

# Вопросы переработки молочной сыворотки

Елена Васильевна Топникова, д-р техн. наук, зам. директора по научной работе  
Татьяна Алексеевна Волкова, канд. техн. наук, научный сотрудник, ученый секретарь  
E-mail: vniims@fneps.ru  
Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН, Углич

## В чем ценность молочной сыворотки?

Согласно результатам аналитических исследований 2022 года в Российской Федерации было произведено 620 тыс. т сыра и 422 тыс. т творога. Производство этих продуктов сопряжено с получением огромного количества молочной сыворотки (по данным Sreda Consulting ~ 8 млн. т). Пока переработке в нашей стране подвергается около 45 % сыворотки, примерно 41 % скармливается скоту или передается в смежные пищевые отрасли, а часть сбрасывается в сточные воды, как промышленные отходы. Ежегодные потери сыворотки составляют около 1 млн. т. При этом мы теряем ценный продукт, ведь в обезжиренной сыворотке присутствует комплекс белковых, углеводных и минеральных компонентов, определяющих ее полезные свойства и делающих сыворотку весьма ценным сырьем для производства продуктов питания, пищевых концентратов и технических полуфабрикатов. Белки молочной сыворотки, содержащиеся в количестве 0,4–0,6 %, представлены, в основном, лактальбумином и лактоглобулином, которые содержат все незаменимые аминокислоты и относятся к полноценным пищевым белкам. Лактоза, которой в сыворотке содержится ~ 3,5 %, представляет собой уникальный углевод, не встречающийся больше нигде в природе, кроме молочного сырья. В сыворотку из молока практически полностью переходят все водорастворимые витамины. Минеральный комплекс сыворотки фактически соответствует своему содержанию в цельном молоке.

## Какие основные направления переработки сыворотки?

На сегодняшний день основными направлениями переработки молочной сыворотки считаются следующие:

- использование в натуральном виде – при производстве напитков, в хлебопечении, в составе кормовых рационов;
- концентрирование – сгущение (вакуум-дистилляция), нанофильтрация, обратный осмос, распылительная сушка;
- выделение отдельных компонентов – жира, лактозы, белков для использования в производстве широкого ассортимента пищевых продуктов;
- биологическая трансформация сывороточных белков и лактозы.

Первые три направления более развиты, в отличие от четвертого, относящегося к процессам глубокой переработки молочного сырья и требующего развития производства и совершенствования технологии.

## Как переработать сыворотку с минимальными затратами?

Одним из самых доступных направлений переработки молочной сыворотки, не требующих больших капитальных издержек и энергетических вложений, является изготовление пастеризованной молочной сыворотки и напитков на ее основе. Производство сывороточных напитков выгодно предприятиям совпадением пиков ресурсов сырья и спроса на продукт, что в условиях коэффициента сезонности является решающим плюсом. Потребление пастеризованной молочной сыворотки и напитков является прекрасным выбором для людей всех возрастов, которые стремятся сохранить здоровье, снизить массу тела и повысить общий тонус организма. Пастеризованная сыворотка и сывороточные напитки с добавлением фруктовых соков, цельного и обезжиренного молока, кисломолочных напитков, настоев пряно-ароматических растений, минеральной воды и др. все чаще стали

появляться на полках магазинов и пользуются несомненным спросом у покупателей благодаря освежающему вкусу и очевидной пользе здоровью. Область потребления пастеризованной молочной сыворотки может быть расширена за счет использования ее при изготовлении безалкогольных коктейлей, окрошки, холодных супов, выпечных кондитерских и хлебопекарных изделий. Требования к качеству и безопасности пастеризованной сыворотки и напитков на ее основе установлены ТУ 10.51.55-016-19862939-2021 «Сыворотка молочная пастеризованная и напитки на ее основе» или в технических документах изготовителя, учитывающих региональные вкусовые предпочтения.

Несомненный плюс такого направления в том, что при минимальных затратах на оборудование (емкостное, теплообменное и фасовочное) и низком энергопотреблении можно получить продукт, уже давно и прочно положительно себя зарекомендовавший. Минусом является тот факт, что данное направление позволяет перерабатывать небольшие объемы сыворотки, ограниченные сезонным спросом на такую продукцию. Как известно: большие объемы переработки, требуют и больших капитальных вложений.

Сопутствующим направлением этой переработки является производство продуктов из сывороточных белков, поскольку для получения устойчивых в хранении пастеризованных напитков из сыворотки требуется ее осветление. Здесь производителями целесообразно осваивать технологии продуктов из молочного альбумина по ГОСТ 33956-2016 «Альбумин молочный и пасты альбуминные. Технические условия» или ГОСТ 34357-2017 «Сыры сывороточно-альбуминные. Технические условия», а также вовлекать это ценное сырье в технологию иных белково-жировых продуктов, производимых по ГОСТ 31690-2013 «Сыры плавленые. Общие технические условия» или ГОСТ Р 59212-2020 «Сыры для пиццы термизированные. Технические условия».

### **Сгущение и сушка – это основные направления переработки сыворотки в РФ?**

Это действительно так и не только в России, но и во всем цивилизованном мире, как на сегодняшний день, так и на грядущую перспективу. Ежегодно объемы переработки молочной сыво-

ротки на сухие концентраты в Российской Федерации нарастают. Сухая сыворотка производится по ГОСТ 33958-2016. Объемы производства в РФ сухих концентратов из сыворотки в пересчете на сухую сыворотку постоянно растут: 2018 – 141 тыс. т; 2019 – 156 тыс. т; 2020 – 173 тыс. т; 2021 – 185 тыс. т; 2022 – 198 тыс. т. За последние годы, благодаря более активному вовлечению сыворотки в переработку, доля импорта сухой сыворотки снизилась. По итогам 2022 г. количество импорта составило 30 тыс. т в год.

Это направление дает возможность полного использования сухих веществ сыворотки и позволяет перерабатывать сыворотку в хранимоспособные, удобные при транспортировании и использовании полуфабрикаты, отличающиеся повышенной пищевой и биологической ценностью. Масса продукта уменьшается при этом в 18–20 раз. И это несомненный плюс.

Успешный опыт переработки сыворотки в производство сухой и сухой деминерализованной сыворотки имеют предприятия РФ: АО «МИЛКОМ» (ООО «Казанский молочный комбинат», ПП «Кезский сырзавод», ПП «Глазов-молоко»); АО «Белебеевский Ордена «Знак Почета» молочный комбинат»; ООО «Ува-молоко»; ЗАО «Томмолоко»; ООО «Еланский сыродельный комбинат»; АО «ВБД», ООО «БЕЛМИЛК»; ЗАО «Сыродельный комбинат «Ленинградский», АО «Сыркокомбинат «Тихорецкий», Молочный комбинат Лабинский – филиал АО «Данон Россия», ООО «Сыры Кубани»; АО «Молочный комбинат Ставропольский»; ООО «Юговской Комбинат Молочных Продуктов»; ООО «ТД «Киприно» и многие другие.

А в чем минусы этих направлений? Не всегда качество сухой сыворотки удовлетворяет требованиям потребителей. Не каждое предприятие может приобрести дорогостоящую распылительную сушилку (новую или на вторичном рынке), предназначенную для сушки молочной сыворотки. В таком случае предприятия приспособливают сушилки, предназначенные для сушки цельного и обезжиренного молока. Но не будем забывать о высоком удельном показателе содержания лактозы в сыворотке. Чтобы сыворотка при сушке не налипала на стенки сушильной башни и не подгорала, необходимо снизить паспортную производительность «приспособленных» сушилок, иногда на 20–30 %. Какой выход? Использовать инстантайзер или двухстадийную

сушку. Вторая стадия сушки молочной сыворотки, а точнее досушка в псевдокипящем слое, открывает новые возможности перед производителями. При наличии второй стадии сушки появляется возможность значительно снизить температуру воздуха в сушильной башне, что уменьшит подгорание продукта и налипание его на стенки башни. Особенность технологического процесса состоит в том, что после сушильной башни обработанная в щадящем температурном режиме сыворотка имеет сравнительно высокую влажность и досушивается в псевдокипящем слое, что позволяет получать продукт высокого качества, не подвергая высокотемпературному воздействию лактозу и белки, и одновременно экономить энергоносители. Мультистадийные сушилки, имеющие интегральный «кипящий слой» или/и внешний вибрирующий «кипящий слой», позволяют высушивать сыворотку в еще более щадящем режиме – при низких температурах и получать сухую сыворотку высочайшего качества, полностью соответствующую мировым стандартам качества.

### Какие еще есть способы улучшения качества сухой сыворотки?

Улучшить качество сухой молочной сыворотки можно за счет введения стадии кристаллизации лактозы. Кристаллизация значительно облегчает процесс сушки в виде уменьшения наложения продукта на стенках сушильной башни и пневмокоммуникаций. В итоге получают высококлассный полуфабрикат со сниженной гигроскопичностью и отличной растворимостью.

Установка систем баромембранного и электро-мембранного разделения дает предприятиям еще одну идеальную возможность повышения качества получаемой сухой сыворотки. Процессы деминерализации (нанофильтрация и электродиализ) позволяют получать сгущенную и сухую обеззольненную сыворотку, отличающуюся улучшенными органолептическими показателями (прежде всего, во вкусе сыворотки пропадают пугающие потребителя «сывороточные тона»). В конечном итоге сухой продукт имеет невысокую зольность, оптимально сниженную титруемую кислотность, хорошую сыпучесть, фактическое отсутствие комкования и максимально приближен к мировым нормативам соответствия. Требования к качеству и безопасности деминерализованной молочной сыворотки изло-

жены в национальном стандарте ГОСТ Р 56833-2015 «Сыворотка молочная деминерализованная. Технические условия»; ТУ 10.51.56-204-19862939-2014 «Концентрат сыворотки молочной деминерализованной». Требования к качеству и безопасности сухой деминерализованной молочной сыворотки изложены в ТУ 10.51.55-203-19862939-2013 «Сыворотка молочная деминерализованная сухая».

Значительно облегчить процесс сушки молочной сыворотки и разнообразить ассортимент концентратов на ее основе возможно за счет введения наполнителей (обезжиренного молока, пахты, яичного меланжа, пшеничной, ржаной, гречневой и других видов муки). При этом можно добиться не только паспортной производительности сушильных установок, но и основательно улучшить органолептические свойства сухого продукта. Требования к качеству и безопасности сухих концентратов на основе молочной сыворотки изложены в ТУ 10.51.56-205-19862939-2014 «Концентраты из подсырной сыворотки сухие», ТУ 10.51.56-143-19862939-2003 «Концентраты на основе вторичного молочного сырья сухие» и ТУ 10.51.56-081-19862939-2008 «Смесь сухая молочная обезжиренная».

Сухая сыворотка используется в производстве молочных продуктов, мороженого, майонеза, макаронных изделий, в хлебопекарной, кондитерской отраслях промышленности, при изготовлении заменителей цельного молока для молодняка сельскохозяйственных животных, птицы и домашних питомцев.

### Выделение из сыворотки отдельных компонентов

В последние три десятилетия большие объемы молочной сыворотки подвергаются переработке с целью выделения и использования уникальных по пищевой и биологической ценности сывороточных белков. Ультрафильтрация позволяет выделять белки в неденатурированном (нативном) состоянии. Концентраты сывороточных белков максимально сохраняют свои бесценные, заложенные самой природой свойства, сфера их применения может быть значительно расширена за счет возможности использования в составе детских, диетических, лечебных продуктов и продуктов спортивного и геродиетического питания. Освоение производства концентратов сывороточных белков молочными предпри-

иями России позволит решить насущные задачи современности – сократить импорт функциональных продуктов, усилить продовольственную безопасность страны, создать отечественное поколение продуктов здорового питания для детерминированных групп населения, сохранить генофонд нации и гарантировать ее активное долголетие. Требования к качеству и безопасности сухих концентратов сывороточных белков изложены в национальном стандарте ГОСТ Р 53456-2022 «Концентраты сывороточных белков сухие. Технические условия».

Самым распространенным способом выделения белков остается тепловая коагуляция с последующим отстаиванием, прессованием или концентрированием при помощи сепаратора. В результате получают белковый концентрат – альбумин, получивший свое название благодаря лактоальбуминовой фракции, преобладающей по количеству в составе белков молочной сыворотки. Требования к качеству и безопасности молочного альбумина изложены в межгосударственном стандарте ГОСТ 33956-2016 «Альбумин молочный и пасты альбуминовые. Технические условия». Альбумин – высококачественный белковый полуфабрикат, представляющий собой концентрат наиболее ценных белков молока, предназначен для использования в качестве белкового компонента-обогапителя творожных изделий, сырных, альбуминовых и творожных паст, белковых десертов, натуральных и плавленых сыров, колбасных изделий, мясных и рыбных паштетов.

Альбуминовые пасты, вырабатываемые согласно ТИ к ГОСТ 33956-2016, предназначены для реализации альбумина в виде высокобелкового продукта, обогащенного натуральными вкусовыми и ароматическими наполнителями. В зависимости от вида вносимых вкусовых ингредиентов паста выпускается десертного (сладкая) и пикантного (соленая) назначения.

## Технологии глубокой переработки сыворотки

Наряду с растворимыми концентратами нативных сывороточных белков, получаемых методом ультрафильтрации, в последнее время повысился интерес к отдельным фракциям сывороточных белков, играющих важную физиологическую роль в организме. В частности, такие фракции сывороточных белков, выделенные в чистом виде, как ангиогенин, имму-

ноглобулины, лактоферрин, лактопероксидаза, гликомакропептид представляют большой интерес для медицины. Реальные практические возможности для этого открывает использование каскадной мембранной фильтрации, а также селективной сорбции – десорбции с помощью ионообменных смол.

Определенный интерес представляет ферментативный гидролиз сывороточных белков, наиболее богатых аминокислотами. Гидролизаты различной глубины находят полезное применение в детском, лечебном и диетическом питании.

Одним из несомненных достижений последних 40 лет считается расширение с 20 до 200 и более наименований перечня компонентов сыворотки, которые отвечают критерию извлекаемости и питательной ценности. Основная причина этого – признание того, что отдельные компоненты, содержащиеся в сыворотке в незначительных количествах, представляют интерес при изготовлении медицинских и косметических средств, имеют уникальную питательную и биологическую ценность, обладают специфическими функциональными свойствами.

Хотелось бы еще раз обратить внимание на такой ценный углевод сыворотки как лактоза. Биологическая и физиологическая ценность лактозы обусловила необходимость получения ее в виде продукта специального назначения – молочного сахара, который массово используется при производстве лекарственных препаратов, антибиотиков, микробиологических сред, продуктов детского питания на молочной основе, продуктов для диабетиков, других пищевых продуктов и на технические нужды. Требования к качеству и безопасности молочного сахара изложены в межгосударственном стандарте ГОСТ 33567-2015 «Сахар молочный. Технические условия».

Ферментативный гидролиз дисахарида лактозы до моносахаров глюкозы и галактозы среди биологических методов переработки сыворотки обладает наибольшим потенциалом. Этот метод нашел уже широкое промышленное применение в различных отраслях производства. Путем биологической конверсии лактозы, возможно получение таких ценных производных как лактулоза, лактитол, лактобионовая кислота, лактаты калия, натрия, кальция, органические кислоты (молочная, пропионовая и уксусная), витамины, этиловый спирт, биогаз и многих других.

Однако предприятия неохотно идут на внедрение технологий глубокой переработки. Здесь проявляется свойство современного техногенного мышления – ориентация на быстрые результаты по самокупаемости и получению быстрой прибыли.

## Как обстоят дела с переработкой сыворотки в республике Беларусь?

В республике Беларусь на организационно-законодательном уровне была разработана государственная «Программа переработки молочной сыворотки и производства сухих молочных продуктов». При этом базовыми технологиями в рамках программы являлись следующие: производство сухой сыворотки; концентратов сывороточных белков (КСБ-35, КСБ-60 и КСБ-80); пищевой и фармацевтической лактозы; молочно-жировых концентратов как основы для производства заменителей цельного молока; мелассы сухой, остающейся от производства лактозы и применяющейся в производстве кормов и заменителей цельного молока в качестве минеральной добавки. Реализация Программы позволила системно подойти к проблеме, сконцентрировать усилия производителей и достигнуть значительных результатов в плане увеличения объемов переработки молочной сыворотки, как в натуральном, так и в удельном выражении. Уровень промышленной переработки подсырной сыворотки в РБ составляет около 98 %, творожной и казеиновой – около 90 %.

## Об экологической безопасности производства

Экологизация молочного производства является составной частью концепции устойчивого развития предприятий. Она предполагает экологически ориентированное техническое и технологическое развитие молочной промышленности. Известно, что 1 т молочной сыворотки, сливаемой в канализацию, загрязняет водоемы так же, как 100–150 м<sup>3</sup> хозяйственно-бытовых стоков. Организация промышленной переработки молочной сыворотки, исключающая возможность попадания ее в сточные воды, позволит не только повысить экологи-

ческую безопасность сыродельного производства, но и значительно снизить затраты предприятий отрасли, не имеющих собственных очистных сооружений, на оплату услуг сторонних организаций, связанных с очисткой стоков до регламентируемых значений по интегральному показателю химической потребности в кислороде (ХПК). Выполненные расчеты показывают, что при стоимости таких услуг для сырзавода средней мощности 1,2–1,5 тыс. т сыра в год, равной 3,3–3,5 млн. рублей в год, ежегодная экономия средств в отрасли только по этой статье оценивается в размере 810–815 млн. рублей.

## Какие санкции применяются при нарушениях природоохранного законодательства?

Соблюдение требований природоохранного законодательства – один из основных аспектов любой хозяйственной деятельности. Установление государственных экологических правил и нормативов направлено на сохранение безопасной окружающей среды, минимизацию техногенной и антропогенной нагрузки на нее. Самыми распространенными видами административного взыскания, согласно статье 8.14 КоАП РФ, применяющимися за нарушение природоохранного законодательства, являются штрафы и/или приостановление деятельности предприятия на срок до 90 суток.

Резюмируя изложенное, приходим к очевидному выводу, что переработка молочной сыворотки экономически выгодна предприятиям, так как позволяет повысить выход готовой продукции из единицы товарного молока, снизить себестоимость производства в целом, получить дополнительную прибыль от реализации продуктов из сыворотки и улучшить экологическую обстановку в зоне ответственности молочных предприятий. Для полного вовлечения в РФ сыворотки в переработку необходима поддержка производителей со стороны государства, т. к. использование эффективных и современных технологий требует существенных инвестиций в высокотехнологичное оборудование. Именно такой подход был применен в Республике Беларусь и многих других странах с развитой переработкой. ■

## Whey Utilization

Топникова Е. В., Волкова Т. А.

All-Russian Scientific Research Institute of Butter- and Cheesemaking – Branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems, Uglich