

УДК 664.12

Профессор В. А. Лосева, ст. преподаватель Н. А. Матвиенко
(Воронеж. ун-т инж. технол.) кафедра технологии сахаристых веществ,
тел. (473) 255-07-51

Разработка интенсивных способов получения диффузионного сока

Изучено влияние способов подготовки свекловичной стружки и воды к процессу экстрагирования с применением различных реагентов (сульфата алюминия, бентонита и гипса) для получения электрохимически активированных растворов, влияющих на качественные показатели соков.

Studying of preparation methods influence for beet shavings and waters to the extraction process with application of different reagents (aluminum sulfate, bentonite and gypsum) to produce the electrochemically activated solutions on quality indicators of sugar beet produced juice.

Ключевые слова: диффузионный сок, электрохимическая активация.

Среди отраслей пищевой и перерабатывающей промышленности России свеклосахарное производство одно из наиболее высокоиндустриальных и энергоемких. Эта монопродуктовая отрасль представляет собой весьма своеобразное явление в экономике и, в частности в пищевой промышленности. С одной стороны, сахарная отрасль характеризуется жесткой привязкой к единственному отечественному источнику сырья - сахарной свекле и большой степенью риска в ее производстве и переработке, обусловленной влиянием разнообразных условий земледелия и колебаний природно-климатических факторов. С другой стороны, от эффективности использования этих ограниченных сырьевых ресурсов и возможностей отрасли по производству сахара зависит степень удовлетворения потребностей населения в жизненно важном продукте, а также отраслей пищевой и фармакологической промышленности. Это ставит сахар в ряд стратегически важных продуктов, обеспечивающих продовольственную безопасность России.

В современных условиях производство и реализация продукции свеклосахарного комплекса подчиняются постоянно усиливающейся конкуренции как отечественной, так и зарубежной. Свеклосахарная отрасль России имеет неисчерпанные резервы своего развития. Поэтому для их использования требуется комплекс мер по повышению эффективности производства сахара, в котором важную роль необходимо уделять процессу экстрагирования.

В настоящее время на отечественных свеклосахарных заводах степень извлечения сахара из свекловичной стружки не достаточно высока. Это связано, во-первых, со снижением технологического качества перерабатываемой свеклы; во-вторых, с несовершенством существующего оборудования для проведения процесса; в-третьих, с недостаточным использованием физико-химических способов интенсификации процесса извлечения сахара; в-четвертых, с отсутствием предварительной обработки стружки различными химическими реагентами с целью повышения ее прочности.

Увеличение эффекта очистки сока при экстрагировании сахарозы имеет большое значение, так как способствует повышению чистоты диффузионного сока, снижению расхода извести на очистку, улучшению качественных показателей продуктов на верстате завода, что в целом определяет выход сахара и его потери в производстве. Это обуславливает необходимость совершенствования процесса экстракции сахарозы из свекловичной стружки. Эффективный способ решения этой задачи базируется на применении интенсивных физико-химических методов для подготовки стружки и экстрагента, обеспечивающих максимальное использование сырья и выпуск продукции высокого качества при экономии материальных и энергетических ресурсов.

Из литературных источников [1] известно, что расход химических реагентов при применении электрохимической активации (ЭХА) для подготовки экстрагента сокращается, а эффективность их использования возрастает.

В существующих разработках показан положительный эффект от применения анолита для опрыскивания свекловичной стружки, католита для ее ошпаривания и использования в качестве воды для диффузионного процесса [2-4]. Представляет интерес возможность изучения комбинированной кальцинационной и тепловой обработки стружки ЭХА растворами.

Нами изучено влияние подготовки свекловичной стружки и воды к процессу экстрагирования с использованием электрохимически активированных растворов бентонита, гипса и сульфата алюминия на качественные показатели получаемых соков. Особенностью указанных реагентов является наличие в их составе ионов поливалентных металлов, обладающих способностью связывать растворимый пектин и оказывать положительное влияние на физико-механические свойства свекловичной стружки, повышая тем самым эффективность очистки на диффузии.

Известно, что экстрагирование сахарозы католитом из свекловичной стружки, предварительно обработанной анолитом, более эффективно [5,6], чем по традиционной схеме. Поэтому данный способ (вариант 1) выбран для сравнения с предлагаемыми вариантами подготовки стружки к диффузионному процессу (табл. 1).

Таблица 1
Варианты обработки свекловичной стружки

Вариант	Обработка ЭХА раствором	
	Анолит, см ³	Католит, см ³
1	Опрыскивание (20)	-
2	Опрыскивание (10) Ошпаривание (10)	-
3	Опрыскивание (20)	Ошпаривание (20)
4	Ошпаривание (10) Опрыскивание (10)	-

Исследование проводили следующим образом. ЭХА растворы получали путем обработки растворов реагентов в диафрагменном электролизере до рН₂₀ анолита 3,2-3,5, католита 6,2-6,5. Для эксперимента использовали навеску свекловичной стружки массой 100 г. Обработанную по вариантам 1-4 стружку подвергали экстракции. В качестве экстрагента использовали католит. Соотношение стружка : анолит (для обработки) : католит (для обработки и экстрагирования) в каждом варианте соблюдало постоянным - 1:0,2:0,8. Экстракцию проводили при температуре 65-70 °С в течение 70 мин. Затем диффузионный сок подвергали очистке по традиционной схеме.

Результаты исследований представлены на рис. 1, 2.

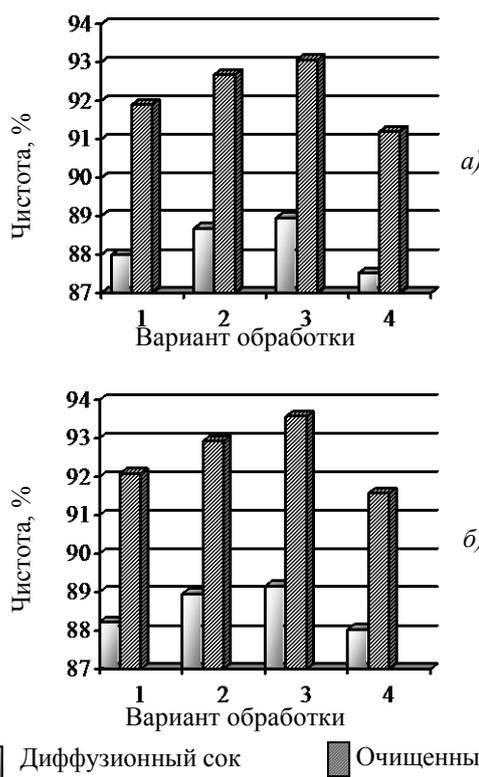


Рис. 1. Зависимость чистоты соков от варианта подготовки свекловичной стружки с применением бентонита (а) и гипса (б) для ЭХА воды

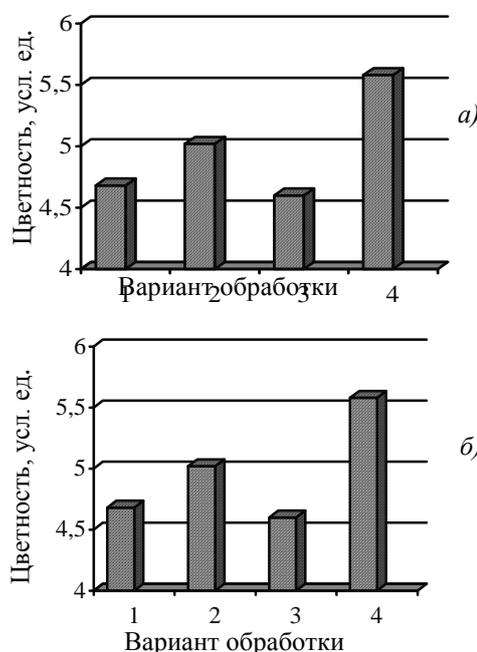


Рис. 2. Зависимость цветности соков от варианта подготовки свекловичной стружки с применением бентонита (а) и гипса (б) для ЭХА воды

Соки, полученные по варианту 1 (см. табл. 1) с использованием активированных растворов бентонита, имеют удовлетворительные качественные показатели. При введении дополнительной стадии ошпаривания анолитом после опрыскивания им (вариант 2) качество соков заметно улучшается: чистота диффузионного сока повышается на 0,7 %, чистота очищенного сока - на 0,8 %. Более эффективно в качестве ошпаривающего агента использовать католит (вариант 3), что объясняется присутствием в нем ионов поливалентных металлов (Ca^{2+} , Al^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} и др.), способных связывать полисахариды клеточных стенок в нерастворимые соединения. Соки, полученные из стружки, обработанной согласно варианту 3, отличались наилучшими показателями качества: чистота диффузионного сока повышается на 0,28-1,44 %, сока II сатурации - на 0,39-1,87 %, его цветность снижается на 0,56-1,76 усл. ед.

Экспериментальные данные показывают, что предварительное ошпаривание (вариант 4) отрицательно влияет на качественные показатели соков, так как способствует размягчению поверхностного слоя ткани из-за чего упрочняющее действие реagentной обработки оказывается недостаточно высоким. Этого недостатка лишены варианты, предусматривающие ошпаривание после операции опрыскивания стружки анолитом. Предварительная обработка анолитом ввиду кратковременности воздействия может оказать влияние только на наружные клетки ткани. Но поскольку анолит и его компоненты задерживаются в поверхностном слое стружки, то при последующей тепловой обработке вследствие термодиффузии активные элементы ЭХА растворов проникают внутрь стружки и не допускают ее теплового размягчения.

Зависимость влияния вариантов обработки стружки ЭХА растворами гипса на качество соков имеет аналогичный характер. Наибольшая чистота очищенного сока (93,57 %) и наименьшая цветность (4,60, усл.ед.) наблюдаются при подготовке свекловичной стружки перед экстракцией сахарозы по варианту 3. При обработке стружки ЭХА анолитами ее поверхность дезинфицируется, происходит инактивация ферментов, вследствие чего отсутствуют видимые признаки протекания окислительных реакций. Последующая обработка католитами, содержащими ионы поливалентных металлов, способствует фиксации группы нес сахаров в стружке, что препятствует переходу и накоплению их в диффузионном соке. Это достигается за счет того, что

указанные ионы взаимодействуют с протопектином клеточных стенок, образуя нерастворимый протопектинат кальция, и обеспечивают закрепление пектина и сопутствующих гемицеллюлоз в составе клеточных стенок ткани свекловичной стружки даже при длительном воздействии высоких температур.

Проведен сравнительный анализ реagentов для приготовления ЭХА растворов, используемых при обработке свекловичной стружки, относительно качества получаемых соков.

Для этого стружку подготавливали к процессу экстрагирования согласно следующим вариантам: 1 - без обработки стружки; 2-4 - опрыскивание свекловичной стружки 20 см³ анолита с последующим ошпариванием 20 см³ католита сульфата алюминия, гипса и бентонита. Для сравнения проводили опыт без обработки стружки (вариант 1). В качестве экстрагента для диффузионного процесса использовали соответствующий католит, кроме варианта 1, где в воду добавляли сульфат алюминия (0,05 % к массе воды).

Полученные в результате анализов данные представлены в табл. 2, 3.

Таблица 2
Влияние вида реagentа на качественные показатели диффузионного сока

Вариант подготовки стружки	Показатели диффузионного сока		Потери сахарозы в жоме, %
	Ч, %	Эф.оч, %	
1. Без обработки	87,03	8,31	0,30
2. Сульфат алюминия	87,75	13,96	0,26
3. Гипс	88,26	18,02	0,18
4. Бентонит	88,10	16,75	0,21

Таблица 3
Влияние вида реagentа на качество сока II сатурации

Вариант подготовки стружки	Показатели сока II сатурации		
	Ч, %	Цв, усл.ед.	Эф.оч, %
1. Без обработки	90,73	8,46	31,32
2. Сульфат алюминия	91,82	7,02	36,44
3. Гипс	92,88	6,85	42,36
4. Бентонит	92,52	6,88	40,15

Использование для диффузионного процесса неподготовленной свекловичной стружки и воды с добавлением сульфата алюминия, не подвергнутой ЭХА, приводит к получению соков с более низкими показателями качества. Подготовка стружки и воды с помощью ЭХА раствора сульфата алюминия способствует повышению качества анализируемых продуктов: чистота (Ч) диффузионного сока увеличивается на 0,72 %, эффект его очистки (Эф.оч.) –

на 5,65 %, уменьшается содержание сахарозы в жоме на 0,04 %, очищенный сок также имеет более высокие показатели качества. Использование ЭХА растворов бентонита и гипса наиболее эффективно с точки зрения качества получаемых соков. Обработка стружки ЭХА растворами бентонита приводит к повышению чистоты диффузионного и очищенного соков на 1,07 и 1,79 %. При этом потери сахарозы в жоме снижаются на 0,09 %, а цветность (Цв.) сока II сатурации уменьшается на 1,58 усл. ед. по сравнению с соками, полученными из необработанной стружки. Наилучшие результаты достигаются при использовании ЭХА растворов гипса, при этом чистота очищенного сока составляет 92,88 %, цветность - 6,85 усл. ед., а эффект очистки - 42,36 %, одновременно снижаются потери сахара в жоме до 0,18 % к массе свеклы [7,8].

Высокая эффективность при использовании анолита и католита гипса объясняется следующим: образующийся при электрохимической активации гидроксид кальция в процессе диффузии, проникая в стружку по механически вскрытым каналам, укрепляет клеточные стенки за счет образования прочного нерастворимого пектината кальция. Попадая в наполненные клеточным соком вакуоли, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ проводит все те реакции осаждения, которые происходят на преддефекации, выпадают в осадок нерастворимые соединения кальция с белком, в том числе с белками протоплазмы, разрушая ее и облегчая последующую диффузию сахарозы из клеток в экстрагент. Такие же соединения образуются с другими веществами коллоидной дисперсности клеточного сока – жирами, сапонином и пр. Наконец, протекают реакции обменного разложения со щелочными солями органических кислот, в результате которых получаются малорастворимые соли кальция, выпадающие в осадок, и накапливаются в клеточном соке гидроксиды калия и натрия. А присутствующий в католите гидрокарбонат кальция осаждает коллоидные вещества до конца. Кроме того, гипс является более дешевым реагентом по сравнению с другими исследованными солями.

Таким образом, применение прогрессивных физико-химических методов позволяет по-новому использовать ЭХА среды для повышения эффективности свеклоперерабатывающего отделения сахарного завода. С одной стороны, происходит увеличение выхода сахара за счет повышения чистоты соков и снижения потерь сахарозы в жоме; с другой – получение экологически чистой обессахаренной свекловичной стружки с повышенным содер-

жением высокополимеров, которую можно эффективно использовать в качестве сырья для получения функциональных продуктов, что, в свою очередь, способствует решению ряда экологических проблем, связанных с хранением и утилизацией свекловичного жома.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лосева, В.А. Подготовка питающей воды для экстракции сахарозы [Текст] / В.А. Лосева, А.А. Ефремов, Д.В. Прасолов, Т.П. Глотова, Н.А. Матвиенко // Материалы докладов II Международной научно-технической конференции «Прогрессивные технологии и оборудование для пищевой промышленности», – Воронеж: ВГТА. – 2004. – Ч II. – С. 203-205.
2. Пат. RU 2231555 С1, МПК⁷ С 13 D 1/08. Способ получения диффузионного сока Лосева В.А., Ефремов А.А., Квитко И.В., Прасолов Д.В. [и др.]. Оpubл. 27.06.04, Бюл. № 6.
3. Пат. RU 2244009 С1, МПК⁷ С 13 D 1/08. Способ получения диффузионного сока Лосева В.А., Ефремов А.А., Прасолов Д.В. Оpubл. 10.01.05, Бюл. № 1.
4. Пат. RU 2283869 С1, МПК⁷ С 13 D 1/08. Способ получения диффузионного сока Лосева В.А., Ефремов А.А., Прасолов Д.В., Хорошилова Т.П. Оpubл. 20.09.06, Бюл. № 26.
5. Лосева, В.А. Применение электрохимически активированных растворов в процессе получения диффузионного сока из сахарной свеклы [Текст] / В.А. Лосева, А.А. Ефремов, И.В. Квитко, Н.А. Матвиенко // Известия Орловского государственного технического университета. Серия «Легкая и пищевая промышленность». – Орел. – 2003. – № 3-4. – С. 7-10.
6. Лосева, В.А. Экстракция сахарозы из свекловичной стружки с применением электрохимически активированных растворов [Текст] / В.А. Лосева, А.А. Ефремов, И.В. Квитко, Д.В. Прасолов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 6. – С. 48-49.
7. Лосева, В.А. Применение электрохимической активации с целью повышения эффективности экстрагирования сахарозы из свекловичной стружки [Текст] / В.А. Лосева, А.А. Ефремов, Н.А. Матвиенко // Материалы XLVIII отчетной научной конференции за 2009 год. - Воронеж: ВГТА. - 2010. – Ч. I. - С. 133-138.
8. Лосева, В.А. Интенсивная технология подготовки стружки и питательной воды к процессу экстрагирования сахарозы [Текст] / В.А. Лосева, Н.А. Матвиенко, А.А. Ефремов, К.В. Голова // Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства». Вып. XII. - Йошкар-Ола,

