

Мировой опыт показывает [1, 2], что рынок с его стремлением к минимизации издержек не способствует решению проблем охраны окружающей среды. Достижения промышленно развитых стран в этой сфере и ресурсосбережения базируются не только на гибкости рыночной экономики, способной на быструю сырьевую переориентацию, они подкреплены дальновидной государственной политикой и финансированием, стимулирующим утилизацию отходов и уменьшение их негативного воздействия на окружающую природную среду.

Прежде всего, это стимулирование получения альтернативной энергии, необходимость которого отражена в законе Республики Беларусь «О возобновляемых источниках энергии», дает инвесторам преференции на 10 лет (повышенные тарифы на закупку электрической энергии), и за это время инвестиции необходимо окупить. Однако, когда затраты будут погашены, закупка пойдет уже по понижающей ставке. То есть город будет получать дешевую электроэнергию. В любом случае страна не тратит лишнюю валюту на импорт газа и получает экономическую выгоду. К тому же эти технологии способствуют улучшению экологии и сохранению озонового слоя.

#### Литература

1. Биоэнергетика: пособие/ Коротинский В.А., Гаркуша К.Э.. – Минск: БГАТУ, 2011 – 148 с.
2. Б.Эдер, Х.Шульц Биогазовые установки, Практическое пособие / Под научной редакцией И. А. Реддих. – М: Zorg Biogas, 2011 – 268с.
3. Закон Республики Беларусь «О возобновляемых источниках энергии» от 27 декабря 2010 г. №204-З.

УДК 66.087.5:637.146.4

### **К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯЦИИ БЕЛКОВ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ**

**Кривовязенко Д.И.**

БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Сыворотка, жидкий побочный продукт, образующийся при производстве сыра, казеина и йогурта, является одним из крупнейших источников пищевого белка.

Производство молока в 2018 году составило: в мире 700 млн. т.; в Беларуси 7,5 млн. т. В Беларуси цельное молоко занимает 15 %, остальное перерабатывают. Побочный продукт переработки - молочная сыворотка составляет 90 %. Часть сыворотки перерабатывают, около 50 % сливают в канализацию. При этом теряют 25 тыс. т. белка ежегодно и загрязняют окружающую среду. Изыскание способов полного выделения белков из сыворотки, снижение энергоемкости этого процесса, защита окружающей среды являются актуальными вопросами для нашей страны и мирового сообщества.

На сегодня разработаны ряд способов коагуляции белков молочной сыворотки: тепловые, термохимические, химические, механические, электрические. Все эти способы обладают рядом недостатков, наиболее существенным из них являются: тепловых – низкая степень выделения белков и высокая энергоемкость; механических – засорение мембран во время работы, продолжительность процесса; электрических - наличие труднорастворимого и неиспользуемого осадка. Таким образом, степень выделения белков у известных способов не превышает 60%, энергоемкость процесса достигает 0,3 МДж/кг сыворотки. Необходимо разработать способ позволяющий выделять до 90...95% белков при энергоемкости, не превышающей 0,05...0,1 МДж/кг сыворотки.

Устранение или снижение отмеченных недостатков возможно при электротехнологическом способе коагуляции, суть которого состоит в создании в молочной сыворотке концентрации анионов и катионов, соответствующей изоэлектрической точке коагуляции белков путем пропускания электрического тока через зоны, разделенные ионопроницаемой мембраной и тем самым влияя на рН среды и условия коагуляции.

Цель предлагаемой работы состояла в определении параметров электрического тока для коагуляции белков молочной сыворотки.

Совместно с БГУ, используя методы дифференциальной потенциометрии и брэнстедовской рК-спектроскопии, найдено изоэлектрическое число белков молочной сыворотки, лежащее в диапазоне рН 8...10.

Молочную сыворотку обрабатывали постоянным электрическим током в ячейке, разделенной мембранной перегородкой, варьируя количество электричества  $Q$  в пределах  $(0...15) \cdot 10^3$  Кл·кг<sup>-1</sup>, что изменяло рН среды от 5.0 до 11. На рисунке 1б дана зависимость выделения белка молочной сыворотки от количества электричества. Увеличение  $Q$  до  $6 \cdot 10^3$  Кл·кг<sup>-1</sup> приводит к максимальному выделению белка (95%). Дальнейший рост количества электричества не вызывает заметной коагуляции. Анализируя рисунок 1а видно, что наибольшему выделению белка соответствует рН = 8,9.

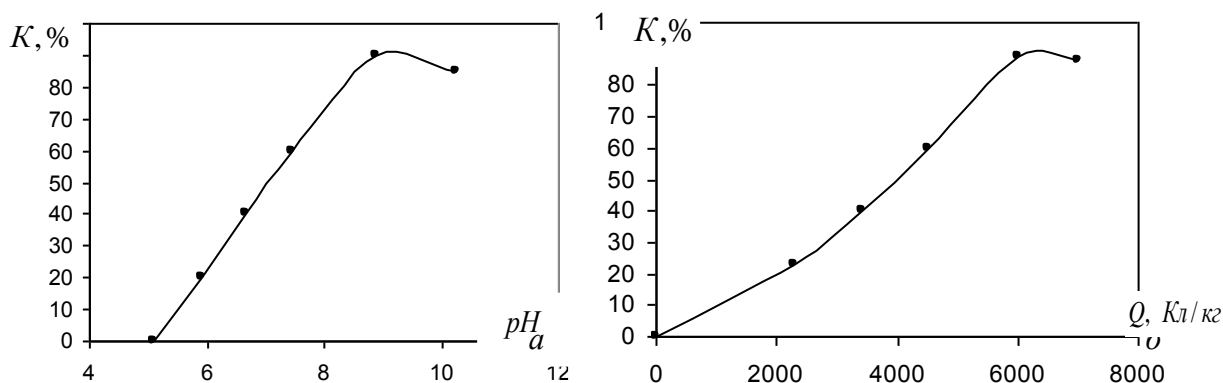


Рисунок 1- Зависимость выделения белка (K) молочной сыворотки от рН (а) и количества электричества Q (б)

Экспериментальными исследованиями установлены следующие оптимальные параметры электрокоагуляции:

- количество электричества –  $(5,5...6,5) \cdot 10^3$  Кл·кг<sup>-1</sup>;
- рН среды – 8...9;
- температура обработки – 20...30 °С.

Электротехнологический способ коагуляция позволяет выделить до 95% белков, при температуре не выше 30 °С, при этом энергоёмкость не превышает 0,12 МДж/кг, что ниже в 2...3 раза по сравнению с известными способами.

#### Литература

1. Храмцов А.Г., Нестеренко П.Г. Технология продуктов из молочной сыворотки: Учебное пособие. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 587 с.
2. Справочник по переработке молока // [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://dairyprocessinghandbook.com/ru/chapter/pererabotka-syvorotki>. – Дата доступа : 10.07.2019.
3. Зонтаг Т. и др. Коагуляция и устойчивость дисперсных систем. – Л.: Химия, 1973.

УДК 004.3

### МОДЕЛИРОВАНИЕ СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ В СРЕДЕ PROTEUS

Матвеев И.П., к.т.н., доцент  
БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время уровень развития материально-технической базы сельского хозяйства позволяет перейти от простого наполнения различной техникой к совершенствованию её структуры, повышению технического уровня на основе использования автоматизированных и роботизированных систем.