

МЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПЕРЕРАБОТКА МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Михайленко И.Г.;* Будрик В.Г., канд. техн. наук**

*ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет
пищевых производств», г. Москва

**ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
молочной промышленности», г. Москва

Аннотация. В работе обоснована роль мембранных технологий при переработке молочной сыворотки, описаны различные способы применения мембранных технологий, в том числе на примере сывороточных напитков. Предложен метод устранения явления концентрационной поляризации на приграничном слое мембран.

В процессе производства сыра, творога и казеина мы сталкиваемся с образованием больших объемов побочного продукта – молочной сыворотки, процентный выход которой может составлять около 80-90 % от первичного продукта!

Традиционно принято выделять следующие виды сыворотки: подсырная, творожная и казеиновая, состав которых представлен в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели молочной сыворотки

Наименование	Вид сыворотки		
	Подсырная	Творожная	Казеиновая
Сухие вещества, %	5,8...7,3	5,0...6,6	6,9
Белок, %	0,4...1,1	0,5...1,0	0,9
Жир, %	0,04...0,6	0,2...0,3	0,3
Молочный сахар, %	4,5...5,2	3,5...4,7	5,1
Зола, %	0,37...0,7	0,6...0,8	0,7
Кислотность, °Т	20	75	70

Молочная сыворотка содержит около 50 % сухих веществ молока, перешедших в нее в результате различных биохимических реакций. Основным компонентом в составе молочной сыворотки является лактоза, которая составляет около 70% сухих веществ. Также сыворотка содержит азотистые вещества, углеводы, жиры, органические кислоты, витамины и минеральные вещества [1], кроме этого в молочной сыворотке содержатся все незаменимые аминокислоты. Выше перечисленные факты обуславливают биологическую ценность молочной сыворотки и возможность использования ее для дальнейшего производства других видов продукции [2], при этом ее слив в канализацию приводит к возникновению экологических проблем.

Использование компонентов сыворотки способствует повышению пищевой ценности и улучшению биологических и функциональных свойств самых разных пищевых продуктах, например для диетического, спортивного, детского питания или в составе смесей для выкармливания молодняка сельскохозяйственных животных. Кроме пищевой промышленности продукты переработки сыворотки используются в ветеринарии, фармацевтике, косметологии и других отраслях [3].

На сегодняшний день существуют различные способы переработки молочной сыворотки: очистка, термообработка, выпаривание, обессоливание (электродиализ), сушка, денатурирование и выделение белков, концентрирование и гидролиз молочного сахара, и многое другое, при этом одним из популярных и эффективных методов остается переработка с применением мембранных технологий.

Для переработки молочной сыворотки в настоящее время используются следующие мембранные методы (рис. 1) [4]:

- ✓ микрофильтрация (МФ);
- ✓ ультрафильтрация (УФ);
- ✓ нанофильтрация (НФ);
- ✓ обратный осмос (ОО).

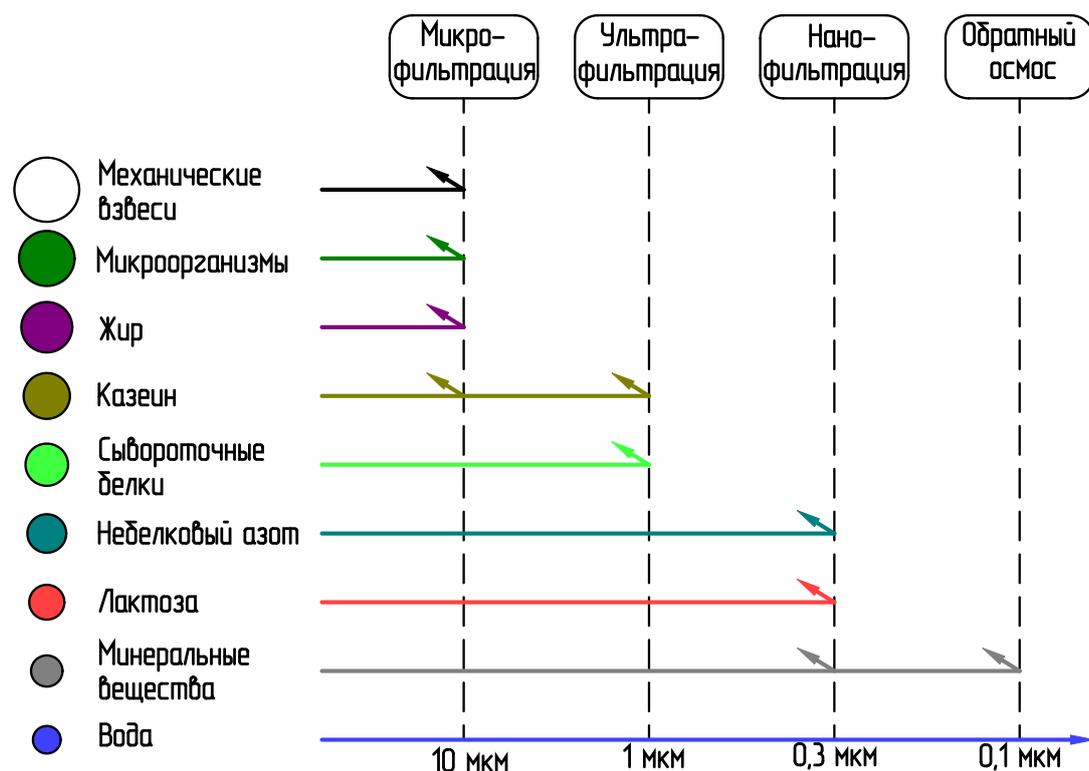


Рис. 1. Режимы мембранной фильтрации по типу фильтруемых элементов

МФ представляет собой метод мембранного фильтрования под низким давлением. Для переработки сыворотки используют, как правило, керамические трубчатые или полисульфонамидные спиральные мембраны. Микрофильтрацию эффективно используют для предварительной обработки сырья с

целью снижения бактериальной обсемененности сыворотки и удаления жира. Поры микрофильтрационных керамических мембран обеспечивают эффективную задержку мельчайших частиц казеиновой пыли, жира, бактерий и спор.

УФ применяется для получения белковых концентратов из сыворотки, которые затем могут использоваться при производстве различных молочных и других продуктов. С помощью процесса УФ из сыворотки можно получать белковые концентраты с содержанием белка в сухих веществах от 30 до 95 %, за счет отделения через мембраны лактозы и солей. К примеру, полученные сывороточные концентраты можно использовать для производства сливочного мороженого, кисломолочных продуктов (йогурт, сметана), сыров, что помимо питательной ценности позволяет получать дополнительную экономическую выгоду предприятию.

Нанофильтрация и обратный осмос используются в основном для деминерализации и концентрирования сыворотки или ультрафильтрованных пермеатов. Полученный концентрат содержит часть минеральных веществ, белковые и углеводные компоненты, а фильтрат при этом является водным раствором солей низкой концентрации. Используя метод НФ достигается частичная деминерализация и концентрирование продукта, использование этого процесса позволяет уменьшить объем получаемой сыворотки, за счет этого сокращать транспортные расходы или повысить органолептических показатели и сократить затраты при получении сухой сыворотки.

Электродиализ – это процесс, заключающийся в разделении веществ, основанный на их электролитической диссоциации и переносе образовавшихся ионов через мембрану под действием разности потенциалов, создаваемых в растворе по обе стороны мембраны (рис. 2).

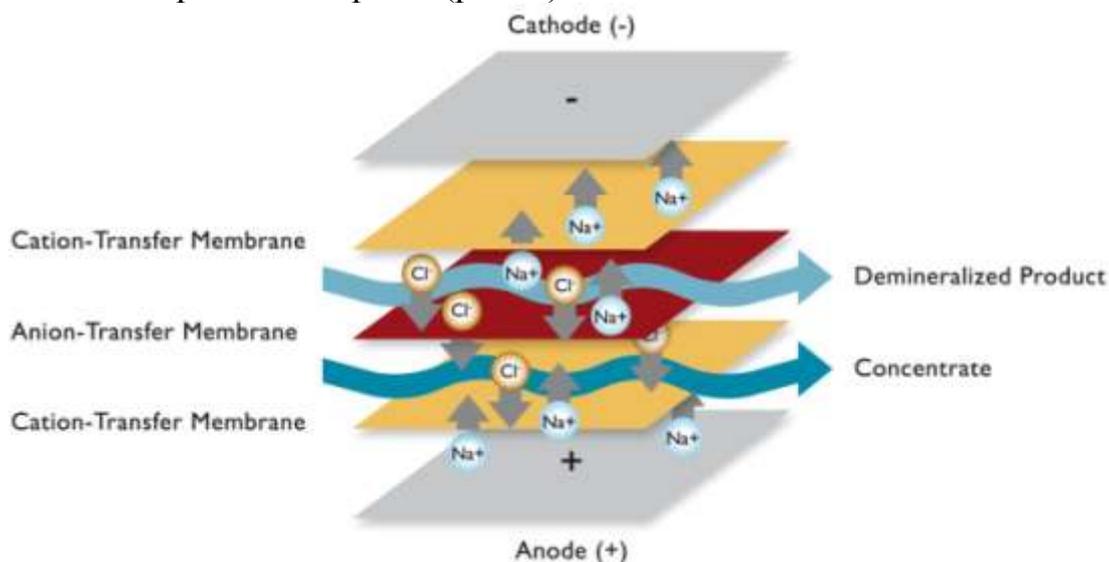
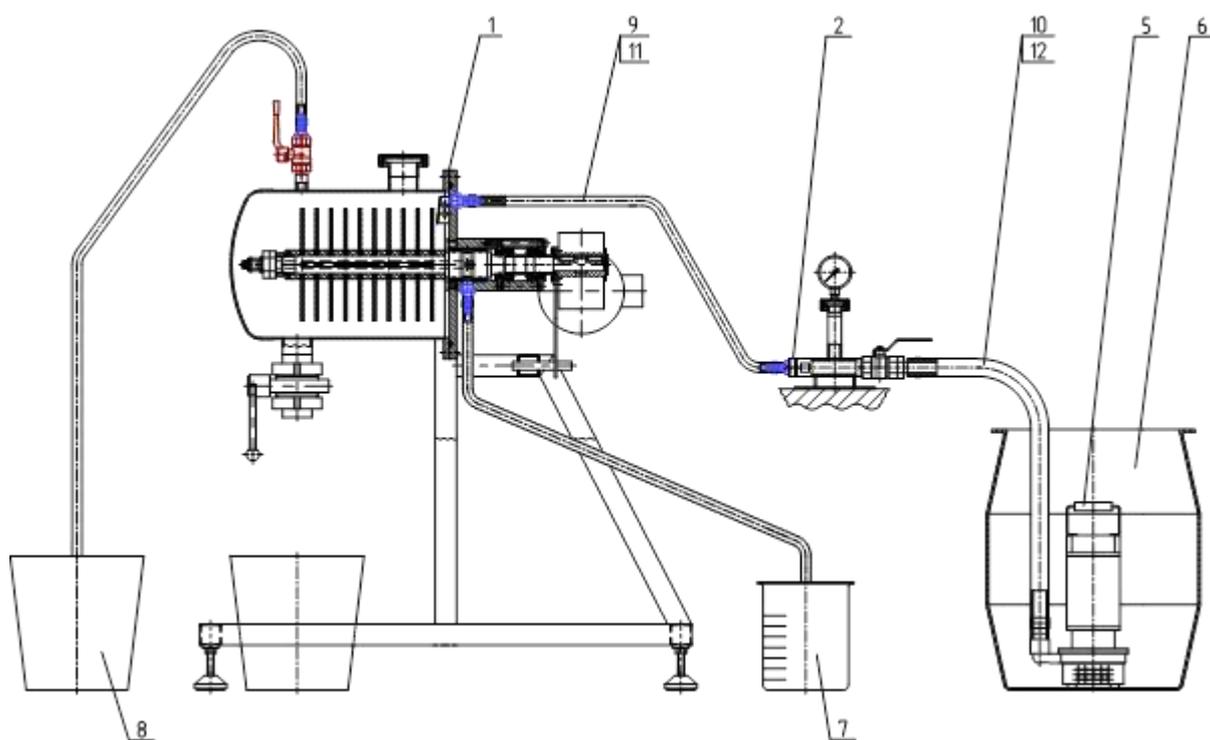


Рис. 2. Перенос веществ, происходящий в процессе электродиализа

Процесс электродиализа происходит в мембранном модуле, состоящем из чередующихся катионо- и анионообменных мембран, которые разделены между собой прокладкой с сеткой - обеспечивающей турбулизацию потока. Мем-

В процессе продолжительной работы мембранных установок на мембранах начинается интенсивное образование загрязнений. Происходит закупоривание пор мембраны компонентами сыворотки, в состав отложений входят преимущественно жировые и белковые фракции. Это негативно влияет на производительность и фактор концентрирования мембранных установок, а так же требуется высокотехнологичные способы регенерации мембран. На сегодняшний день во ВНИМИ ведутся работы по разработке способа интенсификации процессов разделения и решения проблемы отложения загрязнений на мембранах. Частично решить эту проблему позволяет применение мембранных установок с вращающимися мембранными элементами. Во ВНИМИ создан и установлен опытно-промышленный экспериментальный стенд с вращающимися плоскими керамическими мембранами (рис. 4), техническая характеристика представлена в таблице 2.



1 – установка мембранная, 2 – коллектор, 5 – насос, 6 – бочка,
7 – мерная емкость, 8 – ведро, 9 и 10 – шланги, 11 и 12 – хомуты

Рис. 4. Экспериментальный стенд на базе мембранного модуля с вращающимися дисковыми керамическими мембранами

Таблица 2

Техническая характеристика лабораторного мембранного стенда

Наименование		Значение
Вместимость емкости установки геометрическая, дм ³		21
Режим работы		периодический
Количество фильтров, шт		10
Фильтрующий керамический элемент	тип	Тангенциальный фильтр ТТФ
	диаметр, мм	210
	диаметр отверстия мм.	42
	толщина, мм	5
	открытая пористость %	36-42
	диаметр пор, мкм	25-100
Привод вращения фильтров	Мотор-редуктор MUS0-5-280-B3-092-28-380-50 (4P)B14 (N=0.92 кВт, n=280 об/мин, . U=380 В, f=50 Гц)	
Насос в нержавеющей исполнении	тип	погружной дренажный
	марка	QDX 1,5 - 17 - 0,37 F
	производительность, м ³ / час	1,5
	напор макс, м	17
	макс. размер всасываемых частиц, мкм	2
Основной конструкционный материал, соприкасающийся с продуктом		Сталь 12X18H10T
Габаритные размеры	Длина, мм	2000
	Ширина, мм	850
	Высота, мм	1025

• Частота вращения может изменяться частотным преобразователем

Привод приводит во вращение вал с мембранными элементами, их движение вызывает нарушение целостности пограничного слоя и его перемешиванию. Отвод пермеата осуществляется через центральный вал установки, а фильтрат собирается в ведро 8. Таким образом, происходит уменьшение эффекта концентрационной поляризации, уменьшается сопротивление вблизи поверхности мембран, увеличивается производительность и обеспечивается эффективная работоспособность установки.

Вывод: Применение мембранных методов переработки сывороточных продуктов является перспективным направлением для обеспечения высокого уровня молочной промышленности, ее дальнейшего развития. Интенсификация процессов мембранного разделения позволяет увеличивать производительность и обеспечивать эффективную работоспособность установок. Использование мембранных технологий позволяет:

- осуществлять глубокую переработку сырья, не нарушая при этом структуру продукта;
- создавать новые виды продуктов, обеспечивая постоянство качества;
- повышать эффективность производства, осуществляя экономию ресурсов;
- создавать безотходное производство и обеспечивать экологическую безопасность.

Литература

1. Гаврилов Г. Б. 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. -С. 12-14.
2. Агаркова Е.Ю., Фриденберг Г.В. Разработки ВНИМИ: технологии молочно-белковых продуктов на основе баромембранных методов // Молочная промышленность. -2011. -№7. - С. 28-29.
3. Тамим А.И. (ред.-сост.) Мембранные технологии в производстве напитков и молочных продуктов / А.И. Тамим (ред.-сост.). – Пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2016. – С. 245-248.
4. Харитонов В.Д., Будрик В.Г. Инновационное оборудование для переработки молока // МОЛОКО. Переработка и хранение: коллективная монография. – М.: Издательский дом «Типография» РАН, 2015. - С.377-401.
5. Бушуева И.Г. Молочная сыворотка: пути использования // Молочная промышленность. - 2015. - №9. - С.44-46.