

ББК Л84

### ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ СВЕКЛОВИЧНОЙ СТРУЖКИ К ОБЕССАХАРИВАНИЮ

С.А. Илясова, В.М. Жилкин, С.В. Мищенко

*Тамбовский государственный технический университет*

*Рецензент С.М. Ведищев*

**Ключевые слова и фразы:** активная диффузия; клеточный сок; процесс сахароизвлечения; температурная подготовка стружки.

**Аннотация:** Проведен анализ процесса температурной подготовки свекловичной стружки к диффузии. Определен основной фактор интенсификации процесса внутреннего отжима. Предложено направление совершенствования процесса сахароизвлечения.

Извлечение сахара из свеклы – важнейший этап технологии получения сахара. На этом этапе закладываются основы эффективной экономически оправданной и экологически чистой деятельности свеклосахарного предприятия. Но этого невозможно достигнуть без четкого понимания, что низкие потери сахара с жомом и малая откачка могут быть достигнуты только в едином неразрывном комплексе, в который входят:

- получение калиброванной стружки;
- термическая подготовка стружки к обессахариванию в отдельном аппарате;
- обессахаривание стружки в диффузионной установке;
- отжатие (прессование) жома;
- подготовка и возврат жомпрессовой воды.

В схематическом отображении этого комплекса (рис. 1) с его прямыми и обратными связями наглядно проявляются неразрывность и единство, нарушение которых немедленно ухудшает все технологические и экономические результаты работы.

---

Илясова С.А. – программист 1-ой категории кафедры «Автоматизированные системы и приборы» ТГТУ; Жилкин В.М. – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизированные системы и приборы» ТГТУ; Мищенко С.В. – доктор технических наук, профессор; заслуженный деятель науки и техники РФ; ректор ТГТУ.

При сжатии стружки, особенно после тепловой денатурации протоплазмы, клеточный сок частично переходит в состав экстрагента за счет механического выдавливания из вакуолей. В современных диффузионных установках со шнековыми транспортными устройствами под воздействием механического давления на стружку часть клеточного сока выдавливается из вакуолей. Поэтому диффузионный массообмен в них дополняется частичным отжимом клеточного сока, который может достигать 1/3 исходного количества сока.

Исследование противоточной схемы извлечения сахара из стружки позволило выделить, кроме классического массообмена, не осложненного отжимом сока, дополнительные три составляющие механического выдавливания сока из стружки. Во-первых, – это отжим сока за счет тепловой денатурации белков и разрушения целостности мембран растительных клеток, как следствие – потеря состояния тургора (избыточного давления сока внутри клетки); во-вторых, – путем механического выдавливания сока из вакуолей и межклеточника транспортными устройствами диффузионного аппарата и, в-третьих, – в результате вымывания сока за счет движения экстрагента в макропорах стружки (рис. 2).

О степени отжима и количестве отжатого клеточного сока можно судить по концентрации сухих веществ отжатого жома. Количество твердой фазы в нем 5,2 % (5,0 % мякоти и 0,2 % белков) к массе свеклы. Независимо от степени отжатия, при условии возврата жомпрессовой воды, в выводимом из производства жоме должен содержаться сахар в количестве, близком к допустимым потерям. Примем количество сухих веществ в оставшейся жидкой фазе 0,4 % (0,3 % сахара и 0,1 % нес сахаров), а всего сухих веществ в отжатом жоме 5,6 % к массе свеклы.

Данные о количестве отжатого в процессе экстракции клеточного сока представлены в табл. 1. По имеющимся данным, выход жома из экстракторов составляет от 89 до 67 % к массе свеклы.



Рис. 1 Фрагмент улучшенной схемы комплекса по извлечению сахара из свеклы

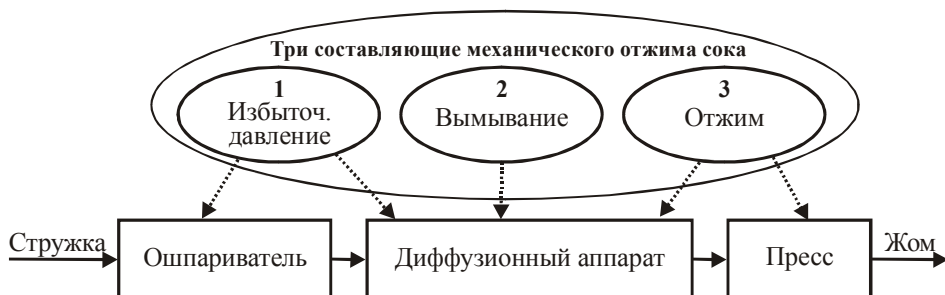


Рис. 2 Три составляющие механического выдавливания сока из стружки

Таблица 1

Выход жома из экстрактора, %	89	81	69	67
Содержание сухих веществ в таком жоме, %	6,3	7,2	8,0	8,5
Доля отжатого клеточного сока	0,102	0,211	0,318	0,361

Как видно, непосредственно в диффузионном аппарате под механическим воздействием транспортных устройств (шнеков) может быть отжато более третьей части всего клеточного сока.

Эти процессы с механической составляющей выхода сока эффективны, если термическая подготовка стружки проведена правильно:

- стружка обработана равномерно по всему объему;
- нет явлений температурного недобора при подготовке стружки;
- нет явлений передержки стружки при ее подготовке;
- нет переварки стружки при ее подготовке;
- нет признаков ее измельчения и разрушения.

Очевидно, для решения всех возникших вопросов необходимо провести анализ физических явлений на этапе температурной подготовки стружки к диффузии. Оценивая разные способы нагрева стружки до температуры начала активной диффузии, следует отметить чрезвычайно важную роль интенсивности этого нагрева, что связано с содержащимся в свекле ферментом инвертазой.

Инвертаза относится к белкам с молекулярной массой до 60000. Фермент может активизировать расщепление (инверсию) сахарозы на моносахара. Активность инвертазы оценивается количеством инвертного сахара, образуемого в диффузионном соке. Чем ниже температура на диффузии, тем больше образуется инверта. Быстрый и равномерный прогрев до 71...72 °С препятствует накоплению инверта. При температуре 70 °С активность инвертазы снижается, при 75 °С инвертаза полностью инактивируется. Активность инвертазы при сокодобывании находится в линейной зависимости от количества микроорганизмов, вводимых на диффузию со свеклой. Дезинфицирующие средства не влияют на активность инвертазы.

Серьезный недостаток ошпаривания стружки паром – внесение дополнительной влаги в процесс и появление конденсата на поверхности стружки. Таким образом, как недостаточная обработка паром, так и избыточное ошпаривание нежелательны, и имеют отрицательные последствия для процесса. Данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Недостатки процесса температурной подготовки стружки**

Нагрев меньше нормы	Избыточная обработка паром
Нет денатурации белков	Перерасход пара
Активна инвертаза, микроорганизмы	Переварка стружки
Растет продолжительность процесса	Дополнительное внесение влаги
Потери сахара за счет инвертазы	Ухудшение фильтрации
Неравномерность обработки	Неравномерность обработки
Нет интенсификации внутреннего отжима	Увеличенная влажность жома
Загрязненность сока	Загрязненность сока
Нет методов оценки «меньше нормы»	Нет методов оценки «больше нормы»
Экономические потери	Экономические потери

Анализ процесса температурной подготовки стружки к диффузии дает возможность не только выявить недостатки, но и указать возможное направление улучшения процесса за счет повышения его наблюдаемости. Наблюдаемость за подготовкой стружки позволяет не только исключить перерасход пара, но и улучшить стабильность процесса термоплазмолиза на этой стадии, исключить проскок стружки через аппарат без тепловой денатурации ее протоплазмы и эффективного разрушения целостности мембран растительных клеток свекловичной ткани.

Процессы частичного механического отжима сока при правильной оценке уровня подготовки стружки к диффузии являются более производительными и менее энергоемкими. Их доля в общем сахароизвлечении может достигать 30...60 %, а определение рационального уровня подготовки стружки является первостепенным фактором интенсификации процесса внутреннего отжима.

В настоящее время отсутствуют методы и приборы оперативного контроля качества температурной подготовки стружки к эффективному энерго- и ресурсосберегающему процессу сахароизвлечения. Отсутствие методов и приборов для оперативного определения уровня подготовки указывает на необходимость детального исследования самого процесса наблюдаемости температурной подготовки стружки к диффузии. Существующие до настоящего времени лабораторные методы оценки качества температурной подготовки стружки к обессахариванию характеризуются значительной сложностью, трудоемкостью, периодичностью и, как следствие, малой эффективностью.

Необходимы усилия и определенные мероприятия по постановке проблемы и решению задач определения показателей уровня температурной подготовки стружки к диффузии, актуальны работы по совершенствованию и разработке методов оценки эффективности этой подготовки, нужны устройства измерения и оперативного контроля показателей этого процесса.

Направления совершенствования процесса сахароизвлечения:

- увеличение доли частичного механического отжима сока 40 %;
- правильная оценка уровня подготовки стружки к диффузии;
- детальное исследование наблюдаемости стадии подготовки стружки к диффузии;

- определение показателей уровня подготовки стружки;
- разработка методов для оперативного определения уровня подготовки;
- разработка приборов для оперативного определения уровня подготовки.

Определение рационального уровня подготовки стружки – ключевой элемент интенсификации процесса.

---

### **Matters of Improving Temperature Preparation Beet Blices for Desugarization**

**S.A. Ilyasova, V.M. Zhilkin, S.V. Mishchenko**

*Tambov State Technical University*

**Annotation:** The analysis of the process of temperature preparation of beet slices for diffusion is carried out. The main factor of intensification of external extraction is identified. The direction of improvement of the process of sugar extraction is proposed.

---

© С.А. Илясова, В.М. Жилкин, С.В. Мищенко, 2006