

**РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ  
КАЧЕСТВА МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ ПУТЕМ СНИЖЕНИЯ  
ЕЕ КИСЛОТНОСТИ И РЕДОКС-ПОТЕНЦИАЛА ПРИ ОБРАБОТКЕ  
В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ ЭЛЕКТРОЛИЗА**

**DEVELOPMENT OF AN EFFECTIVE TECHNOLOGY TO IMPROVE THE QUALITY OF  
WHEY BY REDUCING ITS ACIDITY AND REDOX POTENTIAL WHEN PROCESSED IN  
THE  
ELECTROLYSIS ELECTRIC FIELD**

*Осадченко И.М.*, доктор химических наук, профессор  
*Горлов И.Ф.*, доктор с.-х. наук, профессор, академик РАН  
*Мосолова Н.И.*, доктор биол. наук  
*Данилеско А.А.*, научный сотрудник

*Osadchenko I.M.*, doctor of chemistry, professor  
*Gorlov I.F.*, doctor of agricultural sciences, professor, academician of RAS  
*Mosolova N.I.*, doctor of biological sciences  
*Danilesko A.A.*, researcher

Поволжский научно-исследовательский институт  
производства и переработки мясомолочной продукции, Волгоград

Volga region research institute of manufacture and processing  
of meat-and-milk production, Volgograd

В статье изложены данные о существующих способах (технологиях) кисломолочных продуктов, в частности, молочной сыворотки путем снижения ее кислотности и изменений окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) (редокс-потенциала). Недостатки их – в ограниченности сведений о параметрах электрообработки и качестве готового продукта. В результате исследования удалось повысить качество сыворотки путем электрообработки, снизить ее кислотность, в частности, изменить pH от 4,5 до 7-7,8 в оптимальных условиях проведения процессов.

The article presents data on the existing methods (technologies) of dairy products, in particular, whey by reducing its acidity and changes in the redox potential (redox potential). Their disadvantages - in the limited information about the parameters of electrical processing and quality of the finished product. As a result of the research, it was possible to improve the quality of serum by electrotreating, reduce its acidity, in particular, change the pH from 4.5 to 7.8 in optimal conditions of the processes.

**Ключевые слова:** молочная сыворотка, электролиз, электрическое поле, кислотность, технология.

**Keywords:** whey, electrolysis, electric field, pH, technology.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ГНУ НИИММП по теме АААА-А17-117-033-110-9-079-9.*

**Введение.** Современный уровень развития молочной промышленности России требует более жесткого подхода к проблеме сырьевой базы, в том числе созданию малоотходных технологий. В молочной промышленности вторичным сырьем является молочная сыворотка, получаемая при производстве творога.

Сыворотка содержит до 50% сухих веществ молока, что позволяет оценить ее как ценное сырье [1]. Сыворотка может служить основой для получения комбинированных продуктов, в том числе кисломолочных напитков [2, 3].

Важность проблемы объясняется также тем, что значительная доля сыворотки не перерабатывается, а сливается в канализацию, загрязняя водные объекты. Так как творожная сыворотка имеет повышенную кислотность, ее необходимо раскислять, для чего используются, в частности, электрохимические способы обработки (электроактивация, электролиз, электровоздействие) [2].

Этот метод является относительно новым научно-техническим направлением. Преимущество его перед реагентным методом состоит в том, что электрообработка позволяет избежать загрязнения окружающей среды и объектов исследований посторонними веществами.

Электролизная установка обычно включает электролит диафрагменного типа, в том числе катод, анод и полупроницаемую диафрагму (перегородку), иногда ее называют мембраной. При электрообработке сыворотку помещают в катодную камеру, в анодную камеру – разбавленный раствор неорганических доступных дешевых солей.

Сыворотка в электрическом поле катодной камеры подвергается воздействию в приэлектродном слое высокого электрического потенциала, которое приводит к образованию активных частиц – молекул ионов и самой воды, с появлением продуктов восстановления, подщелачиванием раствора, растворенного газообразного водорода. В анодной камере происходит разряд молекул воды и анионов (например, с образованием кислорода, хлора и других окислителей).

В сыворотке путем воздействия электрического поля электролиза понижаются кислотность и ОВП, измеряемый в мВ с помощью милливольтметра. Раскисленная молочная сыворотка используется как самостоятельный напиток, так и сырье для других кисломолочных продуктов. Описаны различные способы и технологии получения кисломолочных продуктов.

Например, сыворотку стерилизуют при 120-130°C, охлаждают, раскисляют раствором щелочи до рН 6,7-6,9, вносят закваску, смешивают с молоком в массовом отношении 1:1, сквашивают 1-3 часа, потом охлаждают [3]. Недостатки способа: сложность технологии, использование раствора щелочи.

Описан способ получения молочно-фруктовых напитков с регулируемой кислотностью [4]. Изучена зависимость кислотности молочной сыворотки от времени и напряжения на электролизере проточного типа. В анодную камеру пропускали 1%-ный хлористый натрий, в катодную – молочную сыворотку с рН 4,5 и содержанием сухих веществ 6,3%. Рекомендуется раскислять сыворотку до рН 6,6-6,8, затем смешивать с фруктовыми соками с получением молочно-фруктовых напитков. В автореферате [4] приведены графики изменения рН и напряжения от времени (рН от 4,5 до 9,0).

Недостатки способа – сложность технологии в виду использования протока сыворотки и раствора хлористого натрия и необходимости утилизации анолита, узкий диапазон условий электрообработки (не указана сила тока, удельный расход количества электричества, хранимоспособность обработанной сыворотки).

**Цель работы** – повышение качества обработанной сыворотки, упрощение технологии и конструкции электролизера, расширение диапазона параметров электрообработки.

**Материалы и методы.** В работе использовали стерильную выпускаемую установку (прибор) с электролизером непроточного типа (например, типа «Милеста», изготовленную в ООО «Мелеста», г. Уфа). Установка включала электролизер диафрагменного типа с катодом из нержавеющей стали и анодом типа ОРТА, емкость из пищевой пластмассы объемом 1 литр со съемным стаканом (0,3 л) и выпрямителем.

Установка нами усовершенствована [5] с целью удобства обслуживания, наблюдения и контроля параметров электрообработки путем замены сплошной крышки на пластину из оргстекла, закрывающую 1/3 поверхности и используемую для крепления электродов, пластин размером 1/5 см и использования другого выпрямителя ВСА-5К. Выпрямитель оборудован амперметром и вольтметром.

В качестве объекта исследований использовали пастеризованную молочную сыворотку производства молсыркомбината Волгоградской области, г. Волжский. Сыворотка произведена согласно требованиям ТУ 9229-110-04610209-2002. Замер рН проводили с помощью прибора Hanna (ФРГ), ОВП – прибором иономером Нитрон (Россия).

Состав исходной сыворотки: содержание жира – 0,1%, белков – 0,8%, углеводов – 4,5%. Срок хранения в закрытой упаковке при температуре 6-8°C – 1,5 суток.

**Результаты исследований.** В результате наших исследований разработана эффективная технология повышения качества молочной сыворотки на установке типа «Мелеста» с диафрагменным металлизером.

Предварительно была проведена обработка сырого молока с рН 6,4 (титруемая кислотность 22°Т в катодной камере (0,66 л) электролизера в установке «Мелеста», а электролит (0,33 л) – раствор сульфата кислого натрия (1 г/л) при силе тока 0,4 А, напряжении 0,38 В, температура 23-27°С в течение 25 минут при пропускании 0,18 А/час электричества на 1 литр католита и анолита.

Таблица 1– Показатели качества сыворотки

Наименование	рН	ОВП
Молоко - католит	8-9	-780
Раствор сульфата натрия-анолит	2-3	+390

Как видно из данных таблицы, кислотность сыворотки понизилась.

Электрообработку проводили сывороткой с рН 4,5 в катодной камере электролизера. В анодной камере обрабатывали раствор электролита сульфата натрия с концентрацией 2 г/л.

После электрообработки молочную сыворотку сливали в колбу, перемешивали до однородного состояния, выдерживали 1 час для стабилизации. Показатели качества: рН 7,0-7,8, ОВП – 600-750 мВ. Кислый привкус исчез, раствор – однородная жидкость без осадка. Показатели сыворотки сохранялись в течение 1 часа без изменений.

Оптимальные условия: сила тока внутри – 0,3-0,5А, напряжение – 42-43В, температура – 25-35°С в течение 35-40 минут. Обработанная сыворотка имела показатели качества: рН 7,0-7,8, ОВП – 600-750 мВ (хсэ) при пропускании 0,4 А/часов электричества на 1 литр католита и анолита. Обработанная сыворотка имела отрицательные значения ОВП, что свидетельствует об антиоксидантном (новом потребительском) качестве сыворотки, которая может быть использована в качестве напитка либо в качестве сырья для приготовления новых кисломолочных продуктов.

Показатели качества исходной молочной сыворотки: рН 4,5, ОВП +335 мВ. Электрообработку в оптимальном режиме проводили при следующих параметрах: сила тока – 0,3-0,5 А, напряжение – 42-43 В, температура – 25-35°С, продолжительность – 35-40 минут, удельный расход количества электричества – 0,40 А/час на 1 литр католита и анолита.

Обработанная сыворотка по рН 7,0-7,8 близка к нейтральной реакции, ОВП с отрицательным значением, что свидетельствует об антиоксидантном и потребительском свойствах полученного продукта, который может использоваться в качестве напитка либо в качестве сырья для приготовления кисломолочных продуктов [6].

**Заключение.** Предлагаемая технология позволяет повысить качество, упростить процесс электрообработки конструкции электролизера, расширить диапазон параметров.

### Библиографический список

1. Богданова, Е.А. Технология цельномолочных продуктов и молочных белковых концентратов / Е.А Богданова [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 311.
2. Сергеева, Е.С. Новый комбинированный молочно-растительный продукт на основе творожной сыворотки / Е.С. Сергеева [и др.] // Молочнохозяйственный вестник. – 2015. – №1 (5). – С. 56.
3. Пат. 2278521 Российская Федерация, МПК А 23С 3-2. Способ производства кисломолочного продукта / Марьин Виктор Анатольевич; заявитель и патентообладатель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности (ГНУ ВНИМИ); заявл. 30.12.2003; опубл. 27.06.2006.
4. Володин, Т.Н. Разработка технологии молочно-фруктовых напитков с регулируемой кислотностью: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Т.Н. Володин. – Ставрополь, 2009. – 24 с.
5. Пат. 2548967 Российская Федерация, МПК С2. Способ электроактивирования водных растворов солей натрия / Осадченко Иван Михайлович, Горлов Иван Федорович, Кузнецова Елена Александровна, Стародубова Юлия Владимировна; заявитель и патентообладатель Поволж-

ский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции (ГНУ НИИММП); заявл. 25.06.2013; опубл. 20.04.2015.

6. Пат. 2308209 Российская Федерация, МПК 2005A23L3/23. Электронейтрализация молока / Болотов Николай Алексеевич, Киреев Николай Михайлович, Наветный Виталий Сергеевич, Ребров Сергей Станиславович; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственное предприятие «АкваАктив»; заявл. 07.09.2005; опубл. 20.10.2007.