

Научная статья
УДК 633.63:631.559.2(470.322)
doi: 10.28983/asj.y2023i1pp11-16

Качество корнеплодов и выход сахара при возделывании современных гибридов сахарной свеклы компании Sesevanderhave на полях Липецкой области

Валентина Андреевна Гулидова

ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», Липецкая область, г. Елец, Россия
e-mail: Guli49@yandex.ru

Аннотация. Представлена сравнительная характеристика гибридов сахарной свеклы бельгийской компании Sesevanderhave. Изучаемые гибриды (Леопард, Оригинал, Шайенн, Крокодил) в условиях Липецкой области на выщелоченном тяжелосуглинистом черноземе показали высокую урожайность и хорошую сахаристость корнеплодов. Они отличаются технологичностью при уборке и переработке сырья. Все гибриды Sesevanderhave показали отличные технологические качества корнеплодов, обеспечивая высокий выход кристаллического сахара. Содержание несахаристых веществ (K^+ , Na^+ , α -аминного азота ($\alpha-NH_2$)) в корнеплодах было ниже допустимых норм, что положительно отразилось на валовом выходе очищенного сахара. Из четырех гибридов сахарной свеклы в условиях Липецкой области по валовому выходу очищенного сахара (ВВОС), который является ключевым показателем для товаропроизводителей культуры, наиболее продуктивным оказался гибрид Крокодил, обеспечивая выход сахара 10,67 т/га; превышение сладкого продукта над другими гибридами составило: Леопард – на 0,94 т/га, Оригинал – на 0,61 т/га, Шайенн – на 0,58 т/га. Также Крокодил формировал корнеплоды с более высокой сахаристостью (17,70 %), но в то же время с учетом мелассообразующих веществ у него отмечены максимальные стандартные потери сахара (1,11 %). Наименьшую продуктивность очищенного сладкого продукта показал Леопард (9,73 т/га). Его корнеплоды с учетом стандартных потерь сахара были с наименьшей сахаристостью (15,77 %).

Ключевые слова: сахарная свекла; гибриды; технологическое качество; мелассообразующие вещества; очищенный сахар; урожайность; стандартные потери сахара.

Для цитирования: Гулидова В. А. Качество корнеплодов и выход сахара при возделывании современных гибридов сахарной свеклы компании Sesevanderhave на полях Липецкой области // Аграрный научный журнал. 2023. № 1. С. 11–16. <http://10.28983/asj.y2023i1pp11-16>.

AGRONOMY

Original article

The quality of root crops and sugar yield in the cultivation of modern hybrids of Sesevanderhave sugar beet in the fields in the Lipetsk region

Valentina A. Gulidova

Yelets state University named I.A. Bunin, Lipetsk region, Yelets, Russia
e-mail: Guli49@yandex.ru

Abstract. This article presents a comparative characteristic of sugar beet hybrids of the Belgian company Sesevanderhave. The studied hybrids (Leopard, Original, Cheyenne, Crocodile) in the conditions of the Lipetsk region on leached heavy loamy chernozem showed high yield and good sugar content of root crops. They are technologically advanced in the cleaning and processing of raw materials. All Sesevanderhave hybrids have shown excellent technological qualities of root crops, providing a high yield of crystalline sugar. The content of non-sugary substances (K^+ , Na^+ , α -amine nitrogen ($\alpha-NH_2$)) in root crops was below the permissible norms, which positively affected the gross yield of refined sugar. Of the four sugar beet hybrids in the Lipetsk region, the Crocodile hybrid turned out to be the most productive, providing a sugar yield of 10,67 t/ha, the excess of the sweet product over other hybrids was: Leopard - by 0,94 t/ha, the Original - by 0,61, Cheyenne - by 0,58 t/ha. The Crocodile also formed root crops with a higher sugar content (17,70 %), but at the same time, taking into account molasses-forming substances, it had maximum standard sugar losses (1,11 %). The Leopard showed the lowest productivity of the purified sweet product - 9,73 t/ha, its root crops, taking into account standard sugar losses, were with the lowest sugar content (15,77 %).

Keywords: sugar beet; hybrids; technological quality; molasses-forming substances; refined sugar; yield; standard sugar losses.

For citation: Gulidova V. A. The quality of root crops and sugar yield in the cultivation of modern hybrids of Sesevanderhave sugar beet in the fields in the Lipetsk region. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2023;(1):11–16. (In Russ.). <http://10.28983/asj.y2023i1pp11-16>.





Введение. Сахарная свекла – высоко маржинальная сахароносная культура не только Липецкой области, но и России в целом [5]. Этому способствовало то, что свеклосеющие хозяйства перешли на современные технологии возделывания сахарной свеклы, где ключевым элементом является использование высококачественного посевного материала современных сортов. Большинство коммерчески производимых сортов сахарной свеклы являются гибридами, что стало возможным благодаря открытию цитоплазматической мужской стерильности, обеспечивая им более высокую урожайность за счет гетерозиса. Ценность любого гибрида определяется в первую очередь его продуктивностью в сравнении с лучшими производственными гибридами. В настоящее время продуктивность большинства гибридов превышает 60–70 т/га, и они способны накапливать сахарозу до 20 % своей свежей массы в зрелом возрасте [15, 19]. Все это приводит к тому, что современные гибриды пользуются спросом у товаропроизводителей сладкого продукта.

С агрономической точки зрения основной целью селекции сахарной свеклы является повышение урожайности сахара. Этот показатель является результатом урожайности корнеплодов, умноженной на содержание сахарозы в них. Для более объективной характеристики технологических качеств корнеплодов кроме сахарозы очень важно контролировать содержание нес сахаров, особенно в растворимой их части [8]. На конечный выход белого кристаллического сахара большое влияние оказывают технологические качества корнеплодов. Они сказываются не только на технико-экономических показателях работы перерабатывающих предприятий сахарной промышленности [10, 11], но должны учитываться и при необходимости влиять на изменения всех элементов технологии возделывания и уборки корнеплодов [2].

Современный товаропроизводитель заинтересован в получении не только высокого урожая сладких корнеплодов, но и в том, чтобы они были хорошего технологического качества. Поэтому цель наших исследований состояла в изучении технологических качеств коммерческих гибридов сахарной свеклы компании Sesvanderhave, которые способны на полях Липецкой области формировать свекловичное сырье, отвечающее современным требованиям.

Методика исследований. Исследования проводили на полях ООО «Доминант» в хозяйстве ООО «Заря» в 2018–2019 гг. В ходе полевого эксперимента была дана оценка технологического качества коммерческих гибридов сахарной свеклы при выращивании на полях Липецкой области. Объектами исследований были четыре гибрида сахарной свеклы компании Sesvanderhave: Леопард, Оригинал, Шайенн, Крокодил. Все гибриды диплоидные и включены в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ [3].

Выбор объектов исследования был обоснован тем, что гибриды позиционируются как высокоурожайные с хорошими технологическими качествами. Они способны эффективно реализовать свой генетический потенциал, хорошо адаптируясь к различным почвенно-климатическим условиям. Семена этих гибридов используются в хозяйствах Липецкой области и имеют широкое распространение в регионах свеклосеяния России (табл. 1).

Таблица 1

Отличительные особенности гибридов сахарной свеклы компании Sesvanderhave, выращиваемых на черноземах выщелоченных в Липецкой области

Вариант	Гибрид	Год регистрации, регион допуска	Тип гибрида	Характерные особенности
1	Леопард	2008 5,6,9	N/Z нормально-сахаристый	Высокая устойчивость к ризомании, низкая склонность к цветущности, средняя устойчивость к церкоспорозу и мучнистой росе
2	Оригинал	2008 5,6	N/Z нормально-сахаристый	Высокая устойчивость к ризомании, низкая склонность к цветущности, высокая устойчивость к церкоспорозу и средняя к мучнистой росе
3	Шайенн	2010 5,6	N/Z нормально-сахаристый	Высокая устойчивость к ризомании, низкая склонность к цветущности, средняя устойчивость к церкоспорозу и мучнистой росе
4	Крокодил	2004 5,6,7	N/E нормально-урожайный	Высокая устойчивость к ризомании, низкая склонность к цветущности, средняя устойчивость к церкоспорозу и мучнистой росе



Полевые опыты заложены и проведены согласно общепринятым методикам [1, 7]. В оценку технологического качества корнеплодов входило определение содержания сахарозы методом холодного водного диспергирования [9]; калия и натрия – потенциометрическим методом [12] и альфа-аминоазота – фотоколориметрическим методом [13].

Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным среднесуглинистого гранулометрического состава. Содержание гумуса в пахотном горизонте (0–30 см) почвы составляло 5,5 % (по Тюрину), рН – 5,94, содержание подвижного фосфора (P_2O_5) по Чирикову – 71 мг/кг, обменного калия (K_2O) по Чирикову – 131 мг/кг почвы. На такой почве можно получать высокие урожаи сахарной свеклы.

Результаты исследований. На экономику сахарной свеклы не последнюю роль оказывают качественные показатели сладких корней. В настоящее время переработчики повышенное внимание обращают на калий, натрий, α -аминный азот ($\alpha-NH_2$), которые содержатся в корнеплодах. Это основные мелассообразовательные элементы, переходящие в полном составе из сахарной свеклы в мелассу в неизменном виде. Наличие этих веществ приводит к частичной экстракции сахара из мелассы, что потом отражается на количественных и качественных показателях белого сахара. Технологические качества сахарной свеклы являются тем системообразующим фактором в аграрно-пищевой технологии, с помощью которого можно максимально извлекать сахар при минимальных затратах [2].

В диффузионный сок несахаристых веществ переходит от 80 до 90 %, причем количество этих веществ в технологическом процессе остается постоянным. В корнеплодах всех изучаемых гибридов отмечали значительные колебания содержания основных несахаристых веществ (мелассообразователей) – K^+ , Na^+ и альфа-аминоазота (табл. 2).

Таблица 2

Основные несахаристые вещества в корнеплодах сахарной свеклы

Вариант	Гибрид	Содержание сырой массы, ммоль/100 г			Соотношение натрия к калию
		K^+	Na^+	$\alpha-NH_2$	
1	Леопард	3,57	0,32	0,43	0,09
2	Оригинал	3,16	0,55	0,23	0,17
3	Шайенн	2,56	0,61	0,34	0,24
4	Крокодил	3,69	0,36	0,60	0,01
Среднее по гибридам		3,24	0,46	0,40	0,14

При переработке сахарной свеклы азот, находящийся в корнеплодах, подразделяют на три категории: протеиновый, амидо-аммиачный и вредный. К вредному азоту относятся такие формы, которые в процессе производства сахара попадают в диффузный сок и не удаляются из него в процессе дефекации-сатурации, а переходят в патоку. Вредные формы азота увеличивают не только выход патоки, но и потери сахара в ней. Около 90 % вредного азота переходит в кормовую патоку [6].

Альфа-аминоазот ($\alpha-NH_2$) больше других вредных веществ отрицательно влияет на извлечение сахарозы из корнеплода, а именно, уменьшает выход сахара. Принято считать, что одна часть $\alpha-NH_2$ не дает скристаллизоваться 25 частям сахара. В наших исследованиях больше всего альфа-аминоазота было у гибрида Крокодил – 0,60 ммоль/100 г. Самый низкий показатель вредного азота отмечали у гибрида нормально-сахаристого типа Оригинал (0,23 ммоль). В сравнении с Крокодилем этот показатель был в 2,6 раза меньше. Содержание альфа-аминоазота у гибридов: Леопард – 0,43 ммоль, Шайенн – 0,34 ммоль/100 г. В среднем по гибридам Sesvanderhave содержание $\alpha-NH_2$ составило 0,40 ммоль/100 г сырой массы. В целом концентрация альфа-аминного азота в образцах была значительно ниже установленного норматива в 2,5 ммоль/100 г свеклы, что свидетельствует о высоком качестве гибридов.

Переход сахара в мелассу зависит и от присутствия калия (K^+) в корнеплодах. Чем выше концентрация этого элемента в них, тем больше сахарозы теряется в мелассе. Принято считать, что катионы калия и натрия задерживают от 70 до 80 % сахара, переходящего в мелассу [14]. В исследованиях содержание калия в корнеплодах варьировало между гибридами. Наибольшее его содержание было в корнеплодах гибрида Крокодил – 3,69 ммоль/100 г сырой массы, наименьшее у гибрида Шайенн – 2,56 ммоль/100 г сырой массы. Оба гибрида по типу своего назначения являются нормально-сахаристыми среднего срока созревания.



На концентрацию калия в корнеплодах оказывала влияние продуктивность самого гибрида, чем выше его урожайность, тем больше катионов калия было в корнеплодах. В целом по всем изучаемым гибридам этот показатель не выходил за пределы рекомендованных параметров, что свидетельствует об их высоком качестве.

Наличие натрия в корнеплодах уменьшает и ухудшает извлечение кристаллизованного сахара. Наши исследования показали, что наибольшее содержание катиона Na^+ в корнеплодах было у гибрида Шайенн – 0,61 ммоль/100 г, наименьшее у гибрида Леопард – 0,32 ммоль/100 г. Содержание натрия у всех гибридов было невысокое, в среднем 0,46 ммоль/100 г сырой массы.

При извлечении из корнеплодов сахара важно не только низкое содержание катионов Na^+ и K^+ , но и их соотношение: чем оно меньше, тем выше экстракция сахара, тем доброкачественней извлеченный свекловичный сок. Минимальным этот показатель был у гибрида Крокодил (0,01), самый высокий (0,24) у гибрида Шайенн. У других гибридов значение этого показателя (между вышеуказанными) занимало промежуточное положение.

Важным показателем адаптации гибридов к местным почвенно-климатическим условиям Липецкой области служит урожайность. В наших исследованиях гибрид Крокодил продемонстрировал высокую продуктивность – 64,33 т/га (см. рисунок). Это самая высокая урожайность среди гибридов компании Sesevanderhave. Снижение продуктивности относительно этого гибрида у гибридов Леопард, Оригинал и Шайенн составило 2,65; 3,79; 3,37 т/га соответственно (НСР₀₅ 3,1 т/га).

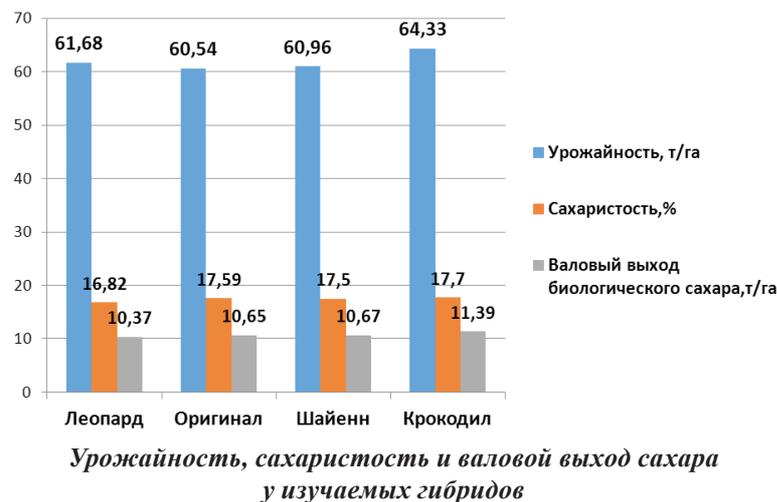
При поступлении корнеплодов сахарной свеклы на перерабатывающее предприятие «Хмелинецкий» определяли загрязненность корнеплодов согласно ГОСТ53036-2008 [4], которая варьировала от 4,2 % (Шайенн) до 2,8 % (Леопард). Гибриды Оригинал и Крокодил занимали промежуточное положение – 3,5 и 3,1 % соответственно.

В настоящее время при возделывании сахарной свеклы стараются оптимизировать сбор сахара. Для этого нами был сделан расчетный выход кристаллического сахара с 1 га. Этот показатель более объективно оценивает продуктивность изучаемых гибридов. Результативность его находится в большой зависимости от сахаристости корнеплодов: чем выше показатель, тем лучше технологические качества сахарной свеклы. По данному показателю среди гибридов Sesevanderhave можно выделить гибрид Крокодил (17,70 %), см. рисунок. Гибриды Оригинал и Шайенн незначительно отличались по содержанию (17,59 и 17,50 %) сахара в корнеплодах между собой. Однако их сахаристость была выше, чем средняя сахаристость (17,40 %) по гибридам Sesevanderhave. Все гибриды относятся к нормально-сахаристому типу.

Все гибриды Sesevanderhave имели высокий расчетный выход сахара с 1 га, так как отличались высокой урожайностью и хорошей сахаристостью. Самым продуктивным по валовому выходу биологического сахара оказался гибрид Крокодил – 11,39 т/га по сравнению с другими гибридами: Леопард – на 1,02 т/га, Оригинал – на 0,74 т/га, Шайенн – на 0,72 т/га.

На сахарных заводах, когда идет переработка корнеплодов, в различных партиях свеклы даже с одинаковой сахаристостью валовый выход сахара сильно разнится, что напрямую зависит от технологических качеств свеклы. Технологические качества будут выше у той свеклы, при переработке которой получается более высокий выход сахара, напрямую зависящий от концентрации несахаров, перешедших вместе с сахарозой в свекловичный сок.

В настоящее время на сахарных заводах расчет с товаропроизводителем ведут по очищенному содержанию сахара (ОСС). Этот показатель определяется расчетным путем, как разница между сахаристостью и стандартными потерями сахара при образовании мелассы. На стандартные потери сахара (СПС) влияние оказывают катионы калия, натрия и вредного азота. СПС определяют по Брауншвейгской формуле [14, 16, 17, 18].





Результаты испытаний гибридов Sesvanderhave показали достаточно широкую (от 0,94 до 1,11 %) вариацию СПС при образовании мелассы. У гибрида Шайенн самый низкий процент СПС – 0,94 %, что на 0,17 % меньше, чем у гибрида Крокодил. В среднем по всем гибридам Sesvanderhave потери сахара были на уровне 1,02 %.

Согласно произведенным расчетам с учетом СПС гибриды Sesvanderhave незначительно отличались по содержанию очищенного сахара, исключение составил Леопард, у которого была наименьшая сахаристость – 15,77 % (табл. 4). У других гибридов содержание очищенного сахара было практически одинаковым (16,56 – 16,61 %).

Таблица 4

Содержание очищенного сахара в корнеплодах сахарной свеклы и валовой сбор очищенного сахара

Гибрид	Расчетный выход биологического сахара с 1 га, т	СПС, %	СОС, %	ВСОС, т/га	Потери сахара, т/га
Леопард	10,38	1,05	15,77	9,73	0,65
Оригинал	10,65	0,98	16,61	10,06	0,59
Шайенн	10,68	0,94	16,56	10,09	0,59
Крокодил	11,39	1,11	16,59	10,67	0,72
Среднее по гибридам	10,78	1,02	16,38	10,14	0,64

Различное содержание очищенного сахара (СОС) в корнеплодах сахарной свеклы оказало влияние и на валовой выход продукта (ВСОС). Этот показатель более реально оценивает продуктивность гибридов сахарной свеклы, чем биологический валовый сбор сахара. Оценка продуктивности по этому показателю указывает на то, что все изучаемые гибриды имели достаточно хороший результат. Из линейки гибридов Sesvanderhave самый высокий выход очищенного сахара (10,67 т/га) был у Крокодила, наименьший – у Леопарда (9,73 т/га). Гибриды Оригинал и Шайенн показали практически одинаковый выход очищенного сахара (10,06–10,09 т/га).

Заключение. Все изучаемые гибриды бельгийской компании Sesvanderhave показали отличные технологические качества корнеплодов. Содержание несхаристых веществ (K^+ , Na^+ , $\alpha-NH_2$) в корнеплодах было ниже допустимых норм. Это отразилось на валовом выходе очищенного сахара.

С учетом меласообразователей из линейки гибридов Sesvanderhave самый высокий выход очищенного сахара (10,67 т/га) показал Крокодил, превышение этого показателя над другими гибридами: Леопард – на 0,94 т/га, Оригинал – на 0,61 т/га, Шайенн – на 0,58 т/га. Наименьшую продуктивность очищенного сладкого продукта показал Леопард – 9,73 т/га. Стандартные потери сахара варьировали от 1,11 % (Крокодил) до 0,94 % (Шайенн).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Апасов И. В., Бартенев И. И., Путилина Л. Н. Методические указания по организации производственных испытаний гибридов сахарной свеклы. Рамонь: РЭА, 2018. 50 с.
2. Балабанова Г. И. Инновации в технологии сахара как основа снижения ресурсозатрат в производстве // Сахарная свекла. 2009. № 6. С. 2–7.
3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. Сорты растений. М.: Росинформагротех, 2021. С. 134–141.
4. ГОСТ 53036-2008. Свекла сахарная. Методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2009. 12 с.
5. Гулидова В. А. Технологические качества гибридов сахарной свеклы фирмы KWS в условиях северо-запада ЦЧР // Вестник Мичуринского ГАУ. 2021. № 1 (64). С.15–20.
6. Даутова З. Ф., Алимгафаров Р. Химический состав корнеплода сахарной свёклы // Современные наукоемкие технологии. 2013. № 9. С. 12–13.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). М.: Альянс, 2011. 351 с.
8. Зубенко В. Ф., Маковецкий К. А., Устименко-Бакумовский А. В. Улучшение технологических качеств сахарной свеклы. Киев: Урожай, 1989. 208 с.
9. Инструкция по химико-техническому контролю и учету свеклосахарного производства ВНИИСП. Киев, 1983. 476 с.
10. Кульнева Н. Г., Голыбин В. А., Федорук В. А. Санитарно-гигиеническое обеспечение продукции сахарного производства // Гигиена и санитария. 2015. № 94(9). С. 57–61.



11. Кухар В. Н., Чернявский А. П., Чернявская Л. И., Моканюк Ю. А. Эффективность переработки сахарной свеклы в зависимости от ее технологических качеств и особенностей ведения процесса // Сахар. 2020. № 1. С. 19–31.
12. Чернявская Л. И. Методики определения основных меласообразовательных элементов в свекле и продуктах ее переработки // Сахар. 2006. № 7. С. 34–40.
13. Чернявская Л. И. Определение азотистых веществ // Сахар. 2006. № 8. С. 29–32.
14. Шпаар Д., Дрегер Д., Захаренко А. Сахарная свёкла (выращивание, уборка и хранение) / под общ. ред. Д. Шпаар. М.: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2012. 315 с.
15. Fasahat P., Agaezade M., Jabbari L. Sucrose accumulation in sugar beet: from fodder beet breeding to genomic selection // Sugar technology. 2018. No. 20. P. 635–644.
16. Glattkowski H., Thielecke K. Neue Formel zur Bewertung des technischen Wertes von Zuckerrüben // Zuckerrübe. 1995. № 1. S. 42–44.
17. Hoffmann C. Zuckerrüben als Rohstoff. Die technische Qualität als Voraussetzung für eine effiziente Verarbeitung. Weender Druckerei GmbH & B Co. KG, Göttingen.: Saur, 2006. 200 s.
18. Märländer B., Glattkowski H., Buchholz K. Development of a formula for assessing the technical quality of sugar beet in Germany. IIRB, 59th Congress. 1996. P. 343–352.
19. Radivojević S. Yield and technological quality of modern sugar beet varieties in the Republic of Serbia // Food Processing, Quality and Safety. 2008. T. 35. No. 2. P. 53–57.

REFERENCES

1. Apasov I. V., Bartenev I. I., Putilina L. N. Methodological guidelines for the organization of production tests of sugar beet hybrids. Ramon; REA; 2018. 50 p. (In Russ.).
2. Balabanova G. I. Innovations in sugar technology as a basis for reducing resource costs in production. *Sugar beet*. 2009;(6):2–7. (In Russ.).
3. State Register of breeding achievements approved for use. Vol.1. “Plant varieties” (official publication). Moscow: Rosinformagrotech; 2021. P. 134–141. (In Russ.).
4. GOST 53036-2008. Sugar beet. Test methods. M.: Standartinform; 2009. 12 p. (In Russ.).
5. Gulidova V. A. Technological qualities of KWS sugar beet hybrids in the conditions of the north-west of the Central Asian Republic. *Bulletin of the Michurinsky State Agrarian University*. 2021;1(64):15–20. (In Russ.).
6. Dautova Z. F., Alimgafarov R. R. Chemical composition of sugar beet root crop. *Modern high-tech technologies*. 2013;(9):12–13. (In Russ.).
7. Dospikhov B. A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Alliance; 2011. 351p. (In Russ.).
8. Zubenko V. F., Makovetsky K. A., Ustimenko-Bakumovsky A. V. Improvement of technological qualities of sugar beet. Kiev: Harvest; 1989. 208 p. (In Russ.).
9. Instructions for chemical and technical control and accounting of sugar beet production VNIISP. Kiev; 1983. 476 p. (In Russ.).
10. Kulneva N. G., Golybin V. A., Fedoruk V. A. Sanitary and hygienic provision of sugar production products. *Hygiene and sanitation*. 2015;94(9):57–61. (In Russ.).
11. Kukhar V. N., Chernyavsky A. P., Chernyavskaya L. I., Mokanyuk Yu. A. Efficiency of sugar beet processing depending on its technological qualities and features of the process. *Sugar*. 2020;(1):19–31. (In Russ.).
12. Chernyavskaya L. I. Methods for determining the main molasses-forming elements in beetroot and its processed products. *Sugar*. 2006;(7):34–40. (In Russ.).
13. Chernyavskaya L. I. Determination of nitrogenous substances. *Sugar*. 2006;(8): 29–32. (In Russ.).
14. Shpaar D., Dreger D., Zakharenko A. Sugar beet (Cultivation, harvesting and storage) / Under the general editorship of D. Shpaar. Moscow.: Publishing house of LLC “DLV AGRODELO”; 2012. 315 p. (In Russ.).
15. Fasahat P., Agaezade M., Jabbari L. Sucrose accumulation in sugar beet: from fodder beet breeding to genomic selection. *Sugar technology*. 2018;(20):635–644.
16. Glattkowski H., Thielecke K. New formula for assessing the technical value of sugar beet. *Sugar beet*. 1995;(1):42–44.
17. Hoffmann C. Sugar beet as a raw material. Technical quality as a prerequisite for efficient processing. Weender Druckerei GmbH & B Co. KG, Göttingen.: Saur; 2006. 200 s.
18. Märländer B., Glattkowski H., Buchholz K. Development of a formula for assessing the technical quality of sugar beet in Germany. IIRB, 59th Congress. 1996. P. 343–352.
19. Radivojević S. Yield and technological quality of modern sugar beet varieties in the Republic of Serbia. *Food Processing, Quality and Safety*. 2008;35(2):53–57.

Статья поступила в редакцию 27.03.2022; одобрена после рецензирования 06.05.2022; принята к публикации 18.05.2022.

The article was submitted 27.03.2022; approved after reviewing 06.05.2022; accepted for publication 18.05.2022.