

Научная статья/Research Article

УДК 664.1:633.63:543.47

DOI: 10.36718/1819-4036-2025-5-304-312

Марина Ивановна Егорова^{1✉}, Людмила Юрьевна Смирнова², Любовь Николаевна Пузанова³

^{1,2,3}Курский федеральный аграрный научный центр, Курск, Россия

¹rniisp@gmail.com

²xranenie46@yandex.ru

³info@rniisp.ru

АКТУАЛИЗАЦИЯ ПРОБОПОДГОТОВКИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ САХАРИСТОСТИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Цель исследования – обосновать варианты актуализации пробоподготовки с использованием осветлителя сульфата алюминия и кизельгура в качестве фильтрующего средства при определении сахаристости поляриметрическим методом. Задачи: установить близость результатов определения сахаристости с использованием в качестве осветлителей ацетата свинца и сульфата алюминия; выявить влияние применения кизельгура как фильтрующего средства на результат определения сахаристости. Объект исследования – лабораторный вариант методики поляриметрического определения сахаристости методом холодного водного дигерирования. Исследование проводили по 4 вариантам: 1 – осветлитель ацетат свинца; 2 – осветлитель сульфат алюминия; 3 – осветлитель ацетат свинца, контроль для варианта 4; 4 – осветлитель ацетат свинца, кизельгур в дозе 2 г. Оценку сопряженности результатов для вариантов 1 и 2, 3 и 4 проводили на разных выборках из 30 образцов сахарной свеклы. В вариантах 1 и 2 сахаристость в образцах сахарной свеклы варьировала от 15,52 до 20,26 %; разность – от 0 до 0,08 %; в среднем отсутствовала, при абсолютной погрешности методики 0,2 %. В вариантах 3 и 4 сахаристость варьировала от 15,36 до 19,10 %; разность – от 0,02 до 0,17 %; в среднем – 0,06 %. Распределение данных во всех выборках соответствует нормальному. Фактическое значение критерия Стьюдента для вариантов 1 и 2 составило 0,0066; вариантов 3 и 4 – 0,1209, что значительно ниже табличного 2,002; критерия Фишера, соответственно 1,01 и 1,05, ниже табличного 1,91; р-значение 0,99 гораздо выше установленного 0,05. Результаты показали отсутствие различий между значениями сахаристости, определенной с разными осветлителями, а также с применением и без применения фильтрующего средства. Полученные данные позволили обосновать возможность внесения в методику определения сахаристости соответствующих изменений.

Ключевые слова: сахарная свекла, сахаристость, поляриметрический метод, осветлитель, ацетат свинца, сульфат алюминия, кизельгур, сопряженность

Для цитирования: Егорова М.И., Смирнова Л.Ю., Пузанова Л.Н. Актуализация пробоподготовки при определении сахаристости сахарной свеклы поляриметрическим методом // Вестник КрасГАУ. 2025. № 5. С. 304–312. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-5-304-312.

Благодарности: работа выполнена в рамках Государственного задания НИР № FGZU-2023-0002 Министерства науки и высшего образования РФ на период 2023–2027 гг.

Marina Ivanovna Egorova^{1✉}, Lyudmila Yuryevna Smirnova², Lyubov Nikolaevna Puzyanova³

^{1,2,3}Kursk Federal Agrarian Scientific Center, Kursk, Russia

¹rniisp@gmail.com

²xranenie46@yandex.ru

³info@rniisp.ru

UPDATING SAMPLE PREPARATION IN DETERMINING SUGAR CONTENT
IN SUGAR BEET BY POLARIMETRIC METHOD

The aim of the study is to substantiate the options for updating sample preparation using aluminum sulfate clarifier and kieselguhr as a filtering agent when determining sugar content by the polarimetric method. Objectives: to establish the closeness of the results of determining sugar content using lead acetate and aluminum sulfate as clarifiers; to identify the effect of using kieselguhr as a filtering agent on the result of determining sugar content. The object of the study is a laboratory version of the polarimetric method for determining sugar content by the cold water digestion method. The study was conducted in 4 options: 1 – lead acetate clarifier; 2 – aluminum sulfate clarifier; 3 – lead acetate clarifier, control for option 4; 4 – lead acetate clarifier, kieselguhr at a dose of 2 g. The contingency of the results for options 1 and 2, 3 and 4 was assessed on different samples of 30 sugar beet samples. In variants 1 and 2, the sugar content in the sugar beet samples varied from 15.52 to 20.26 %; the difference was from 0 to 0.08 %; on average, it was absent, with an absolute error of the method of 0.2 %. In variants 3 and 4, the sugar content varied from 15.36 to 19.10 %; the difference was from 0.02 to 0.17 %; on average, 0.06 %. The data distribution in all samples is normal. The actual value of the Student's t-test for variants 1 and 2 was 0.0066; variants 3 and 4 – 0.1209, which is significantly lower than the tabulated 2.002; Fisher's criterion, respectively, 1.01 and 1.05, below the tabulated 1.91; the p-value of 0.99 is much higher than the established 0.05. The results showed no differences between the sugar content values determined with different clarifiers, as well as with and without the use of a filtering agent. The data obtained made it possible to justify the possibility of introducing appropriate changes into the sugar content determination method.

Keywords: sugar beet, sugar content, polarimetric method, clarifier, lead acetate, aluminum sulfate, kieselguhr, conjugation

For citation: Egorova MI, Smirnova LYu, Puzanova LN. Updating sample preparation in determining sugar content in sugar beet by polarimetric method. *Bulletin of KSAU*. 2025;(5):304-312. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-5-304-312.

Acknowledgments: the work was carried out within the framework of the State R&D Assignment № FGZU-2023-0002 of the Ministry of Science and Higher Education of the RF for the period 2023–2027.

Введение. Свеклосахарные заводы осуществляют приемку сырья по ГОСТ 33884-2016 «Свекла сахарная. Технические условия», используя полученные значения показателя сахаристости для расчетов с поставщиками [1], при определении технологических потерь в операциях хранения и подачи в переработку [2], в аналитической учетной и бухгалтерской документации [3]. Расчеты материальных потоков в пищевой системе производства сахара, прогнозных и фактических величин выхода сахара [4], оценка хозяйственных признаков новых гибридов сахарной свеклы селекционерами [5, 6], агротехнологий ее возделывания [7–9] также базируются на показателе сахаристости, поэтому достоверности его определения придается большое значение.

Показатель сахаристости характеризует массовую долю сахарозы в корнеплодах сахарной свеклы, выраженную в процентах к ее массе. Выбор метода количественной оценки содержания моно- и дисахаридов в сырье и продуктах зависит от структурных особенностей определяемого углевода, наличия и соотношения других углеводов приведенных групп, технических

возможностей лаборатории [10]. Поскольку доминирующей в составе моно- и дисахаридов сахарной свеклы является сахароза (более 99,8 %), для ее определения используют поляриметрический метод. Методика определения сахаристости поляриметрическим методом изложена в ГОСТ Р 53036-2008 «Свекла сахарная. Методы испытаний». Пробоподготовка сахарной свеклы заключается в приготовлении необходимого для поляриметрического измерения прозрачного раствора, содержащего сахарозу исследуемых корнеплодов сахарной свеклы, и отличается в зависимости от условий определения – на автоматизированных, полуавтоматизированных линиях или лабораторным методом.

Извлечение сахарозы, находящейся в растворенном виде в клеточном соке растительной ткани, осуществляют путем разрушения протоплазмы клеток механическим способом. Для этого корнеплоды вначале измельчают при помощи пил или фрез (на автоматизированных или полуавтоматизированных линиях), лабораторной мясорубки (при лабораторном определении), а выделение сахарозы из измельченной массы (мезги или каши) проводят методом ди-

гериования. Он заключается в обессахаривании пробы мезги (кашки) растворителем, в качестве которого используется водный раствор осветлителя – 2,5 %-й раствор ацетата свинца, способный осаждать коллоиды и адсорбировать красящие вещества, находящиеся в клеточном соке. Обессахаривание интенсифицируют помещением пробы мезги с растворителем в специальный измельчитель – размельчитель тканей свеклы (в составе автоматизированной или полуавтоматизированной линии) или лабораторный блендер-гомогенизатор, скорость вращения ножей которых 12–18,5 тыс. об./мин. Масса навески и количество добавляемого осветлителя отличаются для автоматизированных линий и лабораторного метода. Полученную гомотенизированную массу фильтруют через бумажный фильтр с получением бесцветного прозрачного фильтрата, называемого дигератом, именно в нем производят измерение на поляриметре.

С момента разработки данного стандарта произошел ряд изменений в техническом оснащении сырьевых лабораторий свеклосахарных заводов, лабораторий селекционно-опытных станций, где были заменены линии УЛС-1 определения сахаристости современными автоматизированными линиями Venema, Betalyser, Analyser, MINILAB. Изменились взгляды на использование осветлителей при определении сахарозы в сахарной свекле и других окрашенных продуктах [11] в пользу нетоксичных веществ. На международном уровне в качестве осветлителя начали использовать сульфат алюминия, что закреплено в методике ICUMSA Method GS6-3 (2024) Polatrimetric Sucrose Content in Sugar Beet after Clarification using Aluminium Sulphate. Осветляющее действие основного сульфата алюминия базируется на его высокой адсорбционной способности относительно несахаров сахарной свеклы из-за положительного заряда образующихся мицелл и их развитой поверхности [12]. При этом данный реагент очень хорошо растворим в воде, его приготовление сводится к простому растворению навески в отличие от ацетата свинца, который требуется нагревать, отстаивать и пр., не имеет запаха и не агрессивен к разным материалам, проявляет свойства коагулянта. Также в международной практике допускается в случае необходимости использование фильтрующих средств при фильтровании гомотенизированной массы, однако продолжают

проводиться исследования их влияния на результат определения сахарозы [13].

Указанные изменения являются основанием для актуализации отечественной методики определения сахаристости. Дополнительным аргументом в пользу включения в методику нового осветлителя служит тот факт, что потенциометрический метод определения нитратов в сахарной свекле предусматривает выполнение измерений в дигерате, однако из-за негативного воздействия на селективный электрод ацетата свинца его не рекомендуется использовать в качестве осветлителя [14]. Вместе с тем какие-либо данные о близости результатов измерений сахаристости с использованием разных осветлителей и фильтрующих средств при пробоподготовке в открытых источниках отсутствуют.

Цель исследования – обосновать варианты актуализации пробоподготовки с использованием осветлителя сульфата алюминия и кизельгура в качестве фильтрующего средства при определении сахаристости поляриметрическим методом.

Задачи: установление близости результатов определения сахаристости поляриметрическим методом с использованием в качестве осветлителей ацетата свинца и сульфата алюминия; выявление влияния применения кизельгура как фильтрующего средства, на результат определения сахаристости.

Объекты и методы. Объектом исследования служил лабораторный вариант методики поляриметрического определения сахаристости методом холодного водного дигерирования. Исследования проводили в лаборатории ФГБНУ «Курский ФАНЦ», использовали разные осветлители по следующим вариантам: вариант 1 – раствор уксуснокислого свинца с массовой долей 2,5 %; вариант 2 – раствор сернокислого алюминия с массовой долей 3 %; вариант 3 – раствор уксуснокислого свинца с массовой долей 2,5 %, контроль для варианта 4; вариант 4 – раствор уксуснокислого свинца с массовой долей 2,5 %, применение кизельгура в дозе 2 г с введением в блендер-гомогенизатор на основании ранее установленной дозы и точки ввода.

Сахаристость по вариантам определяли в 30 образцах сахарной свеклы урожая 2023 г., представленной гибридами Рекордина, Брависима, БТС 980, Эйфория, поступавшими в переработку на свеклосахарные заводы Курской и Белгородской областей. Пробы отбирали: для вариантов 1 и 2 – в сентябре-октябре на 5 свек-

лосахарных заводах; для вариантов 3 и 4 – в ноябре 2023 г. – январе 2024 г. на 4 свеклосахарных заводах.

Каждую пробу массой 12–15 кг очищали вручную, отмывая от минеральных примесей и прилипшей почвы неметаллической щеткой под струей воды; поверхность корнеплодов осушали фильтровальной бумагой. Черешки листьев, боковые корешки и хвостики диаметром менее 1 см обрезали металлическим ножом. В подготовленной аналитической пробе каждый корнеплод продольно разрезали на две половины, отбирали по одной половине от всех корнеплодов, направляя на получение свекловичной каши в лабораторной электрической мясорубке.

Свекловичную кашку перемешивали и делили на две части для вариантов 1 и 2 или вариантов 3 и 4. 52 г взвешенной свекловичной каши помещали в лабораторный блендер-гомогенизатор Waring 800S, куда специальной бюреткой с двухходовым краном добавляли два объема по 178,2 см³ осветлителя; в варианте 4 вносили 2 г кизельгура. Массу гомогенизировали в течение 2 мин и фильтровали через бумажный фильтр. Полученный дигерат заливали в кювету длиной 200 мм и проводили измерения на автоматическом поляриметре Saccharomat NIR W2. Исследования выполняли в двух повторностях,

за окончательный результат принимали среднеарифметическое значение.

Содержание сахарозы определяли умножением результата измерения на 2, исходя из принципов международной сахарной шкалы, где используют нормальную навеску продукта (26 г в 100 см³) и нормальную кювету (длиной 200 мм); в нашем случае навеска 26 г распределяется в 200 см³, следовательно, разбавлена в 2 раза по отношению к нормальной, поэтому итоговый результат должен быть скорректирован умножением на соответствующий разбавлению коэффициент 2.

При проведении исследований учитывали величину абсолютной погрешности методики 0,2 %.

Для оценки сопряженности результатов полученных значений в разных вариантах их подвергали статистической обработке; статистическую значимость нулевой гипотезы проверяли по *t*-критерию Стьюдента и *p*-значению [15] при уровне значимости *p* = 0,05; количественную меру связи между результатами выборок определяли по результатам корреляционного анализа. Математическую обработку данных проводили с помощью программ MS Excel, XL STAT 2013.

Результаты и их обсуждение. В вариантах 1 и 2 сахаристость в образцах сахарной свеклы варьировала от 15,52 до 20,26 % (табл. 1).

Таблица 1

Сахаристость образцов сахарной свеклы по вариантам исследований, %
Sugar content of sugar beet samples by research options, %

Номер образца	Вариант			
	1	2	3	4
1	2	3	4	5
1	16,96	16,96	17,75	17,58
2	16,22	16,27	17,68	17,75
3	17,43	17,39	17,65	17,56
4	19,58	19,52	17,60	17,71
5	19,07	19,01	17,58	17,73
6	16,93	16,95	17,11	17,08
7	18,88	18,85	15,70	15,76
8	17,59	17,53	16,72	16,56
9	17,57	17,60	16,82	16,66
10	20,15	20,10	16,28	16,14
11	19,39	19,43	17,30	17,25
12	17,01	17,05	17,44	17,48
13	15,52	15,50	16,90	16,80
14	19,07	19,11	15,62	15,73
15	16,65	16,69	15,36	15,20
16	16,96	17,00	15,53	15,45
17	17,88	17,93	16,09	16,01

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5
18	17,95	18,02	15,82	15,77
19	17,19	17,12	17,50	17,48
20	19,02	19,01	17,36	17,42
21	17,38	17,30	17,21	17,15
22	20,26	20,24	17,07	16,94
23	18,14	18,10	18,65	18,54
24	16,70	16,68	17,35	17,28
25	17,99	17,97	16,99	16,90
26	17,49	17,55	17,01	16,89
27	18,47	18,51	18,22	18,07
28	17,44	17,43	19,10	19,01
29	18,59	18,64	17,14	17,02
30	16,64	16,60	17,58	17,44
Среднее	17,87	17,87	17,07	17,01

Из тридцати проб сахарной свеклы двадцать две имели сахаристость в диапазоне от 17,01 до 19,58 %, такая сахаристость характерна для корнеплодов с хорошими технологическими качествами. Восемь проб имели сахаристость ниже 17,00 % – в основном 16,60–16,96 %, самая низкая сахаристость составила 15,52 %, она соответствовала пробе с пораженными болезнями периода вегетации корнеплодами. Разность в величине сахаристости, определенной по вариантам 1 и 2 варьировала от 0 до 0,08 %, из них у девятнадцати проб была менее 0,04 %, а в среднем отсутствовала. В вариантах 3 и 4 сахаристость в образцах сахарной свеклы варьировала от 15,36 до 19,10 % (см. табл. 1). Из тридцати проб сахарной свеклы девятнадцать имели сахаристость в диапазоне от 17,01 до 19,10 %, обладая хорошими технологическими качествами. Одиннадцать проб имели сахаристость ниже 17,00 % – от 16,99 до 15,36 %, что характеризовало сахарную свеклу как имеющую пониженные технологические качества, с признаками болезней периода хранения.

Разность в величине сахаристости, определенной по вариантам 3 и 4, варьировала от 0,02 до 0,17 %, из них у шестнадцати проб была менее 0,10 %, а в среднем составляла 0,06 %.

Оценка нормальности распределения в выборках показала близость абсолютных значений эмпирических и теоретических частот (рис. 1).

Принимали нулевую гипотезу, утверждающую, что между каждыми двумя выборками – 1 и 2, 3 и 4 – отсутствует разница. Проверка гипотезы показала, что она не может быть отклонена, поскольку фактическая величина t -критерия Стьюдента меньше табличного, а значение p гораздо выше установленного статистического значения 0,05. Сравнение дисперсий по критерию Фишера также указывает на отсутствие значимых различий между двумя выборками (табл. 2).

Графический анализ (рис. 2) показывает полное совпадение сравниваемых вариантов (Y) с вариантами сравнения (X).

Следовательно, результаты определения сахаристости в вариантах 1 и 2, 3 и 4 совпадают.

Таким образом, отсутствуют различия между значениями сахаристости, определенной с разными осветлителями, а также с применением и без применения фильтрующего средства.

Полученные данные позволили обосновать возможность внесения в процедуру пробоподготовки методики определения сахаристости следующих изменений: дополнить изложение процедуры получения дигерата использованием в качестве осветлителя раствора сульфата алюминия с массовой долей 3 %; ввести допущение в случае необходимости использования кизельгура в дозе 2 г для навески свекловичной каши 52 г с введением в блендер-гомогенизатор.

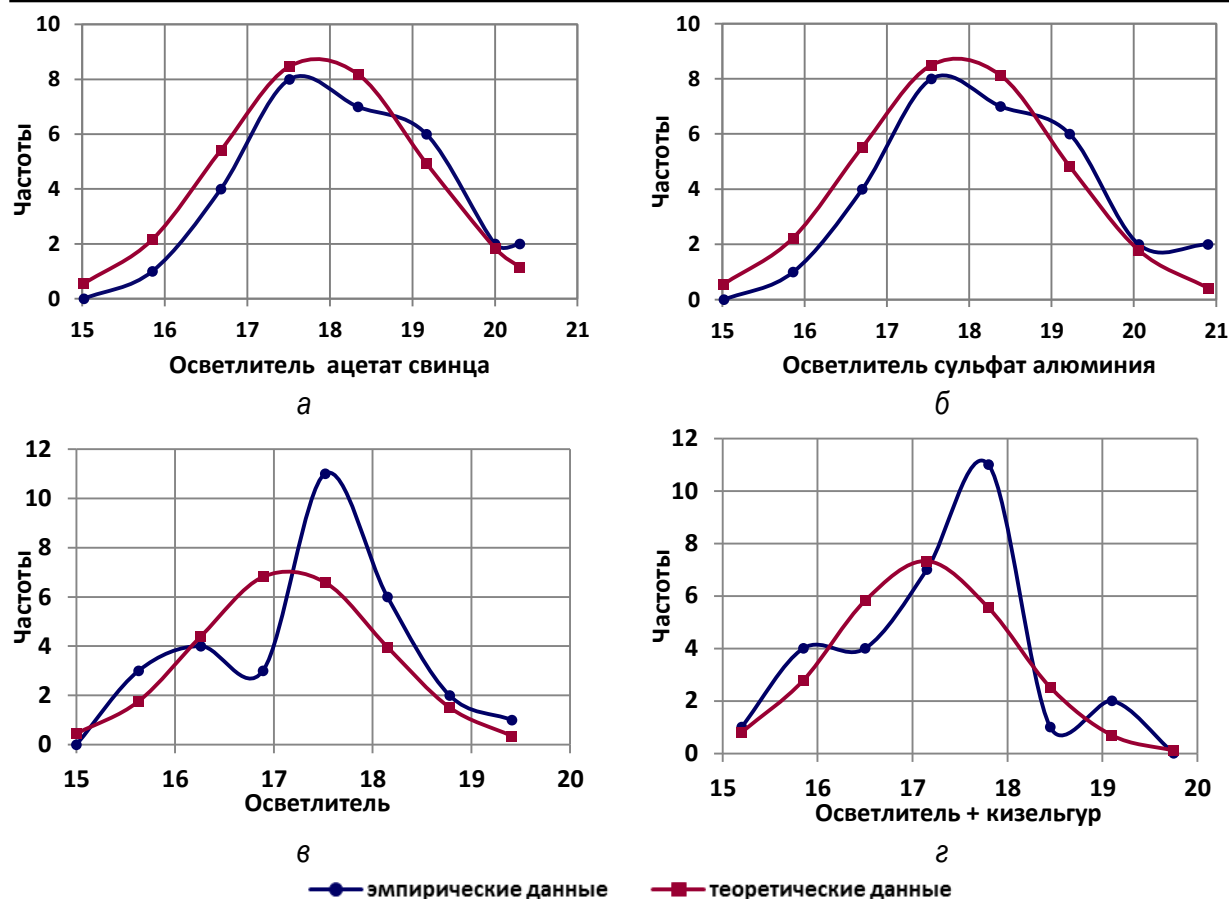


Рис. 1. Эмпирические и теоретические частоты значений сахаристости в вариационных рядах по вариантам: а – 1; б – 2; в – 3; г – 4
Empirical and theoretical frequencies of sugar content values in variation series by variants: а – 1; б – 2; в – 3; г – 4

Таблица 2

Статистические критерии для выборок по вариантам исследований
Statistical criteria for samples by research options

Вид выборки	$t_{\text{факт.}}$	$t_{\text{табл.}}$	хи-квадрат	p -значение	$F_{\text{факт.}}$	$F_{\text{табл.}}$
Выборки 1 и 2	0,0066	2,002	0,0033	0,99	1,01	1,91
Выборки 3 и 4	0,1209	2,002	0,0219	0,99	1,05	1,91

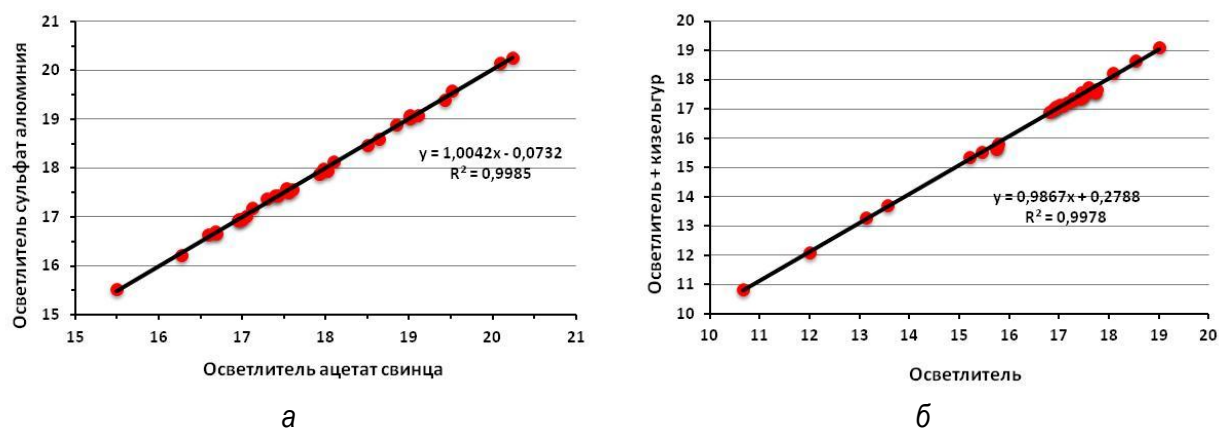


Рис. 2. Графический анализ сопряженности сахаристости по вариантам: а – 1 и 2; б – 3 и 4
Graphical analysis of the conjugacy of sugar content by variants: а – 1 and 2; б – 3 and 4

Заключение. В результате исследования установлена близость результатов определения сахаристости при использовании в качестве осветлителей ацетата свинца и сульфата алюминия, с применением и без применения кизельгура в качестве фильтрующего средства, под-

твержденная как фактическими количественными значениями, так и статистическими методами на основе t -критерия и p -значения. Полученные данные являются обоснованием вариантов актуализации методики для последующего внесения изменений в ГОСТ Р 53036.

Список источников

1. Егорова М.И., Пузанова Л.Н., Хлюпина С.В., и др. Оценка технологической адекватности свеклы сахарной для производства сахара // *Аграрная наука*. 2018. № 7-8. С. 50–54. EDN: XZFAHZ.
2. Завражнов А.И., Кольцов С.М. Методика исследований хранения сахарной свеклы в кагатах // *Наука в Центральной России*. 2020. № 6 (48). С. 30–36. DOI: 10.35887/2305-2538-2020-6-30-36. EDN: DINKZR.
3. Жолдоякова Г.Е., Кузнецова А.Р. Экономическая эффективность производства и переработки сахарной свеклы в Республике Башкортостан // *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2024. № 4. С. 27–33. DOI: 10.31442/0235-2494-2024-0-4-27-33. EDN: QTVNMMK.
4. Тужилкин В.И., Клемешов Д.А., Доненко Г.А., и др. Оперативный учет и контроль сахарного производства // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2019. № 1. С. 20–34. EDN: EFOWXD.
5. Путилина Л.Н., Грибанова Н.П., Лазутина Н.А. Комплексная оценка и отбор отечественного селекционного материала сахарной свеклы по продуктивности и технологическому качеству // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2021. № 1. С. 13–16. DOI: 10.31857/S2500262721010038. EDN: XPVSAB.
6. Каракотов С.Д., Апасов И.В., Налбандян А.А., и др. Современные аспекты селекции гибридов сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2021. Т. 25, № 4. С. 394–400. DOI: 10.18699/VJ21.043. EDN: XCRKXE.
7. Пелагин Д.С., Мязин Н.Г. Влияние макро- и микроудобрений на урожайность и сахаристость корнеплодов сахарной свеклы на черноземе выщелоченном // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2019. Т. 12, № 2 (61). С. 13–21. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.2.13. EDN: EAHUOR.
8. Еникиев Р.И., Исламгулов Д.Р. Технологические качества корнеплодов сахарной свеклы при различных сроках сева // *Вестник КрасГАУ*. 2021. № 2. С. 33–39. DOI: 10.36718/189-4036-2021-2-33-39. EDN: VNSWGA.
9. Минакова О.А., Путилина Л.Н., Лазутина Н.Н., и др. Продуктивность и технологические качества гибридов сахарной свеклы отечественной и зарубежной селекции при длительном применении удобрений в свекловичном севообороте Центрально-Черноземного региона // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2022. № 1. С. 86–105. DOI: 10.36107/spfp.2022.219. EDN: KCHTPX.
10. Минеро А.С., Рунова О.Б., Устинникова О.Б. Обзор методов определения соединений углеводной природы в биологических лекарственных препаратах // *Биопрепараты. Профилактика, диагностика, лечение*. 2023. Т. 23, № 2. С. 194–202. DOI: 10.30895/2221-996X-2023-442. EDN: OSEAFS.
11. Косиченко Н.А. Новый подход к осветлителям при поляриметрическом методе определения сахарозы // *Сахар*. 2018. № 10. С. 22–23. EDN: VNBIJJ.
12. Олишевский В.В., Хомичак Л.М., Бабко Е.Н., и др. Анализ применения алюминий- и кальцийсодержащих реагентов в технологическом процессе свеклосахарного производства // *Сахар*. 2020. № 4. С. 16–20. DOI: 10.24411/2413-5518-2020-10401. EDN: FFRWKS.
13. Ordóñez S.I., Perez M.C., Mandalika A., et al. How a clarification aid can affect polarimetric analysis of sugarcane juices // *Sugar Industry International*. 2023. Vol. 148, № 12. P. 750–759. DOI: 10.36961/si30705.

14. Кухар В.Н., Чернявский А.П., Чернявская Л.И., и др. Азотистые вещества сахарной свеклы и продуктов сахарного производства и экспресс-методы их определения // Сахар. 2019. № 4. С. 42–59. EDN: WHGLVO.
15. Гржибовский А.М., Гвоздецкий А.Н. Интерпретация величины p и альтернативы ее использования в биомедицинских исследованиях // Экология человека. 2022. Т. 29, № 3. С. 67–76. DOI: 10.17816/humeco97249. EDN: GZRJQD.

References

1. Egorova MI, Puzanova LN, Hlyupina SV, et al. Evaluation of technical adequacy of sugar beets for sugar production. *Agrarin science*. 2018;7-8:50-54. (In Russ.). EDN: XZFAHZ.
2. Zavrazhnov A, Koltsov S. Research methods of sugar beet storage. *Science in the central Russia*. 2020;6:30-36. (In Russ.). DOI: 10.35887/2305-2538-2020-6-30-36. EDN: DINKZR.
3. Zholdoyakova GE, Kuznetsova AR. Economic efficiency of production and processing of sugar beet in the Republic of Bashkortostan. *Ekonomika sel'skohozyajstvennyh i pererabatyvayushchih predpriyatij*. 2024;4:27-33. (In Russ.). DOI: 10.31442/0235-2494-2024-0-4-27-33. EDN: QTVNMMK.
4. Tuzhilkin VI, Klemeshov DA, Donenko GA, et al. Operational accounting and control of sugar-beet manufacturing. *Storage and Processing of Farm Products*. 2019;1:20-34. (In Russ.). EDN: EFOWXD.
5. Putilina LN, Gribanova NP, Lazutina NA. Complex evaluation and selection of domestic sugar beet breeding material on productivity and technological quality. *Rossiiskaia sel'skokhoziaistvennaia nauka*. 2021;1:13-16. (In Russ.). DOI: 10.31857/S2500262721010038. EDN: XPVSAB.
6. Karakotov SD, Apasov IV, Nalbandyan AA, et al. Modern issues of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) hybrid breeding. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2021;25(4):394-400. (In Russ.). DOI: 10.18699/VJ21.043. EDN: XCRKXE.
7. Pelagin DS, Myazin NG. The effect of macro- and micronutrients on yield and sugar content of sugar beet roots on leached chernozem. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2019;12(2):13-21. (In Russ.). DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.2.13. EDN: EAHUOR.
8. Enikiev RI, Islamgulov DR. Technological qualities of sugar beet root crops at different sowing periods. *Bulletin of KSAU*. 2021;2:33-39. (In Russ.). DOI: 10.36718/189-4036-2021-2-33-39. EDN: VNSWGA.
9. Minakova OA, Putilina LN, Lazutina NA, et al. Produktivity and technological quality of domestic and foreign sugar beet hybrids as a result of long-term application of fertilizers in the Central Black Earth Region. *Storage and Processing of Farm Products*. 2022;1:86-105. (In Russ.). DOI: 10.36107/spfp.2022.219. EDN: KCHTPX.
10. Minero AS, Rounova OB, Ustinnikova OB. Quantification methods for carbohydrate compounds in biologicals: a review. *Biological Products. Prevention, Diagnosis, Treatment*. 2023;23(2):194-202. (In Russ.). DOI: 10.30895/2221-996X-2023-442. EDN: OSEAFS.
11. Kosichenko NA. Novyj podhod k osvetlitelyam pri polyarimetricheskom metode opredeleniya saharozy. *Sahar*. 2018;10:22-23. (In Russ.). EDN: VNBIJJ.
12. Olishevskij VV, Homichak LM, Babko EN, et al. Analiz primeneniya alyuminij- i kal'cijsoderzhashchih reagentov v tekhnologicheskom processe sveklosaharnogo proizvodstva. *Sahar*. 2020;4:16-20. (In Russ.). DOI: 10.24411/2413-5518-2020-10401. EDN: FFRWKS.
13. Ordonez SI, Perez MC, Mandalika A, et al. How a clarification aid can affect polarimetric analysis of sugarcane juices. *Sugar Industry International*. 2023;148(12):750-759. DOI: 10.36961/si30705.
14. Kuhar VN, Chernyavsky AP, Chernyavskaya LI, et al. Azotistye veshchestva saharnoj svekly i produktov saharnogo proizvodstva i ekspress-metody ih opredeleniya. *Sahar*. 2019;4:42-59. (In Russ.). EDN: WHGLVO.
15. Grijbovski AM, Gvozdeckii AN. Interpretation of and alternatives to p -values in biomedical sciences. *Human Ecology*. 2022;29(3):209-218. (In Russ.). DOI: 10.17816/humeco97249. EDN: GZRJQD.

Статья принята к публикации 24.03.2025 / The article accepted for publication 24.03.2025.

Информация об авторах:

Марина Ивановна Егорова¹, заведующая лабораторией технологий сахара и методов контроля продукции, кандидат технических наук, доцент

Людмила Юрьевна Смирнова², научный сотрудник лаборатории технологий сахара и методов контроля продукции

Любовь Николаевна Пузанова³, ведущий научный сотрудник лаборатории технологий сахара и методов контроля продукции, кандидат сельскохозяйственных наук

Information about the authors:

Marina Ivanovna Egorova¹, Head of the Laboratory of Sugar Technologies and Product Control Methods, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Lyudmila Yuryevna Smirnova², Researcher at the Laboratory of Sugar Technologies and Product Control Methods

Lyubov Nikolaevna Puzyanova³, Leading Researcher at the Laboratory of Sugar Technologies and Product Control Methods, Candidate of Agricultural Sciences

