

2. Техническое обслуживание сельскохозяйственной техники: учебн. пособие [Текст] / А.В. Новиков и др.; под ред. А.В. Новикова. – Минск: РИПО, 2012. – 352 с. : ил.

3. Диагностика и техническое обслуживание машин [Текст] / А.В. Новиков и др.; под ред. А.В. Новикова. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 340 с.

4. Дунаев, А.В. Совершенствование нормативно-технической документации на техническое обслуживание машинно-тракторного парка [Текст] / А.В. Дунаев, И.Д. Гафуров, Н.У. Вахитов // Тракторы и сельхозмашины. 2014, № 8, С. 40–42.

5. Технологические рекомендации по повышению ресурса агрегатов тракторов ремонтно-восстановительными добавками к смазочным маслам [Текст] / А.В. Дунаев и др. – М.: Росинфорагротех, 2013.

6. Тимошенко, В.Я. Совершенствование планирования и организации технического обслуживания тракторов сельскохозяйственных предприятий [Текст] / В.Я. Тимошенко, Д.А. Жданко, Е.С. Некрашевич // Агронарама. – 2017. – № 1. – С. 36–39.

УДК 635.21.077: 621.365

## **ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ КАРТОФЕЛЬНОГО СОКА**

**И.Б. Дубодел, канд. техн. наук, доцент,**

**П.В. Кардашов, канд. техн. наук, доцент,**

**В.С. Корко, канд. техн. наук, доцент**

*БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

*Аннотация.* Разработаны технологические основы электрокоагуляции белков картофельного сока.

*Abstract.* The technological foundations of electrocoagulation of potato juice albumens have been developed.

*Ключевые слова:* картофельный сок, белок, электрокоагуляция, pH среды.

*Keywords:* potato juice, albumen, electrocoagulation, pH of environment.

### **Введение**

Ежегодно в Республике Беларусь при производстве картофельного крахмала получают свыше 100 тыс. тонн сока, содержащего более 3 тыс. тонн белка. Применяемые на сегодняшний день методы и технологии его обработки являются несовершенными. Кроме того, применяемые решения не всегда являются экономически обоснованными и энергетически эффективными.

Во всех случаях очистки первой стадией является механическая очистка, предназначенная для удаления взвесей и дисперсно-коллоидных

частиц. Последующая очистка от загрязняющих веществ осуществляется различными методами: физико-химическими (флотация, абсорбция, ионный обмен, дистилляция, обратный осмос, ультрафильтрация и др.); химическими (реагентная очистка); электрохимическими; биологическими; прочими.

### Основная часть

В настоящее время наиболее эффективным является электрохимический метод, к которому относят электрокоагуляцию.

Достоинства электрокоагуляции состоят: компактности установки, простоте управления; отсутствие химических реагентов; невысокое потребление электроэнергии; малая чувствительность к изменению условий проведения очистки (рН среды, температура и т.д.); высокой степени очистки, получении осадка с хорошими структурно-механическими свойствами; возможности получения белков для производства корма для животных.

Предлагаемый способ коагуляции белков основан на химическом действии электрического тока, позволяющий снизить энергоемкость процесса и увеличить выделение белков.

Коагуляция белковосодержащих сред под действием внешнего электрического поля зависит от баланса трех энергий – межмолекулярного притяжения  $W_m$ , электростатического отталкивания  $W_e$ , диполь-дипольного взаимодействия частиц  $W_o$  [1..4].

Коагуляция происходит в случае, когда энергия молекулярного притяжения и дипольного взаимодействия превосходит энергию электростатического отталкивания, т.е. при отрицательном знаке суммарной энергии. Анализ уравнения, проведенный на ЭВМ, показал, что суммарная энергия взаимодействия коллоидных частиц в наибольшей мере зависит от температуры  $T$  и потенциала диффузной части двойного слоя  $\psi_0$ . Следовательно, возможна тепловая и химическая коагуляция.

Тепловая коагуляция происходит при температуре выше  $60^{\circ}\text{C}$ . Химическая коагуляция возможна при  $\psi_0 = (30..40) \cdot 10^{-3}\text{В}$ . Так как  $\psi_0$ -потенциал не поддается экспериментальному определению, его заменяют на электрокинетический потенциал  $\zeta$  (дзета-потенциал), близкий по значению. На величину электрокинетического потенциала, особенно растворов белков, влияет рН среды, так как водородные и гидроксильные ионы обладают высокой способностью адсорбироваться; первые – благодаря малому радиусу, что позволяет им близко подходить к поверхности частицы, вторые – из-за большого дипольного момента. В кислой среде  $\zeta$  – потенциал имеет положительный знак, а в щелочной – отрицательный. Значение  $\zeta$  – потенциала равно нулю соответствует изоэлектрической точке (ИЭТ). В этой точке белки наименее устойчивы, так как число взаимодействующих ионизированных щелочных и кислотных групп в белковой молекуле будет одинаково и приведет к сворачиванию ее в клубок, плотность которого

го вследствие сил притяжения между разноименно заряженными группами максимальна. ИЭТ различна для разных растворов белков и колеблется от рН = 2 до рН = 11. Для картофелекрахмальных предприятий ИЭТ соответствует рН  $\approx$  4,8. Следовательно, изменяя рН можно воздействовать на значение  $\zeta$  - потенциала, а значит на суммарную энергию взаимодействия молекул белков и, в конечном счете, на процесс коагуляции.

Изменить рН среды можно воздействием внешнего электрического тока, регулируя вводимое количество электричества  $Q$ , при определенном значении которого белок переходит в изоэлектрическое состояние, наиболее благоприятное для его коагуляции, то есть варьируя величину  $Q$ , можно воздействовать на значение электрокинетического потенциала и тем самым контролировать коагуляционные процессы. Кроме того, способ коагуляции белковых молекул снижением  $\zeta$  - потенциала предпочтительнее способу, основанному на изменении температуры, так как требует меньших затрат энергии.

Оптимальные параметры электрокоагуляции белков сока определены методом Монте-Карло. Критерием оптимизации служил минимум энергии взаимодействия белковых частиц. В результате получены следующие значения факторов, степень коагуляции при которых максимальна: количество электричества –  $(6,5 \dots 7,5) \cdot 10^3$  Кл/кг; рН среды – 4,6...5,0; температура обработки – 30...40<sup>0</sup>С. Выход белков составил 93...95%.

#### **Заключение**

Таким образом, электрохимический способ увеличивает выход белков на 10...40%. Эффективность способа обработки подтверждена лабораторией транспорта и регуляции обмена веществ растений института экспериментальной ботаники АН РБ.

Максимально полный сбор и переработка белкосодержащих продуктов, переход на безотходные энергоэкономичные технологии позволит также решить проблему охраны окружающей среды и получить ощутимый экономический эффект.

#### **Список используемой литературы**

1. Эстрелла-Льонис В.Р., Духин С.С. Поляризационные взаимодействия и электрокоагуляция // Коллоидный журнал – 1981, Вып. 5 т.43.
2. Дерягин Б.В. Теория гетерокоагуляции, взаимодействие и влияние разнородных частиц в растворах электролитов // Коллоидный журнал – 1954, вып.16 т.6.
3. Эстрелла-Льонис В.Р. и др. Об энергии взаимодействия двух физических коллоидных частиц во внешнем электрическом поле // Коллоидный журнал 1974, вып. 6 т. 36.
4. Дерягин Б.В. Устойчивость коллоидных систем // Успехи химии – 1979, № 4 т.48.