

4. Федорчук Е.Г. Эффективность использования кормовой добавки «ГидроЛактиВ» в рационах хряков / Е.Г. Федорчук, Г.С. Походня // Свиноводство и технология производства свинины: Сборник научных трудов научной школы профессора Г.С. Походни. – Выпуск 7. – Белгород: Белгородская ГСХА им. В.Я. Горина, 2012. – С. 58–60.

5. Федорчук Е.Г. Эффективность скармливания препарата «Мивал-Зоо» молодым и взрослым свиноматкам в период подготовки их к осеменению / Е.Г. Федорчук, Г.С. Походня // Проблемы животноводства: Сборник научных трудов. – Выпуск 9. – Белгород: Белгородская ГСХА, 2008. – С. 62–65.

УДК 621.365:637.146.4

**ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ
ПОТОЧНОГО ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯТОРА БЕЛКОВ
МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ**

Д.И. Кривовязенко, канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

den2056@rambler.ru

Аннотация: В статье представлена конструкция поточного электрокоагулятора, который позволяет извлекать белки из различных коллоидных сред. Разработаны технологические требования к электрокоагулятору, исследована схема движения сыворотки, получены оптимальные параметры электрокоагуляции белков.

Abstract: The article presents the design of a flow electrocoagulator, which allows the extraction of proteins from various colloidal media. Technological requirements for the electrocoagulator have been developed, the pattern of serum movement has been studied, and the optimal parameters for electrocoagulation of proteins have been obtained.

Ключевые слова: молочная сыворотка, электрокоагуляция, белок, количество электричества, плотность тока.

Keywords: whey, electrocoagulation, protein, amount of electricity, current density.

Введение

Мировое производство молочной сыворотки в настоящее время неуклонно растет [1]. Анализ отечественных и зарубежных источников [2...4] показывает, что проблема полного использования молочной сыворотки не решена ни в одной стране мира. Одним из способов утилизации молочной сыворотки является выделение из нее белков электрическим способом. Промышленное производство электрокоагуляторов белков молочной сыворотки, белков картофельного сока, других коллоидных растворов животного и растительного происхождения отсутствует [5, 6].

Основная часть

Электрокоагулятор предназначен для коагуляции белков молочной сыворотки. Он может быть использован для коагуляции белков картофельного сока и некоторых других коллоидных сред.

Электрокоагулятор должен выполнять следующие технологические требования:

- дозировать количества электричества, протекающего через сыворотку в пределах 5000...7000 Кл/кг;
- поддерживать в заданном диапазоне напряженность электрического поля 500...700 В/м и плотность тока 100...120 А/м²;
- обеспечивать продолжительность обработки сыворотки в течение 1600...1800 с;
- не превышать температуру сыворотки более 25...28 °С;
- изменять рН показатель в анодной зоне от 4,6 до 3...4, в катодной от 3...4 до 8...10;
- выделять после коагуляции не менее 90 % белков.

Разрабатываемый электрокоагулятор является диафрагменным (мембранным) с нерастворимыми (малорастворимыми) электродами. Электрокоагуляция протекает в обеих камерах электрореактора – анодной и катодной. Коагуляция основана на создании в молочной сыворотке *pH*, соответствующего изоэлектрическим точкам коагуляции белков, когда дзета-потенциал белковой молекулы принимает значение, при котором сила притяжения молекулы белков превосходит силы их отталкивания.

Исходя из вышесказанного, главным узлом электрокоагулятора является электрореактор к расчету которого и сводится разработка его конструкции. Другие узлы – это камеры отстоя сыворотки и осаждения твердых фракций, аэрация подачей воздуха или электрофлотацией, можно заимствовать из известных решений.

Разработка конструкции электрореактора требует решения следующих вопросов: нахождения оптимального соотношения объемов анодной и катодной зон; скорости и времени движения сыворотки в зонах; обеспечения разного по величине количества электричества в зонах, при его заданной величине технологическими требованиями; не превышения температуры сыворотки более 25...28 °С в зоне коагуляции.

Ограничение по температуре вытекает из теоретического рассмотрения процесса коагуляции. Если использовать мембрану с удельной проводимостью $0,7 \cdot 10^{-3}$ См/м, то теоретический расчет показывает максимальную возможную температуру на поверхности мембраны 28 °С.

Исследован ряд конструктивных решений исполнения электрореактора. Наибольший интерес из них представляют устройства с параллельным и последовательным движением сыворотки в анодной и катодной зонах [7, 8, 9].

На рис. 1 показана конструкция части электрореактора с параллельным движением сыворотки в зонах.

Испытания электрореактора в лабораторных условиях выявили следующие недостатки конструкции: ограниченность свободного выхода пены; трудность создания управляемого значения pH в катодной и анодной зонах; различную величину коагуляции белков по зонам – в анодной до 80 %, в катодной до 20 %. Следовательно, в целом коагуляция не превышает 60...70 %. Подобная конструкция электрореактора не может быть использована в электрокоагуляторах молочной сыворотки.

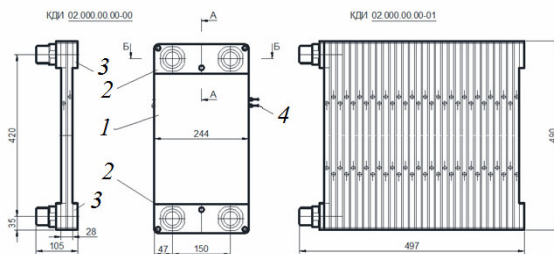


Рисунок 1 – Сборочный чертеж электрореактора с параллельным соединением электродных зон:
1 – стенка корпуса; 2, 3 – входные и выходные отверстия;
4 – токоподводящие винты

Коагуляция белков зависит от соотношения объемов анодной и катодной зон. Это установлено не только нашими исследованиями, но и в работах других авторов [8, 9, 10].

В результате разработана конструкция электрореактора, представленная на рисунке 2. Сыворотка поступает в верхнюю часть анодной зоны, проходит между электродом-анодом и мембраной, огибает внизу реактора мембрану, перетекает в нижнюю часть катодной зоны и подымается вверх, между анодом и мембраной выходит из реактора. Удаление сыворотки, пены, газов из любой зоны свободное, обусловленное только силами гравитации.

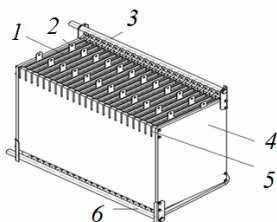


Рисунок 2 – Общий вид электрореактора

с последовательным соединением электродных зон:

- 1 – электроды; 2 – контакты подключения напряжения; 3 – трубки подвода сыворотки;
4 – стенка реактора; 5 – отверстия выхода сыворотки; 6 – трубка слива

Величину коагуляции белков достаточно легко регулируют скоростью движения сыворотки между электродами (подачей) при заданном напряжении на электродах.

Исходя из экспериментальных и расчетных результатов электрореактор должен иметь плоскопараллельные электроды, расстояние между которыми создает напряженность электрического поля $600...700$ В/м при напряжении питания 12 В. Соотношения анодной и катодной зон как 1:2. Между электродами должна быть мембрана из полиамидной плёнки толщиной $0,25 \cdot 10^{-3}$ м, установленная на расстоянии $(1,4...2) \cdot 10^{-2}$ м от катода и $(0,7...1) \cdot 10^{-2}$ м от анода. В нижней части реактора необходим свободный проток сыворотки из одной зоны в катодную. Движение жидкости свободное, под действием сил гравитации. Скорость движения сыворотки должна обеспечивать ее нахождение между электродами обеих зон в течение $1600...1800$ с.

Эти требования выполняют величиной напряжения питания, удельной проводимостью и подачей сыворотки, геометрическими размерами электродной системы реактора, которые находят расчетом.

Заключение

Разработанный электрический коагулятор белков молочной сыворотки позволяет извлечь более 90 % белков из молочной сыворотки при этом энергоемкость не превышает 0,12 МДж/кг сыворотки. Место электрокоагулятора в технологическом процессе – на трубопроводе, отводящем творожную сыворотку, после извлечения из нее творожной массы. Данное устройство позволяет обрабатывать и другие органические дисперсные гидросистемы – картофельный сок, влажные корма, различные соки и др.

Список использованной литературы

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь : [статистический сборник] / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И.В. Медведева (гл. ред.) [и др.]. – Информационно-вычислительный центр Национального статистического комитета Республики Беларусь, 2022. 211 с.

2. О переработке молочной сыворотки и внедрении наилучших доступных технологий / В. К. Топалов и др. Переработка молока. 2016. № 7. С. 17–19.

3. Храмов А.Г. Феномен молочной сыворотки. Санкт-Петербург : Профессия. 2011. 804 с.

4. Переработка молочной сыворотки: понятная стратегия, 5. The importance of whey and whey components in food and nutrition : proceedings of the 3rd International Whey Conference Munich 2021, Munich, September 2021 г. Munich, 2021. 411 p.

5. Тихомирова, Н.А. Технология и организация производства молока и молочных продуктов : учеб. пособие / Н.А. Тихомирова. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 560 с.

6. Колесников, В.А. Анализ, проектирование технологий и оборудования для очистки сточных вод / В.А. Колесников, Н.В. Меньшугина. – М. : ДеЛи принт, 2005. – 266 с.

7. Способ коагуляции белка : пат. RU 2 055 622 С1 / Л.С. Герасимович, Е.М. Заяц, И. Б. Ющенко. – Оpubл. 10.03.1996.

8. Алексеев, Е.В. Основы технологии очистки сточных вод флотацией : монография / Е.В. Алексеев – М. : Издательство АСВ, 2009. – 136 с.

9. Литманова, Н.Л. Совершенствование технологии локальной очистки сточных вод молокоперерабатывающих предприятий : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.04 / Н.Л. Литманова. – СПб., 2006. – 165 с.

10. Ющенко, И.Б. Разработка способа электрокоагуляции белка картофельного сока : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.02 / И.Б. Ющенко. – Минск, 1997. – 122 л.

УДК 636.4

ПРОФИЛАКТИКА СТРЕССОВ В СВИНОВОДСТВЕ

С.А. Костиюкевич, канд. с.-х. наук, доцент,

Д.Ф. Кольга, канд. тех. наук, доцент,

Т.М. Чумак, ст. преподаватель

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
kostiukievich@mail.ru*

Аннотация: Изменение внешних условий приводит к перестройке адаптивного поведения животных, их двигательной активности, что позволяет использовать этологические свойства для оценки состояния организма при различных способах производства.

Ключевые слова: стресс, свиньи, организм, продуктивность, профилактика.

Abstract: A change in the external conditions leads to restructuring the adaptive behavior of animals, their motor activity, which makes it possible to use ethological properties to assess the body state in different production modes. In this regard, there is an urgent need for total monitoring of the health status and activity of pigs.

Keywords: stress, pigs, body, productivity, prevention.

Введение

Перевод свиноводческих предприятий на промышленную технологию позволяет обеспечить непрерывность производства, рациональную эксплуатацию помещений, сократить протяженность коммуникаций, повысить производительность рентабельность труда и свиноводства. Вместе с тем, отдельные элементы и технологии производства свинины не отвечают эволюционно сложившимся физиологическим особенностям организма свиней и имеют стрес-