

ПЕРЕРАБОТКА ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 637.131.2

А.А. Майоров,
Н.М. Сурай,
С.Ю. Бузверов

ОБОСНОВАНИЕ МЕМБРАННЫХ СПОСОБОВ РАЗДЕЛЕНИЯ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Ключевые слова: молочная сыворотка, подсырная сыворотка, творожная сыворотка, казеиновая сыворотка, микрофильтрация, ультрафильтрация, нанофильтрация, обратный осмос, электродиализ, сывороточные белки.

Введение

Проблема дефицита молочного сырья в России и повышения эффективности молочной промышленности может быть решена за счет использования молочной сыворотки, ресурсы которой в нашей стране превышают 3,5 млн т в год. Переработка молочной сыворотки остается одной из главных проблем молочной промышленности [1].

Рациональное использование продуктов, получаемых из молочной сыворотки, является не менее актуальной и значимой проблемой, как и промышленная переработка. К сожалению, ей уделяется, в том числе переработчиками, потребителями и инвесторами, недостаточное внимание. Так, если в странах с высокоразвитой молочной промышленностью (США, Канада и др.) до 90% сыворотки идет на производство продуктов питания и кормовых средств, то в России только около 50% ее подвергается промышленной переработке [2, 3].

Таким образом, задача полного использования молочной сыворотки остается нерешенной и требует внедрения в практику новых технических и технологических решений. Молочная промышленность имеет достаточные резервы сыворотки, что указывает на актуальность поиска новых способов ее переработки.

Молочная сыворотка является нормальным побочным продуктом при производстве сыров, творога, казеина, молочно-белковых концентратов и может быть отнесена к вторичным сырьевым ресурсам молочного подкомплекса АПК.

Наиболее ценными компонентами молочной сыворотки являются сывороточные белки (альбумин и глобулин), содержание которых достигает 1%. Биологическая ценность их обусловлена оптимальным набором жизненно незаменимых аминокислот. Энергетическая ценность составляет 36% от цельного молока. Наряду с питательной ценностью молочная сыворотка и продукты, получаемые из нее, имеют диетическое и лечебное значение.

Результаты исследований

Развивающееся направление в переработке молока и молочных компонентов, основанное на использовании мембранных технологий, позволяет разрабатывать технологии, использующие преимущества мембранных технологий (ультрафильтрацию, нанофильтрацию, обратный осмос) с применением традиционных технологических приемов термокоагуляции белков. Небольшие габариты мембранных установок, их способность к изменению режимов работы, возможность коррекции состава получаемых продуктов позволяют разрабатывать широкую гамму продуктов с различным составом.

Мембранные методы обработки можно разделить на два основных принципиальных направления: гиперфильтрация (микрофильтрация, ультрафильтрация, обратный осмос) и электродиализ (рис.). Сущность мембранных технологий основана на свойствах молочной сыворотки как гетерогенной системы с четко выраженной селективностью компонентов по молекулярной массе, размерам и ионной силе. Применительно к молочной сыворотке главными достоинствами мембранных способов разделения являются:

- возможность направленного регулирования её состава и свойств при сравнительно небольших энергетических затратах;

- создание на этой основе новых молочных продуктов с пониженной калорийностью и высокой биологической ценностью;
- рациональное использование молочной сыворотки на основе малоотходных и безотходных технологических процессов.

Процесс гиперфильтрации основан на принципе обратного осмоса. Часть компонентов раствора, прежде всего растворитель, за счёт давления, создаваемого на раствор, проходит через мембрану, а другая, например, белки, задерживается. Происходит концентрация раствора.

Гиперфильтрацию в зависимости от пористости применяемой мембраны и эффективности процесса разделения гетерогенных растворов условно делят.

Ультрафильтрация. В случаях, когда осмотическое давление пренебрежимо мало по сравнению с рабочим давлением, что, например, характерно для водных растворов высокомолекулярных веществ, процесс разделения растворов с помощью полупроницаемых мембран называют ультрафильтрацией. Для проведения ультрафильтрации используют полупроницаемые мембраны диаметром пор от 10 до 100 нм, способные

задерживать компоненты с молекулярной массой от 104 и выше. При ультрафильтрации мембрана задерживает только высокомолекулярные соединения и пропускает с фильтратом вещества, образующие «истинный» раствор. При ультрафильтрации молочной сыворотки задерживается (концентрируется) белок, а в фильтрат уходят соли и лактоза. В фильтрат переходит около 30% кальция, 90% калия и натрия, 70% магния, 80% хлора и 50% фосфора, содержащихся в исходной сыворотке.

В результате ультрафильтрации получают белковые концентраты, содержащие высокомолекулярные соединения молочной сыворотки, и фильтрат (пермеат) – раствор лактозы, минеральных солей и других низкомолекулярных соединений.

Основной задачей управления процессом ультрафильтрации является поддержание заданных технологических режимов с получением белковых концентратов с разной массовой долей сухих веществ [2]. Состав и физико-химические показатели УФ-концентратов в зависимости от массовой доли сухих веществ представлены в таблице.

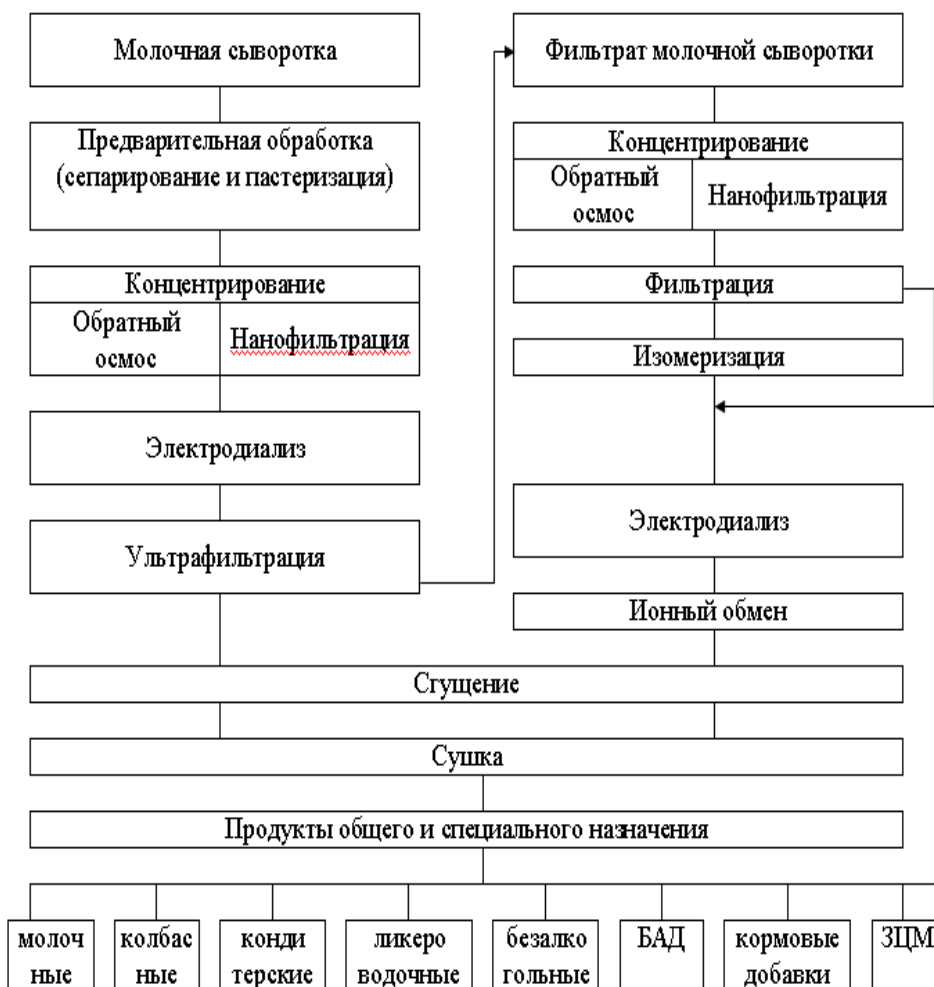


Рис. Принципиальная схема переработки молочной сыворотки мембранными методами

Состав и физико-химические показатели сывороточных УФ-концентратов

Показатели	Фактор концентрирования		
	0	8-9	18-19
Массовая доля, %			
– сухих веществ	6,0±0,3	10,87±0,30	19,79±0,4
– общего азота (Nx6,38)	0,95±0,7	4,25±0,25	11,93±0,35
– белкового азота (Nx6,38)	0,65±0,6	3,64±0,15	10,40±0,25
– лактозы	4,45±0,15	5,16±0,15	5,43±0,15
– золы	0,53±0,05	0,78±0,05	1,03±0,06
– жира	0,05±0,01	0,50±0,05	1,10±0,05
Плотность, кг/см ³	1024±2	1034±2	1055±2
Коэффициент рефракции	1343±1	1351±1	1366±2
Титруемая кислотность, °Т	15±2	25±2	40±3

Частным случаем ультрафильтрации является диафильтрация, используемая для получения высокобелковых молочных концентратов. При диафильтрации концентраты, получаемые ультрафильтрацией, разбавляют водой (лучше деминерализованной) и подвергают повторной ультрафильтрации с целью «вымывания» низкомолекулярных компонентов, в частности лактозы и минеральных веществ.

Недостаток ультрафильтрации и других методов мембранного разделения заключается в том, что одновременно с концентрированием белка происходит и концентрирование жировой фракции, что обусловлено практически полной селективностью мембран по жиру.

Обратный осмос. Разграничить высоко- и низкомолекулярные соединения трудно, деление это условно, поэтому нельзя четко разграничить процесс ультрафильтрации и обратного осмоса. В обоих случаях требуется преодолеть осмотическое давление фильтруемого раствора, так как растворитель переносится в направлении, противоположном возрастанию концентрации растворенного вещества, задерживаемого фильтром. Способом обратного осмоса производят концентрирование всех веществ, находящихся в растворе, и выделение чистого растворителя из раствора, за исключением некоторого количества одновалентных ионов Na, K, Cl. Практически обратный осмос сводится к сгущению раствора.

Фильтры, применяемые для ультрафильтрации и обратного осмоса, принципиально различаются лишь размерами пор, последние мельче и обеспечивают перенос только растворителя. При обратном осмосе применяют полупроницаемые мембраны диаметром пор от 1 до 10 мкм, способные задерживать компоненты раствора с молекулярной массой от 50 D и выше. Преимуществом обратного осмоса перед существующими способами концентрации растворов (например, сгущения в вакуум-выпарных установках) является возможность проведения про-

цесса при любых температурах. Кроме того, расчёты показывают, что затраты энергии при обратном осмосе меньше, чем при использовании других традиционных способов концентрации, а расход тепловой энергии может быть исключен совсем. Оптимальным считается концентрирование методом обратного осмоса до массовой доли сухих веществ 20-30%.

Обратный осмос должен найти применение для концентрирования сыворотки, что снизит потери и расширит пути ее рационального использования. Кроме того, одним из перспективных направлений использования обратного осмоса является обработка солевой сыворотки в целях исключения нежелательных явлений, связанных с наличием хлористого натрия, а также обработка конденсата вакуум-выпарных установок, что позволит рационально использовать оборотную воду и уловить отходящие с пеной и вторичными парами компоненты молочного сырья.

Электродиализ. Одним из эффективных способов деминерализации молочной сыворотки является электродиализ. Применение электролиза позволяет снизить в сыворотке содержание минеральных веществ. Сущность процесса электродиализа заключается в том, что селективная ионитовая мембрана (перегородка) находится в контакте с раствором, под влиянием электрического поля пропускает ионы одного заряда и служит барьером для ионов противоположного заряда.

При пропускании постоянного (или выпрямленного) электрического тока катионы солей, содержащихся в молочной сыворотке и рабочем растворе, перемещаются по направлению к катоду, а анионы солей – к аноду.

Электронейтральные молекулы других веществ, входящих в состав молочной сыворотки, в электродиализном процессе не участвуют, поэтому при электродиализном обессоливании молочной сыворотки в рабочий раствор переходят только ионы солей, а содержание белков и лактозы не меняется.

Изучение деминерализации творожной сыворотки показало возможность удаления до 90% минеральных веществ при незначительных потерях сывороточных белков и лактозы.

Электродиализ молочной сыворотки не оказывает существенного влияния на качество и содержание сывороточных белков, лактозы и витаминов. В результате электродиализной обработки органолептические показатели молочной сыворотки значительно улучшаются.

Установлено, что при обессоливании натуральной сыворотки капитальные и производственные затраты выше, чем при обессоливании сгущенной сыворотки, на 15% при 59%-ном и на 30% - при 90%-ном уровне деминерализации. Сгущение сыворотки приводит к снижению энергозатрат на процесс ее обессоливания и на перекачивание насосами, а также к повышению рабочей плотности тока и, следовательно, скорости обессоливания.

Полученные методом электродиализа продукты часто используются в качестве основы для заменителей женского молока.

В последнее время разрабатывается комбинированная технология, предусматривающая объединение методов электродиа-

лиза и ультрафильтрации. При этом получают сухой белковый препарат с максимальной концентрацией белка 35% и содержащий лактозу деминерализованный ультрафильтрат.

Заключение

При решении проблемы переработки молочной сыворотки необходима комбинация нескольких процессов разделения или концентрирования, позволяющая при минимальных затратах обеспечить производство высококачественных и безопасных продуктов, включающих все компоненты молочной сыворотки.

Библиографический список

1. Червецов В.В., Яковлева Т.А., Евдокимов И.А. Процессы и методы переработки молочной сыворотки // Переработка молока. – 2007. – № 12. – С. 30-32.
2. Кравченко Э.Ф. Прогрессивные технологии переработки молочной сыворотки // Переработка молока. – 2006. – № 4. – С. 36-37.
3. Храмов А.Г., Нестеренко П.Г. Безотходная переработка молочного сырья: учебное издание. – М.: КолосС, 2008. – 200 с.



УДК 633.13

В.А. Марьин,
А.Л. Верещагин

ТОВАРОВЕДНАЯ ОЦЕНКА И КАЧЕСТВО ХЛОПЬЕВ «ГЕРКУЛЕС», ВЫРАБОТАННЫХ ИЗ ЗЕРНА ОВСА С РАЗЛИЧНОЙ НАЧАЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТЬЮ

Ключевые слова: гидротермическая обработка (ГТО), зерно овса, хлопья овсяные «Геркулес», влажность, аминокислота, аминокислотный СКОР, овсяная каша.

Овес является одной из наиболее ценных крупяных культур. Однако в последнее время качество овса, поставляемого на переработку, ухудшается вследствие хранения зерна с повышенной влажностью у производителей.

Целью работы является изучение влияния влажности зерна овса на показатели качества крупы, в том числе на аминокислотный состав.

Для испытаний были отобраны партии зерна овса сорта «Аргумент», собранного в предгорной зоне Алтайского края в 2009 г., которые характеризовались повышенной увлажненностью (гидротермический коэф-

фициент 1,5) при пониженной против многолетних значений средней температуре в вегетационный период.

В качестве исходного сырья были взяты партии зерна с различной начальной влажностью (12,6-15,8%), такое зерно хранилось у производителей в условиях напольного складирования в течение нескольких месяцев.

Поступающие партии зерна формировались по влажности и направлялись без предварительной сушки в переработку на овсоцех.

Объем партий формировался таким образом, чтобы отобранный для исследования образец являлся среднесменным. При переработке зерна для определения массы доли белка и исследования аминокислотного состава в исследуемых партиях отбирались среднесменные образцы зерна и хлопьев овсяных «Геркулес».