Проблемы сезонности производства сахара из свеклы

Вячеслав А. Голыбин¹ visg@mail.ru 0000-0002-5335-9514
 Владимир А. Федорук¹ yzas2006@ya.ru 0000-0002-7410-0165
 Наталья А. Матвиенко¹ natali25_81@mail.ru 0000-0003-4777-003X

¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. За последние годы ежегодная переработка сахарной свеклы в России составляет 45 млн т и более, что позволяет вырабатывать белый сахар в количестве 6 млн т. В течение производственного сезона качество свеклы не остается постоянным – изменяется не только ее сахаристость, но и содержание вредных растворимых несахаров, а также физико-химические показатели – уменьшается масса корнеплодов вследствие увядания, снижения тургора, дыхания и прорастания, появляется гнилая масса как результат микробиологических и ферментативных процессов и образования очагов слизистого бактериоза. Одной из главных задач улучшения диффузионного процесса является повышение упругости свекловичной ткани и снижение интенсивности перехода пектиновых веществ в диффузионный сок. Эта цель достигается использованием эффективных химических реагентов в составе вводимой в диффузионный аппарат питательной воды, а также обработкой свекловичной стружки непосредственно перед процессом экстрагирования сахарозы; снижением температуры обессахаривания свекловичной стружки в диффузионном аппарате в допустимом интервале. Предлагается метод интенсификации экстрагирования сахарозы при использовании способа обработки питательной воды в электрическом поле. Улучшению дисперсного состава образующихся частиц осадка способствует возврат на преддефекацию карбонатной суспензии сока II сатурации, проведенной с использованием активированной суспензии фильтроперлита. Однородность частиц карбоната кальция и соответственно высокие фильтрационные показатели сатурационного сока формируются за счет активного контура внутренней циркуляции сока. Использование предлагаемых рекомендаций в ходе осуществления технологических процессов при их реализации в современной аппаратуре диффузионного процесса и очистки полученного сока позволяет минимизировать отрицательные последствия переработки свеклы как на начальном этапе производственного сезона при поступлении технически неспелых корнеплодов, так и в период завершения сезона при переработке сырья пониженного качества.

Ключевые слова: сахар, сахарная свекла, фильтроперлит, сезон, диффузия

Problems of seasonality of sugar production from beets

Vyacheslav A. Golybin¹ visg@mail.ru 0000-0002-5335-9514
 Vladimir A. Fedoruk¹ yzas2006@ya.ru 0000-0002-7410-0165
 Natalya A. Matvienko¹ natali25_81@mail.ru 0000-0003-4777-003X

¹ Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. In recent years, the annual processing of sugar beet in Russia is 45 million tons or more, which allows to produce white sugar in the amount of 6.0 million tons or more. During the production season, the quality of beets does not remain constant – not only its sugar content changes, but also the content of harmful soluble non-sugars, as well as physical and chemical parameters – the mass of root crops decreases due to wilting, reducing turgor, respiration and germination, rotten mass appears as a result of microbiological and enzymatic processes and the formation of foci of mucous bacteriosis. One of the main tasks of improving the diffusion process is to increase the elasticity of beet tissue and reduce the intensity of the transition of pectin substances into the diffusion juice. This goal is achieved by using effective chemical reagents in the composition of the feed water introduced into the diffusion apparatus, as well as processing of beet chips immediately before the sucrose extraction process; reducing the temperature of desugarisation of beet pulp in the diffusion apparatus in the allowable interval. The method of intensification of sucrose extraction using the method of treatment of feed water in an electric field is proposed. Improvement of the dispersed composition of the resulting sediment particles is facilitated by the return to the preliming of the carbonate suspension of juice II saturation, carried out using an activated suspension of filter perlite. The homogeneity of calcium carbonate particles and correspondingly high filtration rates of saturation juice are formed due to the active circuit of the internal circulation of the juice. The use of the proposed recommendations during the implementation of technological processes in their implementation in modern equipment of the diffusion process and purification of the obtained juice allow to minimize the negative consequences of beet processing both at the initial stage of the production season when technically not ripe root crops are received, and during the end of the season when processing raw materials of reduced quality.

Keywords: sugar, sugar beet, filter perlite, campaign, extraction

Введение

За последние годы ежегодная переработка сахарной свеклы в России составляет 45 млн т и более, что позволяет вырабатывать белый сахар в количестве 6 млн т. Так, в 2018 г.

российскими сахарными заводами было выработано сахара 6,3 млн т (в 2019 г. ожидается 7,2 млн т), что соответствует целевым задачам обеспечения продовольственной безопасности по важнейшему социально значимому пищевому продукту углеводной группы.

Для цитирования

Голыбин В.А., Федорук В.А., Матвиенко Н.А. Проблемы сезонности производства сахара из свеклы // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 1. С. 64–69. doi:10.20914/2310-1202-2020-1-64-69

For citation

Golybin V.A., Fedoruk V.A., Matvienko N.A. Problems of seasonality of sugar production from beets. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 1. pp. 64–69. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-1-64-69

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Плановая производственная мощность действующих сахарных заводов России на 01.01.18 г. составляла 346 тыс. т свеклы в сутки. Средняя продолжительность производственного сезона переработки свеклы за последние 3 года составляла 113 суток, а в сезон 2017/18 гг. – 124 суток. Более 20 сахарных заводов перерабатывали свеклу с длительностью сезона 135 суток и более. В соответствии с действующими нормами проектирования сахарных заводов продолжительность сезона должна составлять от 100 до 115 суток с завершением переработки свеклы во втором полугодии. Для обеспечения нормативной продолжительности сезона в указанном интервале общая суточная переработка свеклы на российских сахарных заводах должна составлять не менее 385 тыс. т свеклы. С учетом проводимых ежегодно реконструкций и модернизаций существующих сахарных заводов их производственная мощность постоянно увеличивается. Например, за 10-летний период с 2007 по 2017 гг. общая производственная мощность сахарных заводов возросла с 257 до 346 тыс. т свеклы в сутки, т. е. увеличилась на 35%, а объем переработки свеклы за этот же период возрос с 24,5 до 47 млн т – на 92%. Для переработки возросших объемов заготавливаемой свеклы многие российские сахарные заводы за последние 3 года имели длительность производственного сезона 140 суток и более.

Для завершения сезона во втором полугодии, т. е. в декабре, многие заводы начинают переработку свеклы в более ранние сроки, например в августе, на сырье, не достигшем состояния технической спелости. Известно, что для достижения такого состояния свеклы в Центрально-Черноземном регионе необходимо иметь продолжительность вегетации не менее 140 суток. Именно в конце сентября достигается техническая спелость корнеплодов свеклы, что формирует необходимый уровень иммунитета к болезням и высокие технологические показатели – сахаристость не менее 17%, чистота свекловичного сока не менее 88%, расчетный выход белого сахара около 15% при достижении величины коэффициента завода не менее 85% [1].

С учетом сказанного следует вывод, что сахарные заводы начинают сезон переработки в ранние сроки на свекле, не достигшей технической спелости, а завершают сезон в первом полугодии на сырье пониженного качества – подгнившей, подвяленной, пораженной различными заболеваниями (кагатная гниль, слизистый бактериоз и др.) [2].

Свекла, не достигшая состояния технической спелости, содержит меньше сахарозы (15% и менее), в ней больше содержится вредных растворимых несахаров (редуцирующих веществ

более 0,20% при норме 0,05–0,08%), органических кислот, амидов и аминокислот как результат незавершенной полимеризации с образованием белковых веществ, в свекловичном соке содержится больше растворимых фракций пектиновых веществ. В результате главный показатель качества спелой свеклы – чистота (доля сахарозы на 100 частей сухих веществ свекловичного сока) не достигает рекомендованного интервала 87,5–88,5%, а остается на уровне 85,0–85,5% и ниже.

Во второй половине сентября не извлеченные из почвы корнеплоды свеклы достигают состояния технической спелости, что проявляется в увеличении сахаристости до 17,0–18,5%, показатель чистоты сока возрастает до 88% и более. Соответственно в составе растворимых несахаров свекловичного сока снижается доля вредных компонентов. По действующим отраслевым Рекомендациям именно после 20–25 сентября должна начинаться массовая копка и уборка свеклы и активная ее укладка на среднее и длительное хранение (более 45 суток).

С учетом климатических условий и других факторов (интенсивные осенние дожди, ранние заморозки, наличие автодорог с твердым покрытием) на сахарных заводах хранится после уборки значительное количество корнеплодов – 11–13 млн т и более. Например, в производственный сезон 2017/18 гг. отдельные сахарные заводы перерабатывали свеклу в марте и апреле. При этом снижение технологических показателей качества свеклы было очень существенным – ее сахаристость снизилась на 2,5–3,5% (абс.), чистота свекловичного сока – с 88 до 82–83%, содержание вредных несахаров увеличилось на 35–40% (отн.) [3].

Таким образом, в течение производственного сезона качество свеклы не остается постоянным – изменяется не только ее сахаристость, но и содержание вредных растворимых несахаров, а также физико-химические показатели – уменьшается масса корнеплодов вследствие увядания, снижения тургора, дыхания и прорастания, появляется гнилая масса как результат микробиологических и ферментативных процессов и образования очагов слизистого бактериоза. Несмотря на существенные различия в составе сырья в разные периоды производственного сезона, требования к качеству вырабатываемого белого сахара в соответствии с ГОСТ Р 33222–2015 «Сахар белый. Технические условия» остаются неизменными [4]. Следовательно, для эффективной переработки свеклы разного качества используемые в сахарном производстве технологии и аппаратура должны обеспечивать реализацию оптимальных режимов процессов и операций с их возможной корректировкой с учетом качества поступающего сырья.

Результаты

Первой и важнейшей операцией непрерывного процесса производства сахара является экстрагирование сахарозы из свекловичной ткани, осуществляемое в диффузионных аппаратах различных типов. Основные задачи этой операции:

- обеспечение высокого эффекта очистки, т. е. превышение чистоты получаемого диффузионного сока в сравнении с чистотой свекловичного сока не менее чем на 15% (отн.);
- достижение нормативных потерь сахарозы в обессахаренной свекловичной стружке – не более 0,28–0,30% к массе свеклы;
- работа с минимальными неучтенными потерями сахарозы вследствие ее химического разложения и протекания микробиологических процессов – не более 0,09% к массе свеклы.

Факторами, определяющими эффективность диффузионного извлечения сахарозы из свекловичной стружки, являются температура, продолжительность, разность концентраций, качество свекловичной стружки и питательной воды.

В начальный период производственного сезона в корнеплодах свеклы не завершены процессы созревания и достижения технической спелости, что проявляется в невысокой молекулярной массе пектиновых веществ и их высокой способности к переходу из свекловичной стружки в диффузионный сок. А это является недопустимым, т. к. фрагменты гидротермического гидролиза пектиновых веществ, в частности полигалактуроновая кислота, на дальнейших стадиях известково-углекислотной очистки образуют пектат кальция (коллоидная структура с низкими фильтрационными показателями). Наличие в производственных соках этого соединения ухудшает в процессе сатурации условия формирования структуры частиц осадка карбоната кальция – при высокой скорости образования микрочастиц наблюдается медленный их рост при последующем снижении активной известковой щелочности. Наличие мелкой фракции приводит к снижению скорости фильтрования производственных соков и качества фильтрата, что ухудшает показатели очищенного сока по мутности и содержанию солей кальция [5].

Таким образом, низкая устойчивость одной из структур свекловичной ткани в незрелой свекле вызывает затруднения при диффузионном извлечении сахарозы из свекловичной стружки, снижение эффекта очистки сока, что усложняет получение белого сахара стандартного качества. Поэтому одной из главных задач улучшения диффузионного процесса является повышение упругости свекловичной ткани и снижение интенсивности перехода пектиновых

веществ в диффузионный сок. Эта цель достигается несколькими способами:

- использованием эффективных химических реагентов в составе вводимой в диффузионный аппарат питательной воды, а также обработкой свекловичной стружки непосредственно перед процессом экстрагирования сахарозы;
- снижением температуры обессахаривания свекловичной стружки в диффузионном аппарате в допустимом интервале.

Предложены несколько направлений повышения устойчивости и упругости растительной ткани в структуре свекловичной ткани.

Нами установлено, что комплексное воздействие химического реагента – раствора серной кислоты, добавленного в питательную воду для снижения pH до оптимального значения в интервале 5,3–5,5, совмещенное с обработкой импульсным магнитным полем с индукцией 0,25 Тл в течение 6 с, обеспечивает значительное увеличение упругости свекловичной ткани как в процессе экстрагирования сахарозы, так и при последующем жестком прессовании обессахаренной свекловичной стружки. Критерием эффективности предложенного способа обработки воды является качество жомопрессовой воды и ее выход при прессовании в режиме нормативного избыточного давления в рабочей зоне пресса 3,0 МПа. В жомопрессовой воде обнаружено снижение содержания вредных азотистых несахаров на 44–50% и увеличение ее чистоты на 5,9–8,5% в сравнении с водой без предварительной обработки. Повышение качества вводимой в диффузионный аппарат жомопрессовой воды способствует улучшению показателей диффузионного сока – его чистота увеличилась на 0,4–0,6%, эффект очистки в диффузионном аппарате возрос на 3,2–4,8%.

Вызывает интерес использование для повышения упругости свекловичной ткани химических соединений, содержащих Ca^{2+} . Указанные катионы взаимодействуют с протопектином в составе клеточных стенок свеклы, образуя нерастворимый протопектинат кальция, обеспечивающий закрепление пектиновых веществ и гемиллюлозы в структуре свекловичной ткани. Приведенные соображения проверены в экспериментальных условиях при совмещенной обработке исходной жомопрессовой воды катионом Ca^{2+} в составе сгущенной суспензии сока II сатурации. Для увеличения содержания в суспензии активного катиона ее обрабатывали раствором серной кислоты до оптимального значения pH с последующей обработкой импульсным магнитным полем с индукцией 0,3 Тл в течение 6 с. После совмещенной обработки водную суспензию фильтровали и очищенную

жомопрессовую воду использовали для диффузионного процесса. В результате повысилась упругость обессахаренной свекловичной стружки, что отразилось в повышении чистоты получаемого диффузионного сока и жомопрессовой воды. Эффект очистки в диффузионном аппарате возрос на 4,7% в сравнении с традиционным способом подготовки жомопрессовой воды [6, 7].

Предлагается метод интенсификации экстрагирования сахарозы при использовании способа обработки питательной воды в электрическом поле. Его воздействие увеличивает количество ионизированных молекул пектиновых веществ, а они связывают ряд несахаров, имеющих в свекловичном соке, в том числе отрицательно заряженных ВМС. Кроме того, воздействие электрического поля на питательную воду способствует стерилизации микрофлоры жидкой среды в диффузионном процессе – термофилы и мезофилы инактивируются на 90%, слизееобразующие – на 80%.

Использование электрохимической активации питательной воды позволяет снизить содержание коллоидных веществ в получаемом диффузионном соке, в том числе и продуктов гидролиза пектиновых веществ, на 40–70%. Соответственно повышается чистота диффузионного сока на 1,3–1,8% (абс.), снижаются потери сахарозы в жоме и неучтенные ее потери вследствие подавления активности микроорганизмов. Важным является то, что вредные несахара, в том числе ВМС, коллоидные, пектиновые вещества, в результате воздействия электрического поля не переходят в получаемый диффузионный сок, а удерживаются во внутриклеточном объеме растительных свекловичных клеток. Кроме того, экстрагирование сахарозы при использовании электрического поля можно осуществлять при более низкой температуре, а это является важнейшим фактором минимизации перехода различных несахаров из свекловичной стружки в сок.

Предлагаемые методы предварительной обработки питательной воды и свекловичной стружки позволяют обеспечить оптимальные условия диффузионного извлечения сахарозы из свекловичной стружки, полученной из свеклы не только не достигшей технической спелости, но и пониженного качества на завершающем этапе производственного сезона.

На следующей стадии физико-химической очистки диффузионного сока с использованием оксида кальция и диоксида углерода необходимо обеспечить не только высокий эффект удаления несахаров (35% и более), но и получить производственные сатурационные соки с нормативными фильтрационно-седиментационными показателями.

Первой операцией очистки диффузионного сока является прогрессивная преддефекация, где за счет ввода известкового молока в очищаемый сок в определенном темпе изменяется его pH и достигается максимальный перевод в осадок высокомолекулярных несахаров и отдельных кальциевых солей органических и минеральных кислот, а также формируется начальная структура частиц осадка. От режимов осуществления этой операции (температура, продолжительность, темп изменения pH и конечная щелочность очищаемого сока) зависит главный показатель эффективности – степень удаления несахаров диффузионного сока. А это является наиболее важным, так как в составе несахаров и незрелой и свеклы пониженного качества в значительном количестве содержатся высокомолекулярные вещества, которые именно на операции преддефекации могут быть переведены в осадок – до 85% от их начального содержания в очищаемом соке. Нами показано существенное влияние на эффективность преддефекации температурного режима. Установлено, что при переработке свеклы пониженного качества оптимальным является режим теплой известковой обработки диффузионного сока в интервале 55–60 °С. Регулирование темпа прогрессивности нарастания величины pH в сторону более замедленного позволяет сформировать однородные частицы агрегатов скоагулированных несахаров на основе возвращаемых в очищаемый сок элементов карбонатной суспензии. Учитывая, что в свекле незрелой и пониженного качества после продолжительного хранения присутствуют в больших количествах вредные растворимые несахара, в частности редуцирующие вещества и азотистые соединения, замедленный темп нарастания pH уменьшает интенсивность реакций их термохимического разложения. Указанные химические реакции должны осуществляться в процессе последующей основной дефекации при наличии избытка гидроксида кальция, когда образуются менее вредные продукты их распада. Показано, что при медленном темпе нарастания pH в процессе преддефекации на 50–60% снижается скорость конверсии редуцирующих веществ, что благоприятно сказывается на цветности очищенного сока. Кроме того, при таком темпе изменения pH заметно улучшаются фильтрационно-седиментационные показатели производственных соков, в частности, скорость отстаивания частиц осадка возрастает на 26–29% в сравнении с типовым способом обработки диффузионного сока [8].

Улучшению дисперсного состава образующихся частиц осадка способствует возврат на преддефекацию карбонатной суспензии сока II сатурации, проведенную с использованием активированной суспензии фильтроперлита.

При переработке свеклы пониженного качества, пораженной слизистым бактериозом, возникают проблемы с фильтрованием сока I сатурации. Это обусловлено образованием мелкодисперсных частиц карбоната кальция, агрегированных с макромолекулами полисахарида декстрана. Кроме того, образуются комплексы «молекулы декстрана-белковые сахара», что снижает степень денатурации последних и их удаление из очищаемого сока в процессе прогрессивной преддефекации. Некоторая часть макромолекул декстрана (45–50%) удаляется из сока именно в процессе сатурации. Для улучшения условий формирования структуры осадка в процессе I сатурации целесообразно осуществлять управляемый процесс карбонизации гидроксида кальция, так как целью этой операции является не только высокий эффект адсорбционной очистки сока, но и формирование заданной структуры частиц карбоната кальция с нормативными фильтрационными показателями. Для этого в процессе I сатурации в сок целесообразно вводить часть карбонатной суспензии сока II сатурации [9, 10]. Эта задача успешно реализуется в современных аппаратах сатурации с эффективным диспергированием сатурационного газа и наличием внутреннего циркуляционного контура соковой суспензии.

Диспергирование вводимого газообразного диоксида углерода достигается за счет газораспределительных трубок, работающих в режиме постоянной механической регенерации живого сечения выходных отверстий.

Однородность частиц карбоната кальция и соответственно высокие фильтрационные показатели сатурационного сока формируются за счет активного контура внутренней циркуляции сока. Причем кратность циркуляции сока в аппарате сатурации, влияющая на размер образующихся частиц карбоната кальция и его фильтрационные показатели, пропорциональна расходу гидроксида кальция на предшествующих операциях предварительной и основной дефекации.

Заключение

Использование предлагаемых рекомендаций в ходе осуществления технологических процессов при их реализации в современной аппаратуре диффузионного процесса и очистки полученного сока позволяет минимизировать отрицательные последствия переработки свеклы как на начальном этапе производственного сезона при поступлении технически неспелых корнеплодов, так и в период завершения сезона при переработке сырья пониженного качества.

Литература

- 1 Путилина Л.Н., Лазутина Н.А. О переработке свекловичного сырья с разной степенью бактериального увядания // Сахар. 2018. № 2. С. 38–41.
- 2 Wright M. Microbiology in the sugar industries // Sugar Industry. 2018. № 2. P. 83–87.
- 3 Голыбин В.А., Федорук В.А., Матвиенко Н.А., Ромашова В.Б. Эффективность переработки свеклы пониженного качества // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 2. С. 206–210. doi:10.20914/2310-1202-2018-2-206-210
- 4 ГОСТ 33222–2015. Сахар белый. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2019. 16 с.
- 5 Кульнева Н.Г., Голыбин В.А., Федорук В.А. Санитарно-гигиеническое обеспечение продукции сахарного производства // Гигиена и санитария. 2015. Т. 94. № 9. С. 57–61.
- 6 Bergwall Ch. New microbiological challenges for the sugar industry with focus on thermophilic acidophilic bacteria // Sugar Industry. 2018. № 1. P. 28–32.
- 7 Кульнева Н.Г., Журавлев М.В. Способы повышения эффективности диффузионного извлечения сахарозы из свеклы // Сахар. 2017. № 1. С. 30–33.
- 8 Рад М.А., Рад А.А., Шревель Ж. Оценка очистки сока на сахарных заводах // Сахар и свекла. 2015. № 2. С. 17–32.
- 9 Сапронов А.Р., Сапронова Л.А., Ермолаев С.В. Технология сахара. СПб.: Профессия, 2013. 296 с.
- 10 Боннанфан Ф. Принципы очистки соков сахарной свеклы // Сахар. 2019. № 5. С. 16–27.

References

- 1 Putilina L.N., Lazutina N.A. About processing of sugar beet roots with a various bacterial wilting. Sugar. 2018. no. 2. pp. 38–41. (in Russian).
- 2 Wright M. Microbiology in the sugar industries. Sugar Industry. 2018. no. 2. pp. 83–87.
- 3 Golybin V.A., Fedoruk V.A., Matvienko N.A., Romashova V.B. Efficiency of low quality beet processing. Proceedings of VSUET. 2018. vol. 80. no. 2. pp. 206–210. doi:10.20914/2310-1202-2018-2-206-210 (in Russian).
- 4 State Standard 33222–2015. White sugar. Technical conditions. Moscow, Standartinform Publ., 2019. 16 p. (in Russian).
- 5 Kulneva N.G., Golybin V.A., Fedoruk V.A. Sanitary-hygienic assurance of the production of the sugar manufacture. Hygiene and sanitation. 2015. vol. 94. no. 9. pp. 57–61. (in Russian).
- 6 Bergwall Ch. New microbiological challenges for the sugar industry with focus on thermophilic acidophilic bacteria. Sugar Industry. 2018. no. 1. pp. 28–32.
- 7 Kulneva N.G., Zhuravljov M.V. Methods of increasing efficiency of diffusion extraction of sucrose from beet. Sugar. 2017. no. 1. pp. 30–33. (in Russian).
- 8 Rad M.A., Rad A.A., Shrevell' Zh. Evaluation of cleaning the juice at sugar factories. Sugar and beet. 2015. no. 2. pp. 17–32. (in Russian).
- 9 Sapronov A.R., Sapronova L.A., Ermolaev S.V. Technology of sugar. Saint Petersburg, Professiya, 2013. 296 p. (in Russian).
- 10 Bonnenfant F. Principles of sugar beet juices filtration. Sugar. 2019. no. 5. pp. 16–27. (in Russian).

Сведения об авторах

Вячеслав А. Голыбин д.т.н., профессор, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, visg@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-5335-9514>

Владимир А. Федорук к.т.н., доцент, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, yzas2006@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-7410-0165>

Наталья А. Матвиенко к.т.н., доцент, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, natali25_81@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4777-003X>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Vyacheslav A. Golybin Dr. Sci. (Engin.), professor, technology of fermentation and sugar industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, visg@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-5335-9514>

Vladimir A. Fedoruk Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technology of fermentation and sugar industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, yzas2006@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-7410-0165>

Natalya A. Matvienko Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technology of fermentation and sugar industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, natali25_81@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4777-003X>

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 06/02/2020	После редакции 15/02/2020	Принята в печать 27/02/2020
Received 06/02/2020	Accepted in revised 15/02/2020	Accepted 27/02/2020