

## Лекция №1.

**Тема семинара: Технология снижения потерь свёкла массы при заводской переработке**

**Эксперт: Кожухметов М. К, доктор с.-х. наук, профессор (КазНАИУ)**

### **План семинара:**

1. Введение.
2. Хранение корнеплодов сахарной свеклы
  - 2.1. Хранение корнеплодов сахарной свеклы
3. Технология укрытия кагатов
4. Технологические процессы при хранении
5. Результаты воздействия ЭМП КНЧ диапазона на объект
6. **Выводы**

### **1. Введение.**

Как показала практика прошлых лет, поставки сахара из соседних стран, которые занимали до 90% казахстанского рынка, подвержены различным факторам и нестабильны. Наша страна приняла решение о развитии собственной сахарной промышленности, для чего сейчас, ввиду нехватки достаточного объема собственного сырья, нам необходим ввоз сырца из третьих стран.

В Казахстане в 2022 году сахарные заводы произвели 283 тыс. тонн сахара (33 тыс. тонн свекловичного и 249,9 тыс. тонн тростникового), загрузка составила 50%. За январь-февраль 2023 года — 51,5 тыс. тонн сахара, импортировано 40,4 тыс. тонн

В рамках решения Совета ЕЭК (Евразийской экономической комиссии) от 15 апреля 2022 года Казахстану предоставлено право на беспошлинный ввоз сахара белого и сахара сырца тростникового в объеме 350 тысяч тонн до 31 августа 2022 года. Импортная таможенная пошлина в ЕАЭС на белый сахар в настоящее время установлена в размере \$340 за тонну. В связи с этим отечественные переработчики, находящиеся на территории СЭЗ, используют отечественный сахар либо сахар государств – членов ЕАЭС

Благодаря тарифной льготе отечественные сахарные заводы получают возможность закупить сырье без уплаты пошлин для загрузки своих мощностей, что в конечном итоге положительно отразится на цене готового продукта

Согласно данным МСХ РК, потребление сахара на 2023 год прогнозируется на уровне 650 тысяч тонн. Из сахарной свеклы планируется произвести порядка 50 тысяч тонн сахара, из тростникового сырья - 400 тысяч тонн, оставшиеся 200 тысяч тонн планируется завезти, в том числе из

третьих стран - 50 тысяч тонн, из стран ЕАЭС – 150 тысяч тонн. Импорт сахара за четыре месяца 2023 года составил 190,2 тысячи тонн, в том числе из России – 110,7 тысячи тонн.

В целях защиты своих сахарных заводов установлены высокие ставки таможенных пошлин на ввозимый сахар и сахар-сырец. Так, при ввозе сахара белого из стран, не являющихся членами ЕАЭС, взимается таможенная пошлина в размере 340 долларов за тонну, при ввозе сахара-сырца – от 140 долларов за тонну до 250 долларов за тонну.

Учитывая, что в Казахстане не хватает сырья для производства сахара, в соответствии с тарифными обязательствами страны в рамках ВТО в отношении сахара-сырца тростникового применяется ставка ввозной таможенной пошлины в размере пяти процентов, добавили в МТИ. Как отмечается, ввезенный по пониженным ставкам сахар-сырец и произведенный из него сахар белый не подлежат вывозу за пределы Казахстана.

Таким образом, для поддержки отечественных сахарных заводов предусмотрены высокие ставки таможенных пошлин на ввоз сахара белого и тарифные льготы при ввозе сахара-сырца для переработчиков.

## 2. Хранение корнеплодов сахарной свеклы

Сахарная свекла после уборки и очистки лишена листьев, поэтому процесс образования и накопления сахарозы прекращен. Происходит процесс сжигания сахарозы за счет кислорода содержащегося в воздухе и выделение энергии.

Потери сахара во время хранения при благоприятных условиях (температура +8 С) составляют в сутки 0,01% от веса свеклы, а при температуре +18С уже 0,25%.

В процессе дыхания, кроме температурного фактора, включаются микроорганизмы.

Микроорганизмы, кроме прямых потерь сахара за счет усиления дыхания, крайне осложняют получение кристаллического сахара.

**Таблица 1. Размер и срок действия квоты на ввоз сахара белого и сахара-сырца тростникового на территорию Республики Казахстан**

Наименование товара	Код Товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности Евразийского экономического союза	Размер квоты, тонн	Срок действия

Сахар белый	1701 99 100	350 000	с 20 декабря 2021 года по 31 декабря 2022 года включительно
Сахар-сырец тростниковый	1701 13 1701 14		

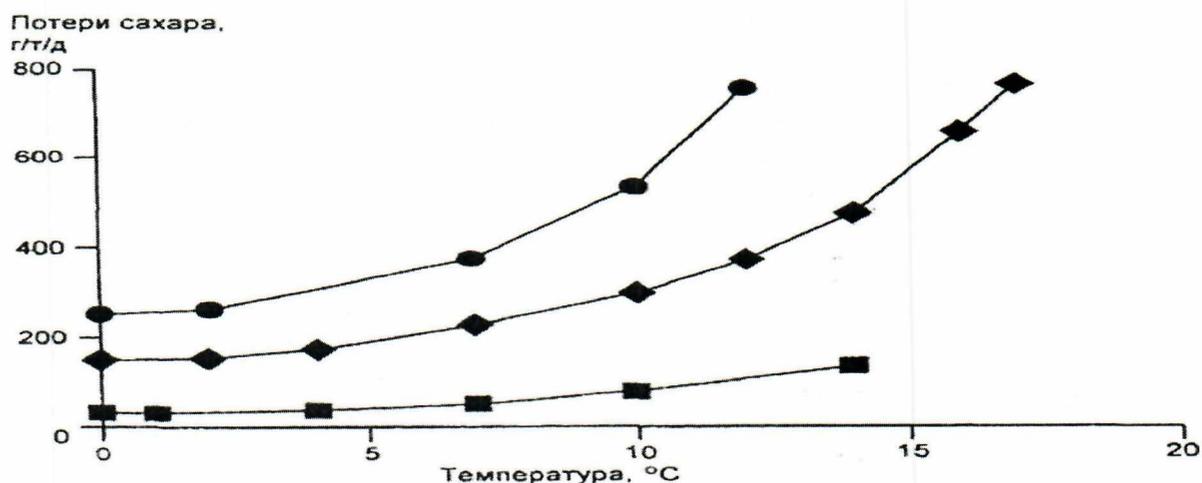
Приложение 1 к приказу Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 22 февраля 2022 года № 47

Казахстан имеет право ввозить сырец в льготном режиме лишь до 1 января 2019. После этого для нашей страны начинает действовать единая ставка в рамках ЕАЭС. Она имеет плавающий характер, поскольку зависит от биржевой цены на тростник, и составляет \$140-250 на тонну. С учётом того, что по итогам августа среднемесячная цена на сырец была на уровне \$230, уже в следующем году для тех казахстанских производителей, кто рассчитывает на тростник, стоимость сырья вырастет почти в два раза. Естественно, их продукция окажется неконкурентоспособной в сравнении с сахаром партнёров по ЕАЭС – России и Беларуси.

Говорить о переходе на местное сырьё тоже нельзя, ведь его очень и очень мало

## 2.1. Хранение корнеплодов сахарной свеклы

Для полной сезонной эксплуатации сахарных заводов и уборочной техники требуется промежуточное хранение корнеплодов на краях полей. Поэтому возникает риск потерь. Потери сахара при хранении колеблются от 100 до 300 г в день на 1 т корнеплодов. Как правило, они составляют в первую неделю хранения 0,01% в день, потом 0,05% в день.



Влияние температуры хранения корнеплодов сахарной свеклы на суточные потери сахара. 1 - неблагоприятные условия хранения; 2 - средние условия; 3 - благоприятные условия хранения

**Потери**

**зависят:**

— от температуры. Чем теплее, тем больше потери. Оптимальные температуры хранения — 0...6 °C. При таком температурном режиме

биологическая активность и потери на дыхание низкие.

— от качества свеклы. Свекла, пораженная желтухой, гнилью или подвергавшаяся засушливым условиям, имеют большие потери за счет повышенного дыхания;

— от срезки ботвы. Корнеплоды со слишком низкой срезкой, а также свекла с черешками или порослью имеют большие потери;

— от удобрения. Переудобренные азотом свекла теряет много сахара при хранении;

— от пораженности в процессе уборки и транспортировки.

Укрытием буртов можно снизить потери, устранить повреждение от мороза и повысить очистительный эффект очистителей-погрузчиков (рис. 2). При этом уменьшение содержания сахара снижается с 0,86% до 0,41%.

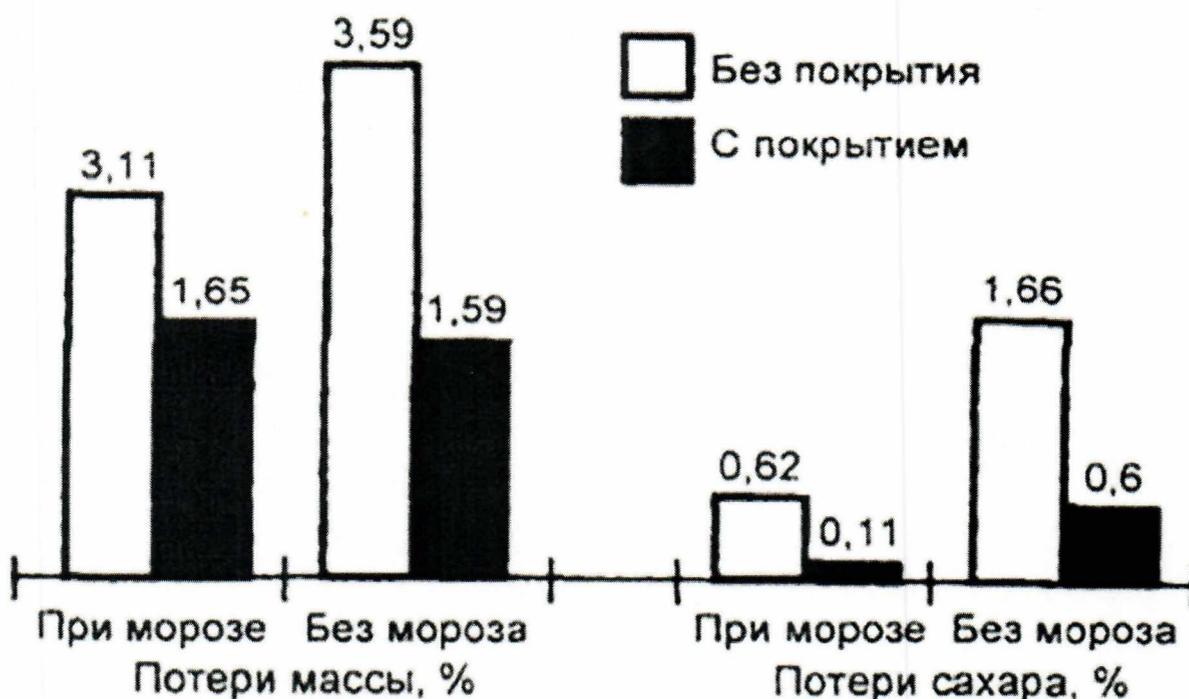
Экономическое значение отсева почвы от корнеплодов видно из следующего примера. Производителям сахарной свеклы в регионе южной Германии удалось в течение 25 лет снизить долю загрязнения на одну треть. Вследствие этого на полях каждый год остается около 500 тыс. т почвы, которые раньше возили на заводы. Стоимость только питательных веществ, находящихся в одной тонне этой почвы, составляет около 3 евро, что в целом составляет 1,5 млн. евро. Значительно снижаются затраты на транспорт (каждый год можно экономить около 20000 рейсов грузовиков). На сахарных заводах резко снижаются затраты на хранение и утилизацию почвы.



**Очистительный эффект очистителей-погрузчиков после 4-х недель хранения без и с укрытием буртов корнеплодов сахарной свеклы при исходном загрязнении – 12%**

Материалом для укрытия буртов служат нетканые полотна из полипропилена или измельченная солома. Нетканое полотно из полипропилена активно дышит, оно прочно и малочувствительно к ветру. При правильном применении его можно использовать в течение 5 лет. Укрытие буртов можно проводить механизированным способом. Оно

защищает от дождя и от мороза до  $-10^{\circ}\text{C}$ . Снижение потерь при укрытии буртов нетканым полотном из полипропилена показано на рисунке ниже.



**Снижение потерь массы корнеплодов и сахара (%) при укрытии буртов нетканым полотном из полипропиленом**

При использовании соломы для укрытия буртов требуется 1 кг сухой массы на 1 ц корнеплодов. Длина резки должна составлять 5 см. Укрывают бурты слоем 10...15 см. Такое покрытие полностью защищает от дождей и от мороза, даже ниже  $-10^{\circ}\text{C}$ . Затраты труда на механизированное укрытие буртов соломой ниже, чем при укрытии нетканым полотном. При разгрузке буртов солома легко отделяется от корнеплодов. Соломой необходимо укрыть бурты до наступления мороза. Ее следует и вовремя снимать при теплых погодных условиях, чтобы избежать самосогревания и повышения интенсивности дыхания.

Сравнение укрытия буртов нетканым полотном и соломой показано в таблице

**Таблица Сравнение укрытия буртов нетканым полотном и соломой**

	Полотно	Солома
<b>Применение:</b>	При временном, умеренном морозе - отдельные ночные морозы от $-5$ до $-10^{\circ}\text{C}$ ; - суточные температуры от $-1$ до $-5^{\circ}\text{C}$ ; при морозе с сильным ветром на стороне к ветру -	При постоянном, сильном морозе - ночные морозы ниже $-10^{\circ}\text{C}$ ; -суточные температуры ниже $-5^{\circ}\text{C}$ ;

	двойной слой полотна; при большом загрязнении до сильных осадком	
<b>Время укрытия:</b> <b>Время открытия:</b>	- до наступления мороза или сразу при закладке бурта, если убирается при температуре около нуля; - немедленно, когда дневные температуры повторно превышают +10°C;	
<b>Потребность в материале:</b>	Около 2 м <sup>2</sup> полотна/т корнеплодов	Около 10 кг соломы/т корнеплодов; 1 крупногабаритный тюк (0,3 т) для 25 т корнеплодов; 1 рулон (0,17 т) для 15 т корнеплодов;
<b>Затраты рабочей силы, чел.-ч/бурт</b>	7 (5 га = 280 т корнеплодов)	3 (5 га = 280 т корнеплодов)
<b>Использование материала:</b>	3...5 раз - для сохранения не нужна очистка; - сохранять на поддонах для сушки; - не подвергать воздействию солнца	Одноразовое

Для планирования необходимого количества транспорта и материала для укрытия буртов надо знать количество корнеплодов в буртах. При средней высоте бурта 2,5 м и ширине его у основания 7 м количество корнеплодов в бурте составляет около 5 т. Бурт длиной 40 м содержит следовательно 200 т корнеплодов.

### **Для укрытия буртов применяются разные технологии.**

Бурты должны быть широкими (как правило 7...10 м) и высокими, как правило, 2,5 м (в соответствии с перегрузочно-очистительной техникой), с ровной поверхностью и дном, и расположены вдоль направления ветра. Поверхность бурта, по сравнению с их объемом, должна быть несколько меньше. Чем меньше поверхность, тем ниже потери. Место для буртов следует выбирать такое, чтобы никакие препятствия не мешали перегрузке и оно было доступным для транспортных средств и при неблагоприятных погодных условиях.



технологические качества, снизить потери от развития патогенной микрофлоры.

Известно, что:

- использование озона эффективно в качестве реагента способного подавлять развитие патогенной микрофлоры, а также позволяющего обеспечивать минимальную ростовую активность корнеплодов сахарной свеклы в процессе их хранения;
- применение обработок озонем корнеплодов сахарной свеклы, позволяет снижать интенсивность обменных процессов в них, за счет влияния на дыхательные ферментные системы, газовый состав окружающей среды и степень насыщения кислородом их тканей, тем самым, способствуя сохранению хозяйственно-биологических признаков свекловичного сырья;
- режим обработки корнеплодов сахарной свеклы озono-воздушной смесью с концентрацией озона 6 г/м<sup>3</sup> и экспозиции обработки 10 минут, является эффективным приёмом позволяющим снизить интенсивность ростовых процессов в среднем на 40%, образование гнилой массы на 30%, снижению среднесуточных потерь сахара на 45%, в сравнении с необработанной свеклой, способствуя тем самым улучшению
- фитопатологического состояния и технологических качеств корнеплодов в процессе хранения;
- использование озонированной воды с концентрацией озона 1 мг/л для обработки сахарной свеклы, является эффективным приемом позволяющим снизить при их хранении прорастание корнеплодов на 30%, образование гнилой массы в 1,5 раза, снизить среднесуточные потери сахара на 45%;
- использование обработок сахарной свеклы озono-воздушной смесью и озонированной водой позволяет интенсифицировать в 3÷5 раз защитные реакции и суберинизацию тканей корнеплодов, при механическом их повреждении, способствуя скорейшему выходу корнеплодов из состояния физиологического стресса и снижению дополнительных потерь сахара.

Основными факторами, которые необходимо учесть при планировании работ по озонированию свеклохранилищ, являются:

- поверхностное действие газа подразумевает периодическое его применение для сдерживания развития инфекции внутри продукции;
- сравнительно высокая скорость разложения газа, что вызывает необходимость принудительной циркуляции воздуха с целью создания равномерной концентрации во всём объёме хранимой продукции;
- высокая влажность свеклохранилищ, также способствующая ускорению распада озона, что компенсируется
- высокой восприимчивостью микроорганизмов в этом случае (это также свидетельствует о необходимости перемешивания воздушных масс в хранилище);
- соблюдение техники безопасности.

При разработке режима озонирования необходимо учитывать вид хранимой продукции, степень её поражения фитопатогенными

микроорганизмами, объём помещений хранилища, производительность озонаторов, график работы персонала и т.д.

Эффективность применения озона обусловлена универсальностью его воздействия и простотой утилизации.

Его высокая окислительная способность приводит к уничтожению большинства патогенных микроорганизмов, при этом у них не возникает резистентности (устойчивости) при повторном применении. Регулярное озонирование обуславливает кумулятивное действие, вызываемое образованием свободных радикалов. Распад молекул озона происходит в течение не скольких часов и после проветривания помещения в нём можно продолжать деятельность.

Положительное действие этого газа на хранимые продукты сводится к угнетению развития бактериальных, грибных и вирусных патогенов, разложению этилена (стимулятора прорастания), дезодорации помещений, отрицательному воздействию на грызунов.

Одним из важнейших этапов свеклосахарного производства является этап хранения свеклы. При этом важное значение приобретает разработка ресурсосберегающей технологии длительного вентилируемого хранения сахарной свёклы для сахарных заводов, а также применения прибора БЭР за счет воздействия электромагнитного поля низкой интенсивности КНЧ.

Эти работы имеют важное практическое значение для свеклосахарной отрасли. Переход сельхоз товаропроизводителей на импортные гибриды с повышенным содержанием сахарозы увеличил потери сахарной свёклы при хранении. Технология хранения, применявшаяся до 2000-х годов, не позволяет сохранить урожай на должном уровне. В 2010-х годах аграрии стали самостоятельно внедрять американский опыт вентилируемого хранения.

***Ожидаемый технологический результат:***

- увеличение продолжительности работы сахарных заводов с 4-х до 6-ти месяцев (на 50%) и снижение себестоимости сахара (на 10%). В случае успеха выигрывают и сельхозтоваропроизводители. Сейчас 10-15% (и более) выращенного урожая сахарной свёклы усыхает и повреждается гнилями во время хранения в полевых кагатах.

- Разрабатываемая технология позволяет принять весь выращенный урожай в период массовой уборки до 10 ноября. Вентилируемое хранение на заводском свеклопункте выгодно и заводу, и производителю свёклы.

Увеличивается оборот основных средств сахарного завода, сокращается простой в межсезонье. Кроме того, увеличение продолжительности работы завода позволяет труженикам получать полноценную зарплату на два месяца дольше, а расширение объёмов производства увеличивает налоговую базу и отчисления в бюджеты всех уровней.

Данная технология уже внедрена на одном из сахарных заводов Курской области. Получены положительные результаты. По сравнению с обычным хранением без вентиляции качество свекловичного сока выше на 15%,

сахаристость свёклы — на 18%, выход сахара — на 14%, потери свекломассы меньше — на 63%.

#### **5. Технология воздействия ЭМП КНЧ диапазона на подавление вспышки гниения.**

**Цель инновационной технологии.** - максимальное обеспечение сохранности качественных свойств сахарной свеклы за счет предотвращения процессов гниения и стабилизации процесса хранения корнеплодов в кагатах.

##### **Задача :**

- снижение потерь сахара в процессе хранения сахарной свеклы за счет снижения активности деятельности специфических микроорганизмов;
- внедрение приемов новой технологии кагатов в сахарных заводах и временных буртах на свекловичных полях фермерских хозяйств;
- организация курса обучения по обслуживанию и функционированию оборудования «GRAYTON BIMK».

По результатам практического применения в различных регионах, с различными климатическими условиями, различных условиях закладки и объемах свекло массы в кагатах наш прибор БЭР (биоэлектромагнитным резонатором), за счет воздействия электромагнитного поля низкой интенсивности КНЧ на массу сахарной свеклы обеспечил уменьшение потерь сахара в свекле при длительном хранении в среднем от 1 - 1.5 %.

Использование этого метода может существенным образом уменьшить количество необходимого сырья, затраты энергоресурсов и себестоимость выпускаемой продукции, что безусловно положительно отразится на экологической обстановке, где сконцентрированы основные посевные и перерабатывающие ресурсы страны. В результате систематического воздействия на массу сахарной свеклы в кагатах **ЭМП КНЧ диапазона** происходит торможение процесса дыхания корнеплода и подавление деятельности микроорганизмов, являющихся причиной процессов гниения. Для корнеплодов в целом и для растительных клеток в частности устанавливается режим хранения, обеспечивающий сохранность не только корнеплодов, но и находящихся в них сахаров. Кроме того, позволяет подавлять вспышку гниения и стабилизировать процесс хранения

#### **Свеклоуборочные комбайны**

Свеклоуборочные комбайны подразделяются на 2 типа, которые выполняют процесс уборки сахарной свеклы по различным схемам.

1. Комбайн теребильного типа извлекает корни из почвы тереблением ботвы, а затем уже в машине ботва обрезается. С развитием сельского хозяйства и модернизацией сельскохозяйственной техники и переходом к самоходным машинам от такого типа комбайнов отказались.

2. Комбайны с предварительным срезом ботвы работают по следующей схеме: Сначала ножи обрезают ботву под корень, затем дисковый копач извлекает сами корнеплоды. Принцип действия такого комбайна можно более наглядно изучить по следующей 3D визуализации, на примере свеклоуборочного комбайна Grimme Maxtron (Гримме Макстрон)

**Ранее в Казахстане** популярным был отдельная схема уборки сахарной свеклы. Сначала ботвоуборочная машина (например, БМ-4 или БМ6А), срезает и собирает ботву, затем корнеуборочный комбайн (РКС-4, КС-6, РКС-6, РКМ-6) выкапывает свеклу, очищает их от грязи и загружает в грузовую машину. Цифры в обозначениях моделей говорят о способности убирать одновременно 6 рядков сахарной свеклы.

В настоящее время существуют следующие виды: 6-, 9- и 12- рядные свеклоуборочных комбайны. Средняя производительность современного комбайна составляет примерно от 1,5 до 2,5 га в час.

**На сегодняшний день** существует огромный выбор марок и моделей как самоходных свеклоуборочных комбайнов, так свеклоуборочных комплексов.

Рассмотрим преимущества и недостатки той или другой категории. Конечно, определяющим фактором является цена.

Новый свеклоуборочные комбайн, в зависимости от количества обрабатываемых рядков, стоит от 60 до 100 миллионов тенге. Такой комбайн способен самостоятельно срезать ботву, очистить и собрать в свой бункер от 15 до 26 тонн корнеплодов. Цена на прицепные свеклоуборочные машины составляет от 10 до 15 миллионов тенге. Но ещё надо учесть стоимость трактора-тягача, ценой около 15 миллионов тенге. Но это еще не все, поскольку прицепная свеклоуборочная машина не имеет собственного бункера или имеет, но слишком малой вместимостью, то для постоянной и ритмичной уборки рядом еще необходим грузовик для перегрузки корнеплодов – это еще примерно 20 миллиона тенге. Теперь сложим стоимость всех трех машин, занятых в уборке урожая и получим примерную стоимость самоходного свеклоуборочного комбайна. Не в пользу свеклоуборочных комплексов можно противопоставить суммарный расход топлива 2 машин, заработную плату водителей и меньшую производительность (около 1,2 га/час).

#### **Основные требования к свеклоуборочной технике**

Свеклоуборочные машины должны обеспечивать выполнение следующих агротехнических и технологических требований: полноту извлечения корней из почвы (не менее 98%) минимальные потери (сахарной массы не более 5%, а ботвы — не более 18%) минимальную загрязненность свеклы (корней не более 10%, а ботвы — 0,5%).

Ботвосрезающие аппараты должны обрезать ботву так, чтобы срез проходил не ниже зоны «спящих» глазков и не выше 2 см от основания листьев. Повреждения при погрузке корнеплодов не должны превышать 3%, а потери 2%. Факторы, влияющие на потери сахарной свеклы при уборки.

1. Почвенные и климатические условия. Они тем выше, чем более неблагоприятны почвенные и погодные условия.
2. Потери сахара при уборке в значительной степени обусловлены, применяемой свеклоуборочной техникой:
  - 2.1 Потери при уборке возникают из-за недоподбора корнеплодов

- (поверхностные потери),  
2.2 Потери из-за недокопки корнеплодов и обламывания их хвостиков (подземные потери).  
2.3 Потери при слишком низкой срезке ботвы.

### **Состав сахарной свеклы**

Состав сахарной свеклы важен, как и для фермера, так и для сахарного завода. Содержание сахара (сахарозы) и несахаров (несахарозы) определяют качества сахарной свеклы (высокое содержание сахаров и низкое несахаров предпочтительно).

### **Сок сахарной свеклы**

Сок сахарной свеклы в основном состоит из сахаридов (сахара), которыми являются сахароза (от 15 до 20%), раффиноза (от 0,2 до 0,5%), глюкоза и фруктоза (от 0,05 до 0,1%), плантеоза, стахиоза, вербаскоза (в следовых количествах). Содержание раффинозы (трисахарида) может варьироваться в значительной степени в зависимости от места выращивания. Как правило, сахарная свекла с высоким содержанием сахарозы, содержит меньше раффинозы. Уровень азота в удобрениях также влияет на содержание раффинозы (чем больше азота используется, тем выше уровень содержания раффинозы). Декстран и Леван являются основными полисахаридами содержащиеся в сахарном соке. Их содержание увеличивается при повреждении свеклы, так как микроорганизмы группы *Leuconostoc*, потребляют сахар и конвертируют из него Декстран и Леван. Высокое содержание Декстрана и Левана создают трудности при переработке сахарной свеклы из-за их коллоидной природы. *Наличие Декстрана и Левана в диффузионном соке значительно затрудняет отделение осадка после известково-углекислотной очистки, повышает вязкость сиропа и оттеков, замедляет процесс кристаллизации, влияет на габитус кристаллов.*

**Азотистые соединения** содержатся в количестве 1-2% от других компонентов сока свеклы. Почти все аминокислоты (соединения, которые содержат аминогруппы (NH<sub>2</sub>) и карбоксильные группы (COOH) присутствуют в соке свеклы и свекловичного жома (выжимок). Глютамин присутствует в наиболее больших количествах. Большинство аминокислот являются растворимыми в воде и щелочных растворах, поэтому они не выпадают в осадок и попадают в патоку.

**Бетаин** (в количестве от 0,1 до 0,2%) является одним из азотистых соединений, присутствующих в сахарной свекле, которые попадают в патоку (мелассу). Это составляет около 5% от сухого вещества (dry substance) в патоке и является одним из самых ценных компонентов сахарной свеклы.

Минеральные вещества (**зола**) — это в основном катионы металлов. (Их обычно определяют как остаток после обугливания пробы, отсюда и название золы). Аналитические тесты показывают, что в сахарной свекле содержатся следовые количества бария, бора, кальция, меди, свинца, магния, молибдена, никеля, селена, кремния и цинка. Основным компонентом золы свеклы являются калий и натрий. Последние при очистке

не удаляются, переходят в мелассу. Считается, что 1 часть этих катионов удерживает в мелассе примерно 5 частей сахара. Содержание калия и натрия в свекле зависит главным образом от климатических условий возделывания свеклы. Их содержание в засушливые годы обычно выше.

**Жом (свекольная стружка)** состоит из волокнистых материалов, нерастворимых в воде и остается почти такой же формы после процесса диффузии. Мякоть в основном состоит из пектина, целлюлозы (клетчатки) и гемицеллюлозы. Основываясь на составе сахарной свеклы можно вычислить чистоту свекловичного сока, характеризующая наличие не сахаров и которую легко определить в заводской лаборатории. На основании этих показателей можно получить данные об ожидаемом выходе сахара при переработке такой свеклы.

$$\text{Пример: } Ч_{\text{сс}} = \frac{С}{\text{СВ}} \times 100\%$$

$$Ч_{\text{сс}} = \frac{17,5}{20,0} \times 100 = 87,5\%$$

где  $Ч_{\text{сс}}$  – чистота свекловичного сока,

С – сахаристость свеклы,

СВ – сухое вещество

Чистота свекловичного сока 87,5% говорит, что 100 кг сухого вещества (после испарения всей везинфецирующие средства. С увеличением степени инфицирования диффузионного аппарата потери сахара возрастают. В этой связи важным является подавление жизнедеятельности микроорганизмов в процессе экстрагирования сахара. Подавление жизнедеятельности микроорганизмов в диффузионном аппарате возможно за счет действия температуры, химических реагентов или совместного их действия. Наибольшего эффекта подавления жизнедеятельности микроорганизмов можно было бы достичь поддерживая температуру  $\sim 74^{\circ}\text{C}$  в течении всего процесса экстрагирования. Однако такую высокую температуру нельзя выдерживать в процессе экстракции с технологической точки зрения как в этом случае в соке увеличивается содержание пектиновых веществ, которые отрицательно влияют на фильтрацию. Поэтому на сахарных заводах в диффузионные аппараты вводят дезинфицирующие средства. В качестве дезинфицирующего средства для подавления жизнедеятельности микроорганизмов в диффузионных аппаратах в сахарной промышленности широко применяют формалин. Количество добавляемого формалина и частота его добавления устанавливается исходя из микробиологической зараженности диффузионного сока. Расход формалина колеблется от 0,015 до 0,1 % к массе свеклы. Однако применение формалина в качестве дезинфицирующего средства в последнее время вызывает нарекания со стороны медиков и потребителей жома, используемого в качестве корма

животных. Кроме того, формалин отрицательно влияет на окружающую среду и здоровье человека, так как он активный аллерген и может вызывать сильное токсическое действие на слизистые оболочки человека. Наличие повышенного содержания формалина в жоме может привести к его порче из-за подавления молочнокислых бактерий, играющих важную роль при хранении жома. В силу указанных причин отношение к формалину, как дезинфицирующему средству в сахарной промышленности, существенно меняется. Так, в Польше количество применяемого формалина не должно превышать 0,012 % к массе свеклы или 120 г/т свеклы. В США применение формалина в качестве дезинфицирующего средства в сахарной промышленности вообще запрещено. Применение на сахарных заводах РФ в настоящее время формалина в качестве дезинфицирующего средства обусловлено более низкой его ценой по сравнению с другими препаратами. Однако эти затраты касаются только стоимости применяемого препарата без учета потерь сахара и других технологических аспектов. Считается, что затраты на дезинфицирующие средства составляют примерно 10-15 % от стоимости сахара теряемого в результате его микробиологического разложения. Поэтому правильный выбор и применение дезинфицирующих средств является эффективным мероприятием снижения неучтенных потерь.

К наиболее распространенным дезинфицирующим средством окислительного характера относятся хлор и хлорсодержащие препараты. Их бактерицидное действие заключается во взаимодействии кислорода и хлора с ненасыщенными соединениями ферментной системы клетки микроорганизма. Дезинфицирующая способность этих препаратов обусловлена количеством активного хлора, которое может быть получено при действии кислоты на препарат. В сахарном производстве из неорганических хлорсодержащих препаратов широко применяются хлорная известь и гипохлорит натрия. оды) содержит 87,5 кг. сахара и 12,5 кг. несахаров.

#### **Увлажнители (ПАВ) вакуум аппаратов**

Выход и качество белого сахара в значительной степени зависят от правильного проведения процессов кристаллизации сахарозы и центрифугирования утфелей. Для интенсификации процессов уваривания и центрифугирования утфелей широко применяются поверхностно-активные вещества.

**Поверхностно-активные вещества (ПАВ)** – органические соединения, молекулы которых состоят из ассиметрично расположенных полярной группы и углеводородного радикала (спирты, карбоновые кислоты, а также их щелочные соли и др.), которые способны адсорбироваться на границе раздела фаз. Адсорбируясь в виде мономолекулярного слоя, ПАВ могут значительно изменять молекулярное взаимодействие соприкасающихся фаз, понижать поверхностное натяжение раствора, вследствие чего меняются скорости обмена веществ между фазами: скорость испарения, растворения, конденсации, кристаллизации.

Эти изменения происходят под влиянием небольших количеств ПАВ. В сахарной промышленности применяют следующие марки поверхностно-активных веществ:

По химическому строению ПАВ делят на четыре основные группы: катионактивные, анионактивные, неионогенные и амфолиты.

Влияние ПАВ на различные технологические процессы, в которых имеет место смачивание, пенообразование, эмульгирование, диспергирование, и процессы, связанные с образованием и ростом новой фазы (кристаллизация), отличается сложностью явлений. Каждый технологический процесс предъявляет свои специфические требования к поверхностно-активным веществам. Так, ПАВ, используемые в пищевой промышленности, должны быть нетоксичными, не сообщать продуктам специфических запахов, не изменять рН среды, быть достаточно устойчивыми в диапазоне температур процесса. Таким условиям отвечают пищевые ПАВ, как правило, глициридной природы. Пищевые ПАВ применяются на разных участках технологического процесса сахарного производства (предотвращение и снижение пенообразования), но более распространенное применение они нашли в процессах уваривания и центрифугирования утфелей (снижение вязкости, увеличение скорости уваривания и т.д.). Применение ПАВ в кристаллизационном отделении способствует снижению вязкости утфелей, сокращению длительности уваривания утфелей всех ступеней кристаллизации, предотвращению образования вторичных центров кристаллизации “муки”, уменьшению потерь сахара от термического разложения сахарозы, улучшению гранулометрического состава сахара, предотвращению и уменьшению пенообразования утфелей.

#### ***Пеногасители для сахарного производства.***

**Пеногасители** — химические вещества, используемые в технологическом процессе для разрушения(гашения) уже образовавшейся пены.

**Антивспенивающие агенты** — химические вещества, используемые в технологическом процессе для предупреждения образования пены. Пеногасители и антивспенивающие агенты часто используются как синонимы.

Антивспенивающие агенты образуют на границе раздела жидкой и газовой фазы нерастворимую в жидкости непроницаемую плёнку, тем самым повышая поверхностное натяжение и предотвращая образование пузырьков газа, т.е. пены. Чаще всего в качестве антивспенивателей используются спирты, эфиры полиэтиленгликоля, силиконы.

Для механического разрушения пен можно использовать вращающиеся с большой частотой мешалки, крыльчатки и другие приспособления. Пузырьки пены разрушают также струей воздуха или при помощи пара. Выбор способа разрушения пены зависит от свойств пенообразующей среды.

В сахарной промышленности применяют следующие марки пеногасителей:

Одним из путей повышения эффективности технологических процессов сахарного производства является снижение пенообразования. Пенообразова

ние отрицательно влияет на весь процесс сахарного производства:  
- затрудняет процесс экстрагирования сахара из стружки  
- выпаривания воды на выпарной установке  
- уваривание  
- центрифугирование

Основными пенообразователями в сахарном производстве являются: сапонин, белки, пектиновые вещества, ряд органических кислот и продуктов термического разложения сахарозы.

Сильное пенение диффузионного сока является одним из препятствий для нормальной работы диффузионных аппаратов. Кроме того, пена, обволакивая стружку, уменьшает ее поверхность и затрудняет процесс диффузии сахарозы. Разрушение пен можно проводить при помощи пеногасителей или механическим путем. В первом случае для гашения пен в жидкость вводят вещества способные вытеснить пенообразователи из поверхностного слоя в результате более высокой поверхностной активности, что вызывает снижение поверхностной вязкости и способствует быстрому вытеканию жидкости из пленок. В качестве пеногасителей можно использовать растительные масла, животные жиры, кремнийорганические полимеры.

#### **Антинакипины (ингибиторы накипеобразования)**

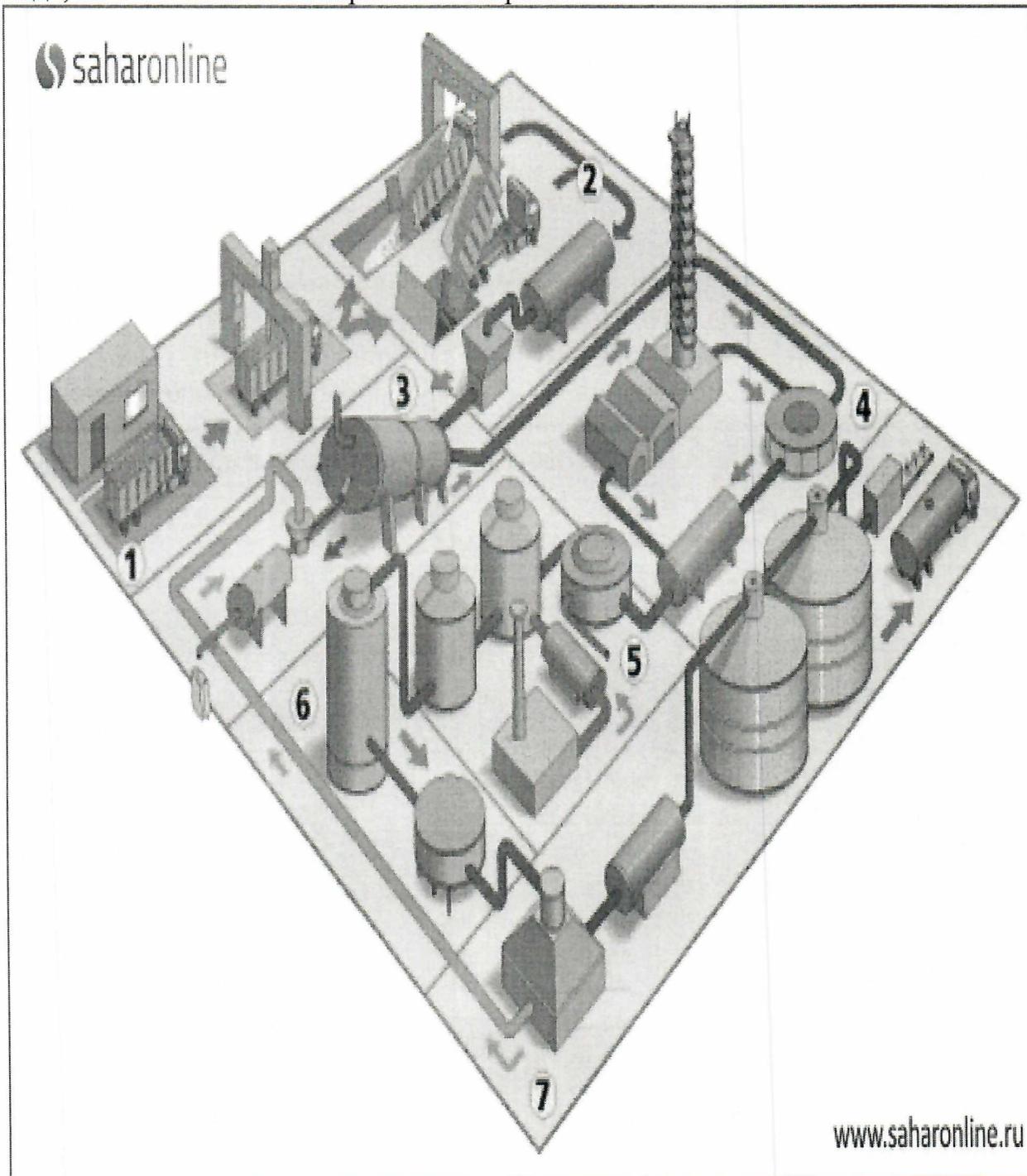
Антинакипин — средство, предотвращающие образование твёрдых отложений, которые образуются на внутренних стенках труб паровых котлов, испарителей, пароперегревателей, водяных экономайзеров и других теплообменных аппаратов, в которых происходит испарение или нагревание. В сахарной промышленности применяют следующие марки антинакипинов: Отложившаяся накипь ухудшает теплопроводность металла. И как следствие, время нагрева воды увеличивается, что приводит в свою очередь к увеличению расходов на электроэнергетические ресурсы.

Теплопроводность накипи в десятки раз меньше теплопроводности металла, из которой изготавливают теплообменники. Поэтому даже тончайший слой накипи создаёт большое термическое сопротивление, что может вызвать перегрев труб паровых котлов, следовательно к образованию в них отдулин и свищей, что часто приводит к разрыву труб.

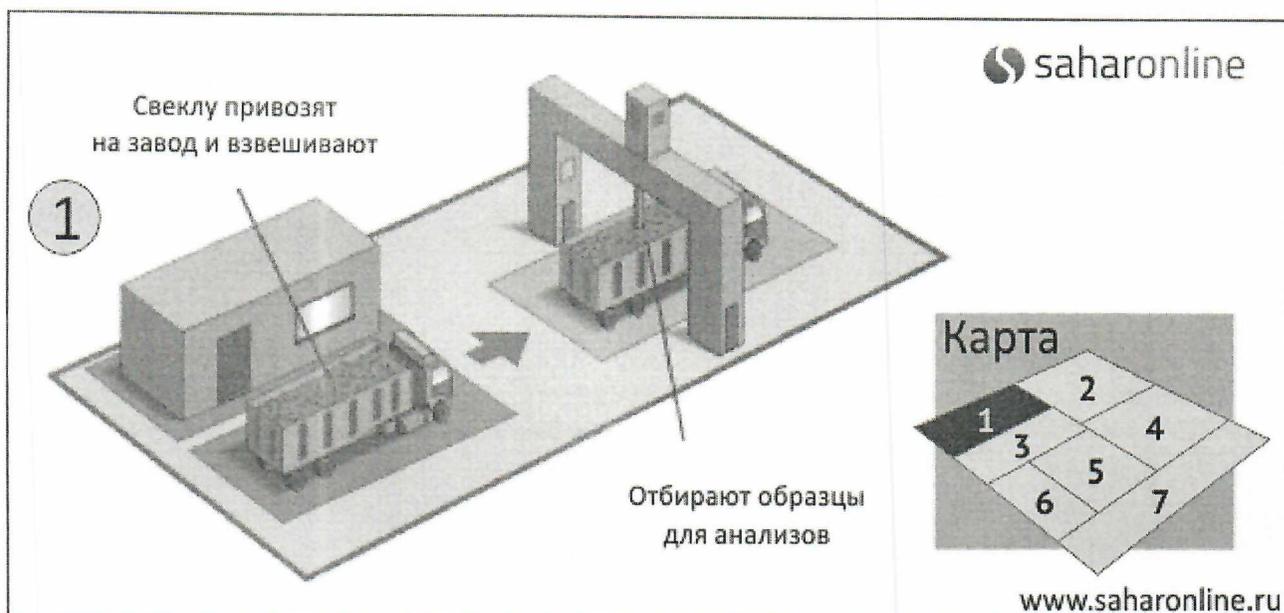
Механическая очистка требует частичного или полного разбора теплообменников - это весьма затратный метод, так как стоимость простоя оборудования выше стоимости очистки. В результате чего возникает недополученная прибыль, которую мог бы получить сахарный завод при более выгодном выборе метода очистки теплообменного оборудования. Так же при механической очистке существует опасность повредить защитный слой металла или даже само оборудование. Применение антинакипинов дает возможность сахарному заводу работать без остановки в течение всего производственного сезона.

Механизм действия антинакипинов основывается на адсорбции молекул антинакипина на поверхности кристаллов накипеобразующих соединений (карбоната кальция, оксалата кальция, сульфата кальция и т.д.), что приводит

к дефлокуляции, изменению электрокинетического потенциала и как следствие, к увеличению электростатического отталкивания кристаллов, во много раз превосходящих силы Ван-дер-Ваальса. Таким образом, микрочастицы накипеобразующих соединений теряют способность к укрупнению и находятся в сахаросодержащем растворе в дисперсионном виде, не отлагаясь на поверхности нагрева.



Прием сахарной свеклы



При приемке сахарной свеклы на завод, сырьевая лаборатория проводит анализ получаемой свеклы. Технологическое качество сахарной свеклы характеризуется рядом показателей, из которых основными являются сахаристость и чистота свекловичного сока свеклы. Приемку сахарной свеклы, отбор образцов, определение загрязненности и сахаристости проводят в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52647-2006 «Свекла сахарная. Технические условия»

### *Разгрузка и мойка свеклы*



Существуют две системы разгрузки - сухая и мокрая разгрузка. При сухой разгрузки, свекла передается от грузовика на ряд конвейерных лент в бункер

или на открытый воздух, где она хранится в кагатах. При мокрой разгрузки свеклы вымывают из грузовика с помощью мощной струи воды.

При уборке и транспортировке свеклы кроме земли, прилипшей к свекле, к ней примешиваются легкие и тяжелые примеси - ботва, солома, песок, камни и даже отдельные металлические предметы. В случае попадания этих примесей в свеклорезку, ножи тупятся и повреждаются, что ведет к ухудшению качества свекловичной стружки. Для получения стружки высокого качества необходимо более полно отделять от свеклы легкие и тяжелые примеси. Для этого по тракту подачи свеклы в завод устанавливают соломоботволоушки, камнеловушки и песколовушки. Свекла частично отмывается от приставших к ней примесей в гидравлическом транспортере и свеклоподъемных устройствах. Для окончательной очистки свеклы от загрязнений и дополнительного отделения тяжелых и легких примесей применяются свекломойки. Земля и глина лучше всего отмываются при трении корней друг о друга. Поэтому в начальной стадии мойки свекла должна находиться в скупенном состоянии, т.е. вначале происходит отмывание свеклы в барабанной свекломойке. После барабана свекла поднимается в ополаскиватель, затем поступает в корытную свекломойку. Отмытую свеклу из свекломойки элеватором, направляют в бункер перед свеклорезками.

Работа сахарного завода связана с необходимостью хранения большого количества сахарной свеклы, так как сахарный завод работает, в зависимости от количества заготовленной свеклы, в течение 60 — 110 суток (оптимальная длительность сезона для РК, по расчетам специалистов, составляет 100 суток), а уборка свеклы проводится всего в течение одного месяца — примерно с 20 сентября по 20 октября. При хранении свеклы теряется сахар и ухудшается ее качество.

Потери сахара при хранении колеблются от 100 до 300 г в день на 1 т корнеплодов. Как правило, они составляют в первую неделю хранения 0,01 % в день, потом 0,05 % в день.

Сведение потерь сахара при хранении сахарной свеклы к минимуму является одним из важнейших факторов повышения эффективности сахарного производства. Поэтому на заводах вопросам хранения необходимо уделять большое внимание с тем, чтобы обеспечить правильное хранение корнеплодов на базе последних разработок в этом направлении. При хранении свеклы происходит снижение ее сахаристости и ухудшение ее качества за счет увеличения содержания несахаров. В этой связи весьма актуальным является уменьшение потерь сахара и сведение к минимуму ухудшения качества свеклы в процессе её хранения. При неблагоприятных условиях хранения свеклы потери сахара могут составить 1,5 % к массе хранимой свеклы. Выбор оптимальных параметров хранения, особенно свеклы механизированной уборки, позволяет снизить эти потери к минимуму.

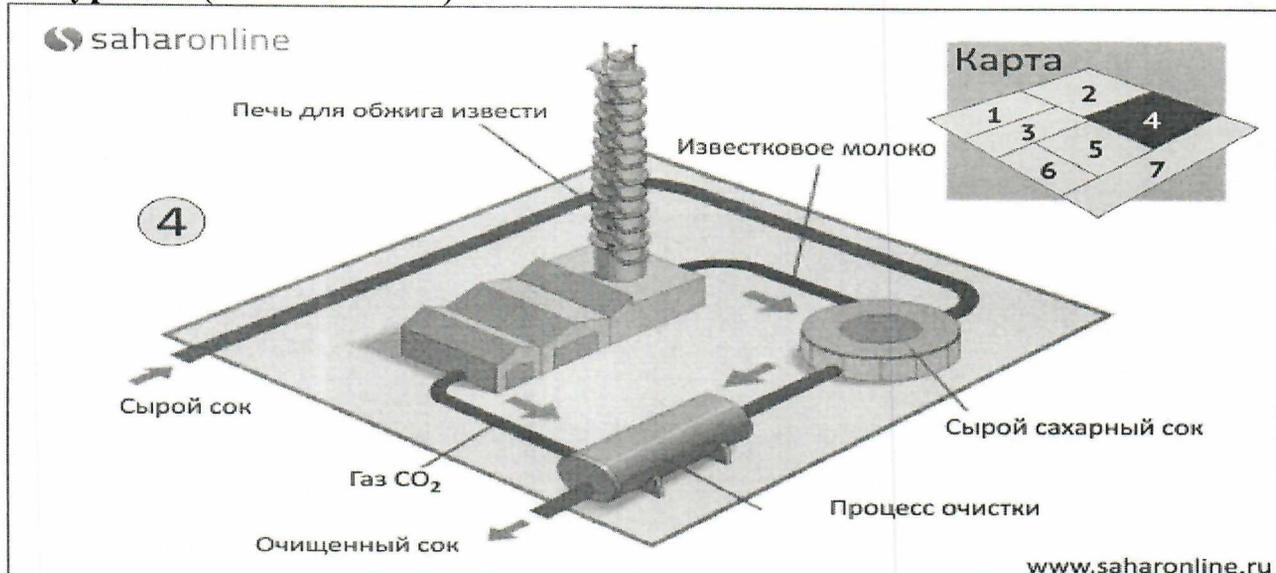
Вопросы хранения сахарной свеклы достаточно хорошо отработаны, освещены в специальной литературе.

### Диффузия



Для извлечения сахара диффузионным способом свекле необходимо придать вид стружки. Процесс получения стружки из свекловичного корня осуществляется на свеклорезках при помощи диффузионных ножей, установленных в специальных рамках. Производительность диффузионной установки и содержание сахара в обессахаренной стружке в очень большой степени зависит от ее качества. Поверхность стружки должна быть гладкой без трещин. Слишком тонкая стружка нежелательна, так как она деформируется, сбивается в комки и ухудшает циркуляцию сока в диффузионных установках. После того, как свекла была изрезана, стружка по ленточному транспортеру направляется к диффузионному аппарату, предварительно производят взвешивание стружки ленточными весами. В процессе диффузии – погружения стружки в горячую воду – сахар выделяется в жидкой форме, получается так называемый сырой сок. Оставшаяся после выделения сахара стружка называются влажным жомом. Выходящий из диффузионного аппарата свежий жом прессуют до содержания сухих веществ 22%, что дает возможность возвращать жомо прессовую воду на диффузию. После прессования жом направляется в отделение высушивания в барабанных жомосушках до сухого вещества 87%

## Сатурация (Очистка сока)



Диффузионный сок содержит сахарозу и несахара. Все несахара в большей или меньшей мере препятствуют получению кристаллической сахарозы и увеличивают потери. Поэтому одной из важнейших задач технологии сахарного производства является максимальное удаление несахаров из сахарных растворов. Основные сырьевые материалы, используемые в очистке это известь и углекислый газ, который получается путем сжигания известняка в печи. Эти вещества при добавлении в сок связываются с несахарами и осаждаются, затем полученные соединения отфильтровывают. После очистки сок имеет светло-желтый цвет.

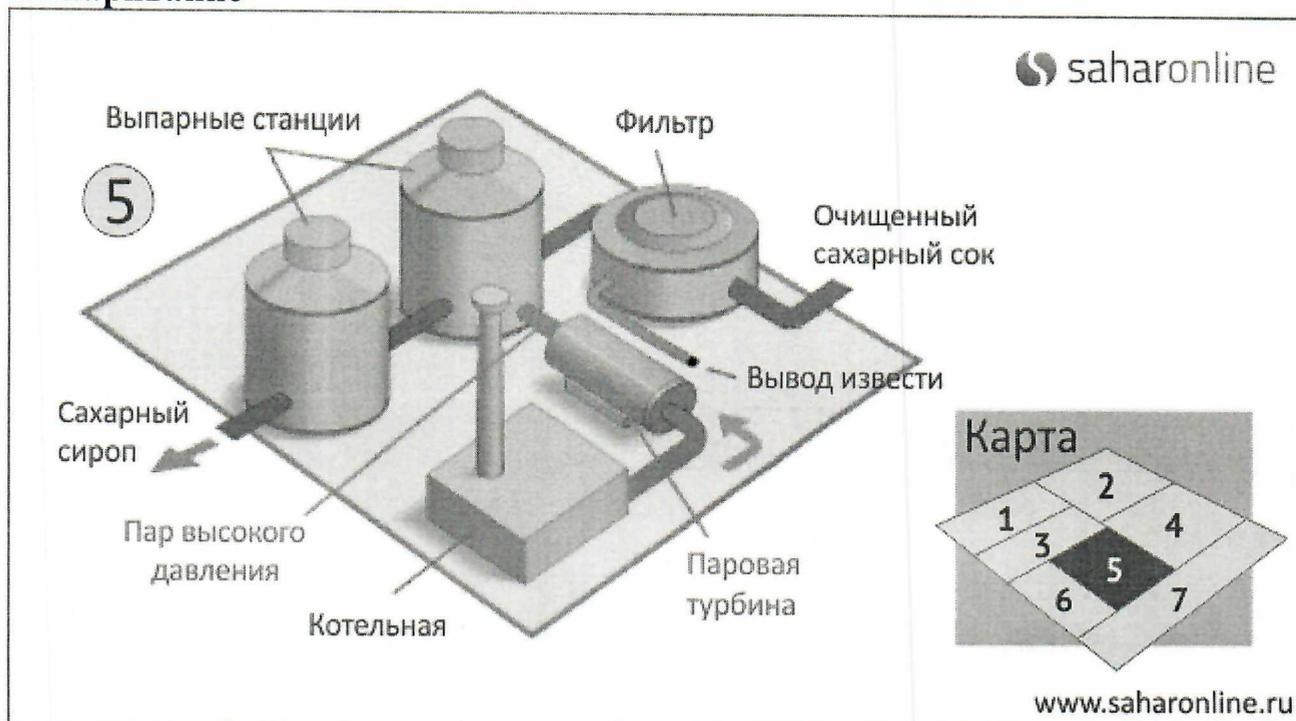
В сахарном производстве для отделения осадка применяется фильтрационное оборудование, в котором в качестве фильтрующей перегородки используется хлопчатобумажная или синтетическая фильтрующая ткань.

Качество диффузионного сока оказывает решающее влияние на протекание основных технологических процессов (очистка, выпаривание, кристаллизация, выход и качество готовой продукции). Поэтому качество получаемого диффузионного сока должно уделяться особо важное внимание. К сожалению, этому вопросу на заводах не всегда уделяется должное внимание, что в конечном итоге отрицательно сказывается на результатах работы завода.

Качество получаемого диффузионного сока зависит от многих факторов, важнейшими из которых являются:

- качество перерабатываемого сока;
- наличие зеленой массы;
- качество стружки;
- технологические параметры получения сока (температура, длительность, качество используемой питательной воды);
- инфицированность диффузионного аппарата микроорганизмами;
- возврат жомо и рессовой питательной воды;
- содержание мезги;

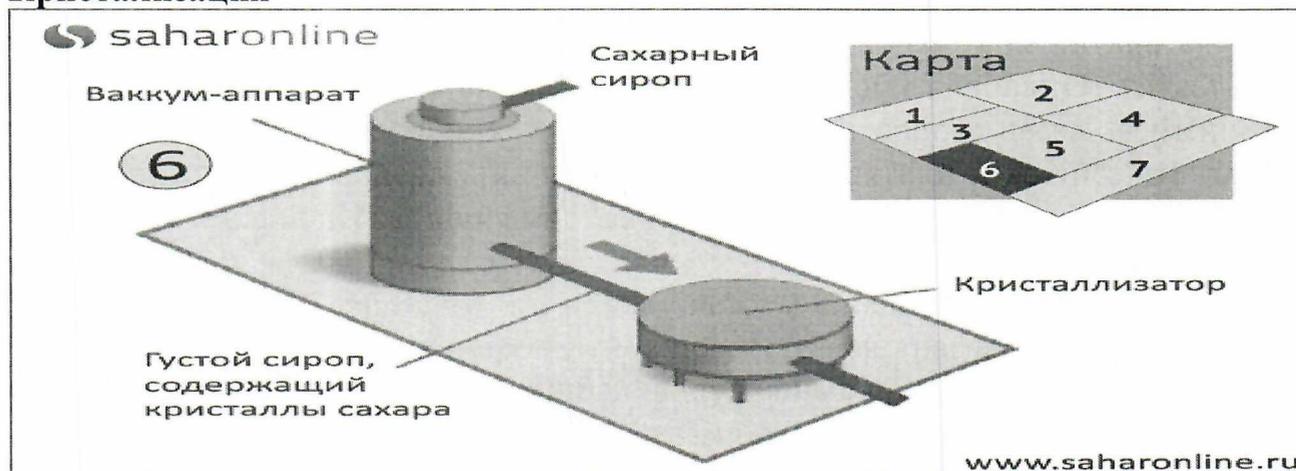
## Выпаривание



После процесса сатурации, очищенный сахарный сок подают в выпарные станции, где он сгущается до консистенции сиропа. От качества полученного сиропа во многом зависит качество сахарного песка, а именно цветность сахара и содержание в нем золы. Из практики известно, что для получения сахара-песка хорошего качества чистота сиропа должна быть примерно 92 %.

Следует иметь в виду, что величина чистоты сиропа зависит от качества перерабатываемой свеклы и проведения процессов экстрагирования сахара и очистки диффузионного сока. Ошибки, допущенные при извлечении сахара и очистке сока, затем практически невозможно исправить. Так, за счет применения адсорбентов для обесцвечивания сиропа можно увеличить его чистоту максимально на 0,1 %.

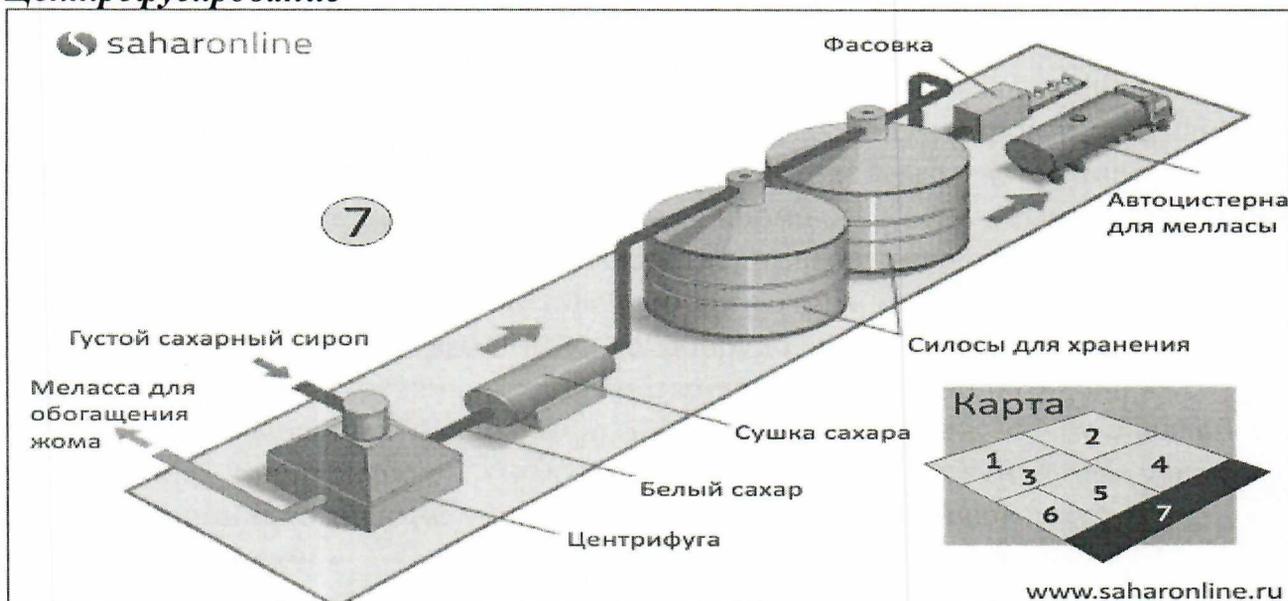
## Кристаллизация



В вакуум-аппаратах происходит дальнейшее уваривание сахарного сиропа до получения густой массы (около 7% воды). В итоге получают так называемый утфель 1, который затем центрифугируют и в результате

получают сахар-песок и межкристальную жидкость — патоку, которая содержит еще высокое количество сахара. Патоку повторно уваривают в вакуум-аппарате и затем получают утфель 2 кристаллизации и затем снова центрифугируют. Если же патока утфеля 2 кристаллизации содержит достаточно много сахара, ее снова уваривают с сахарным сироп и получают утфель 3 кристаллизации. Обессахаренная патока называется мелассой, которая используется для корма с/х животных. Уменьшение потерь сахара в производстве и в мелассе - одна из задач сахарной промышленности, решение которой возможно главным образом на основе внедрения более эффективного оборудования — жомовых прессов глубокого обессахаривания, автоматизированных фильтр-прессов, пленочных выпарных аппаратов, вакуум-аппаратов с мешалкой, современных центрифуг с высоким фактором разделения, а также автоматизации и компьютеризации технологических процессов.

### Центрифугирование



На последней стадии сахарного производства сахар-песок, полученный при центрифугировании утфелей первой, второй и третьей кристаллизации, высушивают и фасуют.

## 5. Результаты воздействия ЭМП КНЧ диапазона на объект

Анализ учета движения свеклы и содержание сахара в ней, в проводимых нашим институтом промышленных экспериментах дает нам основание сделать следующие выводы:

- В результате систематического воздействия на массу сахарной свеклы в кагатах **ЭМП КНЧ диапазона** происходит торможение процесса дыхания корнеплода и подавление деятельности микроорганизмов, являющихся причиной процессов гниения.

- Для корнеплодов в целом и для растительных клеток в частности устанавливается режим хранения, обеспечивающий сохранность не только корнеплодов, но и находящихся в них сахаров.
- Позволило подавлять вспышку гниения и стабилизировать процесс хранения

Одним из важнейших этапов свеклосахарного производства является этап хранения свеклы. Многолетняя производственная практика применения разнообразных способов повышения степени сохранности технологических качеств свеклы и снижения потерь сахара и свекломассы показала их относительную эффективность только при закладке на хранение кондиционных корнеплодов, при низком содержании в общей массе балластных примесей. Использование этих приемов на сырье с повышенным содержанием подвяленных, механически поврежденных корнеплодов, балластных примесей малоэффективно, а зачастую приводит к отрицательным результатам

Теоретически обосновано и экспериментально подтверждено эффективное влияние обработок озono-воздушной смесью и озонированной водой сахарной свеклы на подавление патогенной микрофлоры, снижение ростовых процессов, интенсивности дыхания и улучшение показателей качества корнеплодов при хранении.

Известна возможность использования озона для интенсификации защитных реакции и образования суберенизированного слоя на травмируемых поверхностях корнеплодов, что позволяет лучше сохранить их технологические качества, снизить потери от развития патогенной микрофлоры.

Известно, что:

- использование озона эффективно в качестве реагента способного подавлять развитие патогенной микрофлоры, а также позволяющего обеспечивать минимальную ростовую активность корнеплодов сахарной свеклы в процессе их хранения;
- применение обработок озонem корнеплодов сахарной свеклы, позволяет снижать интенсивность обменных процессов в них, за счет влияния на дыхательные ферментные системы, газовый состав окружающей среды и степень насыщения кислородом их тканей, тем самым, способствуя сохранению хозяйственно-биологических признаков свекловичного сырья;

## **Выводы**

По результату практического применения в различных регионах, с различными климатическими условиями, различных условиях закладки и объемах свекломассы в кагатах наш прибор БЭР, за счет воздействия электромагнитного поля низкой интенсивности КНЧ на массу сахарной

свеклы обеспечил уменьшение потерь сахара в свекле при длительном хранении в среднем от 1 - 1.5 %.

С учетом того, что только в Казахстане имеется около 4 свеклосахарных заводов и циклы по переработки сахарной свеклы длятся в течение 100 дней, то при использовании технологии, опирающейся на описанные выше эффекты, снижение потерь сахара на стадии хранения может достигать, на примере Казахстана около *сорок четыре тысяч тонн*.

Использование этого метода может существенным образом уменьшить количество необходимого сырья, затраты энергоресурсов и себестоимость выпускаемой продукции, что безусловно положительно отразится на экологической обстановке, где сконцентрированы основные посевные и перерабатывающие ресурсы страны.

Использование новых технологий хранения сахарной свеклы становится особо актуально в связи с тем, что во многих странах мира остро стоит вопрос использование сахарной свеклы для производства возобновляемых топливных ресурсов - биоэтанола.

Заинтересованным организациям, предприятием мы готовы, по запросу, предоставить исчерпывающую дополнительную информацию.

Эксперт

*2006/*

**Кожаметов М.К.**

**Первый Заместитель  
Председателя Правления-Ректора**



**Ибрагимов П.Ш.**