

УДК 637.66.081

# Реальные мембранные технологии

Д-р техн. наук **И.А.ЕВДОКИМОВ**,  
канд. техн. наук **Д.Н.ВОЛОДИН**,  
Северо-Кавказский государственный  
технический университет, Ставрополь  
канд. техн. наук **А.С.БЕССОНОВ**,  
канд. техн. наук **М.С.ЗОЛОТАРЕВА**,  
**А.П.ПОВЕРИН**  
ООО «Мега ПрофиЛайн», Ставрополь

**М**ембранные технологии в молочной промышленности используются достаточно давно. Это относится как к баромембранным, так и к электро-мембранным процессам. Нам, как ученым России, приятно констатировать тот факт, что первая монография в мире по мембранным методам переработки молока была издана нашими соотечественниками [1]. Вначале наибольшее распространение получил метод ультрафильтрации молочной сыворотки, при котором образуются ретентат (концентрат) сывороточных молочных белков и пермеат (фильtrat), представляющий собой раствор лактозы и минеральных солей. Однако за время, прошедшее с тех пор, изменились аппаратное оформление и технологии переработки молочного сырья, которые базируются на новых поколениях полупроницаемых мембран. В наших публикациях по использованию мембранных методов в переработке молочной сыворотки представлен критический анализ проблем, возникающих в то время на молочных предприятиях нашей страны и за рубежом [2].

Что же произошло за последние годы с мембранными методами в молочной промышленности? Образно говоря, мы – ученые и производственники – вышли на новый виток развития мембранных технологий и на новый уровень понимания всех возможностей применения этих методов для совершенствования традиционных технологий и создания инновационных продуктов. Одним из важных этапов становления нашего коллектива был заказ от

отрасли по решению проблемы соленой молочной сыворотки. Существует мнение некоторых специалистов, что это «надуманная» проблема и решать ее достаточно просто – заменить существующую традиционную технологию производства сыров на усовершенствованную, в которой будет исключено образование соленой сыворотки. Однако соленая сыворотка присутствует не только в России, но и в некоторых странах мира, например Новой Зеландии, Чехии, Египте и др. Как сказал когда-то президент Франции Шарль де Голь, «... трудно управлять страной, в которой более 400 видов сыров ...». Поэтому мы приняли это высказывание как руководство к действию и включились в решение проблемы переработки соленой сыворотки через использование мембранных технологий [3]. Для этой цели нами был проведен анализ существующего мембранного оборудования, производимого в России и за рубежом, и выбрано направление с использованием электродиализа. Одним из направлений переработки молочной сыворотки в мире является деминерализованная сыворотка (табл. 1). В зависимости от степени деминерализации (50–90 %) обесоленная сыворотка находит применение в широкой гамме пищевых продуктов. В статистических материалах Международной молочной федерации (IDF) и

Европейской ассоциации переработчиков молочной сыворотки (EWPA) присутствуют данные только по подсырной и казеиновой сыворотке. Сведения о переработке творожной сыворотки отсутствуют, и это связано с тем, что творог – традиционный продукт для России и других стран СНГ и не производится в других регионах. Постоянные обращения к нам ряда отечественных молочных предприятий с проблемами переработки кислой сыворотки (творожной, казеиновой) привели к тому, что была разработана технология деминерализации такой сыворотки [4].

Особенности разработанной нами технологии переработки творожной сыворотки заключаются в том, что она напрямую зависит от технических возможностей конкретного заказчика и ассортимента молочных продуктов, производимых на предприятии. Технологии деминерализованной молочной сыворотки, внедренные сотрудниками СевКавГТУ, АО «МЕГА» и ООО «Мега ПрофиЛайн», приведены в табл. 2.

Выяснилось, что в отличие от зарубежных централизованных предприятий по переработке молочной сыворотки в России можно реализовать технологию деминерализованной сыворотки даже на сравнительно небольших предприятиях. При этом мы исходили из того, что степень деминерализации и концентрирования сыворотки могут

Таблица 1

Регион	Мировой баланс молочной сыворотки									
	Всего сыворотки		Промышленная переработка		Сухая сыворотка и традиционная лактоза		Деминерализация и т.д.		Концентрат сывороточных белков	
	%	млн т	%	млн т	%	млн т	%	млн т	%	млн т
США	24,8	36	80	28,8	50	14,4	10	2,9	40	11,5
ЕС	41,4	60	60	36	60	21,6	10	3,6	30	10,8
Канада	2,8	4	80	3,2	50	1,6	10	0,3	40	1,3
Аргентина/ Бразилия	6,2	9	40	3,6	70	2,5	5	0,2	25	0,9
Австралия/ Новая Зеландия	5,9	8,5	90	7,7	40	3,1	10	0,8	50	3,8
Остальной мир	19	27,5	25	6,9	75	5,2	5	0,3	20	1,4
Всего	100	145	59,4	86,1	56,1	48,3	9,4	8,1	34,5	29,7

Источник: ЗА Консалтинг.

Таблица 2

Заказчик	Применение
ОАО «Кузнецкконсервмолоко», Россия, 2006 г.	Деминерализация сладкой и кислой молочной сыворотки для производства сгущенного молока
ОАО «Брюховецкий молочноконсервный комбинат», Россия, 2006 г.	Деминерализация сладкой и кислой молочной сыворотки для производства сухой молочной сыворотки до 50, 70 и 90 %
ОАО «ГМЗ № 2», Минск, Республика Беларусь, 2007 г.	Деминерализация раствора лактозы
ООО «Холод», Россия, 2008 г.	Деминерализация сладкой и кислой молочной сыворотки для производства сухой молочной сыворотки до 50, 70 и 90 %
«Колос», Россия, 2008 г.	Деминерализация соленой подсырной сыворотки до 50 %
«Боле Баба Дэйри», Индия, 2008 г.	Деминерализация концентрированной казеиновой сыворотки для производства сухой деминерализованной молочной сыворотки до 70 и 90 %
«Моравия Лакто», Чешская Республика, 2009 г.	Деминерализация подсырной сыворотки (10 % сухих веществ) для производства сухой деминерализованной молочной сыворотки 90 %
«Амул», Индия, 2009 г.	Деминерализация подсырной и кислой сыворотки до 70, 90 %

быть минимальными – уровень обессоливания до 50 % и содержание сухих веществ до 20 %. Поэтому на ряде предприятий, где нами реализованы технологии деминерализованной молочной сыворотки, внедрены технологии цельномолочных продуктов с использованием получаемой деминерализованной сыворотки, не доводя ее до сухого продукта [5]. Эти технологии являются высокорентабельными, так как стоимость получаемой деминерализованной сыворотки минимум в 2 раза дешевле, чем стоимость молока–сырья. Разработанная документация на использование деминерализованной сыворотки в цельномолочном производстве полностью согласуется с требованиями Федерального закона № 88–ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию». В связи с интересом ряда пищевых предприятий к частично деминерализованной сыворотке нами реализованы технологии концентрирования молочной сыворотки методом нанофильтрации (табл. 3). Один из реальных проектов

реализован нами на ООО «ГМЗ «Лискинский» (Воронежская обл.) в июле 2009 г. На этом предприятии введена в эксплуатацию мембранная установка нанофильтрации для концентрирования подсырной молочной сыворотки, рассчитанная на переработку 200 т/сут. В реальных условиях установлено, что нанофильтрация снижает энергозатраты на концентрирование подсырной сыворотки (при 20 % сухих веществ) до 30 руб. на 1 т испаренной влаги, причем позволяет удалить из сыворотки до 70 % влаги при температуре 10–12 °С. Важно, что при этом сыворотка частично обессоливается – степень деминерализации составляет 25–30 %. Реализация баромембранной технологии переработки подсырной сыворотки с использованием нанофильтрации осуществлена нами на ОАО «Слуцкий сыродельный комбинат» (Республика Беларусь). Объем переработки сыворотки – 500 т/сут. В результате технического перевооружения комбинат начал производить частично деминерализованную сухую сыворотку. Особенности внедренной

технологии – концентрирование сыворотки в два этапа: сначала на нанофильтрационной установке до 20 % сухих веществ, а потом на вакуум–выпарных установках. Кроме этого, осуществляется кристаллизация лактозы в частично деминерализованной сыворотке. Процесс нанофильтрации существенно повлиял и на производительность сушилки, которая увеличилась на 20 %. Следует учитывать, что в отличие от нанофильтрации электродиализ позволяет проводить деминерализацию молочного сырья до 95 %. При этом большим преимуществом процесса электродиализа является возможность регулирования кислотности молочного сырья, что очень актуально при переработке кислой молочной сыворотки – творожной, казеиновой. Таким образом, реальное внедрение мембранных процессов в молочной промышленности дает возможность по–новому взглянуть на технологии традиционных молочных продуктов и предложить ряд инновационных продуктов, обладающих повышенной биологической ценностью, низкой себестоимостью и высокой рентабельностью.



#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Липатов Н.Н., Марьин В.А., Фетисов Е.А. Мембранные методы разделения молока и молочных продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1976.
2. Евдокимов И.А. Инновационные технологии переработки молочной сыворотки: реалии сегодняшнего дня и взгляд в будущее //МОЛОКОпереработка. 2008. № 7(34).
3. Евдокимов И.А., Дыкало Н.Я., Пермяков А.В. Электродиализ молочной сыворотки: монография. – Георгиевск: ГТИ (филиал) СевКавГТУ, 2009.
4. Евдокимов И.А., Бессонов А.С., Поверин А.П., Володин Д.Н., Топалов В.К., Михнева В.А. Прогрессивные методы переработки молочной сыворотки //Молочная река. 2009. № 4 (32).
5. Евдокимов И.А., Храмцов А.Г., Володин Д.Н., Топалов В.К., Бессонов А.С., Михнева В.А., Поверин А.П. Инновационная технология цельномолочной продукции //Молочная промышленность. 2009. № 3.

Таблица 3

Показатели	Баланс компонентов молочной сыворотки при нанофильтрации		
	Сырье	Ретентат	Пермеат
Общий азот	0,6	2,13	0
Небелковый азот	0,2	0,5	0,08
Лактоза	3,6	12,85	0,07
Молочная кислота	0,85	2,6	0,16
Зольность	0,7	2	0,19
<b>Сухие вещества</b>	<b>6</b>	<b>19,98</b>	<b>0,51</b>