

# ТЕНДЕНЦИИ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ



*М.С. Золоторева, к. т. н., главный технолог, Д.Н. Володин, к. т. н., директор, В.К. Топалов, руководитель службы продаж, ООО «МЕГА ПрофиЛайн», г. Ставрополь; И.А. Евдокимов, д. т. н., проректор по научной работе, Б.В. Чаблин, к. т. н., ФГАОУ ВПО «СКФУ», г. Ставрополь*

**В** настоящее время на молочном рынке России в области переработки молочного сырья наблюдаются тенденции, аналогичные тем, что происходили в Западной Европе в течение последних 15 лет. Прежде всего, это более эффективное использование сыворотки, уменьшение отходов и постоянное совершенствование технологий и ассортимента продукции. Тем не менее относительно большой объем кислой сыворотки и отсутствие ее централизованной переработки явно сдерживают общее использование сыворотки [1]. Также сложная экономическая ситуация конца прошлого века в нашей стране несколько затормозила модернизацию производства и внедрение эффективных технологий переработки сыворотки.

В связи с этим в настоящей экономической и политической ситуации наиболее перспективной представляется модернизация производства с вовлечением в технологический процесс вторичных молочных ресурсов, таких как молочная сыворотка и ее производные. Этот вопрос решается благодаря использованию мембранных технологий, позволяющих организовать эффективную переработку молочной сыворотки, в том числе и самых сложных в технологическом плане ее видов – творожной и казеиновой.

Внедрение процесса электродиализа позволяет решить такие проблемы молочной сыворотки, как значительная минерализация и высокая кислотность. Принцип электродиализа основан на перемещении диссоциированных ионов под действием электрического тока (движущей силы процесса) через ионообменные мембраны из молочного сырья во вспомогательный раствор. В результате чего происходит удаление из сыворотки нежелательных низкомолекулярных компонентов – минеральных веществ и кислот. Причем в процессе электродиализа возможно осуществление регулирования кислотности сырья до требуемого уровня, например соответствующего молоку-сырью (рН 6,6–6,7), что важно в переработке кислой сыворотки на пищевые цели. Такая обработка позволяет корректировать состав и свойства сыворотки до требуемых параметров и интенсифицирует традиционные процессы ее дальнейшей переработки (сгущение, кристаллизация, сушка), повышая тем самым качество конечных продуктов [2].

Уровень деминерализации (УД) молочной сыворотки может быть от 50 до 90 % в зависимости от технологической необходимости и направления использования сыворотки. Причем получение высокодеминерализованного продукта с УД не менее 90 % может осуществляться без операции ионного обмена, с использованием только лишь электродиализа, что обеспечивается современными инновационными решениями в области электродиализного оборудования. Примером такого оборудования являются установ-

ки АО «МЕГА» (Чехия) на базе гетерогенных мембран Ralex® собственного производства, обладающих высокой селективностью к двухвалентным катионам и диссоциированным ионам кислот молочного сырья [2]. Таким образом, в результате электродиализной обработки удается получить стандартизированный продукт из любого вида сыворотки. При этом обеспечивается высокое качество сыворотки и значительно улучшаются ее органолептические показатели: при УД 50 % она приобретает сладковатый вкус, а при дальнейшей деминерализации – сладкий. Это позволяет значительно расширить спектр применения деминерализованной сыворотки и ингредиентов на ее основе в составе пищевых продуктов, в том числе молочных. Деминерализованная сыворотка набирает все большую популярность в технологии цельномолочных продуктов, йогуртов, десертов, творожных изделий, молочных консервов, мороженого, различных соусов, паст, в кондитерской и хлебобулочной промышленности, а также при производстве сухих смесей и продуктов быстрого приготовления.

Для сгущения молочной сыворотки рекомендуется использование процессов нанофильтрации (НФ) или обратного осмоса (ОО), которые позволяют повысить уровень сухих веществ в сырье до 18–22 % при более низких затратах энергии по сравнению с традиционным вакуумным выпариванием [3]. Использование мембранных процессов помогает не только экономить на энергоносителях, но и исключить влияние высоких температур на термолабильные компоненты молочной сыворотки, что в конечном счете повышает биологическую ценность и технологические свойства сырья и готового продукта.

Наиболее интересным процессом с точки зрения эффективности концентрирования сыворотки является нанофильтрация, так как характеризуется применением мембран, способных пропускать с растворителем одновалентные ионы минеральных веществ (натрий, калий, хлорид-ионы), благодаря чему обеспечивается частичная деминерализация сырья. Уровень деминерализации может быть различным и зависит от вида и минерального состава обрабатываемой сыворотки. Так, при обработке сладкой подсырной и творожной сыворотки уровень деминерализации может достигать 25 %, а при переработке казеиновой (солянокислой) сыворотки и соленой подсырной сыворотки этот показатель может составить до 30 %. Именно благодаря возможности частичной деминерализации сырья в процессе НФ, этот способ получает все большее распространение в технологии концентрирования сыворотки и производстве сухих продуктов на ее основе, так как интенсифицирует процессы деминерализации, вакуумного сгущения, кристаллизации, отделения кристаллов лактозы, сушки.

Применение нанофильтрации на первом этапе концентрирования, перед вакуум-выпариванием, позволяет удалить из сырья до 70 % воды. При этом энергозатраты, необходимые для осуществления процесса и удаления 1 т влаги, в 4–5 раз ниже затрат на вакуумное выпаривание [4]. Другой тенденцией молочного рынка России, по прогнозам аналитиков [1], является переход предприятий на технологии глубокой переработки сыворотки с получением сывороточных ингредиентов. Сегодня производство таких ингредиентов, как концентраты и изолят сывороточных белков (КСБ, ИСБ), лактоза и ее производные, практически отсутствуют в России, но является весьма перспективным, так как эти продукты, обладая достаточно высокой добавочной стоимостью, могут обеспечить импортозамещение. С внедрением мембранных процессов становится возможным получение в нашей стране высококачественных КСБ, ИСБ и продуктов на основе лактозы.

Технологии сывороточных ингредиентов основываются на процессе ультрафильтрации сыворотки. С применением ультрафильтрации можно сконцентрировать сывороточные белки или их отдельные фракции. Требуемые компоненты задерживаются мембраной, образуя поток ретентата, а более мелкие, растворенные компоненты – лактоза, небелковые азотистые соединения, минеральные вещества – проходят через поры мембран, образуя поток пермеата. Концентраты сывороточных белков (КСБ) различаются содержанием белка в сухом веществе от 35 до 60 %. При использовании многократной фильтрации (диафильтрации) возможно выделить высокобелковые концентраты с содержанием белка в сухом веществе 70–80 % и изолят сывороточных белков (ИСБ) с содержанием более 90 % белка [3].

Пермеат УФ представляет собой стратегически важное лактозосодержащее сырье. Основным его компонентом является лактоза (более 80 % в сухом веществе) с незначительным количеством небелкового азота и существенным удельным содержанием минеральных веществ. Содержание солей в сухом остатке сывороточного пермеата достигает 15–16 % [5], что превышает значения даже для молочной сыворотки. А пермеат, полученный из творожной сыворотки, характеризуется также повышенной кислотностью. Для эффективного осуществления процессов переработки пермеата и обеспечения высокого качества конечных продуктов пермеат целесообразно подвергать НФ-/ОО-концентрированию и электродиализной обработке до УД 50–90 % (в зависимости от направлений его использования) с корректировкой pH при необходимости. Процесс электродиализной обработки пермеата аналогичен деминерализации молочной сыворотки. Такая обработка улучшает технологические и органолептические свойства пермеата, повышает содержание лактозы (более 90 %) и интенсифицирует его дальнейшую переработку в ценные ингредиенты: лактозу и ее производные, деминерализованный пермеат, глюкозо-галактозные сиропы.

Так, высокоочищенный пермеат с УД 90 % может служить отличным сырьем для производства лактозы высокой категории качества или после необходимых технологических операций (вакуумное сгущение, кристаллизация и сушка) быть альтернативой пищевому молочному сахару в технологии различных напитков, молочных консервов, мороже-

ного, также может использоваться в качестве подсластителя и улучшителя структуры в кондитерской и хлебобулочной промышленности. Важным аспектом производства сухого деминерализованного пермеата является отсутствие характерных для традиционной технологии лактозы операций декантации и центрифугирования, промывки кристаллов и их измельчения. В результате обеспечивается повышение выхода продукта за счет отсутствия потерь с мелассой. Деминерализованный пермеат сушится на обычной распылительной установке и может вырабатываться на классической линии производства сухой сыворотки.

Как известно, лактоза обладает низкой сладостью и слабой растворимостью. При определенных условиях лактоза выпадает в осадок в виде кристаллов. Это явление нередко наблюдается при производстве и хранении молочных консервов и мороженого, что недопустимо. Кроме того, часть населения в мире, в том числе и в России, страдает непереносимостью лактозы. Поэтому перспективным направлением является гидролиз концентрированного деминерализованного пермеата с получением ГГС. В результате гидролиза лактозы образуются легко растворимые моносахариды, которые легко сбраживаются микроорганизмами и хорошо усваиваются. Гидролиз позволяет придать пермеату новые свойства и расширить возможности для его практического использования. Для получения ГГС концентрированный пермеат подвергается ферментативному гидролизу при установленных режимах до достижения уровня гидролиза не менее 70 % [6]. ГГС имеет достаточно высокую сладость, близкую к сладости сахарозы, но гораздо меньшую стоимость, может использоваться для частичной или полной замены сахарозы в технологии фруктово-ягодных наполнителей, йогуртов, творожных масс, пудингов, десертов, напитков, а также в кондитерской промышленности.

Подвергая молочную сыворотку мембранной обработке, производитель получает возможность извлекать и использовать все входящие в ее состав компоненты. При этом возникает возможность варьировать состав и свойства ингредиентов, придавая им и конечным продуктам требуемые характеристики. Рассмотренные варианты переработки молочной сыворотки позволяют получать и использовать сывороточные ингредиенты в рецептурах различных продуктов питания, в том числе и молочных. ●

#### Литература

1. Tage Affertsholt, Morten Fenger Whey Book 2014 – The Global Market for Whey and Lactose Ingredients 2014–2017 / 3A Business Consulting. – August 2014. – P. 146.
2. Золоторева М.С. Универсальный метод обработки молочной сыворотки / М.С. Золоторева, Б.В. Чаплин, Д.Н. Володин // Сыроделие и маслоделие. – 2013. – № 6. – С. 29–30.
3. Обработка молочного сырья мембранными методами / И.А. Евдокимов, Д.Н. Володин, М.В. Головкина, М.С. Золоторева, В.К. Топалов, С.В. Анисимов, А.А. Везириан, В.М. Клепкер, Г.С. Анисимов // Молочная промышленность. – 2012. – № 2. – С. 34–37.
4. Золоторева М.С. Переработка сыворотки – возможность заработать / М.С. Золоторева // Переработка молока. – 2014. – № 12. С. 11–12.
5. Деминерализованный пермеат как альтернатива молочному сахару / И.А. Евдокимов, Д.Н. Володин, В.К. Топалов, В.А. Михнева // Молочная промышленность. – 2013. – № 2. – С. 38.
6. Функциональные ингредиенты на основе молочной сыворотки в производстве маргинальных молочных продуктов / В.С. Сомов, М.Н. Омаров, М.С. Золоторева, И.А. Евдокимов // Молочная промышленность. – 2014. – № 8. – С. 45–55.

# ЭЛЕКТРОДИАЛИЗНЫЕ УСТАНОВКИ МЕГА



ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

**mega**  
ProfiLine

ООО «МЕГА ПрофиЛайн» | тел./факс + 7-8652-31-66-44  
ул. Дзержинского, 158 | e-mail: info@mpline.ru  
355003, Ставрополь, Россия | www.mpline.ru