

Научная статья
УДК 635.62:631.527
DOI: 10.37102/0869-7698_2022_223_03_10

Действие направленного отбора на самопроизвольную изменчивость признаков в сортовой популяции тыквы столовой

Н.В. Бардина

Наталья Викторовна Бардина

научный сотрудник

Федеральный научный центр агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки,
Уссурийск, пос. Тимирязевский, Россия

bardina1977@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0001-6992-1666>

Аннотация. Приведены результаты испытания сортовой популяции 945 тыквы столовой по спонтанно генетически изменчивым (гетерозиготным) признакам повторяющегося направленного отбора по одним и тем же критериям в течение ряда поколений. Коэффициент вариации по показателю «индекс формы плода» у вариантов F_7 данной популяции находился в пределах от 5,5 до 12,5 %. Внутрилинейная изменчивость по этому признаку была низкой и средней. У испытанных вариантов F_8 коэффициент вариации по признаку «индекс формы плода» свидетельствует о средней степени изменчивости данного признака ($V = 10,2\text{--}15,0\%$). Диапазон изменчивости признака у вариантов F_8 был наименьшим. Коэффициент выравнивания формы плода вариантов F_7 составил 87,5–94,5 %, вариантов F_8 – от 85,0 до 88,2 %. Коэффициент вариации по признаку «содержание сахаров» у вариантов F_7 колебался от 9,5 до 27,0 %, выравнивание – от 73,0 до 90,5 %. Изменчивость по признаку «содержание сахаров» незначительная, средняя и высокая. У вариантов F_8 по признаку «содержание сахаров» установлен средний коэффициент вариации (12,3–18,5 %), который в общем указывает на лучшую выравниваемость вариантов F_8 сортовой популяции 945 по данному признаку. Коэффициент выравнивания содержания сахаров вариантов F_8 находился в пределах от 81,5 до 87,7 %. Диапазон изменчивости этого признака у вариантов F_8 наименьший. Используя тип направленного отбора для увеличения адаптивного потенциала, резистентности и жизнеспособности сортовой популяции 945, были отобраны 66 частично гомогенных (однородных) вариантов (линий) F_9 с определенным уровнем гетерозиготности по признакам, определяющим гетерозис, и по основным хозяйственно ценным признакам (сердцевидная форма плода, серо-зеленая окраска коры, оранжевая мякоть плода, содержание сахаров от 9,0 до 11,4 %).

Ключевые слова: тыква столовая, сортовая популяция, тип отбора, поколения, варьирующие признаки, гомо- и гетерозиготность признаков, химический состав плодов, технологические показатели

Для цитирования: Бардина Н.В. Действие направленного отбора на самопроизвольную изменчивость признаков в сортовой популяции тыквы столовой // Вестн. ДВО РАН. 2022. № 3. С. 101–111. http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698_2022_223_03_10.

Original article

The effect of directed selection by criteria on the spontaneous variability of varying traits in the offspring of the varietal population of squash

N.V. Bardina

Natalia V. Bardina

Researcher

Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Ussuriysk, Timiryazevsky village, Russia

bardina1977@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0001-6992-1666>

Abstract. The article presents the results of testing a varietal population of 945 squashes on spontaneously genetically variable (heterozygous) signs of repeated directional selection according to the same criteria over a number of generations. The coefficient of variation in the indicator “fetal shape index” in the F7 variants of this population ranged from 5.5 to 12.5 %. Intra-linear variability on this basis was low and medium. In the tested variants of F8, the coefficient of variation on the basis of the “fetal shape index” indicates an average degree of variability of this trait ($V = 10.2\text{--}15.0\%$). The range of variability of the trait in the F8 variants was the smallest. The coefficient of alignment of the fetal shape of variants F7 was 87.5–94.5 %, variants F8 – from 85.0 to 88.2 %. The coefficient of variation on the basis of “sugar content” in variants F7 ranged from 9.5 to 27.0 %, alignment - from 73.0 to 90.5 %. Variability on the basis of “sugar content” is insignificant, medium and high. The F8 variants on the basis of “sugar content” have an average coefficient of variation (12.3–18.5 %), which generally indicates the best alignment of the F8 variants of the 945 varietal population on this basis. The coefficient of equalization of the sugar content of the F8 variants ranged from 81.5 to 87.7 %. The range of variability of this trait in F8 variants is the smallest. Using the type of directed selection to increase the adaptive potential, resistance and viability of the varietal population 945, 66 partially homogeneous variants (lines) F9 with a certain level of heterozygosity were selected according to the characteristics that determine heterosis and the main economically valuable characteristics (heart-shaped fruit, gray-green bark color, orange fruit pulp, sugar content from 9.0 to 11.4 %).

Keywords: squash, varietal population, type of selection, generations, varying traits, homo- and heterozygosity of traits, chemical composition of fruits, technological indicators

For citation: Bardina N.V. The effect of directed selection by criteria on the spontaneous variability of varying traits in the offspring of the varietal population of squash. *Vestnik of the FEB RAS*. 2022;(3):101–111. (In Russ.). http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698_2022_223_03_10.

Плоды тыквы – богатый витаминами, сочный и хорошо перевариваемый продукт. Они широко используются для пищевых целей, в том числе в свежем виде, а также в качестве сырья для консервной, кондитерской и витаминной промышленности [1, 2]. Питательные и биологические свойства делают возможным использовать тыкву для коррекции пищевого статуса человека [3]. Хозяйственная ценность данной культуры обуславливает интерес к ней со стороны селекционеров.

Выделение лучших растений из исходного материала проводят на основе запланированных показателей в течение всей вегетации. Окончательно элитные растения определяют по сумме всех критериев отбора после их проявления. Перекрестный характер опыления создает большие трудности при отборе [4]. У перекрестноопыляющихся растений потомство, как правило, гетерозиготно по большинству генов, гомозиготность возможна только по отдельным генам.

Сортовые и гибридные популяции, в том числе различных видов тыквы, по количественным и качественным признакам представлены особями (индивидуумами или морфобиотипами), которые обладают определенным уровнем гомо- / гетерозиготности. В процессе отбора структура популяции изменяется, действие одних генов усиливается, а других ослабевает.

Отбор основан на использовании признаков с генетически обусловленной изменчивостью (гетерозиготностью) [5]. Гетерогенность популяций обуславливает высокую адаптивность и способность формировать достаточно высокие урожаи в широком спектре условий выращивания. Однако та же гетерогенность играет отрицательную роль в процессе улучшающего семеноводства, затрудняя проведение стабилизирующего отбора на выравненность популяции по морфотипу и темпам развития растений. Последнее является необходимым условием для успешной конкуренции сортов с отечественными и зарубежными гибридами [6].

В экспериментах, проведенных учеными с цветковыми растениями, было обнаружено явление, сущность которого состоит в спонтанной продолжающейся генетической изменчивости одного и того же количественно варьирующего признака растения в поколениях при повторяющихся индивидуальных отборах. Отбираемый количественный признак в зависимости от направления отбора продолжает генетически изменяться как в сторону увеличения, так и уменьшения. Повторяющийся индивидуальный отбор в направлении усиления (увеличения) признака может переводить его в категорию доминантного или промежуточно наследуемого, а при отборах на ослабление признака – в категорию рецессивного по отношению к исходному.

Большой комплекс качественных признаков растений при таком отборе не изменяется, что создает возможность, сохраняя достигнутый уровень селекции качественных признаков, вести направленную селекцию только по заданным хозяйственно ценным количественным признакам. Открытый тип генетической изменчивости количественного признака отличается от известной однократной случайной генетической изменчивости качественных признаков. Обнаруженное явление вносит существенные изменения в уровень понимания сущности процесса, происходящего при отборе растений на определенные количественно-варьирующие признаки растительных организмов при спонтанной генетической изменчивости в условиях искусственного отбора [7].

В линии, являющейся потомством возникшей гетерозиготы – делеция/дупликация, неизбежно должны возникать расщепление по варьирующему признаку и

возможность отбора гомозигот по дупликациям, то есть закрепления в потомстве иной выраженности признака [7].

Цель исследований – провести испытание вариантов (линий) седьмого (F_7) и восьмого (F_8) поколений отбора в сортовой популяции 945 тыквы столовой на сохранение гомозиготности по значимым селекционным признакам (при разной степени гетерозиготности конкретных варьирующих признаков).

Материалы и методы

Исследования проводили на опытном поле отдела картофелеводства и овощеводства ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки в с. Пуциловка Уссурийского района Приморского края в 2019–2020 гг. Объект исследований – 8 линий F_7 и F_8 сортовой популяции 945 тыквы столовой. Площадь опытной делянки 79,2 м². Посев проводили на гребнях с междурядьями 180 см, расстояние между растениями в ряду 110 см. Количество отбираемых линий – не менее 30 % от общего количества высеянных. Количество отбираемых растений для последующей работы в каждой отобранной линии – не менее 15 [8]. Оценку морфологических признаков проводили по классификатору СЭВ [9] и методике ООС¹, хозяйственную характеристику – по ГОСТ 7975-2013². Определяли биохимический состав плодов: содержание сахара по рефрактометру, сухого вещества методом высушивания, каротина по Сапожникову, витамина С по Мурри [10]. Кроме обычных оценок по признакам была проведена оценка самопроизвольной генетической изменчивости расщепляющихся признаков в линиях у F_7 , F_8 сортовой популяции 945 [11].

Погодные условия вегетационного периода 2019 г. характеризовались достаточно большой температурой воздуха и неравномерным распределением осадков. В 2020 г. были отмечены довольно высокий температурный режим и избыток влаги в отдельные фазы вегетации растений.

Почва опытного участка пойменная с содержанием: N л.г. – 53,0 мг/кг почвы, P₂O₅ – 375,0 мг/кг, K₂O – 187,0 мг/кг, гумуса – 2,3 %; рН_{KCl} 5,0.

Результаты и обсуждение

В 2011 г. была начата работа по выделению линейного материала из сортопопуляции тыквы столовой Бананная 42. В процессе отбора индивидуально-семейственного без изоляции, с использованием метода половинок, группового и методического, целенаправленного из линий была сформирована сортовая популяция 945. Главным критерием отбора была фенотипическая вариация признаков, его целью – выделение биотипов, линий (семей), морфологических типов, не имеющих резких различий потомства по комплексу хозяйственно ценных признаков: урожайность 25,0–30,0 т/га, сердцевидная форма плода, оранжевая окраска

¹ Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность по тыкве крупноплодной: офиц. бюл. / Гос. ком. РФ по испытанию и охране селекционных достижений при Минсельхозпрод России. М., 2011. № 12-06/55. С. 1–10.

² ГОСТ 7975-2013. Тыква продовольственная свежая. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2018. 6 с.

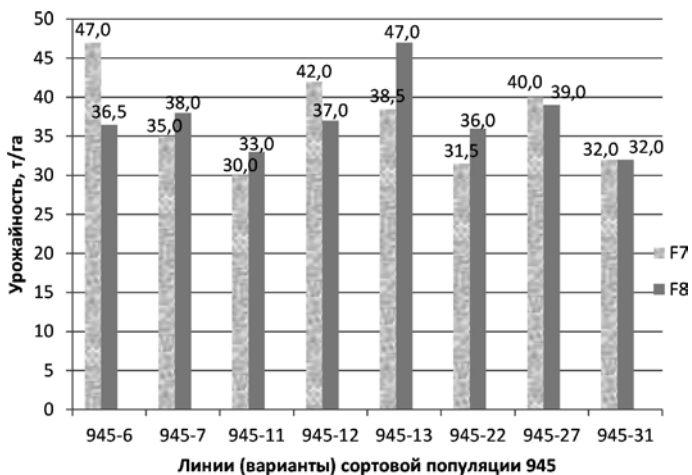
мякоти, тонкая кора, повышенное содержание сахаров – 9,0–11,0 %. Частичная гомогенность сортовой популяции 945 появилась в пятом поколении.

В малой сортовой популяции 945 отбор уклоняющихся генотипов привел к изменению частот генов из поколения в поколение, фактически в ней развернулись дисперсные процессы, приводящие к разделению популяции на варианты, линии, а также уменьшению генетической изменчивости и возрастанию уровня гомозиготности в них. В вариантах при скрещивании сходных между собой особей наблюдаются уменьшение генетической изменчивости, фиксация одних и элиминация других генов, рост и отбор гомозигот. Параллельно с увеличением гомозиготности в линиях сортовой популяции 945 идет их морфологическое выравнивание. При закреплении и усилении желательных качеств, сохранении устойчивости генотипов, а также увеличении численности растений желательного типа идет сужение их адаптационных возможностей и снижение жизнеспособности. В связи с этим в сортовой популяции 945, применяя направленный повторяющийся отбор постоянно варьирующих признаков растений в поколениях, сохранили определенную гетерозиготность по локусам, которая обогащает ее генотип и усиливает вариабельность признаков (самопроизвольная генетическая изменчивость), т.е. повышает эффективность отбора, а также увеличивает резистентность и жизнеспособность популяции растений. Таким образом, гомогенный отбор включает элементы гетерогенного отбора. Происходит разделение (случайный дрейф) между линиями в последующих поколениях.

Основной показатель ценности сорта – его урожайность. Урожайность – это сложное сочетание многих хозяйственно-биологических признаков и свойств растения. Она является одним из основных факторов, определяющих целесообразность возделывания сорта в том или ином регионе. В основе урожайности находится продуктивность растения (наиболее варьируемый признак), которая складывается из количества плодов на растении и средней массы плода.

Общая урожайность сортовой популяции 945 в линиях F_7 варьировала от 30,0 до 47,0 т/га, F_8 – от 31,5 до 47,0 т/га. Установлено, что варианты 945-6, 945-12 по урожайности в F_7 превосходили F_8 на 10,5 и 5,0 т/га соответственно. Варианты 945-7, 945-11, 945-13, 945-22 в F_7 показали урожайность ниже, чем в F_8 , на 3,0, 3,0, 4,5 и 8,5 т/га соответственно. Показатели вариантов 945-27, 945-31 в F_7 были такими же, как в F_8 . Выделены варианты с повышенным общим урожаем в F_7 и F_8 : 945-6, 945-12, 945-27, 945-13, 945-7 (см. рисунок).

Изменение урожайности линий сортовой популяции 945 тыквы столовой в поколениях отбора F_7 и F_8 , 2019–2020 гг.



Продуктивность в F_7 изменялась от 6,0 до 9,4, в F_8 – от 6,4 до 9,4 кг плодов с одного растения. По средней массе одного плода линии имели незначительные различия между поколениями: F_7 – от 4,2 до 5,2 кг, F_8 – от 4,0 до 4,8 кг. Количество плодов, сформировавшихся на одном растении, в F_7 менялся от 1,2 до 2,0 шт., в F_8 – от 1,4 до 2,1 шт. Наибольшее число плодов на одном растении тыквы было у 945-12 в F_7 (2,0 шт.), у 945-13 в F_8 (2,1 шт.) (табл. 1).

Таблица 1
Структура урожая линий сортовой популяции 945 тыквы столовой, 2019–2020 гг.

Линия	Год	Поколение отбора	Количество плодов, шт./растение	Средняя масса плода, кг	Продуктивность, кг/растение
945-6	2019	F_7	1,8	5,2	9,4
	2020	F_8	1,7	4,3	7,3
945-7	2019	F_7	1,4	5,0	7,0
	2020	F_8	1,9	4,0	7,6
945-11	2019	F_7	1,2	5,0	6,0
	2020	F_8	1,4	4,7	6,6
945-12	2019	F_7	2,0	4,2	8,4
	2020	F_8	1,9	3,9	7,4
945-13	2019	F_7	1,5	5,1	7,7
	2020	F_8	2,1	4,5	9,4
945-22	2019	F_7	1,5	4,2	6,3
	2020	F_8	1,5	4,8	7,2
945-27	2019	F_7	1,7	4,7	8,0
	2020	F_8	1,9	4,1	7,8
945-31	2019	F_7	1,5	4,3	6,4
	2020	F_8	1,6	4,0	6,4

Спонтанно изменчивые (гетерогенные) признаки сортовой популяции 945, отбираемые в течение ряда поколений, отличались слабой, средней и высокой вариабельностью.

Индекс формы плода (табл. 2) у линий F_7 изменялся от 0,5 до 1,3, а его коэффициент вариации (V) находился в пределах от 5,5 до 12,5 %. Внутрелинейная изменчивость по этому признаку была средней и низкой, средняя наблюдалась у вариантов 945-6, 945-7, 945-22, 945-31 (коэффициент вариации до 11,1 %), 945-27 (до 12,5 %), слабая – у 945-12, 945-11, 945-13 (5,5, 7,8, 8,9 % соответственно).

В следующем поколении размах значений индекса формы плода был от 0,5 до 1,4, его коэффициент вариации свидетельствовал о средней степени изменчивости данного признака ($V = 10,2–15,0$ %), диапазон изменчивости признака был наименьшим.

Коэффициент выравненности (B) по индексу формы плода у вариантов F_7 находился в пределах от 87,5 до 94,5 %, F_8 – от 85,0 до 89,8 %.

Фенотипическая изменчивость признака «индекс формы плода», согласно коэффициенту вариации, увеличилась у трех вариантов F_8 : 945-13, 945-11, 945-12 – с 8,9, 7,8 и 5,5 % до 12,8, 10,2 и 15,0 % соответственно, у остальных пяти вариантов она осталась постоянной (на уровне средней).

Данные по химическому составу плодов сортовой популяции 945 тыквы столовой в линиях F_7 , F_8 представлены в табл. 3 и 4.

Таблица 2

Степень изменчивости лучших линий сортовой популяции 945 в процессе отбора по признаку «форма плода», 2019–2020 гг.

Линия	Год	Поко- ление	Критерии изменчивости по индексу формы плода							
			X_{\min}	X_{\max}	\bar{X}	$X_{\max} - X_{\min}$	S^2	V, %	B, %	$S_{\bar{x}}$
945-6	2019	F ₇	0,6	1,3	0,9	0,7	0,02	11,1	88,9	0,0001
	2020	F ₈	0,6	1,0	0,8	0,4	0,009	11,8	88,2	0,01
945-7	2019	F ₇	0,6	1,2	0,9	0,6	0,02	11,1	88,9	0,0002
	2020	F ₈	0,7	1,1	0,8	0,4	0,01	12,5	87,5	0,01
945-11	2019	F ₇	0,6	1,3	0,9	0,7	0,005	7,8	92,2	0,00004
	2020	F ₈	0,6	1,1	0,8	0,5	0,007	10,2	89,8	0,01
945-12	2019	F ₇	0,7	1,1	0,9	0,4	0,003	5,5	94,5	0,00002
	2020	F ₈	0,6	1,1	0,8	0,5	0,01	15,0	85,0	0,01
945-13	2019	F ₇	0,5	1,2	0,9	0,7	0,008	8,9	91,1	0,00007
	2020	F ₈	0,5	1,4	0,8	0,9	0,02	12,8	87,2	0,01
945-22	2019	F ₇	0,6	1,1	0,9	0,5	0,04	11,1	88,9	0,00009
	2020	F ₈	0,6	1,2	0,8	0,6	0,01	12,7	87,3	0,01
945-27	2019	F ₇	0,7	1,2	0,8	0,5	0,01	12,5	87,5	0,00007
	2020	F ₈	0,5	1,2	0,8	0,7	0,01	14,1	85,9	0,01
945-31	2019	F ₇	0,6	1,1	0,9	0,5	0,01	11,1	88,9	0,00009
	2020	F ₈	0,5	1,1	0,8	0,6	0,01	12,5	87,5	0,01

Примечание. Здесь и в табл. 4: \bar{X} – среднее арифметическое значение, S^2 – дисперсия, V – коэффициент вариации, B – коэффициент выравненности, $S_{\bar{x}}$ – ошибка среднего.

Таблица 3

Химический состав мякоти сортовой популяции 945 тыквы столовой, 2019–2020 гг.

Линия	Сухое вещество, %		Каротин, мг%		Витамин С, мг%	
	F ₇	F ₈	F ₇	F ₈	F ₇	F ₈
945-6	7,2–18,1	10,9–14,5	3,0–12,0	2,0–5,0	10,2–27,4	9,7–20,3
945-7		10,3–16,2		1,0–4,0		10,8–20,3
945-11		13,2–15,5		2,0–9,0		10,8–20,3
945-12		10,3–13,0		2,0–6,0		8,7–20,3
945-13		14,2–17,0		4,0–6,0		17,1–24,4
945-22		13,5–15,1		2,0–5,0		15,6–23,4
945-27		13,4–15,7		2,0–5,0		14,6–26,6
945-31		14,6–17,2		4,0–6,0		16,0–23,9

Примечание. Для F₇ приведены средние значения.

Показатели по витамину С линий в F₇ соответствовали технологическим требованиям, предъявляемым к столовым сортам тыквы (не менее 10,0 мг%).

В F₈ содержание сухих веществ в вариантах составляет 10,3–17,2 %, сахаров – 5,6–13,4 %, каротина – 1,0–9,0 мг%, витамина С – 8,7–26,6 мг%. Наибольшее количество сухого вещества содержалось в плодах вариантов 945-31 (14,6–17,2 %), 945-13 (14,2–17,0 %). Сахаров больше всего обнаружено в плодах варианта 945-31 (7,8–13,4 %). По содержанию каротина выделились варианты 945-13 (4,0–6,0 мг%), 945-31 (4,0–6,0), 945-11 (2,0–9,0 мг %), витамина С – 945-7, 945-13, 945-27, 945-11,

945-22, 945-31 (выше 10,0 %). По всем четырем показателям выделился вариант 945-31.

Наиболее значимым хозяйственным признаком для тыквы является стабильное содержание сахаров в мякоти плода (табл. 4).

Таблица 4

Содержание сахаров в плодах линий тыквы сортовой популяции 945, 2019–2020 гг.

Линия	Год	Покорение	Критерии изменчивости по содержанию сахаров							
			X_{\min} , %	X_{\max} , %	\bar{X} , %	$X_{\max} - X_{\min}$, %	S^2	V, %	B, %	$S_{\bar{x}}$
945-6	2019	F ₇	5,4	10,0	7,7	4,6	1,9	16,8	83,2	0,09
	2020	F ₈	6,2	12,0	8,6	5,8	2,2	17,4	82,6	0,30
945-7	2019	F ₇	4,8	10,8	7,7	6,0	2,8	20,7	79,3	0,10
	2020	F ₈	5,6	12,0	8,4	6,4	2,3	17,8	82,2	0,30
945-11	2019	F ₇	6,4	12,2	8,3	5,8	2,0	16,8	83,2	0,10
	2020	F ₈	6,0	12,0	9,5	6,0	2,8	16,8	83,2	0,30
945-12	2019	F ₇	4,8	10,4	8,0	5,6	2,5	20,0	80,0	0,10
	2020	F ₈	6,4	10,6	8,5	4,2	1,7	15,3	84,7	0,20
945-13	2019	F ₇	3,6	12,4	7,4	8,8	4,2	27,0	73,0	0,20
	2020	F ₈	6,0	12,2	9,2	6,2	3,1	18,5	81,5	0,30
945-22	2019	F ₇	6,4	10,4	8,3	4,0	1,1	12,0	88,0	0,05
	2020	F ₈	6,0	12,4	9,2	6,4	3,1	18,5	81,5	0,30
945-27	2019	F ₇	4,6	14,0	8,4	9,4	0,7	9,5	90,5	0,03
	2020	F ₈	5,6	13,0	8,9	7,4	1,3	12,3	87,7	0,20
945-31	2019	F ₇	5,8	13,0	9,5	7,2	2,4	15,7	84,3	0,10
	2020	F ₈	7,8	13,4	10,5	5,6	2,8	15,2	84,8	0,30

У вариантов F₇ сортовой популяции 945 содержание сахаров в плодах варьировало от 3,6 до 14,0 %; изменчивость признака была незначительная (945-27; V = 9,5 %), средняя (945-6, 945-11, 945-12, 945-22, 945-31; V = 12,0–20,0 %) или высокая (945-7, 945-13; V = 20,7 и 27,0 %), выравненность – 73,0–90,5 %.

У вариантов F₈ содержание сахаров находилось в интервале от 5,6 до 13,4 %. Средний коэффициент вариации (12,3–18,5 %) в общем указывает на лучшую выравненность вариантов F₈ по данному признаку. Коэффициент выравненности был в пределах от 81,5 до 87,7%. Диапазон изменчивости признака у вариантов F₈ – наименьший.

От F₇ к F₈ фенотипическая изменчивость этого признака у варианта 945-27 повысилась с 9,5 до 12,3 %, у 945-13 снизилась с 27,0 до 18,5 %, как и у 945-7 – с 20,7 до 17,8 %. У остальных 5 вариантов он остался константным (на уровне средней изменчивости).

Основные признаки, определяющие технологические качества плодов тыквы, – это форма плода, окраска коры, окраска мякоти, толщина коры и мякоти, содержание сахаров (не менее 9,0 %). У отобранных плодов линий F₈ тыквы сортовой популяции 945 форма плода сердцевидная, окраска мякоти оранжевая, толщина мякоти от средней (3,0–5,0 см) до толстой (6,5 см), окраска коры серозеленая, кора тонкая (<1 см), содержание сахаров (9,0–11,4 %) (табл. 5).

Технологические показатели отобранных плодов вариантов F₈ сортовой популяции 945, 2020 г.

Вариант	Форма плода	Толщина, см		Окраска		Содержание сахаров, %
		коры	мякоти	коры	мякоти	
945-6	Сердцевидная	0,1–0,7	3,0–5,0	Серо-зеленая	Оранжевая	9,0–10,0
945-7	-«-	0,3	3,5	-«-	-«-	9,2
945-11	-«-	0,1–0,6	3,0–6,0	-«-	-«-	9,0–11,0
945-12	-«-	0,2–0,6	4,0–5,0	-«-	-«-	9,0–11,2
945-13	-«-	0,2–0,6	3,0–5,3	-«-	-«-	9,0–11,0
945-22	-«-	0,2–0,8	3,5–6,5	-«-	-«-	9,0–11,4
945-27	-«-	0,2–0,5	3,7–5,0	-«-	-«-	9,0–10,0
945-31	-«-	0,2–0,9	3,5–5,0	-«-	-«-	9,0–10,4

Выводы

1. В процессе селекционной работы были отобраны лучшие частично гомогенные варианты (линии) сортовой популяции 945 тыквы столовой: 945-6, 945-7, 945-11, 945-12, 945-13, 945-22, 945-27, 945-31.

2. При анализе потомства в линиях F₇ по варьирующим критериям – выравненность материала по форме плода, содержание сахаров – установлена следующая изменчивость признаков:

слабая – по индексу формы плода (V = 5,0–8,9 %) у линий 945-12, 945-11, 945-13, по содержанию сахаров (V = 9,5 %) у 945-27;

средняя – по индексу формы плода (V = 10,0–12,5 %) у 945-6, 945-7, 945-27, 945-22, 945-31, по содержанию сахаров (V = 12,0–20,0 %) у 945-6, 945-11, 945-12, 945-22, 945-31;

значительная – по содержанию сахаров (V = 20,7–27,0 %) у линий 945-7, 945-13.

3. У вариантов F₇ урожайность составила 30,0–47,0 т/га.

4. Варианты F₇ отличились высоким содержанием витамина С (10,2–27,4 мг%).

5. В F₇ отобраны по выравненности признаков: «форма плода» (V = 5,5–11,1 %) – варианты 945-6, 945-7, 945-31, 945-11, 945-12, 945-13, 945-22 с содержанием углеводов 9,0–13,0%; «форма плода» (V = 12,5 %) и «содержание сахаров» (V = 9,5 %) – 945-27 с содержанием углеводов 14,0 %.

6. Испытание вариантов F₈ 945-6, 945-7, 945-13, 945-27, 945-11, 945-12, 945-22, 945-31 сортовой популяции 945 позволило выявить среднюю фенотипическую изменчивость количественных признаков «индекс формы плода» (V = 10,2–15,0 %), «содержание сахаров» (V = 12,3–18,5 %).

7. Внутрипопуляционная изменчивость признаков «индекс формы плода», «содержание сахаров» была средней.

8. У вариантов F₈ урожайность изменялась от 31,5 до 47,0 т/га.

9. Варианты 945-31 и 945-13 отличились наибольшим количеством сухого вещества в плодах (14,6–17,2 и 14,2–17,0 % соответственно), при этом более высоким содержание сахаров было в плодах варианта 945-31 (7,8–13,4 %). Наибольшее содержание каротина выявлено в плодах вариантов 945-13, 945-31, 945-11 (4,0–6,0, 4,0–6,0, 2,0–9,0 мг% соответственно), витамина С – вариантов 945-7, 945-13, 945-27, 945-11, 945-22, 945-31 (выше 10,0 мг%). Вариант 945-31 выделялся по группе признаков: содержанию в плодах сухого вещества (14,6–17,2 %), сахаров (7,8–13,4 %), каротина (4,0–6,0 мг%) и витамина С (16,0–23,9 мг%).

10. Направленным отбором, благодаря среднему спектру спонтанной генетической изменчивости существенных количественных признаков, в вариантах F₈ сортовой популяции 945 были определены 66 частично гомогенных (однородных) вариантов F₉ с определенным уровнем гетерозиготности по признакам, определяющим гетерозис, и по основным хозяйственно ценным признакам (сердцевидная форма плода, серо-зеленая окраска коры, оранжевая мякоть плода, содержание сахаров от 9,0 до 11,4 %), что представляет интерес для работы по увеличению адаптивного потенциала, резистентности и жизнеспособности данной популяции.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Лящева Л.В. Оценка хозяйственных признаков сортов тыквы, выращенных в условиях лесостепи Северного Зауралья // Изв. Оренбург. ГАУ. 2019. № 1. С. 59–62.
2. Якимова О.В., Лазько В.Э. Оценка и характеристика хозяйственно ценных признаков линий тыквы мускатной и крупноплодной порционного размера // Овощи России. 2020. № 5. С. 49–53.
3. Линда Л.П., Каражия В.Ф., Соболева И.М. и др. Оценка сортов и гибридов тыквы столовой, районированных в Молдове, на пригодность к переработке // Овощи России. 2012. № 3. С. 62–67.
4. Чайкин В.В., Тороп Е.А., Тороп А.А., Филатова И.А. Способ отбора перекрестноопыляющихся растений с ограниченными способностями к самоопылению // Вестн. Рос. акад. с./х. наук. 2013. № 2. С. 27–31.
5. Хлебородов А.Я., Провоторова О.С., Карбанович Т.М. Морфобиотипы гибридных популяций голосемянно-кустовой разновидности твердокорой тыквы (*Cucurbita pepo* L. var. *styriaca*) белорусской селекции // Вестн. Белорус. ГСХА. 2019. № 4. С. 60–63.
6. Хатнянский В.И., Васильева Т.А., Хатит А.Б., Бойко Ю.Г., Илюк Г.Н. Возможность улучшения сортов-популяций подсолнечника по признаку одновременность зацветания растений // Масличные культуры. 2016. № 1. С. 38–42.
7. Авдеев Ю.И., Кигашпаева О.П., Авдеев А.Ю. Влияние направления повторяющихся отборов на спонтанную генетическую изменчивость количественно-варьирующего признака в поколениях растений // Селекция, семеноводство и технологии выращивания овощных, бахчевых, технических и кормовых культур. 2014. № 1. С. 125–135.
8. Бунин М.С., Пивоваров В.Ф., Павлов Л.В. Положение о производстве семян элиты овощных, бахчевых культур, кормовых корнеплодов и кормовой. М., 2008. 28 с.
9. Широкий Унифицированный классификатор СЭВ культурных видов рода *Cucurbita* L. (тыква) / сост. Л. Юлдашева, В. Корнейчук, Е. Пекаркова; ВИР. Л., 1989. 20 с.
10. Практикум по агрохимии. 2-е изд., перераб. и доп. / под ред. В.Г. Минеева. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.
11. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М., 2011. 648 с.

REFERENCES

1. Lyashcheva L.V. Otsenka khozyaistvennykh priznakov sortov tykvy, vyrashchennykh v usloviyakh lesostepi Severnogo Zaural'ya. *Izvestiya Orenburg State Agrarian University*. 2019;(1):59-62. (In Russ.).
2. Yakimova O.V., Laz'ko V.E. Otsenka i kharakteristika hozyajstvenno cennykh priznakov linii tykvy muskatnoi i krupnoplodnoi portsiionnogo razmera. *Ovoshchi Rossii*. 2020;(5):49-53. (In Russ.).

3. Linda L.P., Karazhiya V.F., Soboleva I.M. et al. Otsenka sortov i gibridov tykvy stolovoi, raionirovannyh v Moldove, na prigodnost' k pererabotke. *Ovoshchi Rossii*. 2012;(3):62-67. (In Russ.).
4. Chaikin V.V, Torop E.A., Torop A.A., Filatova I.A. Sposob otbora perekrestnoopylyayushchikhsya rastenii s ogranichennymi sposobnostyami k samoopyleniyu. *Vestnik Rossiiskoj Akademii sel'skokhozyajstvennyh nauk*. 2013;(2):27-31. (In Russ.).
5. Hleborodov A.Ya., Provotorova O.S., Karbanovich T.M. Morfobiotipy gibridnykh populyatsii golosemyanno-kustovoi raznovidnosti tverdokoroi tykvy (*Cucurbita pepo* L. var. *styriaca*) belorusskoi selektsii. *Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyajstvennoi akademii*. 2019;(4):60-63. (In Russ.).
6. Hatnyanskii V.I., Vasil'eva T.A., Hatit A.B., Bojko Yu.G., Ilyuk G.N. Vozmozhnost' uluchsheniya sortov-populyatsii podsolnechnika po priznaku odnovremennost' zatsvetaniya rastenii. *Maslichnye kul'tury*. 2016;(1):38-42. (In Russ.).
7. Avdeev Yu.I., Kigashpaeva O.P., Avdeev A.Yu. Vliyanie napravleniya povtoryayushchihsvya otborov na spontannuyu geneticheskuyu izmenchivost' kolichestvenno-var'iruyushchego priznaka v pokoleniyakh rastenii. *Selektsiya, semenovodstvo i tekhnologii vyrashchivaniya ovoshchnykh, bakhchevykh, tekhnicheskikh i kormovykh kul'tur*. 2014;(1):125-135. (In Russ.).
8. Bunin M.S., Pivovarov V.F., Pavlov L.V. (comp.). Polozhenie o proizvodstve semyan elity ovoshchnykh, bakhchevykh kul'tur, kormovykh korneplodov i kormovoi kapusty. Moscow; 2007. 28 p. (In Russ.).
9. Yuldasheva L., Korneichuk V., Pekarkova E. (comp.). Shirokii Unifitsirovannyi klassifikator SEV kul'turnykh vidov roda *Cucurbita* L. (tykva). Leningrad: VIR; 1989. 20 p. (In Russ.).
10. Mineev V.G. (ed.). Praktikum po agrokhimii. Moscow: Moscow State Univ. Press; 2011. 689 p. (In Russ.).
11. Litvinov S.S. Metodika polevogo opyta v ovoshchevodstve. Moscow; 2011. 648 p. (In Russ.).