

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА САХАРА Sugar production technology

Н. В. Беккер, студент

Н. Л. Лопаева, кандидат биологических наук
Уральский государственный аграрный университет
(Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42)

Аннотация

Основной идеей данной статьи является доведение сути производства сахара. Начнем с приемки сырья для его изготовления, возможное хранение сырья и до получения готовой продукции на производстве. схемы производства сахара-песка, вспомогательные материалы для его изготовления, оборудование участвующие в этом процессе.

Ключевые слова: сахар, свекла, кагаты (кагатное поле), корнеплод, примеси, диффузия, экстракция, измельчение, дефекация, сатурация, межга, жом, сульфитация, утфель, кристаллизация, оборудование.

Summary

The main idea of this article is to bring the essence of sugar production. Let's start with the rules for accepting raw materials for its manufacture, before storing finished products, regardless of the final grade of the finished product. Consider the schemes for the production of granulated sugar, auxiliary materials for its manufacture, the types of equipment involved in this process. Let's analyze the development of sugar beet production and patent research.

Keywords: sugar, beetroot, kagates (kagate field), root crop, impurities, diffusion, extraction, grinding, defecation, saturation, interga, pulp, sulfitation, wafer, crystallization, equipment.

Сахар (название бытовое) – это чистый кристаллический продукт. По сути это сахароза (C₁₂H₂₂O₁₁). Сахар – это углевод, который попадая в организм расщепляется на фруктозу и глюкозу. Естественно это один из важнейших пищевых продуктов дающий энергию организму. На производстве при превращения сырья в готовый продукт задействуются теплофизические и химические процессы, что приводит к отделению несахаров от сахара. А перед этим еще и посредством диффузии извлечь сахарозу. Это очень кратко!

Кратковременное хранение. Все начинается с кагатных полей (см. фото № 1), в нашем случае это особенные поля. Это происходит в том случае, когда свекла не сразу отправляется на производство, и корнеплод приходится хранить в полях. В полях укладывают свеклу на кратковременное хранение в кагаты, вблизи дорог, на выровненных и очищенных от растительности участках. Естественно на хранение идет неповрежденные и здоровые корнеплоды. Для защиты кагаты укрывают различными укрывными материалами с отдушинами или иногда просто слоем земли толщиной 15-20см. После свеклу транспортируют на переработку. К сожалению, при этих видах хранения часть массы и сахарозы теряется (табл. 1).

Из данной таблицы следует, что при открытом хранении потери сахарозы в разы больше, чем при укрывном варианте. Конечно, надо организовывать хранение корнеплода правильно и учитывать возможные потери [1, 3].

Влияние способов хранения на потери сахарозы

Способы хранения свеклы	потери при хранении, % к массе свеклы			
	массы		сахарозы	
	10 суток	15 суток	10 суток	15 суток
кучи и валки без укрытия	11,5	17,9	1,7	2,21
кагаты без укрытия	9,9	16,8	1,31	1,83
кагаты, укрытые:				
ботвой слоем 20см.	7,1	10,4	0,77	1,24
соломенными матами	5,4	7,7	0,63	1,01
землей слоем 25см.	2,5	4,2	0,42	0,72



Рис. 1. Кагатные поля

Транспортировка и очистка. После хранения на полях свекла попадает на сеть гидротранспортеров, ведущих корнеплод на переработку. По ходу данного процесса корнеплод частично очищается от различных примесей (например: камни, песок, ботва), так же частично происходит ее промыв водой, температура которой не превышает 18 градусов. Далее свекла проходит интенсивную помывку струей воды, под давлением которой она проходит дальше по транспортеру (см. фото №2). Последующая стадия отводит избыток моечной воды. И в итоге свекла попадает в кулачную или барабанную свекломоечную машину, которая так же, как и все этапы до этого улавливает остатки примесей. И конечно последняя стадия не обходиться без воды, свеклу ополаскивают, но не просто. Это полоскание происходит в воде с добавлением хлорной извести (10-15кг. на 100 тон свеклы). Очистка важная этап, при котором аппараты страдают от повреждений и износов, по факту сбор комбайнами влечет за собой немалое наличие примесей. Далее корнеплоды возвращаются на контрольный ленточный транспортер, на котором посредством подачи сильной струи воздуха, избавляются от влаги и остаточных примесей [2].



Рис. 2. Мытые корнеплоды на транспортере

Измельчение. Подготовленную свеклу завешивают и выгружают в бункер-накопитель, откуда она поступает в отсек для измельчения в мелкую квадратную или ромбовидную стружку (размеры которой очень важны для получения качественного сырья). В этом помогают дисковые, барабанные или центробежные свеклорезки. Но если речь идет о свекле не очень хорошего качества, подгнившая или подмороженная, тогда ее измельчают в толстую ромбовидную, пластовидную или квадратную стружку. Качество измельчения играет громадную роль в процессе диффузии. Свекловичный сок из этих клеток легко вымывается водой в диффузионном аппарате, а из неповрежденных клеток сок можно извлекать только диффузией через их стенки, после денатурации белка протоплазмы в клетках [1, 4].

Диффузия (или экстракция) – то процесс извлечения из сложного по составу сырья одного или нескольких компонентов. В случае со свеклой речь идет об извлечении сахарозы. В наше время сахар несет промышленный масштаб, соответственно этот этап проходит в диффузионных установках (рис. 4), которые позволяют перерабатывать и производить сахар тоннами. Поэтапно. После измельчения до норм, стружка попадает на ленту транспортера (рис. 3), а далее в установки для диффузии. Тут нам в помощь двухшнековая или ротационная установки, после которых мы получаем желаемый сок. В этих установках стружка нагревается с водой, отдавая при этом сахара и растворимые несахара, обессахариваясь все интенсивнее. Самым эффективным считается быстрый нагрев до 72...75°C. При котором сахар легко проходит в жидкость.



Рис. 3. Свекольная стружка на ленте транспортера

Но и тут все относительно, так как у каждого размера и вида измельчения свеклы, будут свои критерии эффективности диффузии, на которую также влияет и равномерность массы стружки, и количество брака. При диффузии на качество сахара может повлиять и развитие микроорганизмов, так свекловичная стружка и полученный свекловичный сок замечательно подходят как питательная среда. Вообще свекловичный сок представляет собой мутную жидкость, а еще и без отсева от мезги (или жом – крупная фракция образующаяся при отжиме), это что то с кашеобразными сгустками. Сок проходит полную фильтрацию, при помощи ротационных мезголовушек на дуговых ситах или с сетчатыми барабанами для удаления мезги. После удаления мезги, ее прессуют до оптимальной влажности, а дальше она послужит для подкормки скота [2].



Рис. 4. Аппарат для процесса диффузии

Очистка сока. На данной стадии сок содержит аминокислоты, соли органических и неорганических кислот, и конечно самое главное для нас сахарозу и несахара. Очистка сока кропотливый процесс, который включает в себя предварительную и основную дефекацию, первую и вторую сатурацию, сульфитацию и финишную фильтрацию сока [1][5].

Дефекация – это метод очистки негашеной известью свекловичный сок от разных примесей, которые влияют на кристаллизацию сахарозы. А без кристаллизации производство сахара невозможно. При этом происходит нагрев сока до 85-90⁰С и начинают добавлять известь (с 0.2-0.3 % СаО к массе свеклы, доходя до 1.8-2.0 % СаО). Предварительная дефекация окончена, повлияв на нейтрализацию различных кислот в соке, осаждения щавелевой, уксусной, лимонной, фосфорной кислоты и т.д.. Основная дефекация будет намного активнее с более высокой щелочностью, температурой и увеличенным временным интервалом. От качества выполненной дефекации зависит конечное качество продукта (рис. 5) [1, 4].

Сатурация имеет две стадии. Основная суть, которых вызвать известковый осадок, а после насыщения сока диоксидом углерода. Эти процедуры проходят в агрегатах-сатураторах (рис. 6). Сок методом разбрызгивания поступает в агрегат, в который одновременно с этим подается газ. Итог сатурации. Сок намного светлее и прозрачнее. После сок нагревают до 85-88⁰С и отправляют на фильтрацию. Которая поможет отделить жидкость от незначительного выявленного осадка. И тут важно качество начального сырья. Поскольку при переработке не качественного сырья, количество стадий дефекации и сатурации может увеличиться в разы. Соответственно это ухудшение качества сахара, исходное его количество, и затраты времени и производственных часов. Последующая сатурация проводится для закрепления хорошего

результата. В итоге второй сатурации, сок еще чище и белее (чистота сока 89-92%) и уже фильтрованная грязь (чистая зола 0.5-0.6. %) [1, 5].



Рис. 5. Аппарат для процесса дефекации



Рис. 6. Аппарат для процесса сатурации

Далее, **сульфитация** (рис. 7), влияние диоксида серы на сок, образующаяся сернистая кислота. Такая обработка служит для обесцвечивания оставшихся органических соединений, но и замечательным методом антисептического воздействия на сок. Уменьшается вязкость сока и его щелочность, а это способствует наилучшей кристаллизацией сахара. Этот метод тоже проходит в агрегатах, сульфитаторах с применением газа (где расход газа 30-40кг на 100 тон свеклы). Сгущение сока проходит в два этапа. При первом начинается выпаривание воду в выпарной установке (при этом сухих веществ в соке 65-70%). А при втором этапе, происходящем в вакуумных аппаратах для кристаллизации (сухих веществ уже 92-93%,

утфель). Чаще всего перед вторым этапом сгущения, готовую массу фильтруют и сульфитируют дополнительно [1, 4].



Рис. 7. Сульфитатор

Кристаллизация завершает все стадии изготовления сахара в 2-3 этапа. Первое, уваривание способствует появлению густой вязкой массы (утфель). После содержимое помещают в центрифуги, куда при необходимости добавляют сахарную пудру 950-100гр.), что способствует скорейшей кристаллизации. Процесс кристаллизации и сгущения часто чередуют для отделения остаточной сахарозы (0.06-0.1% сахарозы от общей массы). При работе на данном этапе с центрифугой производится не только сахароза, но и кристаллический раствор. Который возвращают в агрегат для уваривания, после чего получаем кормовую патоку и желтизну сахарозы. Так получается, что любой остаток от производства сахара можно вернуть на несколько этапов и стадий обратно.

В конце кристаллизации, сахарозу подвергают сушке в сушильной машине (влаги не более 0.14%) [1, 5].



Рис. 8. Сульфитатор

Далее упаковка и транспортировка готовой продукции.



Рис. 9. Сахар в мешке

Вывод: процесс производства очень трудоемкий, ответственный. В котором громадную роль играет техническая оснащенность, иначе изготовление сахара-песка было бы очень долгим.

Библиографический список

1. Технология сахарного производства: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Технология продуктов питания», спец. «Технология сахаристых продуктов». 2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1998. 494 с. ISBN 5-10-003073-9.
2. Технология сахарного производства: учебник для вузов по спец. «Технология сахаристых веществ». М.: Агропромиздат, 1986. 430 с.
3. *Славянский А. А.* Специальная технология сахарного производства [Электронный ресурс]: учебное пособие. 2-е изд., испр. СПб.: Лань, 2020. 216 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/133893> (дата обращения: 10.11.2024).
4. Технология производства сахара из сырца / И. Ф. Бугаенко, Н. А. Чернышева. М.: Союзроссахар, 2002. 290 с. ISBN 5-94688-030-6.
5. ГОСТ 33222-2015 Сахар белый. Технические условия: дата введения 2016-07-01. М.: Стандартинформ, 2019. 23 с.