

электрического тока [1].

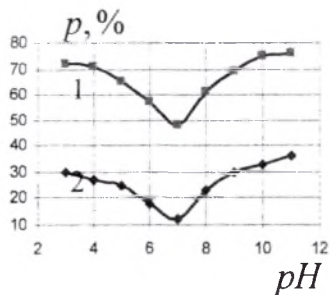


Рисунок 2 – Зависимость переваримости зерна ячменя (1, 2) и ржаной соломы (3, 4) от удельного количества электричества постоянного тока: 1, 3 – кислая; 2, 4 – щелочная среда

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Герасимович, Л.С. Технологические основы и опыт применения электрической обработки кормовых материалов / Л.С. Герасимович [и др.] // Вопросы агроэнергетики: Сб. науч. трудов / Под ред. Е.М. Зайца. – Мн.: УП «Технопринт», 2001. – с. 24...41.
2. Корко, В.С. Повышение эффективности процессов переработки и контроля влагосодержания злаков электрофизическими методами: монография / В.С. Корко – Мн.: БГАТУ, 2006. – 349с.
3. Баран, А.Н. Основы электробиотехнологии кормов / Л.С. Герасимович [и др.] // Вопросы агроэнергетики: Сб. науч. трудов / Под ред. Е.М. Зайца. – Мн.: УП «Технопринт», 2001. – с.78...92.
4. Заяц, Е.М. Электротермохимическая обработка органических гидросистем / Е.М. Заяц, М.М. Николаенко // Теория и практика машиностроения, 2003, №2. - с. 44...46.
5. Engel M.B., Pumper R.W., Joseph N.R. Proc. Soc. Exptl. Biol. Med., 128, 4, 990, 1968.
6. Заяц, А.Е. Модель электролитической активации продуцента кормовых дрожжей / А.Е. Заяц. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - М.: 2006, №8.- с. 13...16.
7. Заяц, Я.М. Да пытання электракаагуляцыі бялкоу бульбянога соку / Я.М. Заяц, І.Б. Юшанка // Весці акадэміі аграрных навук Беларусі, 1994, №3. –с. 118,119.

УДК 635.21.077; 621.365

### ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРООБРАБОТКИ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Заяц Е.М., д.т.н., профессор, Кривовязенко Д.И., ст. преподаватель

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»  
г. Минск Республика Беларусь

Ежегодно в Беларуси производится около 900 тыс. тонн молочной сыворотки. Промышленной переработке подвергается не более 20%. Использование белка сыворотки могло бы дать народному хозяйству до 9 тыс. тонн высокоценного белка, снизить отрицательное воздействие сточных вод молочных предприятий на окружающую среду. Одним из перспективных способов выделения белка является электрокоагуляция. Реализация способа требует изучения физических характеристик молочной сыворотки.

В работе исследована молочная сыворотка с содержанием сухих веществ 6-7%, начальным pH 4,8 – 5. Измерения проводили в специальных ячейках, наиболее соответствующих технологии обработки молочной сыворотки. Измерительная ячейка представляла собой камеру прямоугольной формы из диэлектрического материала с плоскопараллельными электродами из графита, разделенную полиамидной мембранной

перегородкой.

Проводимость зависит от водородного показателя молочной сыворотки. В анодной и катодной зоне она снижается (рисунок 1), это является, по нашему мнению, следствием протекания коагуляционных процессов и появления в сыворотке взвешенных частиц белка.

Зависимость изменения удельной электрической проводимости молочной сыворотки от pH получили по экспериментальным данным методом парного линейного регрессионного анализа [2]:

$$\gamma_{pH} = 0,0088 + 0,0253 pH - 0,0019 pH^2 \quad [1]$$

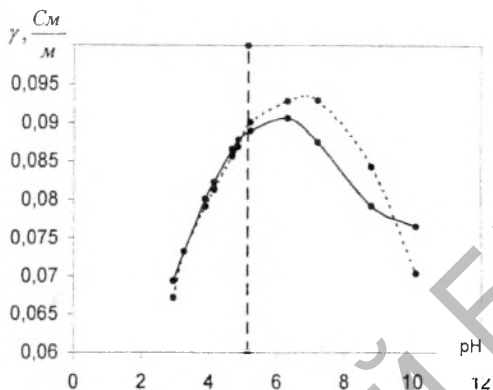


Рисунок – 1 Зависимость проводимости молочной сыворотки от pH:

— экспериментальная, - - - - - расчетная, - - - - - исходный pH.

Диапазон изменения температуры, в котором исследовали диэлькометрические свойства, показан на рисунке 2. Под действием температуры в исследуемом диапазоне удельная проводимость увеличивается на 15 – 20%.

Наиболее вероятное значение удельной проводимости молочной сыворотки при 20 °С,  $\gamma_{20} = 0,089 \text{ См/м}$ . Температурная характеристика удельной электрической проводимости сыворотки описывается общей зависимостью для проводников второго рода:

$$\gamma_t = 0,089[1 + 4 \cdot 10^{-3}(t - 20)]. \quad [2]$$

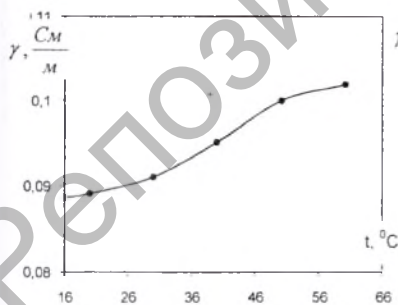


Рисунок 2 – Температурная характеристика удельной проводимости молочной сыворотки в зависимости от места электричества

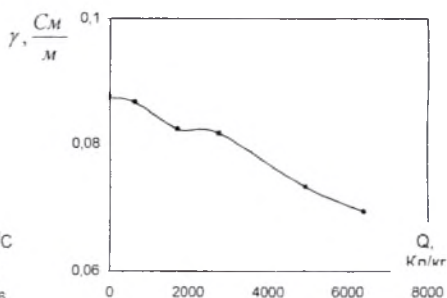


Рисунок 3 – Зависимость проводимости молочной сыворотки от количества электричества

С увеличением количества электричества, пропущенного через сыворотку, проводимость снижается в результате изменения pH (рисунок 3)

Для определения диэлектрической проницаемости  $\epsilon$  и тангенса угла диэлектрических

потерь  $tg\delta$  принят диэлектрический метод. Изменение диэлектрических свойств в процессе изменения частоты показано в таблице 1.

Диэлектрическая проницаемость молочной сыворотки увеличивается с ростом частоты электрического поля (таблица 1) под действием поляризационных явлений [1].

Таблица 1 – Изменение параметров диэлектрических характеристик сыворотки

Содержание в сыворотке белков, %	Измеряемый параметр	Частота, кГц			
		0,1	1	10	1000
2	$\epsilon$	61,7	45	11,2	39,76
	$tg\delta \cdot 10^{-3}$	5	557,8	55,8	53
4	$\epsilon$	12,08	5,76	1,73	12,16
	$tg\delta \cdot 10^{-3}$	675,5	186,9	39	44

Теплопроводность определяли методом монотонного разогрева образца внешним односторонним проходящим тепловым потоком. Удельную теплоемкость определяли методом динамического С-калориметра.

Таблица 2 – Теплофизические свойства молочной сыворотки

Теплопроводность, Вт/м·К	Удельная теплоемкость, Дж/кг·К
0,627	4124

Удельная электрическая проводимость молочной сыворотки при 20 °С составляет 0,089 См·м<sup>-1</sup>, изменяется в зависимости от места производства на 6%, температуры - 15-20 %. Исследованные кондукто- и диэлектрические свойства молочной сыворотки позволяют классифицировать ее как проводник второго рода.

Полученные результаты исследования физических свойств сыворотки позволяют описать механизм воздействия электрического тока на коагуляцию белка, обосновать конструкцию установки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Надь Ш.Б. Диэлектрометрия. - М.: Энергия, 1976. - 200с.
2. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул: Учеб. пособие. - М.: Высшая школа, 1982. - 224с.
3. Гинзбург А.С., Громов М.А., Красовская Г.И. Теплофизические характеристики пищевых продуктов: Справочник. - М.: Агропромиздат, 1990. - 287с.

УДК 631.563:621.3.014

### ОБОСНОВАНИЕ МАТЕРИАЛА ЭЛЕКТРОДОВ РАБОЧЕЙ КАМЕРЫ УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

Кардашов П.В., канд. техн. наук, доцент, Кардашов М.В., студент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

г. Минск, Республика Беларусь

Установка электротермохимической обработки фуражного зерна предназначена для повышения его кормовой ценности, и использования в кормоцехах фермерских хозяйств в линии обработки зерна. Основным конструктивным элементом установки является рабочая камера, представляющая собой систему токоподводящих плоско – параллельных электродов, разделенных гетерогенными ионоселективными мембранами.

Проблема выбора материала электродов, обладающих высокой стойкостью к воздействию щелочной и кислой среды, связана с явлениями эрозии. Эрозионную