/100 г сухого вещества (с.в.), в следующем году — 64,43, а в 2008 году — всего 7,24 мг/100 г с.в. Линия Л 29 получена методом синтетической селекции при скрещивании молдавского линейного материала, относящегося к сортогену *Fasciculatum*, с мутантным сортом Оранжевая Капия, а линия Л 49, относящаяся к сортогену *Grossum*, — естественный мутант по окраске перикарпия (фиолетовая окраска плодов в фазы технической и биологической спелости обусловлена наличием антоциана), который также характеризуется высоким содержанием β -каротина. Признак антоциановой окраски очень четко определяется визуально в зависимости от дозы генов *Im* и *A*. В целом в пределах исследуемой популяции *S. annuum* var. *annuum* отмечалось варьирование усредненных показателей по содержанию β -каротина от 28,43 до 44,15, витамина С — от 2427,41 до 3772,65 мг/100 г с.в. То есть при достаточно высоком содержании витамина С среднее содержание β -каротина в изученной популяции достигало всего 34 мг/100 г с.в., что явно свидетельствует о преобладании образцов с невысоким количеством провитамина. Проведенные исследования выявили корреляцию между интенсивностью окраски плодов и содержанием в них β -каротина: в плодах, которые в фазу технической спелости имеют кремовую или белую окраску, при наступлении биологической спелости, как правило, содержание β -каротина невысокое. В то же время окраска плодов в фазу биологической зрелости не коррелирует с количеством β -каротина.

Изменчивость признака «высокое содержание β -каротина» у представителей *Grossum* и *Fasciculatum*. Определение содержания β -каротина в плодах, полученных в открытом грунте, пленочной и остекленной теплице, показало дифференцированное варьирование выраженности этого признака у генотипов как по повторностям, так и в зависимости от условий выращивания (табл. 3). Низкие и средние значения C_v в зависимости от генотипа отмечали у линий Л 29 и Л49, средние и высокие — у сорта Прометей. При изменении условий выращивания у всех изучаемых генотипов (особенно у Л 29) вариация была значительной. Учитывая максимальную величину среднего значения и коэффициента вариации анализируемого признака у Л 29, можно предположить большую пластичность этого генотипа по сравнению с остальными.

По линейному коэффициенту взаимодействия генотипа и среды (L), а также коэффициенту общей адаптивности генотипа (A) мы оценили адекватность проявления признака «содержание β -каротина в плодах» условиям среды. Найденная величина, характеризующая адаптивность изученных образцов, была < 1 , следовательно, среди них отсутствовали генотипы, способные сохранять высокое среднее содержание β -каротина независимо от условий выращивания. То есть при весьма значительном в целом количестве β -каротина этот признак недостаточно стабилен. В то же время коэффициент $L \rightarrow 0$, что подтверждает линейную зависимость содержания β -каротина у генотипов от изменения условий среды. В этом случае селекция на усиление проявления желаемого свойства будет тем успешнее, чем выше ста-

бильность и общая адаптивность генотипа по соответствующему признаку.

3. Содержание β-каротина (мг/100 г сухого вещества,) в плодах у разных генотипов перца овощного *Capsicum annuum* var. *annuum* L. в фазу биологической спелости по годам исследований в различных условиях выращивания (г. Тирасполь)

Генотип	Год	Вариант	Содержание β-каротина, $\bar{X} \pm m$	Среднеквадратичное отклонение, σ	C_v , %
Линия Л 29	1999	1	40,97±1,02	1,761	4,30
		2	30,33±1,12	1,943	6,40
		3	37,60±1,09	1,900	5,10
	2000	1	64,33±7,88	13,650	21,20
		2	135,43±1,80	3,150	2,30
		3	20,13±1,47	2,550	12,70
Линия Л 49	1999	1	27,57±1,36	2,350	8,50
		2	46,10±0,81	1,400	3,00
		3	20,13±1,47	2,550	12,70
	2000	1	43,93±1,07	1,850	4,20
		2	43,90±1,21	2,100	4,80
		3	5,10±1,31	2,260	44,31
Сорт Прометей	1999	1	5,10±1,31	2,260	44,31
		2	33,07±3,68	6,380	19,29
		3	13,60±2,52	4,370	32,10
	2000	1	24,63±1,42	2,450	9,95
		2	27,03±2,90	5,030	18,61
		3	27,03±2,90	5,030	18,61

Примечание. 1 — остекленные теплицы, второй оборот после рассады, 2 — необогреваемые пленочные теплицы, 3 — открытый грунт.

Процесс каротиногенеза контролируется как количественный признак, поэтому у генотипов может наблюдаться варьирование показателей в пределах нормы реакции в зависимости как от генотипической среды, так и от условий выращивания растений. Имеются подробные сведения об изменении качественного и количественного состава каротиноидов у томата и моркови (8). Данные по *C. annuum* в основном характеризуют изменчивость признака у сортогруппы *Longum* (3, 9-14). Результатами наших исследований подтверждены немногочисленные имеющиеся сведения о варьировании содержания β-каротина в плодах у перца овощного. Кроме того, мы уточнили характер проявления этого признака у представителей сортогрупп *Fasciculatum* и *Grossum*, однако генотипы со стабильно высокими показателями при этом не обнаружили.

4. Содержание β-каротина (мг/100 г сухого вещества) в плодах у генотипов перца овощного *Capsicum annuum* var. *annuum* L. с учетом наличия и характера антоциановой окраски (необогреваемые пленочные теплицы, г. Тирасполь, 2008-2009 годы)

Образец	Генотип	Содержание β-каротина	Степень доминирования признака у гибрида F ₁
Линия 1/03	<i>bc bc Crtz-2Crtz-2 aa</i>	71,62±7,89	
Линия Л 49	<i>Crtz-1Crtz-1 Crtz-2Crtz-2 ImIm</i>	39,13±5,10*	
Линия Л 48	<i>Crtz-1Crtz-1 Crtz-2Crtz-2 AA</i>	10,03±1,21*	
Сорт Колобок	<i>Crtz-1Crtz-1 Crtz-2Crtz-2 aa</i>	36,02±2,49*	
F ₁ 1/03 × Л 49	<i>bc/Crtz-1 Crtz-2Crtz-2 Im/+</i>	44,01±9,20*	-0,70
F ₁ 1/03 × Л 48	<i>bc/Crtz-1 Crtz-2Crtz-2 A/+</i>	27,36±9,19*	-0,44
F ₁ 1/03 × Колобок	<i>bc/Crtz-1 Crtz-2/Crtz-2 aa</i>	21,01±6,81*	-1,84

Примечание. Ген *A* — антоциановая окраска всего растения и плодов, *Im* — антоциановая окраска только плодов в фазу технической спелости. Количество β-каротина определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

* Значимое отличие от показателя у линии 1/03 (P = 0,05).

Поскольку Л 49 одновременно служит носителем признаков «содержание β-каротина» и «содержание антоциана» (как биоактивного компонента перикарпия), представляло интерес уточнить возможное взаимодействие генов, контролирующих синтез этих пигментов. Для этого вместо линии Л 29 использовали линию 1/03, имеющую общее происхождение с Л 29 и обладающую тем же геном *bc*, который определяет высокое содержание β-каротина, но более перспективную для селекции на комплекс признаков.

Полученные результаты свидетельствуют (табл. 4), что ген *bc* в гомозиготном состоянии в отсутствие генов антоциана обеспечивает наибольшее содержание β-каротина в плодах. У линии Л 49 оно ниже, чем у Л 03, но выше, чем у Л 48. У линий Л 49 и Л 48 антоциановая окраска (гены *A* и *Im*) в гетерозиготном состоянии фенотипически проявлялась как не полностью доминантный признак. По-видимому, гены *A* и *Im* создают также дифференцированный генотипический фон, определяющий варьирование экспрессии у мутантного гена *bc* в гетерозиготе. Поэтому среднее количество β-каротина, обусловливаемое одной и той же дозой гена у разных гибридов F₁, тоже неодинаково. Было обнаружено, что взаимодействие генов *bc* и *Im*, а также *bc* и *aa* предопределяет у соответствующих гибридов F₁ доминирование низкого значения показателя по анализируемому признаку. В то же время отмечалась тенденция к усилению синтеза β-каротина у гетерозигот при сочетании в генотипе генов *bc* и *A*, взаимодействием которых определяется промежуточная степень проявления признака у гибрида. Возможно, что усиление экспрессии гена *bc* за счет взаимодействия с геном *A* при большем числе комбинаций скрещиваний позволит сформировать устойчивый тренд к улучшению не только биохимического состава плодов, но и других хозяйственно ценных признаков, что может быть использовано в гетерозисной селекции.

Таким образом, уточнен характер варьирования признака «высокое содержание β-каротина в плодах» у *Capsicum annuum* var. *annuum* L. в зависимости от генотипа, условий выращивания и от взаимодействия детерминирующих его генов с генами, контролирующими антоциановую окраску вегетативных и генеративных органов растения. Показано, что интенсивность окраски плодов в фазу технической спелости прямо коррелирует с содержанием провитамина А в фазу биологической спелости, однако окраска плодов и содержание провитамина А, регистрируемые в фазу биологической спелости, не взаимосвязаны. Для получения нового исходного материала перца с комплексом хозяйственно ценных признаков, включая высокое содержание провитамина А, аскорбиновой кислоты и антоциана в плодах, рекомендуется использовать окультуренные мутантные формы перца естественного и искусственного происхождения с генами *A*, *Im* и *bc*.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Т а р а н о в а А.Г. Каротиновый состав сыворотки крови разных групп населения и влияние на него пищевых продуктов, обогащенных бета-каротином. Автореф. канд. дис. М., 1998.
2. Hazardous Substances (Hsdb): A database of the National Library of Medicine's TOXNET system on May 18, 2005. (<http://toxnet.nlm.nih.gov>).
3. Г у д в и н Г. Сравнительная биохимия каротиноидов. М., 1954.
4. Т и м и н О.Ю. Создание гибридов F₁ перца сладкого с улучшенным биохимическим составом на стерильной основе. Автореф. канд. дис. М., 2005.
5. Т и м и н а О.О., Т и м и н О.Ю. Авторское свидетельство № 42540 РФ на перец сладкий Витамин от 24.03.2006 по заявке № 9553874 с датой приоритета 24.12.2004.
6. W a n g D., V o s l a n d P. The genes of *Capsicum*. Hort. Sci., 2006, 41(5): 1169-1187.
7. К и л ь ч е в с к и й А.В., Х о т ы л е в а Л.В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение 1. Обоснование метода. Генетика, 1985, 21(9): 1481-1490.
8. Методические указания по оценке и отбору томата и моркови на высокое содержание β-каротина. М., 1991.
9. W o j c i e c h o w s k a B. Histochemie i chromatograficzne badanie glycoalkaloidom w nasionach piepzwca — *Capsicum annuum* L. Dissertationes, 1966, 18: 61-69.
10. A l m e l a L., L o p e z - R o s a J.M., C a n d e l a M.E., A l c a z a r M.D. Carotenoid composition of new cultivars of red pepper for paprika. J. Agric. Food Chem., 1991, 39: 1606-1609.
11. M a t u s Z., D e l i J., S z a b o l c s J. Carotenoid composition of yellow pepper during

- ripening: isolation of β -cryptoxanthin 5,6-epoxide. J. Agric. Food Chem., 1991, 39: 1907-1914.
12. Deli J., Matus Z., Szabolcs J. Carotenoid composition in the fruits of black paprika (*Capsicum annuum* var. *longum nigrum*) during ripening. J. Agric. Food Chem., 1992, 40: 2072-2076.
 13. Deli J., Molnár P., Matus Z., Tyth G. Carotenoid composition in the fruits of red paprika (*Capsicum annuum* var. *lycopersiciforme rubrum*) during ripening; biosynthesis of carotenoids in red paprika. J. Agric. Food Chem., 2001, 49: 1517-1523.
 14. Della-Penna D., Pogsón B.J. Vitamin synthesis in plants: tocopherols and carotenoids. Annu. Rev. Plant Biol., 2006, 57: 711-738.

¹Приднестровский государственный университет,
НИЛ «Биоинформатика»,
3300 Приднестровье, г. Тирасполь, ул. 28 Октября, 128,
e-mail: otimina@mail.ru;

²ГУ Республиканский Ботанический сад,
3300 Приднестровье, г. Тирасполь, ул. Мира, 50,
e-mail: otimin@mail.ru;

³Институт пищевых технологий,
2200 Республика Молдова, г. Кишинев, ул. М. Когэлничану, 63,
e-mail: fyodoroff@mail.ru

Поступила в редакцию
11 апреля 2011 года

NORM OF REACTION ON HIGH CONTENT OF β -CAROTENE IN *Capsicum annuum* var. *annuum* L. GENOFOND IN THE CONNECTION WITH BREEDING ON QUALITY

O.O. Timina¹, O.Yu. Timin², S.K. Fedorov³

S u m m a r y

For clarification of a variation character for “high content of β -carotene in fruits” determinant in *C. annuum* var. *annuum* in connection with the genotype, the growing conditions and the interaction between the genes, controlling this determinant, and the genes, controlling the anthocyanins color of vegetative and generative organs the authors analyzed more 100 variants, relating to cultivars *Grossum* L. (Sendt), *Longum* D.C., *Pomifera* Fingerh и *Fascicullatum* Sturt, including the varieties and the hybrids, from own selection. It was shown, that the results of the β -carotene content testing by the GOST 8756.22 and by the high performance liquid chromatography method are correlated ($r = 0.99$), that is relatively comparable. The intensity of fruits color during the phase of technical ripeness exactly correlates with provitamin A content, however, the fruits color and provitamin A content during the phase of biological ripeness doesn't interrelated. To obtain the new initial pepper material with a complex of practical valuable determinants, including a high content of provitamin A, ascorbic acid and anthocyanins in fruits, the authors recommend to use the tame mutant forms of pepper of natural and artificial origin with *A*, *Im* and *bc* genes.

Новые книги

Общая селекция растений: Учебник /Под общ. ред. Ю.Б. Коновалова, В.В. Пыльнева. М.: изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011, 395 с.

В учебнике рассмотрены общие вопросы селекции растений, а также особенности селекции отдельных групп культур, но без деталей. Детали излагаются в курсах частной селекции (например, селекции полевых или овощных культур). Селекция представлена нераздельно как отрасль, так и наука. Приведены принципиальные положения использования селекционных технологий с увязкой их с генетическими закономерностями. Основное содержание учебника составляет селекционный процесс. Он описан по возможности многосторонне: со стороны биологических позиций, требований методики опытного дела, технологичности, организации и экономики. Значительное внимание уделено также перспективным направлениям селекции. Большое внимание уделено «уз-

ким» местам селекции, наиболее распространенным ошибкам. Последнее очень важно: движение селекционного материала связано с закономерностями вариационной статистики, что селекционеры не всегда отчетливо себе представляют. При написании учебника авторы руководствовались собственным опытом многолетней селекционной работы, данными литературы и информацией, полученной от селекционеров и собственными наблюдениями во время многочисленных поездок по селекцентрам. В значительной степени основные положения учебника были проработаны при разработке Ю.Б. Коноваловым курса «Общая селекция и сортоведение сельскохозяйственных культур», который он в течение ряда лет читал студентам, обучающимся в Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева (ныне Российском государственном аграрном университете—МСХА им. К.А. Тимирязева). Для студентов научных сотрудников, специалистов в области генетики и селекции растений.