

УДК 664.1.035.1

DOI 10.30679/2587-9847-2022-35-113-117

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ ДЛЯ ДИФфуЗИОННОГО ПРОЦЕССА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КАЧЕСТВА ПЕРЕРАБАТЫВАЕМОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Журавлёв М.В., канд. тех. наук, доцент, Кодесникова Т.А., Подолянская А.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств» (Москва)

Реферат. Сахарная промышленность является важной экономической отраслью России. Производство сахара включает существенное количество важных технологических операций, одной из которых является диффузионное извлечение сахарозы из свекловичной стружки. На завершающем этапе производственного сезона температура окружающей среды понижается, что негативно влияет на качества сырья и ухудшает качество получаемых полупродуктов. Ухудшающееся качество сырья требует оперативной корректировки параметров технологического режима диффузионного процесса в особенности параметров питательной воды. Целью работы является совершенствование традиционной технологии подготовки питательной воды к процессу экстрагирования сахарозы из свекловичной стружки.

Установлено, что экстрагирование сахарозы смесью питательной воды и растворов сульфатов алюминия и аммония обеспечивает беспрепятственный переход сахарозы из пор свекловичной ткани в экстрагент за счет интенсивного конвективного вымывания. Максимальная величина качественных показателей полупродуктов наблюдаются при использовании раствора сульфата аммония.

Ключевые слова: диффузионное извлечение сахарозы, подготовка питательной воды, водные растворы сульфатов алюминия и аммония, величина качественных показателей полупродуктов.

Summary. The sugar industry is an important economic sector in Russia. Sugar production includes a significant number of important technological operations, one of which is the diffusion extraction of sucrose from beet chips. At the final stage of the production season, the ambient temperature decreases, which negatively affects the quality of raw materials and worsens the quality of the obtained intermediates. The deteriorating quality of raw materials requires prompt adjustment of the parameters of the technological regime of the diffusion process, especially the parameters of feed water. The aim of the work is to improve the traditional technology of preparing feed water for the process of extracting sucrose from beet chips.

It was found that sucrose extraction with a mixture of water and solutions of aluminum and ammonium sulfates provides an unhindered transition of sucrose from the pores of beet tissue to the extractant due to intensive convective leaching. The maximum value of the quality indicators of intermediates is observed when using an ammonium sulfate solution.

Key words: diffusion extraction of sucrose, preparation of feed water, aqueous solutions of aluminum and ammonium sulfates, the value of quality indicators of intermediates.

Введение. Важнейшей задачей политики государственного управления в области переработки сырья отечественного агропродовольственного сектора, является производство качественных пищевых продуктов, в особенности тех, которые обеспечивают продовольственную безопасность страны [1].

Сахарная промышленность является важной экономической отраслью России. Значительные объемы перерабатываемого растительного сырья, величина энергоёмкости, и сложнейшая система взаимодействия между технологическими и теплоэнергетическими

процессами выделяют свеклосахарное производство в отдельную категорию пищевых отраслей АПК. В России белый сахар производят из сахарной свеклы с учетом требований ГОСТ 33222-2015 «Сахар белый. Технические условия» [2, 3].

Производство белого сахара включает существенное количество технологически значимых операций, одной из которых является диффузионное извлечение сахарозы из свекловичной стружки. Первостепенная задача данного технологического участка - получение диффузионного сока с высокими технологическими показателями значение которых определяется прежде всего качеством перерабатываемого сырья.

На завершающем этапе производственного сезона (конец ноября, декабрь) температура окружающей среды значительно понижается, что негативно влияет на качества перерабатываемого сырья (происходит подмораживание и загнивание сахарной свёклы) и неизбежно влечёт ухудшение технологических показателей получаемых полупродуктов. Ухудшающееся качество сырья требует оперативной корректировки параметров технологического режима диффузионного процесса в особенности параметров питательной воды (экстрагента), направляемой в диффузионный аппарат для извлечения сахарозы. Основным показателем питательной воды для диффузионных аппаратов является величина рН (оптимальное значение 5,5). При таком значении рН экстрагента количество переходящих в диффузионный сок пектиновых веществ сокращается в два раза, чем при рН 6,0. Для обессахаривания стружки применяют подкисленную чистую питательную воду, не содержащую веществ коллоидной дисперсности и соединений, не удаляемых при физико-химической очистке диффузионного сока [4, 5].

Традиционные технологические решения, применяемые для подготовки экстрагента к процессу диффузии сахарозы не всегда обеспечивают регламентируемую величину её извлечения сахарозы из свёклы и высоких технологических показателей диффузионного сока. Целью работы является совершенствование традиционной технологии подготовки питательной воды к процессу экстрагирования сахарозы из свекловичной стружки.

Объекты и методы исследований. Для совершенствования технологии подготовки питательной воды необходимо осуществить подбор наиболее важных параметров: подобрать подходящий химический реагент; подобрать наиболее подходящую концентрацию химического реагента; подобрать оптимальное количество водного раствора химического реагента. При выборе химических реагентов для обработки питательной воды важным условием является их способность переводить основной компонент клеточной структуры – пектин, в нерастворимое состояние. В ряде случаев – это суперфосфат, коагулянт, гипс, в других – производственные полупродукты. Экспериментально, верно, подобранный реагент позволяет оптимизировать диффузионный процесс и получить производственные полупродукты с максимально высокими технологическими показателями [6].

Проведены исследования по изучению влияния добавления водных растворов солевых реагентов в основной экстрагент на величину качественных показателей диффузионного и очищенного сока. В качестве реагентов для обработки питательной воды рассмотрены водные растворы сульфатов аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Для исследований готовили водные растворы данных реагентов и добавляли в количестве 10 % в питательную. Данную смесь нагревали до температуры 74 °С. В качестве варианта сравнения использовали классический способ проведения диффузионного процесса.

Методика проведения эксперимента заключалась в следующем: на лабораторном измельчителе (рис. 1), оборудованном ребристыми свеклорезными ножами, получали стружку из свеклы высокого и низкого технологического достоинства и распределяли на порции. Нагретую смесь экстрагента с растворами солевых реагентов добавляли к пробам свекловичной стружки и осуществляли диффузионное извлечение сахарозы при температуре 72 °С

в течение 60 мин. В качестве варианта сравнения проводили экстрагирование по схеме без обработки экстрагента. Полученный диффузионный сок подвергали физико-химической очистке в соответствии с технологическим режимом типовой схемы.



Рис. 1. Полупромышленная установка для получения свекловичной стружки

Обсуждение результатов. Качественные показатели производственных полупродуктов, полученных из свеклы различного качества с учетом добавления водных растворов солевых реагентов в питательную воду представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1 – Сравнительная оценка показателей полупродуктов при переработке свеклы высокого технологического достоинства

Показатели	Схема без обработки	Реагенты для обработки питательной воды	
		(NH ₄) ₂ SO ₄	Al ₂ (SO ₄) ₃
Диффузионный сок			
Чистота, %	86,6	88,9	87,8
Массовая доля белков, мг/см ³	0,40	0,23	0,29
Очищенный сок			
Чистота, %	89,4	93,3	92,5
Цветность, ед. опт. плот.	218	163	179
Массовая доля солей кальция, % СаО	0,033	0,020	0,027

Изучено влияние расхода раствора сульфата аммония, добавляемого в основной экстрагент на качество получаемых производственных полупродуктов.

Согласно методике исследования навески свекловичной стружки ошпаривали подвергали тепловой обработке водяным паром и добавляли экстрагент температурой 72 °С, содержащий различное количество раствора сульфата аммония (10, 15, 20, 25, 30 % к массе стружки соответственно) и проводили экстрагирование.

Таблица 2 – Сравнительная оценка показателей полупродуктов при переработке свеклы низкого технологического достоинства

Показатели	Схема без обработки	Реагенты для обработки питательной воды	
		$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
Диффузионный сок			
Чистота, %	84,4	87,2	86,8
Массовая доля белков, мг/см ³	0,46	0,32	0,38
Очищенный сок			
Чистота, %	88,2	92,2	91,3
Цветность, ед. опт. плот	274	218	232
Массовая доля солей кальция, % СаО	0,039	0,027	0,032

По окончании диффузионного процесса от обессахаренной свекловичной стружки отделяли диффузионный сок, осуществляли физико-химическую очистку и проводили анализ основных качественных показателей, значения которых приведены на рисунках 2, 3.

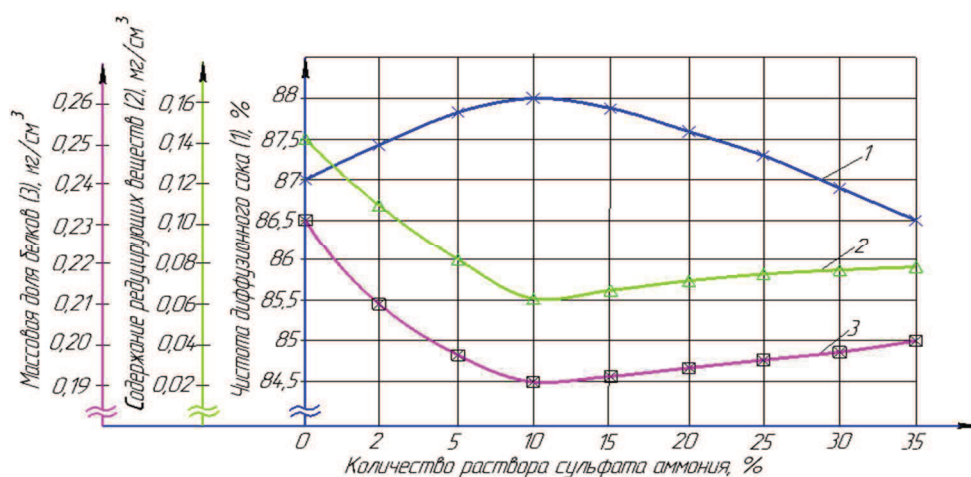


Рис. 2. Показатели диффузионного сока при различном количестве добавляемого раствора сульфата аммония

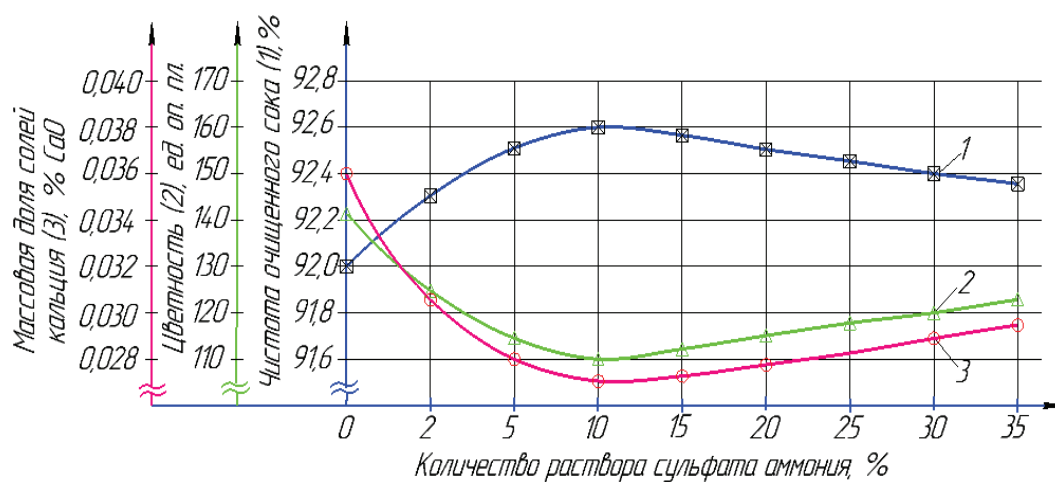


Рис. 3. Показатели очищенного сока при различном количестве добавляемого раствора сульфата аммония

Анализ показателей качества полупродуктов, полученных по схеме с добавлением в основную экстрагент водных растворов сульфат-реагентов, свидетельствует о целесообразности данного технологического приёма. Наиболее высокие значения показателей наблюдаются у полупродуктов, полученных при обработке раствором сульфата аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Экспериментально установлено, что при переработке свеклы пониженного качества величина качественных показателей производственных соков снижается в сравнении с показателями здоровой свеклы. Однако добавление растворов предлагаемых реагентов в экстрагент оказывает положительное воздействие на величину данных показателей.

Выводы. В результате проведенного комплекса исследований установлено, что добавление растворов предлагаемых солей в питательную воду оказывает положительное влияние на величину качественных показателей производственных соков. Достигнутые высокие результаты свидетельствуют о высоких коагуляционных свойствах растворов сульфатов алюминия и аммония, что объясняется взаимодействием химически активных реагентов с высокомолекулярными соединениями, находящимися на поверхности свекловичной ткани, что приводит к их частичной нейтрализации.

Предлагаемый метод подготовки питательной воды к процессу диффузии сахарозы обеспечивает комплексное химическое и физико-химическое воздействие на высокомолекулярные несахара свекловичной ткани.

Литература.

1. Журавлёв М.В. Разработка ресурсосберегающей технологии извлечения сахарозы из свеклы с использованием термохимической обработки стружки: дис. к-та тех. наук: 05.18.12. // Воронеж. 2016. 278 с.
2. Зелепукин Ю.И. Применение химических реагентов для подготовки питательной воды для диффузионных установок // Сахар. 2013. № 5. С. 45-46.
3. Калиничева Е.Ю. Обеспечение продовольственной безопасности России по сахару в условиях вступления во всемирную торговую организацию // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2013. № 3. С. 31-36.
4. Кульнева Н.Г., Шматова А.И., Журавлёв М.В. Усовершенствованная технология подготовки питающей воды для диффузионного процесса как способ интенсификации экстрагирования сахарозы из свеклы // Евразийский Союз Ученых. 2015. №6. С. 123-125.
5. Манько Ю.И. Обзор способов подготовки питающей воды для диффузионного процесса // Материалы VI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум – 2014». 2014. С. 48-52.
6. Никулина О.К., Колоскова О.В., Дымар О.В. Применение электродиализа для очистки диффузионного сока в сахарном производстве // Пищевая промышленность: наука и технологии. 2021. Т. 14. № 3(53). С. 51-61.