

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-42-46>
УДК 635.11:631.523.4

Л.Н. Тимакова*,
М.А. Долгополова

Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» (ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО) 140153, Россия, Московская область, Раменский район, д. Верея, стр. 500

*Автор для переписки:
ljubovtimakova@rambler.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов. Все авторы участвовали в планировании и постановке эксперимента, а также в анализе экспериментальных данных и написании статьи.

Для цитирования: Тимакова Л.Н., Долгополова М.А. Морфометрическое проявление признаков у инбредных линий раздельноплодной свеклы столовой (*Beta vulgaris* L.). *Овощи России*. 2021;(6):42-46. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-42-46>

Поступила в редакцию: 25.06.2021
Принята к печати: 28.10.2021
Опубликована: 25.11.2021

Lyubov N. Timakova*,
Maria A. Dolgoplova

All-Russian Research Institute of Vegetable Growing – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Vegetable Center" p. 500, Vereya village, Ramensky district, Moscow region, 140153, Russia

*Corresponding Author:
ljubovtimakova@rambler.ru

Conflict of interest. The authors declare no conflicts of interest.

Authors' Contribution. All authors contributed to the planning and setting up the experiment, as well as in the analysis of experimental data and writing of the article.

For citations: Timakova L.N., Dolgoplova M.A. Morphometric trait manifestation in inbred lines of monogerm beetroot (*Beta vulgaris* L.). *Vegetable crops of Russia*. 2021;(6):42-46. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-42-46>

Received: 25.06.2021
Accepted for publication: 28.10.2021
Published: 25.11.2021

Морфометрическое проявление признаков у инбредных линий раздельноплодной свеклы столовой (*Beta vulgaris* L.)



Резюме

Актуальность. Инбридинг, как наиболее широко распространенный метод получения исходного материала, занимает ведущее место в селекционных программах по гетерозису у большинства сельскохозяйственных культур. Поддержание линейного материала свеклы столовой по хозяйственно ценным признакам, требует глубоких теоретических и практических разработок. У самоопыленных растений по ряду признаков возникает депрессия. Целью исследования явилось изучение изменчивости признаков корнеплода и листовой розетки в процессе самоопыления и наследование признака раздельноплодность у свеклы столовой.

Материалы и методы. Экспериментальная работа проведена во Всероссийском Научно-исследовательском институте овощеводства – филиале ФГБНУ ФНЦО в 2011-2020 годах, Московская область. Исходным материалом послужили образцы зарубежной селекции. Объектом исследования служили инцухт-линии свеклы столовой. Материалом для исследований послужили данные полевых измерений и учетов.

Результаты. Экспериментально показано, что константными признаками самоопыленных линий свеклы столовой 1 года жизни являются положение и высота листовой розетки. Стабилизация и поддержание раздельноплодности на высоком уровне осуществляется отбором. Отмечена отрицательная корреляционная связь между признаками степень раздельноплодности и высота листовой розетки растения, доля шейки корнеплода в его диаметре, масса корнеплода и доля корнеплода в биомассе растения у потомства четвертого поколения инцухта. Снижение продуктивности семенного растения происходит в начале процесса создания самоопыленных линий – в первом поколении.

Ключевые слова: свекла столовая, раздельноплодность, инцухт-линии, самоопыление, продуктивность

Morphometric trait manifestation in inbred lines of monogerm beetroot (*Beta vulgaris* L.)

Abstract

Relevance. Inbreeding is the most widespread method of obtaining starting breeding material and plays a central role in heterosis breeding programs of most crops. Beetroot inbred lines possessing economically valuable characteristics require constant maintenance via self-pollination. However, self-pollination leads to depression of a number of traits. Thorough theoretical studies and practical developments are needed to preserve valuable beetroot lines. We aimed to study the root and leaf rosette variability resulting from beetroot self-pollination. We also investigated the inheritance of monogermity in beetroots.

Materials and methods. Experimental work was carried out at the All-Russian Research Institute of Vegetable Growing – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Vegetable Center" (FSBSI F SVC), 2011-2021, Moscow Region. The object of the study was inbred beetroot lines originated from beetroots of foreign selection. The research data were obtained via field observations and measurements.

Results. It has been experimentally shown that the constant signs of self-pollinated beet lines of 1 year of life are the position and height of the leaf rosette. Stabilization and maintenance of separate fertility at a high level is carried out by selection. A negative correlation was noted between the signs of the degree of separateness and the height of the leaf rosette of the plant, the proportion of the neck of the root crop in its diameter, the mass of the root crop and the proportion of the root crop in the biomass of the plant in the offspring of the fourth generation of the inbreeding. The decrease in the productivity of the seed plant occurs at the beginning of the process of creating self-pollinated lines – in the first generation.

Keywords: beetroot, monogermity, inbred lines, monogerm, inbreeding, seed productivity.

Введение

В селекции свеклы столовой приоритетным направлением является создание конкурентноспособных гетерозисных межлинейных гибридов, превышающих сорта по товарным и технологическим качествам. Для повышения гетерозиса столовой свеклы большое значение имеет создание и использование линейного материала. Инбридинг (*Inbreeding* – англ.) или инцухт (*Inzucht* – нем.) как метод получения чистых линий при самоопылении растений свеклы играет большую роль в практической селекции. Он позволяет проводить генетическую дифференциацию сложной перекрёстноопыляющейся популяции на отдельные формы и выделять в гомозиготном состоянии линии в комплексе признаков, обогащать усреднённый тип популяции разнообразными формами [1]. Практическими исследованиями отечественных и зарубежных селекционеров показано, что относительная стабильность линий по комплексу признаков у свеклы обеспечивается после трех-четырёхкратного инцухтирования [2]. Высокая выравненность самоопыленных линий по многим признакам является предпосылкой превосходства межлинейных гибридов над межсортовыми [3].

При создании самоопыленных линий как сахарной, так и столовой свеклы селекционеры сталкиваются с определенными трудностями. У самоопыленных растений по ряду признаков возникает депрессия, выражающаяся уменьшением числа семян, понижением их всхожести, ослаблением роста молодых растений, уменьшением общей продуктивности. Наиболее резко это проявляется у первых инбредных поколений. Достигнув определенного уровня, депрессия останавливается [4-6].

Для сельского хозяйства создание генетически раздельноплодных сортов и гибридов столовой свеклы имеет большое значение, т.к. позволяет выращивать культуру без затрат ручного труда. Большой практический интерес представляет изучение генетики раздельноплодности. Ещё в 1905 году К. Тоусендом показана возможность отбора на повышение процента одноплодных клубочков у растений сахарной свеклы [7].

Для получения нового одностросткового материала селекционеры используют следующие пути их получения: естественные мутации, беккросс скрещивания одностростковой и многостростковой свеклы, межвидовую гибридизацию с дикими видами, экспериментальный мутагенез [8, 9]. В селекционных учреждениях при работе с одностростковыми сортами свёклы постоянно осуществляется массовая браковка растений сростноплодного фенотипа.

Проведение постоянных поддерживающих отборов односемянных форм ставит вопрос о генетической природе раздельноплодности. Ответ на этот вопрос в настоящее время полностью не найден. В последние десятилетия имеется информация, описывающая особенности проявления признака односемянности в селекционных образцах сахарной свеклы [10, 11]. Авторы подтверждают гипотезу о том, что поддержание раздельноплодности на высоком уровне осуществляется именно отбором, а инбридинг дает прямо противоположный эффект. В связи с этим изучение изменчивости морфологических признаков в процессе самоопыления и наследование признака раздельноплодность у столовой свеклы является актуальным направлением исследования.

Материалы и методы исследований

Экспериментальная работа проведена во Всероссийском Научно-исследовательском институте овощеводства – филиале ФГБНУ ФНЦО в период 2011-2020 годов. В качестве исходного материала свеклы столовой использовали образцы иностранной селекции с высокой степенью раздельноплодности. Объектом исследования служили инбредные линии свеклы столовой. Материалом для исследований послужили данные полевых измерений и учетов.

Цель исследований – определить изменение признаков линий свеклы столовой 1 и 2 года жизни в процессе их самоопыления.

Для получения самоопыленных потомств семенные растения изолировали индивидуальными изоляторами из нетканого материала «Спанбонд», плотностью 80 г/м². Расстояние между рядами 70 см. Перед укрытием изоляторами семенных растений побеги прищипывали.

Массу 1000 плодов определяли по методике согласно ГОСТ 32592-2013 [12].

Семена высевали широкорядным способом, расстояние между растениями 5 см. Агротехника на опытных участках – общепринятая для данной зоны. Площадь делянки варьировала от 1 до 7 м², исходя из наличия семян. Хозяйственно полезные признаки растений первого года оценивали в условиях открытого грунта. Полевые опыты выполнены согласно методическим указаниям по изучению и поддержанию мировой коллекции корнеплодов [13].

Результаты и обсуждение

Исходные формы свеклы столовой обладали округлой формой корнеплода. На массу корнеплода большое влияние оказывает густота стояния растений. Поэтому для оценки перспективных линий, особое внимание уделили признакам, определяющим технологические и товарные качества свеклы столовой: положение листовой розетки в пространстве, доля шейки корнеплода в его диаметре, соотношение листовой биомассы к общему весу растения, и поверхность кожицы корнеплода.

Для механизированной уборки предпочтительнее прямостоячее или полураскидистое положение листовой розетки в пространстве. Степень инцухта не оказала значительного влияния на данный признак. В номерах 134, 139 и 553 у исходных форм и потомств 1 и 3 поколения отмечено полураскидистое положение листовой розетки. При втором самоопылении (2015 год) у всех линий отмечено горизонтальное (раскидистое) положение листовой розетки.

По высоте листовой розетки, в среднем по поколениям, больших различий не обнаружено. Можно отметить достаточную стабильность этого признака в пределах линии 553. За 5 лет изучения от поколения к поколению линии данный показатель изменялся незначительно от 32,5 до 38,9 см.

У всех инцухт-линий доля корнеплода в биомассе растений превышает 70%, что свидетельствует о продуктивной работе фотосинтетического аппарата. На протяжении первых трех поколений инцухта этот показатель изменялся незначительно (на 2-4%). К четвертому уровню самоопыления доля корнеплода в биомассе растений уменьшилась на 8 (№138, 506) – 21% (№553).

Таблица 1. Влияние инбридинга на проявление морфологических и хозяйственно-полезных признаков у линий свеклы столовой (2012-2019 годы)
Table 1. The influence of inbreeding on the manifestation of morphological and economically useful traits in beetroot lines (2012-2019)

Поклоение инбридинга	Селекционный номер	Листовая розетка		Доля шейки корнеплода в его диаметре, %	Корнеплод	
		положение*	высота, см		поверхность кожицы	Доля в биомассе растения, %
исходные	134 P-12	3	29	32,4	гладкая	79,5
	139 L-12	3	32,5	25,0	гладкая	88,2
	506 M-12	3	23,8	32,5	гладкая	86,5
	553	3	33,5	33,3	гладкая	85,8
среднее			29,7	30,8	-	85,0
I ₁ (2013 год)	134 P-12	3	29	33,6	гладкая	77,4
	139 L-12	3	32,5	21,5	гладкая	88,4
	506 M-12	5	23,8	32,1	гладкая	87,1
	553	3	35,7	39,7	гладкая	80,4
среднее			30,2	30,1		83,3
I ₂ (2015 год)	134 P-12	5	39,5	36,7	гладкая	86,3
	139 L-12	5	48,9	30,6	гладкая	89,4
	506 M-12	5	42,5	31,9	гладкая	86,7
	553	5	38,9	38,1	гладкая, сетчатая	84,2
среднее			42,4	34,3		86,6
I ₃ (2017 год)	134 P-12	3	35,2	63	гладкая	71,0
	139 L-12	3	39,1	63,5	гладкая	80,0
	506 M-12	3	39,1	35,4	сетчатая	79,0
	553	3	32,5	53,2	гладкая, сетчатая	63,0
среднее			36,4	53,7		73,2
I ₄ (2019 год)	134 P-12	1	43,6	55,5	сетчатая	65,7
	139 L-12	3	30,4	57,7	гладкая	84,7
	506 M-12	3	37,5	50,5	гладкая, сетчатая	77,9
	553	3	38,7	64,4	сетчатая	-
среднее			37,5	57,0		76,1
НСР ₀₅				16,2		9,8

Положение листовой розетки: 1 – прямостоячая, 3 – полураскидистая, 5 – горизонтальная (согласно методике испытаний на ООС, разработанная Госсортокмиссией).

Товарный вид корнеплода свеклы столовой определяется, в том числе и небольшой головкой корнеплода (шейкой). У линий различного уровня инцухта достоверно отличается (НСР₀₅=16,2) средний показатель доли шейки корнеплода в его диаметре. Так, потомства растения 3 и 4 инцухта имеют долю шейки корнеплода в его диаметре в среднем на 74-85% больше, по сравнению с исходными формами.

Гладкая кожица корнеплода – один из показателей товарной привлекательности культуры. Отбор исходного материала проводили по этому признаку. Однако, начиная со второго поколения самоопыления, в линии 553 появляются растения с сетчатой поверхностью корнеплода. Потомство 4 уровня самоопыления обладали сетчатой поверхностью корнеплода, исключение составил №139.

Изучение морфометрических признаков самоопыленных линий раздельноплодной столовой свеклы показало, что наиболее константным признаками растений первого года являются положение и высота листовой розетки.

Создание односемянных сортов и гибридов предусматривает проведение отборов растений во второй год вегетации свеклы столовой. В таблице 2 проанализировано изменение признака раздельноплодности у линий, которые в 2020 году оказались полностью или с высокой степенью раздельноплодны. Ежегодная браковка сростноплодных генотипов позволила увеличить степень раздельноплодности и долю одноплодных растений в линии.

Период стабилизации признака раздельноплодности у образцов различен, это свидетельствует о генетической неоднородности по данному признаку исходных форм. Из

Таблица 2. Стабилизация признака раздельноплодности у инцухт-линий столовой свеклы (2012-2020 годы)
Table 2. Stabilization of the sign of separateness in the inbred lines of beetroot (2012-2020)

Линии	I ₁ (2012)			I ₂ (2014)			I ₃ (2016)		I ₄ (2018)		I ₅ (2020)	
	Селекционный номер потомства	Степень раздельноплодности	Доля одноплодных растений	Степень раздельноплодности	Доля одноплодных растений	Доля одноплодных растений	Степень раздельноплодности	Доля одноплодных растений	Степень раздельноплодности	Доля одноплодных растений	Степень раздельноплодности	Доля одноплодных растений
134		95,2	37,7	0	60,8	30	100	100	97	77,8		
139		91,1	51,7	11,1	91	50	97	75	100	100		
506		88,5	13,2	0	100	100	100	100	100	100		
553		50,0	65	37	91	50	100	100	100	100		
среднее		81,2	41,9	12,0	85,7	57,5	99,2	93,7	99,2	94,4		

Таблица 3. Корреляционные связи у инцухт-линий раздельноплодной столовой свеклы (2011-2020 годы)
Table 3. Correlations in inbred lines of separate beetroot (2011-2020)

Признаки	Коэффициент корреляции, (r)			
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄
Уровень раздельноплодности – высота листовой розетки	-0,7	-0,02	0,4	-0,5
Уровень раздельноплодности – доля шейки корнеплода в его диаметре	-0,3	0,4	-0,7	-0,5
Уровень раздельноплодности – масса корнеплода	0,2	0,4	-0,3	-0,6
Уровень раздельноплодности – доля корнеплода в биомассе	-0,2	-0,2	0,3	-0,6

номера 506 за два поколения инцухта удалось выделить растение, сохраняющее раздельноплодность на протяжении последующих трех самоопылений. Следует отметить, что потомства, полученные от самоопыления растений со 100% односемянностью, не всегда полностью односемянные. Так, у линии 134 со 100% раздельноплодностью в 2018 году, в 2020 году появилось 22,2% растений с одно-двусемянными плодами. Это, доказывает теорию исследователей [1, 14-17] о полигенном наследовании этого признака. Множественность аллелей в структурном и регуляторном локусах, с одной стороны, и множество генов-модификаторов, влияющих на формирование раздельно-сростноплодности, с другой, а также взаимодействие генетических факторов с условиями произрастания растений создают в совокупности сложную и противоречивую картину проявления признака раздельноплодности [18]. В связи с этим, для практической селекции и первичного семеноводства необходимо постоянно и строго вести отбор по признаку «раздельноплодность».

Для выявления признаков, наиболее тесно связанных между собой, был проведен корреляционный анализ. Считается, что при коэффициенте корреляции (r) >0,7 взаимосвязь сильная, при r = 0,3-0,7 – средняя, а при r < 0,3 – слабая [19]. Для работы с самоопыленными линиями важно знать взаимосвязь между признаками корнеплода и степенью раздельноплодности и изменение этих связей с углублением инбридинга.

Между уровнем раздельноплодности и высотой листовой розетки отмечена сильная отрицательная взаимосвязь при первом самоопылении. С углублением инбридинга их взаимное влияние ослабевает. Средняя отрицательная взаимосвязь прослеживается в четвертом поколении инбридинга между уровнем раздельноплодности и

высотой листовой розетки, долей шейки корнеплода в его диаметре, массой корнеплода и долей корнеплода в его биомассе.

Получение инбредных линий у свёклы сопряжено с биологическими особенностями культуры. Препятствием для самоопыления служит система самонесовместимости, осложняющая создание самоопыленных линий. В результате при инбридинге семена или не завязываются совсем, или завязываются в небольшом количестве.

В своей работе мы проследили влияние инбридинга на продуктивность семенных растений и массу 1000 семян свеклы столовой. В каждой линии оценивали не менее 15 раздельноплодных растений.

Статистически достоверное уменьшение продуктивности семенных растений у свеклы столовой произошло уже после первого самоопыления. В зависимости от линии продуктивность снизилась на 28,9 (№553) – 78% (№506). В целом, снижение продуктивности растений связано низкой завязываемостью семян при принудительном самоопылении. Кроме того, у линий 134 и 139 к третьему уровню инбридинга уменьшается масса 1000 семян. С углублением инбридинга дальнейшего столь резкого уменьшения данного показателя не отмечено. Исключение составил №134, у которого с каждым циклом самоопыления, до четвертого поколения включительно, продуктивность снижалась на 45-61%. После пятого самоопыления депрессия признака у номеров 139 и 506 была преодолена, у них отмечено увеличение продуктивности растений выше или на уровне исходных родительских форм. В процессе самоопыления тип семенного куста практически не изменялся и характеризовался как промежуточный, исключение составила линия 134, у которой, начиная с 4 поколения, образовалось 20% семенных кустов лидерного типа.

Таблица 4. Влияние инцухта на продуктивность семенного растения и массу 1000 плодов (2012-2020 годы)
Table 4. The effect of inbreeding on the productivity of the seed plant and the weight of 1000 fruits (2012-2020)

Признак	Поколение инбридинга	Селекционный номер потомства				среднее
		134	139	506	553	
Продуктивность, г	I ₁	16,9	17,8	36,7	6,9	20,2
	I ₂	8,4	5,0	7,9	4,9	6,5
	I ₃	4,7	3,8	7,6	7,7	5,9
	I ₄	1,8	7,1	10,2	5,3	6,1
	I ₅	5,2	15,9	46,4	1,7	17,3
НСР ₀₅						8,6
Масса 1000 семян, г	I ₂	9,1	14,2	8,5	7,1	9,7
	I ₃	7,2	7,7	8,1	12,3	8,8
	I ₄	8,4	11,9	6,8	5,6	8,1
	I ₅	8,7	7,4	7,0	9,9	8,2
НСР ₀₅						1,1

Изменение продуктивности растений происходит при незначительных колебаниях массы 1000 семян. Наибольший размах данного показателя у номеров 139 (от 7,4 до 11,9 г) и 553 (5,6 до 12,3 г).

У отдельных инбредных потомств выщепляются растения, склонные к самостерильности. Считается, что растения свеклы самонесовместимы, если при самоопылении они завязывают не более 50 шт. семян [20]. Количество растений, не завязывающих семена в результате принудительного самоопыления, может изменяться в зависимости от условий года и наследственных особенностей селекционного материала. По данным Малецкого, признак самонесовместимости контролируется двумя комплементарными генами S и Z, проявляющими независимое друг от друга действие [18]. Автор считает, что при наличии одинаковых аллелей в пыльцевой трубке и тканях пестика растение не способно к самооплодотворению, а завязывает семена при чужеродном опылении пыльцой, несущей неидентичные аллели. В 2018 году (I_4) у растений 4 поколения инцухта отмечены самостерильные растения в количестве от 12 до 33% в зависимости от линии, в 2020 (I_5) 50% растений в номере 134.

Об авторах:

Любовь Николаевна Тимакова – канд. с.-х. наук, с.н.с. отдела селекции и семеноводства, <https://orcid.org/0000-0003-3628-6728>, автор для переписки, ljubovtimakova@rambler.ru

Мария Анатольевна Долгополова – канд. с.-х. наук, н.с. отдела селекции и семеноводства, dolgopolova.mariya@inbox.ru

Выводы

В результате изучения морфометрических признаков самоопыленных линий раздельноплодной свеклы столовой выявлено, что наиболее стабильными признаками являются положение и высота листовой розетки. В процессе инбридинга происходит изменение структуры кожицы корнеплода, увеличивается доля шейки корнеплода в его диаметре и доля корнеплода в биомассе растения.

Ежегодная браковка сростноплодных генотипов в течение 4-х циклов позволила увеличить степень раздельноплодности (с 41,9 до 99,2%) и долю одноплодных растений (с 12,0 до 94,4%) в среднем по линиям.

Корреляционный анализ инбредных линий свеклы столовой показал, что у растений 4 поколения самоопыления с увеличением уровня раздельноплодности происходит снижение таких показателей, как высота листовой розетки растения ($r=-0.5$), индекс головки корнеплода ($r=-0.5$), масса корнеплода и доля корнеплода в биомассе растения ($r=-0.6$).

После первого самоопыления раздельноплодных линий произошло снижение продуктивности семенного растения на 45-61% при незначительном изменении массы 1000 плодов.

About the authors:

Lyubov N. Timakova – Cand. Sci. (Agriculture), senior researcher of the department of breeding and seed growing, <https://orcid.org/0000-0003-3628-6728>, Corresponding Author, ljubovtimakova@rambler.ru

Maria A. Dolgopolova – Cand. Sci. (Agriculture), researcher of the department of breeding and seed growing, dolgopolova.mariya@inbox.ru

• Литература

1. Мейстер Г.К. Инцухт и его значение в формообразовательных процессах. Теоретические основы учения об изменчивости. *Пособие по селекции. Выпуск 1*. М. 1936. 314 с.
2. Oldemeyer R.K., Davis W., Bush H., Erichsen A. The evolution of and the use of the top-cross test as a method of selecting inbred lines of sugar-beets for general combining ability. *Journ. Amer. Soc. Sugarbeet Techn.* 1968;15(1):49-60.
3. Шевцов И.А. Использование инбридинга у растений. Киев, Наукова думка, 1983. С. 199.
4. Балков И.Я. ЦМС сахарной свеклы М.: Агропромиздат, 1990. 239 с.
5. Соколова Д.В. Создание и оценка самоопыленных линий раздельноплодной свеклы столовой. Санкт-Петербург, 2011. 23 с.
6. Тимакова Л.Н., Долгополова М.А. Инцухт линии свеклы. *Картофель и овощи*. 2015;(3):35-36.
7. Townsend C.O., Rittue E.E. The development of single-germ beet seed. *USDA Bureau Plant Indust. Bul.* 1905;(7):9-26.
8. Голев И.Ф. Раздельноплодные мутанты сахарной свеклы и факторы интенсификации их отбора в процессе селекции. Киев, 1991. 48 с.
9. Barocka K.H. Die Variabilität des Fruchtmerkmals Mehrblütigkeit von *Beta vulgaris* L. *Züchter Pflanzenzucht*. 1966;(56):377-388.
10. Богомолов М.А., Федулова Т.П., Ващенко Т.Г. Особенности наследования признака раздельноплодности у апомиктичных линий сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.). *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2016;2(49):74-82.
11. Ошевнев В.П., Грибанова Н.П., Васильченко Е.Н., Бердников Р.В. Стабилизация признака односемянности при создании компонентов гибридов сахарной свеклы. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2018;20(2):186-191.
12. ГОСТ 32592-2013 Семена овощных, бахчевых культур, кормовых корнеплодов и кормовой капусты. Сорта и посевные качества. Общие технические условия М.: Стандартинформ, 2014. 25 с.
13. Буренин В.И. Методические указания по изучению и поддержанию мировой коллекции корнеплодов. Ленинград, 1989. 165 с.
14. Корниенко А.В., Орлов С.Д. Закономерности проявления признака растительного организма. Рамонь, 2002. 80 с.
15. Лободин О.К. Наследование признака односемянности у сахарной свеклы и значение промежуточных форм на числу плодов форм в процессе селекции на односемянность. Киев, 1971. 28 с.
16. Малецкий С.И. О терминологии и классификации растений по признаку одно-многокостности. Однокостность свеклы. Эмбриология, генетика, селекция. Новосибирск: Наука, 1988. С.5-12.
17. Малецкий С.И. Эпигенетическое наследование признака раздельно-сростноцветковости у сахарной свеклы. Факторы экспериментальной эволюции организмов. Киев: КВЦ, 2004;(2):242-248.
18. Малецкий С.И. Эпигенетическая изменчивость признака раздельно-сростноцветковости у сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.). Идентифицированный генофонд растений и селекция. СПб, 2005. С.179-189.
19. Малецкий С.И. Энциклопедия рода *Beta*. Новосибирск. 2010. С.278-289.
20. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
21. Балков И.Я. Селекция сахарной свеклы на гетерозис. М., 1978.

• References

1. Meister G.K. Inbreeding and its importance in the formative processes. Theoretical foundations of the doctrine of variability. *Selection guide. Issue 1*. M., 1936. 314 p. (In Russ.)
2. Oldemeyer R.K., Davis W., Bush H., Erichsen A. The evolution of and the use of the top-cross test as a method of selecting inbred lines of sugar-beets for general combining ability. *Journ. Amer. Soc. Sugarbeet Techn.* 1968;15(1):49-60.
3. Shevtsov I.A. The use of inbreeding in plants. Kiev, Naukova Dumka, 1983. P.199. (In Russ.)
4. Balkov I. Ya. CMS of sugar beet M.: Agropromizdat, 1990. 239 p. (In Russ.)
5. Sokolova D.V. Creation and evaluation of self-pollinated lines of dioecious can-teen beets. St. Petersburg, 2011. 23 p. (In Russ.)
6. Timakova L.N., Dolgopolova M.A. Inbreed beet lines. *Potatoes and vegetables*. 2015;(3):35-36. (In Russ.)
7. Townsend C.O., Rittue E.E. The development of single-germ beet seed. *USDA Bureau Plant Indust. Bul.* 1905;(7):9-26.
8. Golev I.F. Separate-fruited sugar beet mutants and factors of intensification of their selection in the selection process. Kiev, 1991. 48 p. (In Russ.)
9. Barocka K.H. Die Variabilität des Fruchtmerkmals Mehrblütigkeit von *Beta vulgaris* L. *Züchter Pflanzenzucht*. 1966;(56):377-388.
10. Bogomolov M.A., Fedulova T.P., Vaschenko T.G. Peculiarities of inheritance of the divorce trait in apomictic lines of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Voronezh State Agrarian University Bulletin*. 2016;2(49):74-82. (In Russ.)
11. Oshenev V.P., Gribanova N.P., Vasilchenko E.N., Berdnikov R.V. Stabilization of the single-seeded trait when creating components of sugar beet hybrids. *Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2018;20(2):186-191. (In Russ.)
12. GOST 32592-2013 Seeds of vegetables, melons and gourds, fodder root crops and fodder cabbage. Varietal and sowing qualities. General technical conditions M.: Standardinform, 2014. 25 p. (In Russ.)
13. Burenin V.I. Methodical instructions for the study and maintenance of the world collection of root crops. Leningrad, 1989. 165 p. (In Russ.)
14. Kornienko A.V., Orlov S.D. Patterns of manifestation of a trait of a plant organism. Ramon, 2002. 80 p. (In Russ.)
15. Lobodin O.K. Inheritance of the single-seeded trait in sugar beets and the value of forms intermediate in the number of fruits in the process of selection for single-seededness. Kiev, 1971. 28 p. (In Russ.)
16. Maletskiy S.I. On the terminology and classification of plants on the basis of one-multiplicity. One sprout of beets. Embryology, genetics, breeding. Novosibirsk: Nauka, 1988. pp. 5-12. (In Russ.)
17. Maletskiy S.I. Epigenetic inheritance of the separate intergrowth trait in sugar beet. Trading posts of experimental evolutionary organisms. Kiev. 2004;(2):242-248. (In Russ.)
18. Maletskiy S.I. Epigenetic variability of the separate-inter-flowering trait in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Identified plant gene pool and breeding. SPb, 2005. P.179-189. (In Russ.)
19. Maletskiy S.I. Encyclopedia of the genus *Beta*. Novosibirsk. 2010. P.278-289. (In Russ.)
20. Dospekhov B.A. Field experiment technique. M.: Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russ.)
21. Balkov I.Ya. Breeding sugar beets for heterosis. M., 1978. (In Russ.)