

Новый исходный материал для селекции свеклы столовой

New source material for red beet breeding

Тимакова Л.Н.

Timakova L.N.

Аннотация

Abstract

На сегодняшний день в крупном товарном производстве свеклы столовой большую часть площадей занимают европейские сорта и гибриды свеклы столовой. Товарность у зарубежных образцов выше, чем у отечественных, корнеплоды имеют большую выравненность и, вследствие этого, больше пользуются спросом у производителей и потребителей продукции. Однако свой потенциал такие образцы реализуют при интенсивных технологиях возделывания; они менее устойчивы к стрессовым факторам среды. Отбор на лежкость зарубежные селекционные компании не ведут, поскольку у них нет необходимости хранить свеклу продолжительное время. В связи с этим при создании конкурентоспособных сортов и гибридов свеклы столовой важно наличие нового, всесторонне изученного, исходного материала. Экспериментальная работа проведена во Всероссийском Научно-исследовательском институте овощеводства – филиале ФГБНУ ФНЦО 2019–2021 годах. Объект исследования: 8 гибридов от поликроссного скрещивания свеклы столовой. Материалом для исследований служили двулентные первичные данные полевых измерений и учетов. В качестве стандарта использовали районированный в центральном регионе РФ, распространённый в товарном производстве гибрид F₁ Кестрел. Питомник поликросса был заложен в 2019 году. Полученные гибридные комбинации испытывали в 2020–2021 годах. Полевые опыты выполнили согласно методическим указаниям по изучению и поддержанию мировой коллекции корнеплодов. Агротехника на опытных участках – общепринятая для данной зоны. В результате поликроссного скрещивания у полученных гибридных комбинаций выявлено уменьшение доли шейки корнеплода в его диаметре на 6,1–22,3%. В наибольшей степени содержание сухого вещества (на 4,4%) повысилось у образца Мт-2 × смесь; растворимого сахара (на 3,4%) – у номера 709 × смесь. Высокий конкурсный гетерозис по признаку «доля округлых корнеплодов» отмечен у поликроссных гибридов 800–1 × смесь (141,3%), 715 × смесь (135,0%), Бх × смесь (115,0%). Наибольшая товарность (свыше 90%) отмечена у F₁ 800–1 × смесь, 800–2 × смесь, 715 × смесь, 728 × смесь.

Today, in large-scale commercial production of red beet, most of the area is occupied by European cultivars and hybrids of red beet. The marketability of foreign samples is higher than that of domestic ones, root crops are more even and, as a result, are more in demand among producers and consumers of products. However, these samples realize their potential with intensive growing technologies, they are less resistant to environmental stress factors. Foreign breeding companies do not carry out selection for keeping quality, since they do not need to store beets for a long time. In this regard, when creating competitive varieties and hybrids of red beet, it is important to have a new, comprehensively studied, source material. Experimental work was carried out at the All-Russian Research Institute of Vegetable Growing – a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Research Vegetable Center for 2019–2021. The object of the study was 8 hybrids from polycross crossing of beetroot. The material for the research was the two-year primary data of field measurements and surveys. The F₁ Kestrel hybrid zoned in the central region of the Russian Federation, common in commercial production, was used as a standard. The polycross nursery was founded in 2019. The resulting hybrid combinations were tested in 2020–2021. Field experiments were carried out in accordance with the guidelines for the study and maintenance of the world collection of root crops. Technology in the experimental plots is generally accepted for this zone. As a result of polycross crossing in the obtained hybrid combinations, a decrease in the share of the neck of the root crop in its diameter by 6.1–22.3% was revealed. The largest increase in dry matter content by 4.4% occurred in the sample Mt-2 × mixture, soluble sugar by 3.4% in number 709 × mixture. High competitive heterosis on the basis of the «share of rounded root crops» in polycross hybrids 800–1 × mixture (141.3%), 715 × mixture (135.0%), Bx × mixture (115.0%). The highest marketability (over 90%) was noted for F₁ 800–1 × mixture, 800–2 × mixture, 715 × mixture, 728 × mixture.

Key words: red beet, source material, polycross, parental forms, competitive heterosis.

For citing: Timakova L.N. New source material for red beet breeding. Potato and vegetables. 2022. No4. Pp. 33-36. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.35.66.007> (In Russ.).

Ключевые слова: свекла столовая, исходный материал, поликросс, родительские формы, конкурсный гетерозис.

Для цитирования: Тимакова Л.Н. Новый исходный материал для селекции свеклы столовой // Картофель и овощи. 2022. №4. С. 33-36. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.35.66.007>

Свекла столовая (*Beta vulgaris* L.) богата углеводами и витаминами, занимает лидирующее место среди овощей по накоплению микроэлементов – цинка и йода [1]. Рынок овощной продукции диктует повышенные требования к товарным и технологическим качествам этой культуры. Высокая товарность корнеплодов, ровная поверхность, тонкий осевой корешок, небольшая головка корнеплода относительно

его диаметра, компактная листовая розетка – основные признаки, которыми должны обладать современные сорта и гибриды свеклы столовой. Этим требованиям отвечают образцы зарубежной селекции, которые пришли на российский рынок в конце прошлого века и к сегодняшнему дню завоевали большие площади в крупном товарном производстве.

С переходом на гетерозисные зарубежные гибриды обострилась про-

блема устойчивости свеклы к болезням, в частности, к церкоспорозу и кагатной гнили. Результатом этого стала низкая лежкоспособность корнеплодов. Это объясняется генетической однородностью популяции, устойчивость которой быстро преодолевается с появлением новых агрессивных рас возбудителя [2].

Вкусовые качества зарубежных образцов не вполне удовлетворяют российского потребителя [3]. В свя-

зи с этим создание нового исходного материала свеклы столовой, сочетающего в себе комплекс хозяйственно ценных признаков для получения сортов и гибридов – актуальная проблема в селекции этой культуры.

Селекционный процесс по свекле столовой во ВНИИО – филиале ФГБНУ ФНЦО специалисты ведут в том числе и с привлечением образцов зарубежного происхождения. В коллекционном питомнике ежегодно они испытывают и оценивают по хозяйственно ценным признакам в условиях Нечерноземной зоны России сорта и гибриды французского, голландского, итальянского происхождения. С целью обогащения генотипа комплексом хозяйственно-полезных признаков для создания нового исходного материала использовали поликросс-скрещивание. Термин «поликросс» употребляется для обозначения потомства перекрестноопыляющихся растений, выращенного из семян линии или клона, которые свободно переопыляются другими линиями или клонами при посеве в одном питомнике [4, 5, 6, 7]. Гибриды от поликроссного скрещивания могут служить исходным материалом в селекции свеклы столовой.

Цель исследований: создание и оценка нового исходного материала как генетического источника хозяйственно полезных признаков в селекции свеклы столовой.

Условия, материалы и методы исследований

Объектом исследования служили 8 поликроссных потомств свеклы столовой. Исходными родительскими формами были линии, получен-

ные методом инцухта отечественных раздельноплодных сортов и образцы зарубежного происхождения с округлой формой корнеплода. Материал для исследований – двулетние первичные данные полевых измерений и учетов. В качестве стандарта использовали районированный в Центральном регионе РФ, распространенный в товарном производстве гибрид F₁ Кестрел.

Полевые опыты выполнены по единой методике на базе ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО [8]. Почва опытного участка относится к типу аллювиальных луговых, среднесуглинистая, насыщенная, влагоемкая. Глубина пахотного слоя 27 см, глубина залегания грунтовых вод – более 2 м. Содержание гумуса – 3,5–3,8%, общего азота – 0,19–0,24%, нитратного азота – 2,0–2,8 мг/100г, подвижных форм фосфора – 17,6–19,1 мг/100 г, калия 7,0–8,2 мг/100 г соответственно, реакция солевой вытяжки – близкая к нейтральной (5,5–6,1). По совокупности физико-химических свойств такой тип почв наиболее пригоден для возделывания овощей. Агротехника на опытных участках – общепринятая для данной зоны.

Определение биохимического состава корнеплодов исследуемых образцов проводили по следующим показателям и методикам: содержание сухого вещества – термостатно-весовой метод; сахаров – по Бертрану; бетанина – спектрофотометрическим методом.

В селекционно-генетических исследованиях изучали проявление конкурсного гетерозиса (состав-

ление гибрида F₁ со стандартом) по основным биологическим и хозяйственно полезным признакам: товарность и доля округлых корнеплодов в популяции. В этом случае его определяли согласно методике учета и оценки гетерозиса у растений [9]. Питомник поликросса был заложен в 2019 году широкорядным способом (междурядье 0,7 м), повторность двукратная, расположение компонентов рендомизированное. Сбор семян с каждого материнского растения проводили раздельно. Полученные гибридные комбинации испытывали в 2020–2021 годах. Повторность опыта двукратная. Площадь учетной делянки 7 м².

Погодные условия в годы проведения исследований различались по годам. Количество атмосферных осадков в III декаде мая 2020 года превышало среднемноголетние показатели почти в три раза. Это благоприятно отразилось на появлении дружных всходов на 12–14 день после посева. Количество осадков и средняя температура воздуха в июне-августе 2020 года мало отличались от среднемноголетних значений. Особенно сильно погодных условий 2021 была высокая средняя температура воздуха в сочетании с дефицитом атмосферных осадков во время вегетации культуры.

Результаты исследований

Корнеплоды свеклы столовой с небольшой шейкой (место прикрепления листовой розетки) имеют более привлекательный товарный вид и меньшую долю отхода при переработке. Между величиной корнеплода и массой листьев выявлена тес-



Гибридная комбинация: а - 709 × смесь; б - 800-2 × смесь

Таблица 1. Характеристика поликроссных потомств свеклы столовой по основным хозяйственно ценным признакам, 2020-2021 годы

Селекционный шифр потомства	Поколение инцухта	Источник материнской линии	Доля шейки в диаметре корнеплода, %		Доля листьев в биомассе растения, %		Высота листовой розетки, см
			F ₁	+/- к матер. форме	F ₁	+/- к матер. форме	
Мз-3 × смесь	Исх	F ₁ Манзу	40,4	-6,1	25,4	2,2	34,2
Мт -2 × смесь	Исх	F ₁ Монти	38,05	-13,2	19,9	-1,4	28,7
800-1 × смесь	I ₁	Модана	34,9	-16,8	23,7	-8,5	28,5
800-2 × смесь	I ₂	Модана	42,3	-9,5	20,2	-12,0	30,0
709 × смесь	I ₂	Хавская	41,5	-22,3	29,6	-8,8	30,6
715 × смесь	I ₀	Креолка	36,6	-19,6	23,2	-9,0	33,8
728 × смесь	I ₁	Монополи	37,7	-7,4	19,0	2,7	36,6
Бх × смесь	Исх	Бохан	43,9	-14,5	23,1	5,4	34,2

ная корреляционная связь. Растения с ограниченным ростом корнеплода имеют небольшую компактную розетку листьев. При оценке поликроссных потомств в числе основных характеристик учитывали размер шейки корнеплода относительно диаметра корнеплода и долю листьев в биомассе растения (**табл. 1**).

При самоопылении у инцухт-линий увеличивается размер шейки корнеплода [10]. При поликроссном скрещивании доля шейки в диаметре корнеплода снизилась по сравнению с родительскими формами. Наибольшее снижение показателя от 16,8 до 22,3% произошло у линий, источниками которых были отечественные сорта – Креолка, Хавская, Модана. Доля листьев в в биомассе растения снизилась у отечественных образцов на 8,8–12,0%, у зарубежных образцов этот показатель несколько увеличился (на 2,2–5,4%). Высота листовой розетки у поликроссных потомств находилась в пределах от 28,5 до 36,6 см, что соответствует модели перспективного сорта.

Вкус имеет решающее значение для потребительского восприятия

того или иного сорта. Доказано, что вкус свеклы столовой связан с биохимическими показателями корнеплодов [11]. Содержание сухого вещества у поликроссных потомств изменялось от 11,7% (Мз-3 × смесь) до 15,7% (800-1 × смесь), растворимых сахаров – от 7,5% (715 × смесь) до 12,4% (709 × смесь) (**рис.**). Гибриды от поликроссного скрещивания характеризовались незначительным отклонением этих показателей от материнских форм. Наибольшее увеличение относительно материнской формы сухого вещества отмечено у образца Мт-2 × смесь (на 4,4%), растворимых сахаров у номера – 709 × смесь (на 3,4%). Накопление бета-ина в корнеплодах свеклы столовой наиболее подвержено изменениям внешних условий (погодные условия, место произрастания). У родительских форм накопление красящего пигмента было различным. Больше количество бетаина содержали корнеплоды родительских форм 800-1 и 800-2 – 190 мг/100 Г, наименьшее – сорт Бохан – 101,1 мг/100г – исходная форма гибрида F₁ Бх × смесь. У поликроссных потомств произошло

сужение предела варьирования этого показателя от 105,6 (728 × смесь) до 131,5 мг/100 г (800-2 × смесь). В целом по биохимическим показателям выделились поликроссные гибриды: 800-1 × смесь, 800-2 × смесь, 709 × смесь, 715 × смесь.

В торговых сетях наиболее распространены сорта свеклы столовой с округлой формой корнеплода. В связи с этим для оценки гибридных потомств по выравненности использовали показатель «доля округлых корнеплодов в популяции» (**табл. 2**). Один из основных критериев ценности сорта – урожайность, которая определяется не столько его генетическим потенциалом, сколько применяемыми в хозяйствах элементами технологии выращивания культуры, в частности, применением удобрений, схемой посева, и, как следствие, нормой высева семян. Наиболее важный показатель корнеплодов свеклы столовой, с нашей точки зрения, – товарность. Опыт передовых хозяйств показывает, что выход товарных корнеплодов в значительной степени зависит от сорта или гибрида.

Создание сортов и гибридов с высокой товарностью и выравненностью корнеплода – основная задача селекционной работы. С этой целью мы изучили конкурсный гетерозис поликроссных потомств по данным признакам. По некоторым литературным источникам, гетерозисный эффект можно считать экономически выгодным, если гибридное потомство превышает по урожайности стандарт на 25% [12]. По мнению других исследователей, оправданным считается 15%-ное превышение [13].

Высокий конкурсный гетерозис (более 100%) по признаку «доля округлых корнеплодов» имеют 37,5% поликроссных потомств – три образца. По признаку товарности корнеплодов в среднем поликроссные по-

Таблица 2. Характеристика поликроссных потомств по товарности и выровненности корнеплодов, 2020-2021 годы

Селекционный шифр потомства	Доля округлых корнеплодов, %			Товарность, %	Проявление конкурсного гетерозиса, %
	F ₁	+/- к матер. форме	проявление конкурсного гетерозиса, %		
Мз-3 × смесь	34,7	-5,3	15,7	81,6	-6,7
Мт -2 × смесь	54,0	44,0	80,0	87,5	-0,06
800-1 × смесь	72,4	7,6	141,3	91,6	4,7
800-2 × смесь	53,5	-11,3	78,3	97,7	11,6
709 × смесь	52,5	-18,5	75,0	89,1	1,8
715 × смесь	70,5	-8,5	135,0	91,4	4,5
728 × смесь	57,5	-0,5	91,7	92,5	5,7
Бх × смесь	64,5	4,5	115,0	82,4	-5,8
Кестрел F ₁ (St.)	30	-	-	87,5	-

томства проявили себя на уровне стандарта F₁ Кестрел. Наибольшей товарностью (свыше 90%) обладали поликроссные гибриды F₁ 800–1 × смесь, 800–2 × смесь, 715 × смесь, 728 × смесь. У этих образцов положительный конкурсный гетерозис составлял от 4,5 до 11,6%.

Выводы

В результате поликроссного скрещивания у полученных гибридных комбинаций выявлено уменьшение доли шейки корнеплода в его диаметре на 6,1–22,3%. Наиболее подвержены изменению этого показателя образцы, источниками которых были отечественные сорта – Креолка, Хавская, Модана. Содержание сухого вещества и са-

харов в корнеплоде у большинства гибридов незначительно отличается от родительских форм +/- 0,3–1,5%. Наибольшее увеличение содержания сухого вещества (на 4,4%) отмечено у образца Мт-2 × смесь, растворимого сахара (на 3,4%) – у номера 709 × смесь. Содержание биологически активного вещества бетанина снижается у поликроссных гибридов, родительские формы которых отличались повышенным его накоплением, и наоборот.

Высокий конкурсный гетерозис (более 100%) по признаку «доля округлых корнеплодов» отмечен у поликроссных потомств 800–1 × смесь, 715 × смесь, Бх × смесь.

В результате комплексного изучения полученного исходного материала все гибридные комбинации рекомендованы для использования в селекции в качестве генетических источников по признакам «доля шейки в диаметре корнеплода», «доля листьев в биомассе растения» и «высота листовой розетки». По биохимическим показателям рекомендованы образцы 800–1 × смесь, 800–2 × смесь, 709 × смесь, 715 × смесь. В качестве генетических источников по выравниванию корнеплода выявлены гибриды от поликроссного скрещивания 800–1 × смесь, 715 × смесь, Бх × смесь.

Библиографический список

References

1. Kanner J., Harel S., Granit R. Betalains — A New Class of Dietary Cationized Antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2001. Vol. 49. Pp. 5178–5185.
2. Oldemeyer R.K. Sugar beet male sterility. *Journ. Amer. Soc. Sugar Beet Techn.*, 1957. Vol. 9. No.6. Pp. 381–386.
3. Тимакова Л.Н., Лудилов В.А., Елизаров О.А. Отечественные сорта свеклы столовой не хуже зарубежных // Картофель и овощи. 2011. №2. С. 4.
4. Кедров-Зихман О.О. Поликросс-тест в селекции растений. Минск: Наука и техника, 1974. 128 с.
5. Улучшение комбинационной способности исходного материала методом периодического отбора. Н.В. Турбин, Л.В. Хотылева, Л.Н. Каминская, Л.М. Полонецкая. IX заседание Еусарпя. Тезисы доклада. Краснодар, 1977. С. 158.
6. Котов М.М. Генетика и селекция. Ч.1. Йошкар-Ола: МарГТУ, 1997. 280 с.
7. Гужов, Ю.Л., Фукс А., Валичек П. Селекция и семеноводство культурных растений. М.: Агропромиздат, 1991. 463 с.
8. Буренин В.И. Методические указания по изучению и поддержанию мировой коллекции корнеплодов. Л., 1989. 165 с.
9. Омаров Д.С. К методике учета и оценки гетерозиса у растений // С.-х. биология. 1975. Т.10. №1. С. 123–127.
10. Тимакова Л.Н., Долгополова М.А. Морфометрическое проявление признаков у инбредных линий раздельноплодной свеклы столовой (*Beta vulgaris* L.) // Овощи России. 2021. №6. С. 42–46. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-42-46>.
11. Solveig J., Hanson J. and Irwin L. Genotype Is Primarily Responsible for Variance in Table Beet Geosmin Concentration, but Complex Genotype Environment Interactions Influence Variance in Total Dissolved Solids. *Journal of the American Chemical Society*. 2019. 144(6). Pp. 429–438.
12. Кобылянский В.Д., Лапиков Н.С. Эффект гетерозиса у линейно-штаммовых гибридов озимой ржи // Тр. по прикл. ботан., генет. и селекции. ВНИИ растениеводства. 1982. Вып. 73. №1. С. 41–49.
13. Генетические аспекты гетерозисной селекции озимой ржи / В.П. Деревянко, П.П. Литун, Г.К. Азамчук, А.Ф. Здрилько // Материалы симпозиума Еусарпя. Л., 1990. С. 37–39.

1. Kanner J., Harel S., Granit R. Betalains — A New Class of Dietary Cationized Antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2001. Vol. 49. Pp. 5178–5185.
2. Oldemeyer R.K. Sugar beet male sterility. *Journ. Amer. Soc. Sugar Beet Techn.*, 1957. Vol. 9. No.6. Pp. 381–386.
3. Timakova L.N., Ludilov V.A., Elizarov O.A. Domestic varieties of table beets aren't worse than foreign ones. *Potato and vegetables*. 2011. No2. P. 4. (In Russ.).
4. Kedrov-Zikhman O.O. Polycross test in plant breeding. *Minsk. Science and technology*. 1974. 128 p. (In Russ.).
5. Turbin N.V., Khotyleva L.V., Kaminskaya L.N., Polonetskaya L.M. Improving the combining ability of the source material by the method of periodic selection. IX session of EUCARPIA. Abstracts. *Krasnodar*. 1977. P. 158 (In Russ.).
6. Kotov M.M. Genetics and selection. Pt. 1. *Yoshkar-Ola. MarGTU*. 1997. 280 p. (In Russ.).
7. Guzhov Yu.L., Fuks A., Valichek P. Breeding and seed production of cultivated plants. *Moscow. Agropromizdat*. 1991. 463 p. (In Russ.).
8. Burenin V.I. Guidelines for the study and maintenance of the world collection of root crops. *Leningrad*. 1989. 165 p. (In Russ.).
9. Omarov D.S. To the method of accounting and evaluation of heterosis in plants. *Agricultural Biology*. 1975. Vol.10. No1. Pp. 123–127 (In Russ.).
10. Timakova L.N., Dolgopolova M.A. Morphometric trait manifestation in inbred lines of monogerm beetroot (*Beta vulgaris* L.). *Vegetable crops of Russia*. 2021. No6. Pp. 42–46. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-42-46>. (In Russ.).
11. Solveig J., Hanson J. and Irwin L. Genotype Is Primarily Responsible for Variance in Table Beet Geosmin Concentration, but Complex Genotype Environment Interactions Influence Variance in Total Dissolved Solids. *Journal of the American Chemical Society*. 2019. 144(6). Pp. 429–438.
12. Kobylyanskii V.D., Lapikov N.S. The effect of heterosis in linear-strain hybrids of winter rye. *Proc. on app. bot., gen. and sel. All-Russian Research Institute of Plant Growing*. 1982. Vol.73. No1. Pp. 41–49 (In Russ.).
13. Genetic aspects of heterotic selection of winter rye. V.P. Derevianko, P.P. Litun, G.K. Azamchuk, A.F. Zdrilko. *Proc. symp. EUCARPIA. Leningrad*. 1990. Pp. 37–39 (In Russ.).

Об авторе

Author details

Тимакова Любовь Николаевна, канд. с.-х. наук, с.н.с. лаборатории селекции столовых корнеплодов и лука, Всероссийский НИИ овощеводства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» (ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО), селекционер агрофирмы «Поиск». E-mail: ljubovtimakova@rambler.ru.

Timakova L.N., Cand. Sci. (Agr.), senior research fellow of laboratory of root crops and onion breeding, All-Russian Research Institute of Vegetable Growing – a branch of FSBSI All-Russian Scientific Vegetable Centre (ARRIVG – branch of FSBSI FSVS), breeder of Poisk Agrofirma. E-mail: ljubovtimakova@rambler.ru.