

Развитие методологических аспектов идентификации болезней сахарной свеклы при поступлении в технологический поток производства сахара

Егорова Марина Ивановна

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» –

НИИ сахарной промышленности

Адрес: 305029, город Курск, ул. Карла Маркса, д. 63.

E-mail: rniisp@gmail.com

Пузанова Любовь Николаевна

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» –

НИИ сахарной промышленности

305029, Россия, город Курск, ул. Карла Маркса, д. 63.

E-mail: lyubov.puzanova@yandex.ru

Смирнова Людмила Юрьевна

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» –

НИИ сахарной промышленности

305029, Россия, город Курск, ул. Карла Маркса, д. 63.

E-mail: v79066891475@yandex.ru

В современных условиях стратегическая конкурентоспособность свеклосахарных заводов определяется возможностью выпуска продукции по заданным требованиям промышленных потребителей по микронутриентному составу. Изменения в химическом составе сахарной свеклы после хранения по причине болезней периода вегетации и хранения негативно влияют на протекание процессов переработки и качество сахара. Для принятия правильных решений по организации процессов переработки такой сахарной свеклы в системе контроля требуется введение нового параметра, отсутствовавшего до настоящего времени – органолептической оценки с диагностированием болезней, предложение современной методики контроля. Целью исследований являлась экспериментальная отработка методики органолептической оценки сахарной свеклы с идентификацией болезней, базирующейся на методологии дескрипторно-профильного метода, для развития методологических основ контроля. На 110 образцах сахарной свеклы проведено уточнение и детализация последовательности операций с пробой, доработка методического материала в части систематизации взаимосвязи описательных характеристик с дескрипторами. По ее результатам расширены описательные характеристики 4 дескрипторов, скорректировано визуальное представление панели дескрипторов во взаимоувязке с болезнями, сформированы макеты профилограмм болезней, включающие от 9 до 14 шкал. На конкретных примерах показаны итоги оценки сахарной свеклы, поступающей в технологический поток сахарного завода после длительного хранения. Использование предлагаемой методики позволяет получить полную информацию о состоянии сахарной свеклы, поступающей в технологический поток, прогнозировать протекание процессов при переработке, принимать оптимальные управляющие решения для выпуска сахара по заданным требованиям.

Ключевые слова: сахарная свекла, болезни, дескриптор, описательная характеристика, контроль, конкурентоспособность

Введение

В условиях глобального перепроизводства сахара в 2019/2020 производственном году, когда на отечественном рынке излишки составляют 1,0...1,5 млн т, для свеклосахарных заводов Рос-

сийской Федерации возникает необходимость поддержания своей конкурентоспособности на рынке. Для снятия этой напряженности предпринимаются меры по развитию экспорта белого сахара, свекловичного сахара-сырца, и хотя объемы внутрисекторного потребления весьма значительны – до

6,1 млн т (Иванов, 2020, с. 2–5), конкуренция будет усиливаться. При этом сахар – универсальный товар, выступающий одновременно и продуктом питания, и сырьевым ингредиентом при производстве других пищевых продуктов. Доля использования сахара в стране в этих сегментах за последние 100 лет значительно изменилась в пользу промышленного потребления: в настоящее время почти 60% сахара стабильно используется при производстве кондитерских изделий, напитков, молочных продуктов, хлебобулочных изделий и др., в странах Европы этот уровень еще выше – около 85%. Предприятия, производящие продукты питания, активно занимаются расширением ассортимента продукции, который следует за меняющимися предпочтениями потребителей – обновляют их рецептуру, вводят неожиданные сочетания структуры и вкуса, технологическими приемами производства и применения специальной упаковки увеличивают сроки годности продуктов и т.д. Это вызывает появление новых требований к используемым сырьевым ингредиентам, ведь только точно соответствующий потребностям конкретного производства ингредиент позволит произвести пищевой продукт высокого качества с минимальными затратами.

Потребительские свойства сахара как сырья для производства продуктов питания определяются в основном его микронутриентным составом, т.е. наличием остаточных количеств микронутриентов сахарной свеклы и продуктов их превращений, образовавшихся в ходе переработки, применяемых технологических вспомогательных средств. Элементом поддержания качества сахара служит реализация системы менеджмента пищевого предприятия, составной частью которой является контроль качества продукции, обусловленный вариабельностью внутренней и внешней среды (Матисон, 2016, с. 8–11). В реализации систем менеджмента на свеклосахарных заводах большую роль играет внутрипроизводственный контроль в сочетании с входным контролем сырья. Причем входной контроль сахарной свеклы при поступлении в технологическую линию глубоко интегрирован с операционным контролем ввиду тесной взаимосвязи структурных, физических, фитопатологических свойств и химического состава корнеплодов с оптимальными параметрами процессов технологического потока и потребительскими свойствами образующегося сахара (Егорова, Широких, Михалева, Пузанова, 2019, с. 162–169; Егорова, Райник, Михалева, Кротова, Николаева, 2018, с. 196–204). При этом длительность производственного сезона выработки сахара из сахарной свеклы имеет тенденцию к

увеличению как за счет сдвига сроков его начала на более ранний период (июль, август), так и за счет более позднего окончания (январь-март). К тому же более позднее окончание сроков переработки характерно для все большего количества заводов. Так, по состоянию на 13 января 2020 г. продолжало работать 33 завода из общего количества 74 работавших в данном сезоне, а в 2019 г. – только 9 предприятий (Иванов, 2020, с. 3). Это означает, что все большее количество из и так рекордных урожаев сахарной свеклы на уровне более 50 млн т проходит стадию хранения в поле у сельхозпроизводителей или после приемки сырья на сахарных заводах. Хранение сахарной свеклы в обоих случаях осуществляется на открытых площадках, поэтому сопровождается естественными физиологическими и биохимическими процессами, часто сопряжено с протеканием микробиологических процессов, которые развиваются под действием различных микроорганизмов непосредственно при хранении сахарной свеклы или являются продолжением возникших в период вегетации растения. Все эти процессы приводят к изменению состояния и химического состава корнеплодов сахарной свеклы после хранения. В результате могут возникать претензии к качеству сырья при приемке, если сельхозпроизводители поставляют хранившуюся сахарную свеклу. Но наибольшее количество уже принятой сахарной свеклы хранится на кагатных полях сахарных заводов, где срок хранения может достигать 4 месяцев и более, т.е. в технологический поток будет поступать сырье, отличающееся по состоянию и химическому составу от принятого.

Следует подчеркнуть, что система контроля технологического потока производства сахара ведется по общим принципам, принятым в технологиях пищевых производств: имеются выделенные объекты контроля, для каждого объекта определены контролируемые параметры и периодичность контроля; но опирается на положения «Инструкции по химико-техническому контролю и учету сахарного производства», хотя ее методология создавалась в 80-е годы XX века. Согласно программе контроля, при приемке сахарной свеклы определяют не только ее сахаристость, загрязненность – параметры, необходимые для финансовых расчетов с поставщиками, но и состояние корнеплодов – содержание травмированных, увядших, цветущих корнеплодов, а также возможное наличие болезней. Эти параметры в совокупности позволяют дифференцировать сырье по пригодности к длительному хранению. Практика оценки корнеплодов по их состоянию и наличию болезней при поступлении в технологический

поток, особенно после длительного хранения, отсутствует. Между тем, такие знания в части поражения корнеплодов различными болезнями требуются для правильной организации процессов переработки, применения технологических вспомогательных средств, прогнозирования качества сахара (Голыбин, Федорук, Матвиенко, Ромашова, 2018, с. 206–210; de Bruijn, 2020, Р. 86–93; ; de Bruijn, 2020, Р. 154–160; Wright, 2018, Р. 83–87).

Литературный обзор

В сложившихся условиях свеклосахарным заводам следует вырабатывать стратегическую конкурентоспособность в виде ключевых возможностей развития и достижения конкурентных целей (Овчинникова, Марков, Дуванова, 2016, с. 417–422). При этом, если рассматривать свеклосахарный завод в ракурсе производственной системы, представляющей собой менеджмент непрерывных улучшений (Назина, Лихачева, 2017, с. 497–500), именно эта методология позволяет достигать стратегических целей организации. А одним из показателей качества ее функционирования считается способность создавать продукцию, удовлетворяющую требованиям потребителей (Лихачева, Назина, Ломанова, Черных, 2018, с. 128–132). Следовательно, стратегическая конкурентоспособность свеклосахарных заводов определяется возможностью выпуска продукции по требованиям промышленных потребителей, в т.ч. по содержанию микронутриентов. Причем опосредованно этим будет обеспечиваться качество и других продуктов питания, поскольку сахар, используемый во многих отраслях пищевой промышленности, может стать как драйвером развития этих предприятий, расширения ассортимента и объемов производства, так и создать проблемы для качества пищевых продуктов, качества протекания процессов их производства в случае несоответствия таким требованиям (Штерман, Штерман, Осташенкова, Ткешелашвили, Кондакова, Холина, 2009, с. 46–52; Олейник, 2013, с. 48–52; Даишева, Люсый, Семенихин, Котляревская, Усманов, 2018, с. 33–42).

Для технологии сахара, базирующейся на преобразовании живого растительного объекта в кристаллическую форму высокоочищенного дисахарида, реализуемой в технологических линиях, воплощенных как совокупность взаимосвязанных последовательно установленных единичных экземпляров технологического оборудования, присуща вариативность внешней и внутренней среды как из-за значительной вариативности показателей сырья (Тужилкин, Клемешов, Доненко,

Лукин, 2019, с. 20–31), схем локальных участков, обширной линейки применяемых технологических вспомогательных средств, так и разветвленной сети разнообразных потребителей сахара. Причем сахарная свекла, поступающая на один сахарный завод из разных плантаций его зоны свеклосеяния, может разительно отличаться по химическому составу, хотя значимые различия выражаются в вариативности величин, отличающихся иногда сотыми долями процента. В результате при переработке такого сырья может иметь место не только вариативность параметров процессов технологического потока, которые нуждаются в последовательной корректировке по факту качества сахарной свеклы, но в определенных случаях отдельные стадии могут быть исключены или введены (de Bruijn, 2012, Р. 697–706).

Гораздо сложнее влияние болезней на технологические качества сахарной свеклы, которые затем из-за изменений химического состава корнеплодов определяют иное течение процессов производства сахара, приводят к ухудшению его качества, включению в кристаллы нежелательных микронутриентов. Среди множества болезней корнеплодов периода вегетации растения наиболее вредоносными считаются бурая гниль и сосудистый бактериоз, препараты для борьбы с возбудителями которых отсутствуют. Возбудителем бурой гнили является гриб *Rhizoctonia solani*, в пораженных корнеплодах резко возрастает содержание α -аминного азота, натрия, выделяемые микроорганизмами ферменты гидролизуют протопектин, который переходит в растворенное состояние (Борисюк, 2014, с. 2–8). В процессе гниения снижается содержание сахарозы, идет накопление редуцирующих веществ, высокомолекулярных соединений (Голыбин, Федорук, Матвиенко, Ромашова, 2018, с. 206–210). Возбудителем сосудистого бактериоза является комплекс почвообитающих бактерий из рода *Pectobacterium*, *Pseudomonas*, *Bacillus mesentericus*, *Pantoea agglomerans* (Путилина, Апасов, Селиванова, 2015, с. 36–40). Содержащиеся в бактериях гидролитические ферменты приводят к трансформации сложных соединений в простые, что ведет к накоплению редуцирующих веществ, α -аминного азота, зольных элементов (Путилина, Лазутина, Черепухина, 2019, с. 15–22), разрушению белковых соединений клеточных структур и резкому возрастанию активности пероксидазы (Путилина, Кульнева, Селиванова, Землянухина, 2016, с. 239–246). Эти изменения способствуют снижению чистоты клеточного сока, при переработке такой сахарной свеклы уменьшается выход сахара, увеличивают-

ся потери в мелассе (Агафонов, Кульнева, Путилина, 2018, с. 46–50).

При хранении корнеплодов их химический состав подвергается естественным изменениям: сложные углеводы превращаются в простые, накапливаются трисахариды, растет уровень продуктов гидролиза белков и других высокомолекулярных соединений, т.е. происходит накопление несахаров (Wojtczak, Antczak-Chrobot, Bak, Molska, Blaszczyk, Papiewska, 2017, р. 760–764). Важно, что с течением длительности хранения, особенно после 30 суток, резко увеличивается содержание α -аминного азота, в 2...5 раз увеличивается содержание натрия и калия (Жеряков, Котлов, 2017, с. 27–32). Эффективность переработки такой свеклы снижается из-за потери сахарозы в них, повышения затрат на технологические вспомогательные средства для очистки (Костин, Мударисов, Решетникова, Федорова, 2016, с. 29–31).

Основной болезнью периода хранения считается кагатная гниль, возбудителями которой являются грибы *Botrytis cinerea*, *Phoma betae*, *Fusarium sp.*, *Penicillium sp.*, *Alternaria alternata*, *Oospora betae*. Развитие болезни сопровождается отмеченными выше негативными превращениями химического состава, появлением гнилой массы (Голыбин, Федорук, Матвиенко, Ромашова, 2018, с. 206–210; Путилина, Лазутина, Черногиль, 2019, с. 51–63; Стогниенко, Воронцова, с. 26–28). При заморозках и последующей оттепели сахарная свекла подвергается воздействию слизеобразующих бактерий, продуцирующих высокомолекулярные соединения типа декстрана и левана, резко ухудшающие фильтрационно-седиментационные свойства полуфабрикатов технологического потока (Голыбин, Федорук, Матвиенко, Ромашова, 2018, с. 206–210; Сотников, Сотников, Wild, Moisch, 2017, с. 18–23), вплоть до уровня, неприемлемого для переработки сырья (Antczak-Chrobot, Bak, Wojtczak, 2017, pp. 471–475).

Вышеуказанные изменения в химическом составе сахарной свеклы крайне негативно влияют на протекание процессов переработки, требуют повышенного расхода реагентов на очистку – даже выше допустимого, приводят к снижению выхода сахара, ухудшению его качества за счет повышения цветности и содержания других микронутриентов (Голыбин, Федорук, Матвиенко, Лоскутов, 2017, с. 276–281; de Bruijn, 2020, р. 697–706). Поэтому для принятия правильных решений по организации процессов переработки сахарной свеклы после

длительного хранения следует выполнять оценку ее состояния при поступлении в технологический поток с обязательным диагностированием болезней. Такое возможно в случае реформатирования системы контроля в части переориентации ее задач, изменения сущностного наполнения элементов структуры, актуализации объектов, параметров контроля, методик измерений (Егорова, 2019, с. 255–260). При актуализации параметров контроля этапа экстрагирования сахарозы предложено ввести новый параметр контроля для отмытой сахарной свеклы – органолептические показатели с идентификацией болезней, причем наиболее актуально это для свеклы, прошедшей стадию длительного хранения. Реализация нового параметра контроля должна опираться на соответствующую методологическую основу.

Теоретическое обоснование

Органолептические показатели сахарной свеклы – нехарактерный параметр оценки, впервые он появился в межгосударственном стандарте «Свекла сахарная. Технические условия» (ГОСТ 33884–2016¹), где нормируются требования к внешнему виду и запаху. Метод их определения изложен весьма кратко и относится к принимаемой сахарной свекле. При поступлении в технологический поток, особенно после длительного хранения, сырье может быть инфицировано, а болезни могут иметь разную степень развития. Для такой оценки отсутствуют как стандартизованные методы, так и какие-либо описательные инструкции. При этом органолептическая оценка – оценка, в ходе которой информация о качестве воспринимается органами чувств человека, она широко применяется при определении качества пищевых продуктов. Несмотря на кажущуюся простоту, органолептический анализ базируется на научно обоснованных методах, гарантирующих точность и воспроизводимость результатов, а его применение регулируется множеством стандартов национального и международного уровня. В зависимости от поставленных целей и задач используются различные методы органолептического анализа. В последние годы применительно к пищевым продуктам все большее распространение получает дескрипторно-профильный метод органолептического анализа, представляющий собой метод количественного отображения совокупности наиболее значимых органолептических признаков пищевого продукта: аромата, вкуса, консистенции с использованием предварительно выбранных дескрипторов (Матисон, Арутюнова, Горячева, 2015, с. 52–54). При

¹ ГОСТ 33884–2016. Свекла сахарная. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2017. 11 с.

этом дескриптор – индивидуальная характеристика пищевого продукта, наиболее ярко отражающая его заданные свойства.

Для органолептической оценки сахарной свеклы с идентификацией болезней разработана методика, базирующаяся на методологии дескрипторно-профильного метода (Егорова, Пузанова, Смирнова, 2020, с. 56–61). Для ее реализации предложены 4 дескриптора – индивидуальные характеристики состояния корнеплода, связанные с разными заболеваниями, каждому дескриптору присвоены описательные характеристики. В целом это позволяет строить профили дескрипторов, отражающие возможные заболевания корнеплодов, обладающие хорошей информативностью. Вместе с тем, полагаем, что методический материал требует более систематизированной взаимосвязи описательных характеристик с дескрипторами.

Цель наших исследований заключалась в экспериментальной отработке методики органолептической оценки сахарной свеклы с идентификацией болезней.

Материалы и методы исследования

Эксперименты проводили в лабораторных условиях НИИ сахарной промышленности ФГБНУ «Курский ФАНЦ» в период сезона переработки сахарной свеклы урожая 2019 г. Объектом исследования служили образцы сахарной свеклы, доставленные с различных сахарных заводов Курской, Воронежской, Орловской, Тамбовской, Нижегородской областей, Ставропольского края, всего в тестировании участвовало 110 образцов сахарной свеклы. Методологической основой органолептической оценки сахарной свеклы служили положения ГОСТ 33884, которые были развиты в части описания внешнего вида корнеплодов. Методологической основой идентификации болезней служила разработанная ранее методика (Егорова, Пузанова, Смирнова, 2020, с. 56–61).

Каждую пробу сахарной свеклы массой 12...15 кг отмывали вручную под струей воды от минеральных примесей и доочищали от прилипшей почвы неметаллической щеткой. Поверхностную влагу с корнеплодов удаляли фильтровальной бумагой. Металлическим ножом обрезали неудаленные черешки листьев, боковые корешки и хвостики диаметром менее 1 см. Подготовленную аналитическую пробу раскладывали на столе, каждый корнеплод осматривали, отмечая цвет и структуру поверхностной ткани. Далее каждый корнеплод

из пробы ножом-гильотиной разрезали вдоль на две части и рассматривали, также отмечая цвет и структуру ткани на разрезе согласно разработанным дескрипторам. В случае отличия цвета и структуры тканей от присущей здоровой сахарной свекле, определяли ее долю по отношению к общей площади поверхности корнеплода или разреза, затем интерполировали результат каждого корнеплода на всю пробу как средневзвешенную величину площади изменений от общей площади корнеплодов. Окончательный результат выражали в виде профилограмм, каждая из которых включала от 9 до 14 шкал болезней с уровнями распространения признаков от 0 до 100%, соотнесенных с определенными ранее дескрипторами.

В ходе экспериментальной отработки методики основное внимание уделялось методологическим аспектам: проводилось уточнение и детализация последовательности операций с пробой, отмечались индивидуальные нюансы всех моментов проведения испытаний и оформления результатов, акцент делался на оптимизации представления методического материала в виде систематизированной взаимосвязи описательных характеристик дескрипторов с болезнями.

Результаты и их обсуждение

Накопленный экспериментальный материал в виде массива данных о параметрах органолептического состояния корнеплодов сахарной свеклы в различный период оценки послужил базисом для внесения в методику корректив, улучшения ее изложения. Так, частично расширены описательные характеристики всех дескрипторов за счет добавления новых оттенков цвета ткани и пятен, состояния ткани, которые были проявлены в ряде проб сахарной свеклы.

Предложенная панель дескрипторов (Егорова, Пузанова, Смирнова, 2020, с. 56–61) имеет описательные характеристики, представленные в логической последовательности изменения цвета поверхностной ткани или ткани на разрезе от нормативной в сторону постепенного перехода тона и появления пятен; аналогичным образом представлены характеристики структуры ткани корнеплода от нормативной до полного разрушения. Однако при пользовании ею построенные профили органолептических показателей, коррелирующие с болезнями, с одной стороны, информативны, с другой стороны, одинаковые болезни приходится на разные по нумерации шкалы, что несколько затрудняет итоговое восприятие.

Поэтому для максимальной взаимоувязки дескрипторов с болезнями предложено изменить форму представления панели, разбив ее на две части – для дескрипторов поверхностной ткани и для дескрипторов ткани на разрезе корнеплода. Каждая такая таблица дескрипторов будет иметь центральную графу с наименованием болезней, слева и справа – графы с описательными характеристиками дескрипторов и соответствующей нумерацией шкал болезней. При этом нумерацию шкал болезней предпочтительно производить следующим

образом: вначале слева формируются строки графы описательных характеристик цвета ткани с последовательной нумерацией соответствующих им болезней, которые построчно размещаются в центральной графе; затем справа размещаются соответствующие приведенным болезням описательные характеристики структуры ткани. В этом случае появляется возможность дифференцировать болезни при одинаковом состоянии цвета ткани. Выполненные таким образом панели дескрипторов приведены в Таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Соответствие болезней сахарной свеклы и дескрипторов поверхностной ткани сахарной свеклы

Описательная характеристика дескриптора – цвет поверхностной ткани	№ шкалы болезни	Заболевание	Описательная характеристика дескриптора – структура поверхностной ткани
светло-бежевый		здоровый корнеплод	гладкая и сухая
грязно-белый	1	слизистый бактериоз	мокрая с локализацией по всему корнеплоду; отслаивающаяся с локализацией по всему корнеплоду
	3	ризоктониоз	наличие вдавленных участков, локализуемых в хвостовой части
наличие темно-серых пятен, локализуемых в хвостовой части	4	рак	наличие наростов с гладкой поверхностью, локализуемых в области шейки
	5	туберкулез	наличие наростов с бугорчатой поверхностью, локализуемых в области шейки
наличие светло-коричневых пятен, локализуемых в хвостовой части	6	фитофтороз	мокрая, рыхлая и отслаивающаяся с локализацией в хвостовой части
наличие темно-коричневых пятен, локализуемых в области шейки	7	поясковая парша	шероховатая с локализацией в области шейки; наличие трещин, локализуемых в области шейки
	8	обыкновенная парша	шероховатая с локализацией по всему корнеплоду; наличие трещин, локализуемых по всему корнеплоду
наличие темно-коричневых пятен, локализуемых по всей поверхности	9	прыщеватая парша	бугорчатая с локализацией по всему корнеплоду
наличие темно-коричневых пятен, локализуемых в хвостовой части	10	фузариоз	наличие трещин, локализуемых в хвостовой части; наличие большого количества мелких боковых корешков; рыхлая с локализацией в хвостовой части
наличие бурых пятен, локализуемых в хвостовой части	11	бурая гниль	наличие трещин, вдавленных участков, локализуемых в хвостовой части
наличие бурых пятен, локализуемых в области шейки и хвостовой части	12	кагатная гниль	рыхлая, отслаивающаяся или заплесневевшая с локализацией по всему корнеплоду
	13	сосудистый бактериоз	мягкая с локализацией в хвостовой части
наличие черных пятен, локализуемых в хвостовой части	14	хвостовая гниль	мягкая, морщинистая с локализацией в хвостовой части

Таблица 2

Соответствие болезней сахарной свеклы и дескрипторов ткани сахарной свеклы на разрезе

Описательная характеристика дескриптора – цвет ткани на разрезе	№ шкалы болезни	Заболевание	Описательная характеристика дескриптора – структура ткани на разрезе
бело-кремовый, визуализация сосудов белого или светло-бежевого цвета		здоровый корнеплод	плотная
	1	сосудистый бактериоз	мягкая с локализацией в хвостовой части
грязно-белый, визуализация побуревших сосудов, наличие черных пятен	2	фузариоз	рыхлая с локализацией в хвостовой части; наличие полостей с локализацией в хвостовой части
	3	хвостовая гниль	мягкая с локализацией в хвостовой части; наличие слизи с локализацией в хвостовой части
	4	слизистый бактериоз	мягкая, водянистая, наличие полостей, наличие слизи с локализацией в хвостовой части
серо-желтый	5	фитофтороз	мягкая, водянистая с локализацией в хвостовой части
наличие красных пятен, локализуемых в хвостовой части	6	ризоктониоз	рыхлая с локализацией в хвостовой части
наличие бурых пятен, локализуемых в хвостовой части	7	бурая гниль	рыхлая с локализацией в хвостовой части
наличие бурых пятен, локализуемых в области шейки и хвостовой части	8	кагатная гниль	рыхлая с локализацией в области шейки и хвостовой части
наличие темно-бурых пятен, локализуемых в хвостовой части	9	сухой склероциоз	волокнистая с локализацией в хвостовой части

Примеры реализации нового параметра контроля технологического потока производства сахара приведены ниже. Контролю подвергалась сахарная свекла, поступающая в технологический поток двух сахарных заводов во второй половине января 2020 г. – пробы № 1 и № 2.

Проба № 1 сахарной свеклы содержала 21 корнеплод. При внешнем осмотре корнеплодов установлено, что 64% площади поверхностной ткани корнеплодов имеет светло-бежевый цвет, 5% приходится на оттенок грязно-серого тона. Шестнадцать корнеплодов имеют нехарактерный цвет по всей окружности корнеплода в области головки и шейки от светло- до темно-зеленого, что составляет 10% общей площади поверхности. У четырех корнеплодов присутствуют темно-коричневые участки в области шейки и хвостика, занимающие 7% площади ткани корнеплодов (Рисунок 1а). 25% площади ткани корнеплодов на разрезе имеет серо-желтый цвет, 12% занимают участки коричневого цвета, локализуемые в области головки и хвостика. 25% площади поверхностной ткани на разрезе характеризуется как неупругая, мягкая,

водянистая, расслаивающаяся, с наличием слизи (Рисунок 1б).

Профили диагностированных болезней пробы сахарной свеклы № 1 приведены на рисунке 2.

Результаты диагностики болезней корнеплодов пробы № 1 показывают, что в ней присутствуют кагатная гниль и слизистый бактериоз с достаточно высокой степенью развития, обеспечившей содержание 20% гнилой массы, что характеризует данную сахарную свеклу как сырье пониженного качества. Очевидно, что кагатная гниль возникла в результате длительного хранения сахарной свеклы в кагатах; слизистый бактериоз – также результат сложившихся условий хранения, когда замороженные при отрицательных температурах корнеплоды начали оттаивать при повышении температур до положительных значений, что подтверждается наличием в пробе 25% мороженых корнеплодов. Указанные болезни приводят к накоплению гнилостных и слизиобразующих бактерий в свекловичном соке, при этом имеет место разложение сахарозы со снижением pH. За счет



(a)



(б)

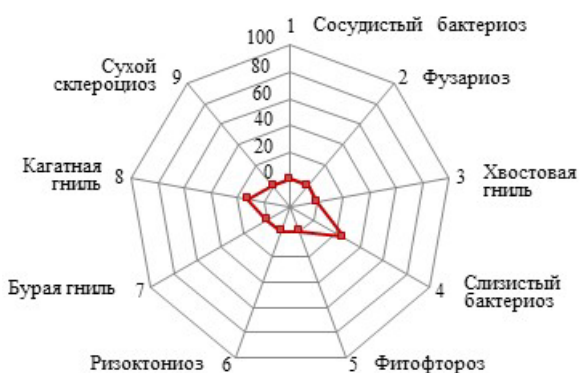
Рисунок 1. Внешний вид ткани корнеплодов пробы № 1 сахарной свеклы: поверхностной (а), на продольном разрезе (б)



(a)



(б)



(a)



(б)

Рисунок 2. Профили диагностированных болезней пробы № 1 сахарной свеклы: цвета поверхностной ткани (а), структуры поверхностной ткани (б), цвета ткани на разрезе (в), структуры ткани на разрезе (г)

накопления гнилой массы в корнеплодах увеличивается содержание несахаров, соответственно снижается чистота свекловичного сока. Последующий анализ химического состава это подтвердил: содержание сахарозы понизилось на 1,6% (при исходной сахаристости 19,50%), чистота свекловичного сока снизилась до 82% (для здоровой свеклы в текущем сезоне чистота составляла 90...92%), pH до 6,1, сок был инфицирован слизиобразующими бактериями.

Переработка сахарной свеклы вышеуказанного качества может быть осуществлена только в случае смешивания в пропорции 1:5 со свеклой хорошего качества. В технологическом потоке будет наблюдаться негативное проявление низкого качества сырья: повышенное пенообразование; снижение чистоты диффузионного и очищенного соков, повышение цветности очищенного сока в 2 раза по отношению к нормативному; увеличение содержания солей кальция до 1...2%; повышение вязкости сахарных растворов, приводящее к изменению качества образующегося на сатурации осадка и возникновению проблем при фильтровании растворов вплоть до закупорки пор фильтровальных тканей фильтровального оборудования; снижение скорости кристаллизации сахарозы при уваривании utfелей, приводящее к снижению производительности технологического потока, ухудшению качества сахара, увеличению потерь в мелассе и др. Возникнет необходимость использования комплекса технологических вспомогательных средств в виде антисептических препаратов, пеногасите-

лей и ферментных препаратов; корректировки технологического режима.

Проба № 2 содержала 28 корнеплодов (Рисунок 3а), при осмотре которых установлено, что 42% поверхностной ткани имеет светло-бежевый цвет, остальная имеет оттенок грязно-серого тона. У шести корнеплодов присутствуют темно-коричневые участки в области шейки и хвостика, площадь этих участков составляет 10% площади ткани корнеплодов. Структура поверхностной ткани у 14 корнеплодов характеризуется как мягкая, мокрая, отслаивающаяся с локализацией по всей поверхности корнеплодов, что в целом обеспечивает 50% площади измененной ткани. У двух корнеплодов отслаивающаяся ткань локализована в области хвостика, что обеспечивает менее 1% площади такой измененной ткани.

При осмотре разрезанных вдоль корнеплодов данной пробы (Рисунок 3б) установлено следующее. 71% площади ткани корнеплодов имеет серо-желтый цвет, 10% приходится на участки коричневого цвета, локализуемые в области головки и хвостика. 11% площади ткани имеет визуализируемые побуревшие сосуды с локализацией по всей площади. 71% ткани характеризуется как неупругая, мягкая, водянистая, расслаивающаяся, у 12% ткани зафиксировано наличие полостей и слизи, при нажатии на ткань отмечается выделение пузырьков газа.

Профили диагностированных болезней пробы сахарной свеклы № 2 приведены на рисунке 4.



(а)



(б)

Рисунок 3. Внешний вид ткани корнеплодов пробы № 2 сахарной свеклы: поверхностной (а), на продольном разрезе (б)

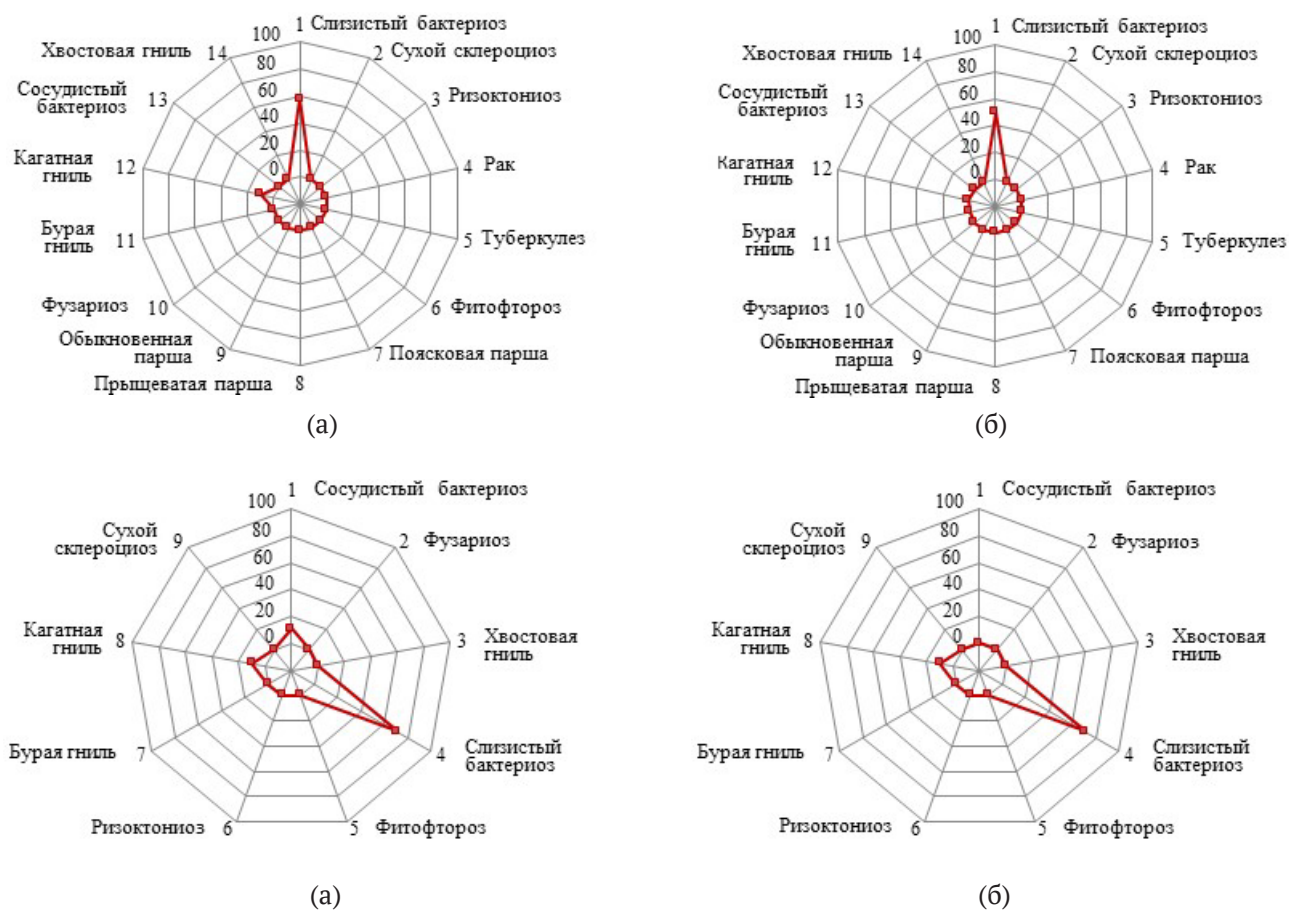


Рисунок 4. Профили диагностированных болезней пробы № 2 сахарной свеклы: цвета поверхностной ткани (а), структуры поверхностной ткани (б), цвета ткани на разрезе (в), структуры ткани на разрезе (г)

Результаты диагностики болезней корнеплодов пробы № 2 показывают, что в ней присутствуют кагатная гниль, сосудистый бактериоз и слизистый бактериоз с весьма высокой степенью развития, обеспечившей содержание 52% гнилой массы. Развитие кагатной гнили и слизистого бактериоза произошло по аналогичным причинам, отмеченным у пробы № 1. Вместе с тем, в данной пробе диагностирован сосудистый бактериоз – болезнь, возникшая при вегетации. Очевидно, при приемке сахарной свеклы с исключительно внешним осмотром корнеплодов она не была обнаружена ввиду маскировки внешних признаков поражения. Известно, что корнеплоды, пораженные сосудистым бактериозом, обладают плохой лежкостью, в них снижается содержание сахарозы, обменные процессы отклоняются от нормы, что приводит к изменению химического состава (Апасов, Путилина, Селиванова, 2014, с. 35–38). Скорее всего, именно этим обусловлена сахаристость на 3,5% ниже, чем в пробе № 1. А ослабленные этой болезнью

корнеплоды во время хранения подверглись более глубоким изменениям уже из-за других болезней. Так, чистота свековичного сока снизилась до 78%, pH до 5,7, степень инфицирования сока слизиобразующими бактериями была выше. Сахарная свекла такого качества непригодна для переработки и получения из нее сахара; переработка ее может быть осуществлена только в случае смешивания в пропорции 1:10 со свеклой хорошего качества.

Как видно из вышеприведенных примеров, в случае отсутствия данных о состоянии поступающего в технологический поток сахарного завода сырья после длительного хранения, могут наступить критические последствия – инфицирование технологического потока, остановка фильтрационного оборудования, невозможность дальнейшей работы; выпускаемый сахар может не соответствовать ГОСТ 33222–2015², в нем будут присутствовать различные микронутриенты, обе-

² ГОСТ 33222–2015. Сахар белый. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2019. 19 с.

специвающие высокую цветность, зольность, мутность растворов, что исключит возможность его применения в ряде отраслей, производящих продукты питания. Введение нового параметра контроля и использование предлагаемой методики контроля позволят работникам сахарного завода принимать оптимальные управляющие решения для выпуска продукции, удовлетворяющей требованиям потребителей, поддержания конкурентоспособности предприятия.

Выводы

По результатам экспериментальной отработки методики органолептической оценки сахарной свеклы с идентификацией болезней расширены описательные характеристики дескрипторов; скорректировано визуальное представление панели дескрипторов во взаимоувязке с болезнями. Предложенная шкала болезней профилограмм для поверхностной ткани включает 14 позиций, для ткани на разрезе – 9. Использование предлагаемой методики позволяет получить полную информацию о состоянии сахарной свеклы, поступающей в технологический поток, что дает возможность прогнозировать протекание процессов при переработке, принимать оптимальные управляющие решения для выпуска сахара по заданным требованиям.

Литература

- Агафонов Г.В., Кульнева Н.Г., Путилина Л.Н. О технологическом качестве сахарной свеклы, пораженной сосудистым бактериозом // Хранение и переработка сельхозсырья. 2018. № 1. с. 46–50.
- Апасов И.В., Путилина Л.Н., Селиванова Г.А. Изменение технологических качеств корнеплодов сахарной свеклы, пораженных сосудистым бактериозом // Сахар. 2014. № 9. с. 35–38.
- Борисюк П.Г. Особенности химического состава корнеплодов и их изменения во время хранения // Вестник сахарников Украины. 2014. № 11(102). с. 2–8.
- Голыбин В.А., Федорук В.А., Матвиенко Н.А., Лоскутов А.Ю. Конверсия редуцирующих веществ и показатели сахарных растворов // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 1. с. 276–281. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-1-276-281>
- Голыбин В.А., Федорук В.А., Матвиенко Н.А., Ромашова В.Б. Эффективность переработки свеклы пониженного качества // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018. Т. 80, № 2. с. 206–210. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-2-206-210>
- Даишева Н.М., Люсый И.Н., Семенихин С.О., Котляревская Н.И., Усманов М.М. Требования к качеству и безопасности сахара, используемого при производстве пищевой продукции // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2018. № 8. с. 33–42.
- Егорова М.И. Переход на новую парадигму системы технологического контроля как инструмент управления потенциальными возможностями технологической линии производства сахара // Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов: сборник докладов Международной научно-практической конференции. Курск: ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», 2019. с. 255–260.
- Егорова М.И., Пузанова Л.Н., Смирнова Л.Ю. Разработка дескрипторов для органолептической оценки сахарной свеклы с идентификацией болезней // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34, № 1. с. 56–61. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10111>
- Егорова М.И., Райник В.В., Михалева И.С., Кретова Я.А., Николаева Е.С. Поиск формализованных связей между потребительскими свойствами сахара и параметрами технологического процесса его производства // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018. Т. 80, № 3. с. 196–204. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-3-196-204>
- Егорова М.И., Широких Е.В., Михалева И.С., Пузанова Л.Н. Методологические аспекты формирования системы методик контроля технологического потока производства сахара // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2019. Т. 81, № 2. с. 162–169. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-162-169>
- Жеряков Е.В., Котлов С.А. Изменение технологических качеств корнеплодов сахарной свеклы при полевом хранении // Нива Поволжья. 2017. № 3(44). с. 27–32.
- Иванов Е.В. Предварительные итоги свеклосахарного производства в сезоне 2019/2020 – рекорды, рекорды, рекорды // Сахарная свекла. 2020. № 1. с. 2–5.
- Костин В.И., Мударисов Ф.А., Решетникова С.Н., Федорова И.Л. Влияние сроков хранения корнеплодов сахарной свеклы в кагатах на выход сахара в ОАО «Ульяновский сахарный завод» // Сахарная свекла. 2016. № 5. с. 29–31.

- Лихачева Л.Б., Назина Л.И., Ломанова А.В., Черных Н.А. Информационная модель управления производственной системой // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018. Т. 80, № 4. с. 128–132. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-4-128-132>
- Матисон В.А. Контроль качества сырья, материалов и готовой продукции в пищевом производстве // Пищевая промышленность. 2016. № 7. с. 8–11.
- Матисон В.А., Арутюнова Н.И., Горячева Е.Д. Применение дескрипторно-профильного метода для оценки качества продуктов питания // Пищевая промышленность. 2015. № 6. с. 52–54.
- Назина Л.И., Лихачева Л.Б. Проектирование производственных систем на предприятиях агропромышленного комплекса // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2017. Т. 79, № 1. с. 497–500. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-1-497-500>
- Овчинникова Т.И., Марков А.В., Дуванова Ю.Н. О сущности понятия «стратегическая конкурентоспособность» // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 3. с. 417–422. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-417-422>
- Олейник С.И. Влияние сахара белого на стойкость ликероводочной продукции // Цукор України. 2013. № 9(93). с. 48–52.
- Путилина Л.Н., Апасов И.В., Селиванова Г.А. Влияние сосудистого бактериоза на технологические качества сахарной свеклы // Сахарная свекла. 2015. № 5. с. 36–40.
- Путилина Л.Н., Кульнева Н.Г., Селиванова Г.А., Землянухина О.А. Технологическая оценка сахарной свеклы, инфицированной возбудителями сосудистого бактериоза в период вегетации // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 3. с. 239–246. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-239-246>
- Путилина Л.Н., Лазутина Н.А., Черепухина И.В. Технологические качества и лежкоспособность корнеплодов сахарной свеклы с разной степенью увядания // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2019. № 1. с. 15–22.
- Путилина Л.Н., Лазутина Н.А., Черногиль В.Б. Повышение лежкоспособности корнеплодов сахарной свеклы в кагатах // Хранение и переработка сельхозсырья. 2019. № 2. с. 51–63. <https://doi.org/10.36107/spfp.2019.150>
- Сотников В.А., Сотников А.В., Wild V., Moisch U. Сезон 2016 года: слизистый бактериоз // Сахар. 2017. № 3. с. 18–23.
- Стогниенко О.И., Воронцова А.И. Видовой состав возбудителей кагатной гнили сахарной свеклы при краткосрочном хранении в полевых буртах // Защита и карантин растений. 2015. № 1. с. 26–28. URL: https://www.pesticidy.ru/ps-content/literature/files/vidovoy-sostav-vozbuditeley-kagatnoy-gnili-saharnoy-svekly-pri-kratkosrochnom-hranenii-v-polevyh-burtah_3559_instructions.pdf (дата обращения: 10.08.2020).
- Тужилкин В.И., Клемешов Д.А., Доненко Г.А., Лукин Н.Д. Оперативный учет и контроль свеклосахарного производства // Хранение и переработка сельхозсырья. 2019. № 1. с. 20–31. <https://doi.org/10.36107/spfp.2019.48>
- Штерман С.В., Штерман В.С., Осташенкова Н.В., Ткешелашвили М.Е., Кондакова И.А., Холина О.В. Качественные характеристики сахара-песка для кондитерского производства // Сахар. 2009. № 3. с. 46–52.
- Antczak-Chrobot A., Bak P., Wojtczak M. Changes in technological quality of frost damaged sugar beet during storage // Sugar industry. Zuckerindustrie. 2017. Vol. 142, no. 8. P. 471–475. <https://doi.org/10.36961/si18648>
- De Bruijn J.M. The fascinating sweet world of sugar technology – never a dull moment // Sugar industry. 2012. Vol. 11. P. 697–706. <https://doi.org/10.36961/si13523>
- De Bruijn J.M. Impact of beet quality on sugar manufacture. part 1. general considerations of the technological beet quality // Sugar Industry. 2020. Vol. 145, no. 2. P. 86–93. <https://doi.org/10.36961/si24060>
- De Bruijn J.M. Impact of Beet Quality on Sugar Manufacture. Part 2. Impact of Invert Sugar on Beet Processing // Sugar Industry. 2020. Vol. 145, no. 3. P. 154–160. <https://doi.org/10.36961/si24155>
- Wojtczak M., Antczak-Chrobot A., Bak P., Molska M., Blaszczyk I., Papiewska A. Changes in the content of organic acids and inorganic anions in sugar beet during long-term storage // Sugar industry. Zuckerindustrie. 2016. Vol. 12(141). P. 760–764. <https://doi.org/10.36961/si17974>
- Wright M. Microbiology in the sugar industries // Sugar Industry. 2018. Vol. 143, no. 2. P. 83–87. <https://doi.org/10.36961/si19224>

Development of Methodological Aspects of Identification of Sugar Beet Diseases when Arriving into a Technological Stream for Producing Sugar

Marina I. Egorova

*Federal State Budgetary Scientific Institution "Kursk Federal Agrarian Scientific Centre" –
Research Institute of the Sugar Industry
63, Karl Marx str., Kursk, 305029, Russian Federation,
E-mail: rniisp@gmail.com*

Lubov N. Puzanova

*Federal State Budgetary Scientific Institution "Kursk Federal Agrarian Scientific Centre" –
Research Institute of the Sugar Industry
63, Karl Marx str., Kursk, 305029, Russian Federation,
lyubov.puzanova@yandex.ru*

Lyudmila Y. Smirnova

*Federal State Budgetary Scientific Institution "Kursk Federal Agrarian Scientific Centre" –
Research Institute of the Sugar Industry
63, Karl Marx str., Kursk, 305029, Russian Federation
v79066891475@yandex.ru*

In modern conditions, the strategic competitiveness of beet sugar factories is determined by the ability to produce products according to the specified requirements of industrial consumers for micronutrient composition. Changes in the chemical composition of sugar beet after storage due to diseases of the growing season and storage negatively affect the course of processing processes and the quality of sugar. To make the right decisions on the organization of the processing processes of such sugar beet in the control system, it requires the introduction of a new parameter that has not been available to date – organoleptic assessment with the diagnosis of diseases, the proposal of a modern control technique. The aim of the research was the experimental development of the methodology of organoleptic assessment of sugar beet with the identification of diseases, based on the methodology of the descriptor-profile method, for the development of the methodological foundations of control. On 110 samples of sugar beet, refinement and detailing of the sequence of operations with the sample, refinement of the methodological material in terms of systematizing the relationship of descriptive characteristics with descriptors was carried out. Based on its results, the descriptive characteristics of 4 descriptors were expanded, the visual representation of the descriptor panel was adjusted in conjunction with diseases, mock-ups of disease profilograms were formed, including from 9 to 14 scales. Using specific examples show the results of the assessment of sugar beet entering the process stream of a sugar factory after long-term storage were shown. Using the proposed method allows you to obtain complete information about the state of sugar beet entering the process stream, to predict the course of processes during processing, to make optimal control decisions for the production of sugar according to specified requirements.

Keywords: sugar beet, diseases, descriptor, descriptive characteristic, control, competitiveness

References

- Agafonov G.V., Kul'neva N.G., Putilina L.N. O tekhnologicheskoy kachestve sakharanoi svekly, porazhennoi sosudistym bakteriozom [On technological qualities of sugar beet affected by vascular bacteriosis]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya [Storage and processing of food production]*, 2018, vol. 1, pp. 46–50.
- Apasov I.V., Putilina L.N., Selivanova G.A. Izmenenie tekhnologicheskikh kachestv korneplodov sakharanoi svekly, porazhennykh sosudistym bakteriozom [Change technological quality of sugar beet, affected vascular bacteriosis]. *Sakhar [Sugar]*, 2014, vol. 9, pp. 35–38.
- Borisyyuk P.G. Osobennosti khimicheskogo sostava korneplodov i ikh izmeneniya vo vremya khraneniya

- [Features of the chemical composition of root crops and their changes during storage]. *Vestnik sakhar-nikov Ukrainy [Sugar Bulletin of Ukraine]*, 2014, vol. 11(102), pp. 2–8.
- Daisheva N.M., Lyusyi I.N., Semenikhin S.O., Kotlyar-evskaya N.I., Usmanov M.M. Trebovaniya k kachestvu i bezopasnosti sakhara, ispol'zuemogo pri proizvodstve pishchevoi produktsii [Conversion of the reducing substances and sugar solutions indexes]. *Nauchnye trudy Kubanskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta [Scientific works of the Kuban State Technological University]*, 2018, vol. 8, pp. 33–42.
- Egorova M.I. Perekhod na novuyu paradigmu sistemy tekhnologicheskogo kontrolya kak instrument upravleniya potentsial'nymi vozmozhnostyami tekhnologicheskoi linii proizvodstva sakhara [Transition to a new paradigm of the technological control system as a tool for managing the potential capabilities of the sugar production line]. In *Problemy i perspektivy nauchno-innovatsionnogo obespecheniya agropromyshlennogo kompleksa regionov: sbornik dokladov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [Problems and prospects of scientific-innovative support of the agro-industrial complex of regions: Proceedings of the international scientific and practical conference]*. Kursk: FGBNU «Kurskii federal'nyi agrarnyi nauchnyi tsentr», 2019, pp. 255–260.
- Egorova M.I., Puzanova L.N., Smirnova L.Yu. Razrabotka deskriptorov dlya organolepticheskoi otsenki sakhar-noi svekly s identifikatsiei boleznei [Development of descriptors for organoleptic evaluation of sugar beet with disease identification]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of science and technology of agriculture]*, 2020, vol. 34, no. 1, pp. 56–61. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10111>
- Egorova M.I., Rainik V.V., Mikhaleva I.S., Kretova Ya.A., Nikolaeva E.S. Poisk formalizovannykh svyazei mezhdu potrebitel'skimi svoystvami sakhara i parametrami tekhnologicheskogo protsessa ego proizvodstva [Searching for formalized connections between the consumer properties of sugar and technological process parameters of its production]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies]*, 2018, vol. 80, no. 3, pp. 196–204. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-3-196-204>
- Egorova M.I., Shirokikh E.V., Mikhaleva I.S., Puzanova L.N. Metodologicheskie aspekty formirovaniya sistemy metodik kontrolya tekhnologicheskogo potoka proizvodstva sakhara [Methodological aspects of system forming of control methods of technological flow of sugar production]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies]*, 2019, vol. 81, no. 2, pp. 162–169. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-162-169>
- Golybin V.A., Fedoruk V.A., Matvienko N.A., Loskutov A.Yu. Konversiya redutsiruyushchikh veshchestv i pokazately sakharных растворов [Conversion of the reducing substances and the indices of sugar solutions]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies]*, 2017, vol. 79, no. 1, pp. 276–281. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-1-276-281>
- Golybin V.A., Fedoruk V.A., Matvienko N.A., Romashova V.B. Effektivnost' pererabotki svekly ponizhen-nogo kachestva [Efficiency of low quality beet processing]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies]*, 2018, vol. 80, no. 2, pp. 206–210. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-2-206-210>
- Ivanov E.V. Predvaritel'nye itogi sveklosakhar-nogo proizvodstva v sezone 2019/2020 – rekordy, rekordy, rekordy [Preliminary results of sugar beet production in Russia in 2019/2020 season – records, records, records]. *Sakhar-naya svekla [Sugar beet]*, 2020, vol. 1, pp. 2–5.
- Kostin V.I., Mudarisov F.A., Reshetnikova S.N., Fedorova I.L. Vliyanie srokov khraneniya korneplodov sakhar-noi svekly v kagatakh na vykhod sakhara v OAO «Ul'yanovskii sakhar-niy zavod» [Influence of periods of sugar beet storage in clamps on sugar output in Ulyanovsk sugar factory]. *Sakhar-naya svekla [Sugar beet]*, 2016, vol. 5, pp. 29–31.
- Likhacheva L.B., Nazina L.I., Lomanova A.V., Chernykh N.A. Informatsionnaya model' upravleniya proizvodstvennoi sistemoi [Information model of production system management]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies]*, 2018, vol. 80, no. 4, pp. 128–132. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-4-128-132>
- Matison V.A. Kontrol' kachestva syr'ya, materialov i got-ovoi produktsii v pishchevom proizvodstve [Quality control of raw materials and finished products in the food industry]. *Pishchevaya promyshlennost' [Food processing industry]*, 2016, vol. 7, pp. 8–11.
- Matison V.A., Arutyunova N.I., Goryacheva E.D. Pri-menenie deskriptorno-profil'nogo metoda dlya otsenki kachestva produktov pitaniya [Application of descriptor-profile method to assess the food quality]. *Pishchevaya promyshlennost' [Food processing industry]*, 2015, vol. 6, pp. 52–54.
- Nazina L.I., Likhacheva L.B. Proektirovanie proizvodstvennykh sistem na predpriyatiyakh agropromyshlennogo kompleksa [The design of production systems

- at the enterprises of agroindustrial complex]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies], 2017, vol. 79, no 1, pp. 497–500. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-1-497-500>
- Oleinik S.I. Vliyanie sakhara belogo na stoikost' likero-vodochnoi produktsii i [The effect of white sugar on the durability of alcoholic beverages]. *Tsukor Ukraïni i [Sugar of Ukraine]*, 2013, vol. 9(93), pp. 48–52.
- Ovchinnikova T.I., Markov A.V., Duvanov Yu.N. O sushchnosti ponyatiya «strategicheskaya konkurentosposobnost'» [About essence of the “strategic competitiveness” concept]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies], 2016, vol. 3, pp. 417–422. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-417-422>
- Putilina L.N., Apasov I.V., Selivanova G.A. Vliyanie sosudistogo bakterioza na tekhnologicheskie kachestva sakharnoi svekly [Influence of vascular bacteriosis on sugar beet technological qualities]. *Sakhar'naya svekla [Sugar beet]*, 2015, vol. 5, pp. 36–40.
- Putilina L.N., Kul'neva N.G., Selivanova G.A., Zemlyanukhina O.A. Tekhnologicheskaya otsenka sakharnoi svekly, infitsirovannoi vzbuditelyami sosudistogo bakterioza v period vegetatsii [Technological scoring of sugar beets which were infected by the pathogen of the vascular bacteriosis during vegetation period]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies], 2016, vol. 3, pp. 239–246. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-239-246>
- Putilina L.N., Lazutina N.A., Cherepukhina I.V. Tekhnologicheskie kachestva i lezhkosposobnost' korneplodov sakharnoi svekly s raznoi stepen'yu uvyadaniya [Technological qualities and storage ability of sugar beet roots with different degree of bacterial wilt]. *Tekhnologii pishchevoi i pererabatyvayushchei promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya [Technologies for the food and processing industry of AIC – healthy food]*, 2019, vol. 1, pp. 15–22.
- Putilina L.N., Lazutina N.A., Chernogil' V.B. Povyshenie lezhkosposobnosti korneplodov sakharnoi svekly v kagatakh [Improvement of Sugar Beet Root Storage Ability in Clamps]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya [Storage and Processing of Farm Products]*, 2019, vol. 2, pp. 51–63. <https://doi.org/10.36107/spfp.2019.150>
- Shterman S.V., Shterman V.S., Ostashenkova N.V., Tkeshelashvili M.E., Kondakova I.A., Kholina O.V. Kachestvennye kharakteristiki sakhara-peska dlya konditerskogo proizvodstva [Characteristics of white sugar quality for confectionary production]. *Sakhar [Sugar]*, 2009, vol. 3, pp. 46–52.
- Sotnikov V.A., Sotnikov A.V., Wild V., Moisch U. Sezon 2016 goda: slizisty bakterioz [2016 season: mucous bacteriosis]. *Sakhar [Sugar]*, 2017, vol. 3, pp. 18–23.
- Stognienko O.I., Vorontsova A.I. Vidovoi sostav vzbuditeli kagatnoi gnili sakharnoi svekly pri kratkosrochnom khranении v polevykh burtakh [Species composition of pathogens of clamp rot of sugar beet in short-term storage in the field clamps]. *Zashchita i karantin rastenii [Plant protection and quarantine]*, 2015, vol. 1, pp. 26–28. URL: https://www.pesticidy.ru/ps-content/literature/files/vidovoy-sostav-vzbuditeli-kagatnoy-gnili-saharnoy-svekly-pri-kratkosrochnom-khranении-v-polevykh-burtakh_3559_instructions.pdf (accessed 10.08.2020).
- Tuzhilkin V.I., Klemeshov D.A., Donenko G.A., Lukin N.D. Operativnyi uchet i kontrol' sveklo-sakharного производства [Operational accounting and control of sugar-beet manufacturing]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya [Storage and processing of food production]*, 2019, vol. 1, pp. 20–31. <https://doi.org/10.36107/spfp.2019.48>
- Zheryakov E.V., Kotlov S.A. Izmenenie tekhnologicheskikh kachestv korneplodov sakharnoi svekly pri polevom khranении [Change in technological qualities of sugar beet roots when being stored in field clamps]. *Niva Povolzh'ya [Niva of Volga Region]*, 2017, vol. 3(44), pp. 27–32.
- Antczak-Chrobot A., Bak P., Wojtczak M. Changes in Technological Quality of Frost Damaged Sugar Beet During Storage. *Zuckerindustrie [Sugar industry]*, 2017, vol. 142, no. 8, pp. 471–475. <https://doi.org/10.36961/si18648>
- De Bruijn J.M. Impact of Beet Quality on Sugar Manufacture. Part 1. General Considerations of the Technological Beet Quality. *Sugar Industry*, 2020, vol. 145, no. 2, pp. 86–93. <https://doi.org/10.36961/si24060>
- De Bruijn J.M. Impact of Beet Quality on Sugar Manufacture. Part 2. Impact of Invert Sugar on Beet Processing. *Sugar Industry*, 2020, vol. 145, no. 3, pp. 154–160. <https://doi.org/10.36961/si24155>
- De Bruijn J.M. The Fascinating Sweet World of Sugar Technology – Never a Dull Moment. *Sugar Industry*, 2012, vol. 11, pp. 697–706. <https://doi.org/10.36961/si13523>
- Wojtczak M., Antczak-Chrobot A., Bak P., Molska M., Blaszczyk I., Papiewska A. Changes in the content of organic acids and inorganic anions in sugar beet during long-term storage. *Zuckerindustrie [Sugar Industry]*, 2016, vol. 12(141), pp. 760–764. <https://doi.org/10.36961/si17974>
- Wright M. Microbiology in the sugar industries. *Sugar Industry*, 2018, vol. 143, no. 2, pp. 83–87. <https://doi.org/10.36961/si19224>