

Стенд применяется при выполнении расчетно-графической работы «Разработка САР» на заключительном ее этапе. Обучающиеся разрабатывают алгоритм работы системы, после чего вносят программу в память Овен ПР-110 при помощи специального программного обеспечения и выполняют пуско-наладочные работы. Таким образом, обучающийся лично проверяет работоспособность созданного алгоритма работы, тестирует систему, а при наличии ошибок в алгоритме может пронаблюдать возможные последствия.

В настоящее время разработанные стенды внедрены в учебный процесс дисциплины ППА. Их применение позволило оживить учебные занятия, повысить интерес обучающихся к освоению материала, получить практический опыт работы с серийно выпускаемым оборудованием, а также обрести ценные эмпирические знания. Все это, несомненно, положительно сказывается на качестве подготовки будущих специалистов пожарной охраны.

#### Список литературы

1. Булатова, В.В. Лабораторные работы с применением серийно-выпускаемых технических устройств как средство формирования профессиональных компетенции будущих специалистов пожарной безопасности / В.В. Булатова, М.Г. Контобойцева // Новые образовательные технологии в ВУЗе: Материалы VI межвузовской учебно-методической конференции – Екатеринбург, 2013. – 110 с.

2. Ашерев, А.Т. Построение лабораторных работ по изучению педагогических технологий с опорой на структуру деятельности специалиста / А.Т. Ашерев, Г.И. Сашко // Сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. – Донецк: ДИПО ППАПН Украины, 2002. – 136 с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОФИЛЬТРАЦИИ И УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ С ЦЕЛЬЮ БЕЗОТХОДНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ**

*Бобылев Д. О., Лазарев В.А.*

Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург,  
Россия

[dmitriy-bobylev@mail.ru](mailto:dmitriy-bobylev@mail.ru), [lazarev.eka@gmail.com](mailto:lazarev.eka@gmail.com)

**Аннотация.** В статье раскрыта актуальность внедрения новых технологий переработки молочной сыворотки в Российской Федерации, в частности

продления сроков её хранения. Проанализирована текущая проблема утилизации сыворотки в стране. Описана ценность молочной сыворотки как сырья, приведено содержание компонентов, входящих в ее состав. Предложен один из способов решения проблемы по продлению сроков хранения сыворотки на основе процесса микрофльтрации с применением отечественных керамических мембранных элементов КМФЭ-19 (0,1). Представлена и описана схема варианта установки МФ.

**Ключевые слова:** молочная сыворотка, переработка молочной сыворотки, мембранная технология, микрофльтрация, ультрафльтрация.

## APPLICATION OF MICROFILTRATION AND ULTRAFILTRATION WITH AN ORDER TO NON-WASTE WHEY

*Bobylev D., Lazarev V.*

Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia

**Abstract.** Article reveals actuality of new technologies introduction of milk whey processing in Russian Federation, particularly it's shelf life. Present situation of milk whey utilization in country was analyzed. Value of milk whey as raw material and concentration of components were described. Offered one of problem solution methods for milk whey shelf life prolongation on the base of microfiltration process with usage of domestic ceramic membrane elements КМФЭ-19 (0,1). Scheme plant of microfiltration is presented and explained.

**Key words:** milk whey, milk whey processing, membrane technology, microfiltration, ultrafiltration.

Молоко и молочные продукты играют огромную роль в жизни и питании людей. В Российской Федерации их употребляют порядка 80% населения. По питательным свойствам молоко идеально сбалансировано по белкам, жирам, углеводам, витаминам и минеральным веществам. Годовое потребление молочной продукции достигает 16% от всех видов пищи [1].

При изготовлении различных молочных продуктов, промышленная переработка молока неизбежно связана с выработкой такого побочного продукта, как молочная сыворотка. Её количество может в 7-8 раз превышать количество основного продукта.

В Европейских странах созданы целые комплексы по утилизации молочной сыворотки. В странах этих странах перерабатывается от 80 до 90

процентов данного продукта, из которых 50-90 % скармливается скоту, 0.5-4 % направляется на технические нужды, 7-50 % перерабатывается в пищевые и кормовые продукты. В то время как в Российской Федерации объемы переработки оставляют желать лучшего, утилизируется лишь 30-40%, а остальное сбрасывается в стоки [2].

Именно поэтому проблема утилизации молочной сыворотки в Российской Федерации является актуальной задачей для молочных предприятий страны, которые производят сыр, творог и/или казеин, поскольку она характеризуется высоким содержанием биологически ценных белков, аминокислот, лактозы, минеральных солей и витаминов. В неё переходит около половины сухих веществ молока 48-52%, белков 24,3%, молочного жира 5,5%, минеральных веществ и молочного сахара 96%. Основная масса сухого вещества приходится на лактозу, которая составляет около 70% [2]. Состав молочной сыворотки представлен в таблице 1 [3, с.11]. Комплексная переработка позволяет получать различные уникальные и биологически ценные пищевые продукты.

Таблица 1 – Физико-химические показатели молочной сыворотки

Параметры	Вид сыворотки		
	Подсырная	Творожная	Казеиновая
Сухие в-ва, %	4,5 – 7,2	4,2 – 7,7	4,5 – 7,5
Белок общий, %	0,5 – 1,1	0,5 – 1,4	0,5 – 1,5
Лактоза, %	3,9 – 4,9	3,2–5,2	3,2 – 5,2
Жир, %	0,3 – 0,8	0,5 – 0,8	0,3 – 0,9
Минеральные в-ва, %	0,05 – 0,5	0,05 – 0,4	0,02 – 0,1
Кислотность, °Т	15 – 25	50 – 85	50 – 120

Несмотря на то, что молочная сыворотка – это ценный продукт, содержащий достаточное количества биологически ценных составляющих для организма, он является благоприятной средой для жизнедеятельности различных микроорганизмов. Из-за этого срок годности сыворотки после получения короток и составляет 24 ч. при температуре не выше 6 °С [3]. Перерабатывать молочную сыворотку желательно в течение 1-3 часов после получения.

Именно поэтому одной из первоочередных проблем касательно молочной сыворотки является поиск способов продления её сроков хранения. Текущие способы стабилизации свойств сыворотки, связаны в основном с замедлением развития и частичным разрушением микрофлоры путем теплового или же химического воздействия [4,5].

Перспективным направлением по переработке сыворотки является разработка и модернизация процессов и высокотехнологичного оборудования баромембранных технологий, поскольку они позволяют получать качественный продукт, а также лишены тех недостатков, которые имеют остальные методы.

В качестве решения вопроса о продлении сроков хранения молочной сыворотки, а также таких проблем, как: замедление развития и разрушения посторонней микрофлоры; предотвращения нежелательных изменений составных частей сыворотки; сохранение исходных свойств сыворотки; повышение стабильности, оптимальным вариантом является использование микрофльтрационной обработки молочной сыворотки, поскольку она позволяет избежать проблем при использовании теплового, химического и других воздействий на сыворотку для продления её сроков хранения.

Таким образом, цель работы – поиск решения проблемы продления сроков хранения непереработанной сыворотки как сырья без ее предварительной подготовки; определение основных рабочих параметров установки микрофльтрации на кармических мембранах КМФЭ-19 (0,1) отечественного производства на основе полученных данных и литературного анализа.

Работа проводилась в условиях технологического процесса Крестьянского (фермерского) хозяйства Аникьева А.В. (г. Полевской, Свердловская область). Работа была произведена на пилотной микрофльтрационной установке, изготовленной НПФ «Мембрана» (г. Екатеринбург), которая включает в себя мембраны КМФЭ-19 (0,1) производства НПО «Керамикфилтър» (г. Москва).

На рисунке 1 представлена технологическая схема обеззараживания сыворотки. Процесс основан на разделении входящий поток выработанной молочной сыворотки на две фракции: пермеат, который является обеззараженным продуктом и концентрат (ретентат), в котором скапливаются микроорганизмы, не прошедшие через мембрану. Молочная сыворотка подается в установку при температуре порядка 30°C, а температура процесса микрофльтрации составляет 25-30°C.

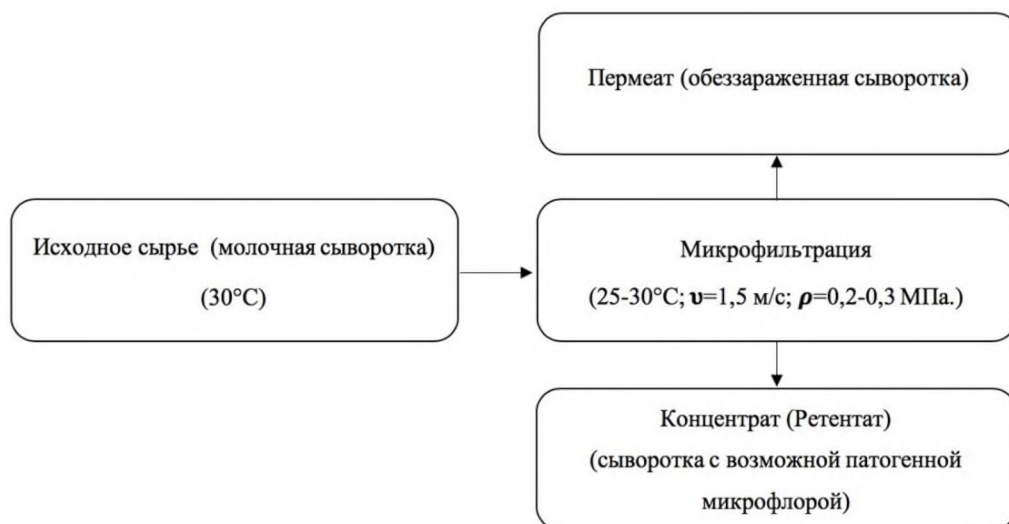


Рисунок 1- Технологическая схема обеззараживания сыворотки

Мембранная установка изображена на рисунке 2. Она состоит из следующих основных элементов: напольной рамы из нержавеющей стали (труба квадратного сечения) размерами 2 на 2,2 метра (1); бака для исходного сырья вместимостью 100 литров (2); питающего насоса, который создаёт непрерывный поток сырья (3); напорного насоса (4), создающего повышенное давление потока в 0,2-0,3 МПа на входе в МФ модуль; микрофильтрационного модуля цилиндрической формы, состоящего из 14 мембран КМФЭ-19 (0,1) (5); теплообменника (типа "труба в трубе") для охлаждения продукта (6) и необходимой контрольно-измерительной и запорной арматуры.

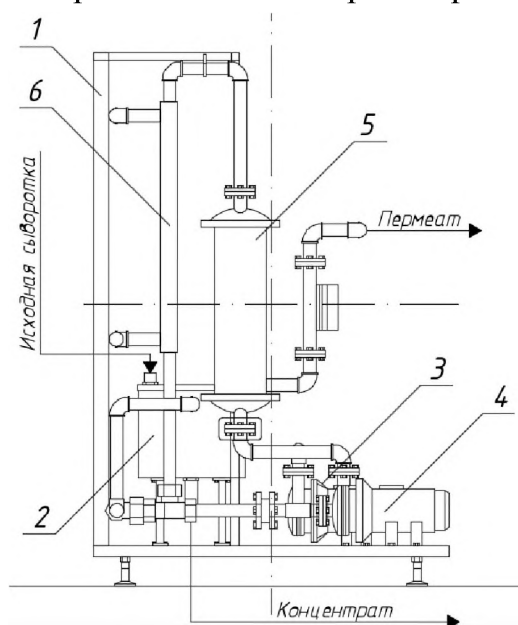


Рисунок 2 - Вариант установки МФ на керамических мембранах КМФЭ-19 (0,1)

Процесс холодной пастеризации сыворотки на пилотной установке представляет собой периодический режим работы. Выработанная молочная сыворотка подается с производственной линии в питающий бак (2) объемом 100

литров при температуре 30°C. Открывается заполный клапан, включается питающий насос (3) и сырьё (сыворотка) начинает циркулировать по контуру, возвращаясь в бак, таким образом процесс является непрерывным. Затем включается напорный насос (4), создающий повышенное давление равное 0,2-0,3 МПа на входе в блок микрофльтрации (5), начинается процесс разделения. Проходя через микрофльтрационную мембрану, сыворотка разделяется на два потока: пермеат (обеззараженная сыворотка) и концентрат (сыворотка с возможной патогенной микрофлорой).

Реализация данного проекта позволит продлить срок хранения молочной сыворотки без предварительной подготовки путем микрофльтрации, а также производить переработку молочной сыворотки баромембранными методами, обладающими рядом преимуществ.

#### Список литературы

1. Жукова А. Сырных дел мастера [Электронный ресурс] / А. Жукова. – Электрон. газета «Российская Бизнес-газета» – 2015. – №1013. – Режим доступа: <http://rg.ru/2015/09/01/syr.html>.
2. Михайленко И.Г. Мембранные технологии и переработка молочной сыворотки / И.Г. Михайленко, В.Г. Будрик // Научное обеспечение инновационных технологий производства и хранения сельскохозяйственной и пищевой продукции: сб. материалов III Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых и аспирантов (Краснодар, 4-25 апр. 2016 г.). – Краснодар, 2016. – С. 312-318.
3. Гаврилов Г.Б., Просеков А.Ю., Кравченко Э.Ф., Гаврилов Б.Г. Справочник по переработке молочной сыворотки. Технологии, процессы и аппараты, мембранное оборудование/ Г.Б. Гаврилов, А.Ю. Просеков, Э.Ф. Кравченко, Б.Г. Гаврилов. – СПб : ИД Профессия, 2015. – 176 с.
4. Храмцов А.Г., Абдулина Е.Р., Евдокимов И.А. Использование микрофльтрации для биологической стабилизации молочной сыворотки // Известия вузов. Пищевая Технология. – 1997. – № 1. – С.37-39.
5. Баромембранная технология переработки молока / В.А. Тимкин, В.А. Лазарев // Молочная промышленность. – 2017. – № 7. – С. 21-23