

УДК 632.9, 632.9
МРНТИ 65.37.03

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАТРАТ НА ОБРАБОТКУ ЗАРАЖЕННОЙ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

А.И. ИЗТАЕВ¹, М.М. МАЕМЕРОВ¹, М.А. ЯКИЯЕВА^{1*}, А.Н. ЖАКАТАЕВА¹, Б.Ж. МУЛДАБЕКОВА¹

(¹АО «Алматинский технологический университет», Алматы, Казахстан)

E-mail: yamadina88@mail.ru

В статье рассматривается эффективность использования ионоозонаторной установки для хранения сахарной свеклы. Для определения эффективности хранения сахарной свеклы, заложенной в хранилища, нами рассчитаны затраты на традиционную и ионоозонную обработки. В результате было обнаружено, что экономическая эффективность хранения сахарной свеклы с применением ионоозонной технологии составляет 208 тг/т. На основе расчетных данных была рекомендована ионоозонная технология для хранения сахарной свеклы, в связи с тем, что она была почти 2,6 раза дешевле по сравнению с традиционной технологией.

Ключевые слова: озон, кавитация, сахарная свекла, обработка, хранение, экономическая эффективность.

ЭЛЕКТРОФИЗИКАЛЫҚ ҚҰРАЛДАРДЫ ҚОЛДАНЫП ЗАЛАЛДАНҒАН ҚАНТ ҚЫЗЫЛШАСЫН ӨНДЕУДІҢ ШЫҒЫНЫН ЭКОНОМИКАЛЫҚ БАҒАЛАУ

А.И. ИЗТАЕВ¹, М.М. МАЕМЕРОВ¹, М.А. ЯКИЯЕВА^{1*}, А.Н. ЖАКАТАЕВА¹, Б.Ж. МУЛДАБЕКОВА¹

(¹«Алматы технологиялық университеті» АҚ, Алматы, Қазақстан)

E-mail: yamadina88@mail.ru

Мақалада қант қызылшасын сақтау үшін ионоозонаторлы қондырғыны қолдану тиімділігі қарастырылды. Қант қызылшасын қоймада сақтау тиімділігін анықтау үшін біз дәстүрлі және ионозонды өңдеуге кеткен шығындарды есептедік. Нәтижесінде ионозон технологиясын қолдана отырып, қант қызылшасын сақтаудың экономикалық тиімділігі 208 тг/т құрайтындығы дәлелденді. Есептелген мәліметтер негізінде қант қызылшасын сақтауға арналған ионозон технологиясы ұсынылды, себебі бұл дәстүрлі технологиямен салыстырғанда шамамен 2,6 есе арзан болды.

Негізгі сөздер: озон, кавитация, қант қызылшасы, өңдеу, сақтау, экономикалық тиімділігі.

ECONOMIC EVALUATION OF THE COST OF TREATMENT OF INFECTED SUGAR BEETS WITH APPLICATION OF ELECTROPHYSICAL INSTALLATIONS

A.I. IZTAYEV¹, M.M. MAYEMEROV¹, M.A. YAKIYAYEVA^{1*}, A.N. ZHAKATAYEVA¹, B.ZH. MULDABEKOVA¹

(¹«Almaty Technological University» JSC, Kazakhstan, Almaty)

E-mail: yamadina88@mail.ru

The article discusses the effectiveness of the use of an ion-ozonizer for storing sugar beets. To determine the efficiency of storage of sugar beets in storage, we calculated the costs of traditional and ion-ozone processing. As a result, it was found that the economic efficiency of storing sugar beets using ion-ozone technology is 208 tg/t. Based on the calculated data, the ion-ozone technology for storing sugar beets was recommended, due to the fact that it was almost 2.6 times cheaper compared to traditional technology.

Key words: ozone, cavitation, sugar beet, treatment, storage, economic efficiency.

Введение

Сахар – это рафинированный продукт, который не содержит дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) или белков, а только химическую сахарозу. Основным и экономически эффективным сырьем сахарного продукта является сахарная свекла. Во всем мире 123 страны производят сахар, 80% которого производится из сахарного тростника и 20% из сахарной свеклы. Из одной тонны сахарной свеклы получается от 130 до 160 кг белого сахара. Некристаллизованный сахар остается с патокой, которая содержит 50% сахара. При урожайности сахарной свеклы в диапазоне от 55 до 65 тонн/га ожидаемая урожайность сахара в идеальных условиях составит 6,6-7,8 тонн/га. Сахарная свекла имеет гораздо более высокое содержание азота, чем сахарный тростник, и эти соединения азота могут влиять на определенные этапы обработки.

Литературные и патентные исследования по борьбе с болезнями и паразитами, а также обработки перед хранением показывают, что для значительного повышения сохранности и урожайности сахарной свеклы необходимо разработать новые технологии обработки. В подавляющем большинстве случаев потери сахарной свеклы обусловлены развитием кагатной гнили. Снижение ущерба причиняемого заболеванием — сложная, комплексная проблема, решение которой затруднено широчайшим набором патогенов грибной и бактериальной природы [1-2].

До сих пор не решены вопросы по контролю состояния сахарной свеклы в процессе приемки, обработки и длительного хранения. Для этой цели отсутствуют соответствующие новые методы и измеряющие приборные средства.

Учеными Алматинского технологического университета впервые создана новая методика контроля состояния и качества сахарной свеклы в зависимости от степени зараженности микроорганизмами. Необходимо вести контроль с помощью приборов, вести сортирование сахарной свеклы на определенные классы по степени зараженности. Вести обработку и дальнейшее хранение самыми наилучшим методам, обеспечивающими минимальные потери и сохранность качества при длительном хранении.

Ионоозонаторная установка с ионоозонаторной кавитационной емкостью, также вы-

полняет все функции ионной, озонной, гидроионной и гидроозонной установок.

Эффективность ионоозонаторной установки с ионоозонаторной кавитационной емкости получена не только путем совершенствования и совмещения электрических схем озонаторной и ионаторной установок, но и подбором материалов, расчётных геометрических размеров и пропорций, а также применения специальных электродов. Согласно расчетам и экспериментально-исследовательским работам в установках внедрены конструктивные решения и параметры для оптимальных и безвредных режимов синтеза экологически чистой ионоозонной смеси. Всю эту универсальность объединяет не только схожесть и этапы процессов синтеза ионоозонной смеси, ионоозонирования воды и их взаимосвязанные квантовофизические процессы, происходящие в биологической среде при их обработке, но и в конструктивном исполнении. Тем более, что синтез ионоозонной смеси сопровождается образованием ионов разных знаков электрической полярности.

Азот и углерод, оставшиеся после преобразования в озон и после расщепления молекул оксидов азота и углерода, имеющих положительный знак электрической полярности, прилипают к конструкции генератора ионов, имеющего отрицательный знак электрической полярности, тем самым происходит синтез озона и ионов кислорода без всевозможных примесей. При этом частота электрического тока не должна превышать 50 кГц.

Ионоозонная смесь очищает воздух и обеззараживает воду, с насыщением их кислородом. Насыщенная ионоозонной смесью вода стерилизуется сама, и определенное время является стерилизующим компонентом. Ионоозонированная вода с большим успехом применяется в пищевой и перерабатывающей промышленности, а также в производствах АПК [3-4].

Нами созданы опытно-экспериментальные установки ионатора, озонатора, ионоозонатора и кавитационной емкости по обработке сыпучих, вязких и жидких продуктов.

В ходе проведения литературного поиска исследованы техники и технологии длительного хранения сахарной свеклы и борьба с болезнями при хранении, в том числе болезни сахарной свеклы во время хранения, обеспечение безопасного хранения,

традиционные методы борьбы с болезнями корнеплодов сахарной свеклы и современные технологии длительного хранения сахарной свеклы. Для эффективного хранения сахарной свеклы нами впервые предлагается инновационная озонно-кавитационная технология [5-6].

Нами были проведены экспериментальные исследования и расчеты экономической эффективности электрофизических методов, в том числе ионоозонной обработки для хранения сахарной свеклы.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования является сахарная свекла. Образцы сахарной свеклы были обработаны ионоозонными потоками с целью уничтожения болезнетворных микроорганизмов и данный метод был сравнен с традиционными технологиями хранения. В исследовании были применены следующие методы: стандартные методы хранения – траншейное, кагатное, герметичное. Для обработки сахарной свеклы озонными и ионоозонными потоками использована ионоозонаторная установка.

Результаты и их обсуждение

Учеными Алматинского технологического университета создана ионоозонаторная

установка, предназначенная для обработки сахарной свеклы озонными и ионоозонными потоками.

Источником электрического тока для озонаторной и ионаторной установок служит мощный фазовый регулятор напряжения, работающий на базе микромощной интегральной микросхемы ГРН-1-220, которая в свою очередь управляет мощным тиристором Д5 (КУ 202Н). Благодаря включению тиристора через выпрямительный мост на диодах Д247А (Д1–Д4) под нагрузкой протекают токи обеих полупериодов, что в 2 раза эффективнее однополупериодного источника питания.

Также, благодаря фазовому управлению нагрузкой тиристором, возникают импульсы с крутыми фронтами напряжения, что даёт повышение производительности и повышение напряжения на контуре ионоозонатора.

Причём, концентрация озона или молекулярных ионов будет преобладать там, где больше вольтамперная нагрузка, выдаваемая регулятором. Регулирование момента открытия тиристора переднего крутого фронта осуществляется резистором R2(330к) от 0 - 180°.

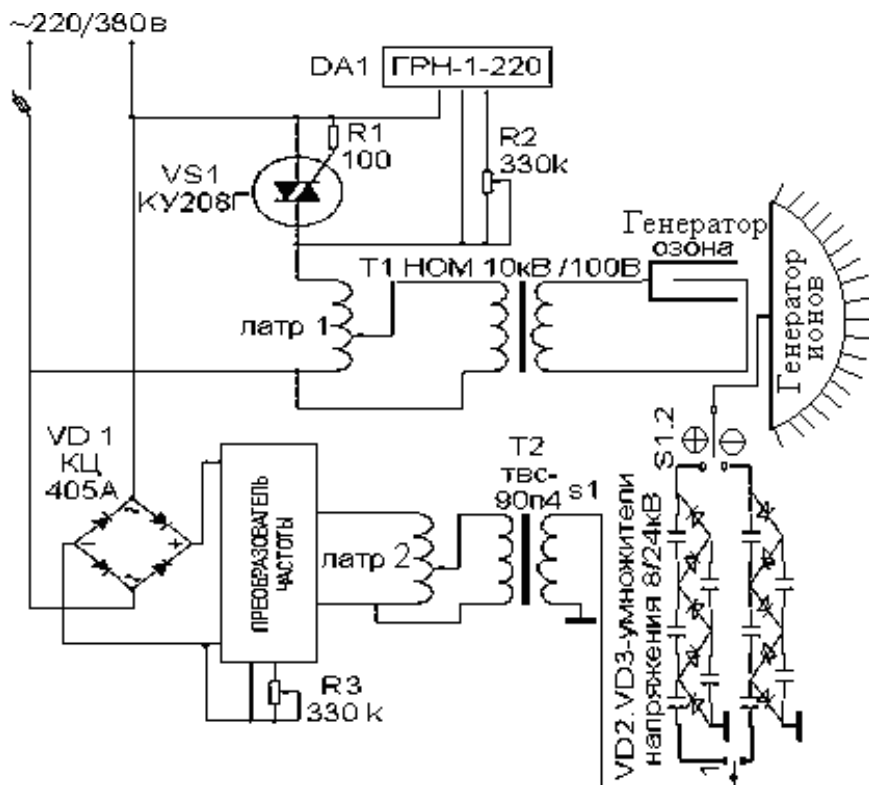


Рисунок 1 – Электрическая схема ионоозонатора

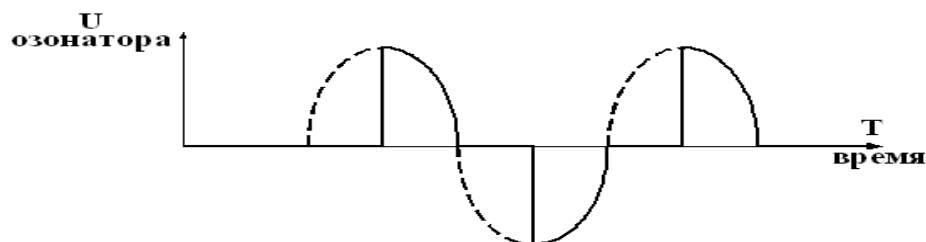


Рисунок 2 – Крутой фронт открытия тиристора

Данное устройство апробировано в области здравоохранения, коммунального хозяйства, ветеринарии, в производстве продукции сельскохозяйственных, зерновых и пищевых производств.

Ионаторные, озонаторные и ионоозонаторные установки можно готовить для тоннажного производства электроразряженных смесей, которые долговечны в работе, не требуют специальных профилактических работ, что позволяет готовить установки разной направленности, разной производительности и мощности с большой концентрацией озона и количества ионов, а также их смесей.

Нами проведена экономическая оценка затрат на обработку зараженной сахарной свеклы с применением электрофизических установок и сравнены затраты на ее хранение с традиционными методами.

На заводе свекла складывается в большие стеки и обработка проходит до февраля. Сахарная свекла остается в грузовиках до тех пор, пока не прибудет на перерабатывающие заводы, где ее сбрасывают и накрывают известью. Почти все заводы хранят таким традиционным методом, но такой метод затрудняет процесс мойки и также переработки.

Для определения эффективности хранения сахарной свеклы, заложенной в хранилища, необходимо учитывать по себестоимости и рыночной стоимости на моменты ее укладки и реализации после хранения. Прибыль от традиционного хранения (P_x) в этом случае определяется по формуле [7]:

$$P_x = C_2 K_2 - (C_1 K_1 + Z_T), \quad (1)$$

где: C_1, C_2 – средняя цена реализации плодов соответственно в период закладки на хранение (сентябрь-октябрь) и после хранения (январь-март), тг.;

K_1, K_2 – соответствующее количество заложенных на хранение и реализованных плодов, ц;

Z_T – материально-денежные затраты на хранение, тг. Материально-денежные затраты

должны учитывать и годовую амортизацию плодохранилища, которая зависит от срока его службы.

При определении эффективности хранения продукции, заложенной в хранилища с применением ЭНТ, необходимо учитывать также себестоимость и рыночную стоимость на моменты ее укладки и реализации после хранения. Прибыль от хранения с применением ЭНТ ($P_{x_{ЭНТ}}$) в этом случае определяется подобным образом по формуле [7]:

$$P_{x_{ЭНТ}} = C_{2_{ЭНТ}} \times K_{2_{ЭНТ}} - (C_{1_{ЭНТ}} K_{1_{ЭНТ}} + Z_{T_{ЭНТ}}) \quad (2)$$

где: $C_{1_{ЭНТ}}, C_{2_{ЭНТ}}$ – средняя цена реализации плодов соответственно в период закладки на хранение с применением ЭНТ (сентябрь-октябрь) и после хранения (январь-март), тг.;

$K_{1_{ЭНТ}}, K_{2_{ЭНТ}}$ – соответствующее количество заложенных на хранение и реализованных плодов, ц;

$Z_{T_{ЭНТ}}$ – материально-денежные затраты на хранение с применением ЭНТ, тг. Материально-денежные затраты должны учитывать и годовую амортизацию плодохранилища с учётом амортизации техники ЭНТ, которая также зависит от срока его службы.

Рентабельность хранения (P_x) рассчитывают как процентное отношение прибыли, полученной от хранения, к материально-денежным затратам с учетом стоимости заложенных плодов [7]:

$$P_x = \frac{P_x}{C_1 K_1 + Z_T} \quad (3)$$

Рентабельность хранения ($P_{x_{ЭНТ}}$) рассчитывают также, как и процентное отношение прибыли по традиционной технологии, полученной от хранения, к материально-денежным затратам с учетом стоимости заложенных плодов с применением ЭНТ [7]:

$$P_{x_{ЭНТ}} = \frac{P_{x_{ЭНТ}}}{C_{1_{ЭНТ}} K_{1_{ЭНТ}} + Z_{T_{ЭНТ}}} \cdot 100\% \quad (4)$$

Степень использования емкостей плодохранилищ обеих технологий (Эф) исчисляется одинаково как отношение фактичес-

кого объема хранения в тонно-днях к возможному его объему, % [7]:

$$\Theta_{\phi} = O_{\phi} / O_{\nu} 100\% O_{\nu}$$

Фактический объем хранения (O_{ϕ}) в тонно-днях определяется по материалам первичного учета. Возможный объем хранения в тонно-днях определяет по формуле [7]:

$$O_{\nu} = O * Д, \quad (5)$$

где: O – проектная мощность плодохранилища, т;

$Д$ – число дней, в течение которых хранятся основные сорта данной зоны.

Перед укладкой свеклы подкагатные земляные площадки выравнивают, поливают водой и для дезинфекции обрабатывают известковым молоком плотностью 1,03-1,05 г/см³ (5 л на 1 м²). На ряде заводов применяют бетонные кагатные поля. Чтобы уменьшить интенсивность прорастания, корнеплоды свеклы перед укладкой в кагаты обрабатывают 1 %-ным водным раствором гидроксида малеиновой кислоты в количестве 3-4 л/т или смесью хлорной извести и фильтрационного осадка. Свеклу, содержащую подвяленные и сильно механически поврежденные корнеплоды, обрабатывают пирокатехином. Большинство сахарных заводов применяют данный способ хранения, но оно затрудняет процесс мойки и переработки. Средняя стоимость обработки традиционным методом на 1 тонну сахарной свеклы составляет – 335 тг.

При изучении экономической эффективности переработки продукции используют следующую систему показателей: себестоимость, прибыль, уровень рентабельности, трудоемкость, расход сырья по традиционной и инновационной технологии на весь объем продукции при хранении.

При ионноозонной обработке сахарной свеклы перед закладкой на хранение и хранение сахарной свеклы в зоне электрозаряженных частиц азота аэрация, прорастание и загнивание корнеплодов сахарной свеклы исключается до минимума.

Для подавления жизнедеятельности микрофлоры на корнеплодах в количестве 1 тн ЭНТ применяется ионноозонная смесь с концентрацией озона 4 г/м³ и количество молекулярных ионов кислорода 100000 ед/см² с экспозицией по времени 15 минут.

Затраты на 1 м³ сахарной свеклы (полезный вес 1 м³ сахарной свеклы = 997 кг/м³) с применением ЭНТ являются:

$$M \text{ озон уст} = 4 \text{ кВ} \times 0,07 \text{ А} = 0,28 \text{ кВт/ч};$$

$$M \text{ ион уст} = 24 \text{ 000 кВ} \times 0,00001 \text{ А} = 0,24 \text{ кВт/ч};$$

Мощность ионноозонаторной установки при обработке сахарной свеклы:

$$M \text{ ионоз уст} = 0,28 \text{ кВт/ч} + 0,24 \text{ кВт/ч} = 0,52 \text{ кВт/ч};$$

$$3 \text{ тг энт} = 0,52 \text{ кВт/ч} \times 16,65 \text{ тг.} = 8,658 \text{ тг/тн.}$$

где: M озон уст – мощность, потребляемая озонаторной установкой, кВт/ч;

M ион уст – мощность, потребляемая ионаторной установкой, кВт/ч;

M ионоз уст – мощность, потребляемая ионноозонаторной установкой, кВт/ч;

3 тг энт час – стоимость 1 кВт/ч на 20.10.2019 г = 16,65 тг/ч.

Стоимость ионноозонной обработки 1 тн сахарной свеклы в течении 15 минут равна:

$$3 \text{ тг энт час} / 4 = 8,658 \text{ тг/тн.} : 4 = 2,2 \text{ тг.}$$

Стоимость обработки сахарной свеклы в зоне электрозаряженных частиц азота в течении 1 часа равна:

$$M \text{ азот уст} = 24 \text{ 000 кВ} \times 0,00001 \text{ А} = 0,24 \text{ кВт/ч} \times 16,65 \text{ тг/ч.} = 3,996 \text{ тг} = 4,0 \text{ тг/ч.}$$

Всего стоимость ионноозонной обработки и обработки сахарной свеклы в зоне электрозаряженных частиц в течение 15 минут равна:

$$8,7 \text{ тг} + 4,00 \text{ тг} = 12,7 \text{ тг/ч}$$

Средняя стоимость ионноозонной обработки на 1 тонну сахарной свеклы составляет – 127 тг.

Экономический эффект хранения сахарной свеклы с применением ионноозонной технологии составляет: 335 – 127 = 208 тг/т

Заключение

Эффективность экспериментального образца электрофизической установки для проведения исследования по установлению технологических режимов обработки для уничтожения болезнетворных микроорганизмов была сравнена с традиционной технологией хранения сахарной свеклы. Экспериментальный образец ионноозонаторной установки воздействует с молекулярными и атомарными ионами на биологические объекты и восстанавливает больные клетки, повышает биологическую ценность растительного сырья и продуктов его переработки. На основе анализа и сопоставления значений была рекомендована инновационная электронанотехнология (ЭНТ) для хранения сахарной свеклы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Манжесов В.И., Попов И.А., Щедрин Д.С. Технология хранения растениеводческой продукции: учебное пособие. – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2009. – 249 с.
2. Iztaev A.I., Dautkanova D.R., Dautkanova N.B., Yerbulekova M.T., Toxanbayeva B.O. New Natural Sugar Substitute in Baking Industry // 5-th World Engineering Congress (WEC-2013) «Pakistan Engineering Council at National University of Sciences Tehnology». – Islamabad, 2013. – P.6-7.
3. Iztaev A., Kulajanov T., Maemerov M. Application of the electromagnetic ion-ozone nanotechnology in the production of cereals. // The Second north and east European congress on food, NEEFood-2013. – Kyiv, 2013. – P. 34 -35.
4. Вертуш А.Н. Пути интенсификации свеклосахарного производства. - Минск: Юнипак, 2002. – 109 с.
5. Изтаев А.И., Якияева М.А., Кизатова М.Ж., Маемеров М.М. Эффективность ионокавитационной обработки для устойчивого хранения масличных культур в газовой среде азота // Вестник Алматинского технологического университета. – №3 (116) – 2017. – С. 86-92.
6. Изтаев А.И., Маемеров М.М., Якияева М.А., Фейденгольд В.Б. Длительное хранение обработанных семян зернобобовых культур в охлажденных условиях // Вестник Алматинского технологического университета. – №3 (112). – 2016. – С. 99-106.
7. Эффективность производства, хранения и переработки плодов и ягод. Режим доступа: https://studwood.ru/701472/ekonomika/effektivnost_p_roizvodstva_hraneniya_pererabotki_plodov_yagod
Дата обращения: 05.03.2020 г.