

Производство сухого концентрата сывороточных белков

А. Ф. Зябрев, к.т.н.,
член-корр. РИА, ЗАО НПО «Элевар»

Специалистами компании «Элевар» предложена схема утилизации сыворотки с получением рентабельного продукта – сухого концентрата сывороточных белков.

Сыворотка, образуемая на большинстве заводов России по переработке молочного сырья, используется в качестве корма для скота или просто сливается в канализацию. Однако отношение к сыворотке постепенно меняется, и сейчас сыворотка считается важным сырьем, которое может перерабатываться в ценные сухие (порошкообразные) продукты. Вместо уплаты штрафов местным властям за выбросы сыворотки или оплаты расходов, связанных с транспортированием сыворотки на фермы, возможно продавать продукты сыворотки (например, ее концентраты) более крупным молочным заводам или пищевым заводам, специализирующимся на дальнейшей переработке сыворотки.

Заводы, связанные с переработкой молочного сырья, на которых образуется сыворотка, можно условно разделить на три категории. К 1-й категории отнесем крупные комбинаты с объемом получаемой сыворотки 200 – 300 т/сут и более, на которых образуется как подсырная, так и творожная сыворотка; ко 2-й – средние по мощности сыродельные заводы с объемом получаемой сыворотки 40 –

100 т/сут; к 3-й – мелкие молокоперерабатывающие производства, на которых образуется творожная сыворотка объемом 2 – 10 т/сут. Третья категория производств хотя и многочисленна, однако строить производство сывороточных концентратов в виде сухого продукта для таких малых объемов нерентабельно.

По данным зарубежной печати, рентабельные производства сухой сыворотки начинаются с объемов 300 т/сут. Однако объемы сыворотки 40 – 100 т/сут также представляют интерес в России для создания производств сухих сывороточных белков, если сыворотку предварительно концентрировать.

Для получения сухой сыворотки высокого качества качество самой сыворотки должно быть также высоким. В связи с этим на заводе по производству сывороточных концентратов часто требуется производить модификации процесса в целях предварительной подготовки сыворотки.

ПОДГОТОВКА СЫВОРОТКИ

Сыворотка, образуемая в процессе производства сыра или творога, содержит жир и так называемую «казеиновую пыль» – мелкие частицы

коагулированных казеиновых белков. Для повышения чистоты сывороточных белковых концентратов, а также производительности последующих процессов переработки необходимо тщательным образом удалить эти компоненты из сыворотки. Для удаления казеиновой пыли используют центробежный сепаратор-очиститель, а для удаления жира – сепаратор-сливкоотделитель. Имеются модификации сепараторов, совмещающие оба этих процесса. Обычно такие конструкции сепараторов обеспечивают непрерывный встроенный процесс без промежуточного хранения теплой сыворотки (30 – 50 °С). На сепараторах-сливкоотделителях достигают снижения содержания жира до 0,05 %. Выделенный жир и казеиновая пыль могут быть использованы в производстве молочных продуктов.

Очень важно максимально сократить время пребывания сыворотки в теплом состоянии (35 – 40 °С), так как частицы казеина и лактоза, находящиеся в сыворотке, являются благоприятным материалом для роста бактерий.

После очищения сыворотки от мелких частиц и удаления жира она должна подвергаться тепловой обработке



ЕСТЬ ВОПРОСЫ?
АКТУАЛЬНЫЕ ТЕМЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ?

Звоните на горячую линию, задавайте вопросы, называйте темы публикаций.
На страницах журнала будут опубликованы ответы и комментарии специалистов.

8-800 - 200 - 11-12
бесплатный звонок из любого региона России

(пастеризации) и затем охлаждаться до 6 °С. Далее она может либо храниться для дальнейшего транспортирования на завод по производству сухой сыворотки, либо подвергаться переработке в установке ультрафильтрации.

КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ СЫВОРОТКИ ПУТЕМ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ

Введение в процесс установки ультрафильтрации позволяет снизить транспортные расходы по доставке продукта к месту производства сухой сыворотки, а также снизить содержание лактозы и солей в продукте. Установка ультрафильтрации может работать как установка встроенного или периодического действия и может иметь большую производительность, чем необходимо для обеспечения непрерывного встроенного процесса. После прохождения продукта через установку ультрафильтрации количество сухих веществ в жидкой сыворотке повышается с 6,25 до 18 – 22 % и общий объем перевозки уменьшается приблизительно до 4 – 5 % от обычного количества для транспортирования.

Конструкция установки ультрафильтрации позволяет проводить высокоэффективное удаление составляющих с низким молекулярным весом, а именно – воды, солей и лактозы, которые проходят через мембрану в процессе ультрафильтрации. Сывороточные белки при этом концентрируются.

В целях предотвращения нежелательных изменений в сыворотке во время транспортирования температура ее не должна превышать 10 °С. В творожной сыворотке кислая среда в определенной степени предотвращает рост бактерий.

Нецелесообразно смешивать кислую (творожную) и сладкую (подсырную) сыворотку при производстве высококачественных сухих продуктов.

Содержание лактозы и минеральных солей в сыворотке можно уменьшить, добавляя в сывороточный концентрат в процессе ультрафильтрации воду. При этом низкомолекулярные компоненты (лактоза, соли и частично аминокислоты) будут уходить в фильтрат. Таким образом можно достичь высокой чистоты сывороточных белков в концентрате (например, 75 % белка в

сухом веществе и выше). За рубежом такой концентрат имеет обозначение WPC-75. Для кислой сыворотки объем воды, направляемой на диалфильтрацию, необходимо ограничить, так как кислая сыворотка по сравнению со сладкой содержит в 3,5 раза больше аминокислот, находящихся в свободном состоянии, и они будут уходить в фильтрат.

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ КОНЦЕНТРИРОВАННОЙ СЫВОРОТКИ ПУТЕМ ВАКУУМ-ВЫПАРИВАНИЯ

Технологическая схема получения сухих порошков сывороточных концентратов включает последовательное выполнение операций: подготовки сыворотки, ультрафильтрации, пастеризации концентрата сывороточных белков, вакуум-выпаривания и распылительной сушки. Кислая сыворотка после концентрирования нейтрализуется Mg(OH)₂, или Ca(OH)₂, или NaOH. Предпочтительно использование Mg(OH)₂.

В схему включен выпарной аппарат, поскольку удаление воды из сыворотки



МЕМБРАННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ

микрофильтрации, ультрафильтрации и нанофильтрации молока и сыворотки



МФС-8
Установка для микрофильтрации обезжиренного молока



УФС-360
Установка для концентрирования сыворотки при производстве белковых концентратов WPC-80



УФС-240
Установка для концентрирования цельного и обезжиренного молока



МФС-60
Установка для получения гомогенного творога

Комплексные решения по созданию и модернизации молочных производств

БОЛЕЕ 300 РЕАЛИЗОВАННЫХ ПРОЕКТОВ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

www.elevarmemb.ru

тел. 8(495)7450000 (доб.618), 8(495)1562916

Показатели процесса производства сывороточного концентрата

Параметр	Исходный поток	Ультрафильтрация	Выпаривание под вакуумом	Распылительная сушка
Объем переработки в сутки, л	50 400	50 400	1440	576
Объем продукта на выходе в сутки	-	1440 л	576 л	230 кг
Поток на входе, л/ч	-	4 200	120	48
Сухие вещества, %	6,5	18,0	45,0	96,0
Белок, %	0,6	14,0	35,0	75,0

значительно экономичнее проводить в выпарном аппарате, нежели в распылительной сушильной установке. Кроме того, качество порошка будет лучше при сушке концентратов с более высоким содержанием сухих веществ. Выпарной аппарат включает секцию предварительного выпаривания, за которой идут секция термокомпрессии пара, секция пневмоохладителя, в котором понижается температура концентрированной сыворотки с 45 до 30 °С при выходе из выпарного аппарата. Это способствует началу процесса кристаллизации и, следовательно, образованию небольших кристаллов с равномерным распределением размеров. WPC-75 является очень легким порошком, поэтому содержание сухих веществ в сывороточных концентратах перед сушкой должно быть 35 – 45 %. Для сушки таких концентратов используются распылительные сушилки с форсуночным распылительным устройством.

КОНСТРУКЦИЯ УСТАНОВОК УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ

Для ультрафильтрации сыворотки используют, как правило, три ступени концентрирования. Каждая ступень представляет собой циркуляционную петлю, включающую фильтрационные аппараты, центробежный насос, теплообменник, приборы, показывающие и контролирующие давление и температуру сыворотки внутри циркуляционной петли. В корпусе фильтрационных аппаратов размещаются мембранные элементы рулонного типа. Мембранные рулонные элементы состоят из фильтратотводящей трубки, на которую спирально наматываются листовые мембраны, разделенные полимерной сеткой для создания межмембранных каналов высотой 1 – 1,5 мм, по которым протекает фильтруемая сыворотка. Постоянная циркуляция сыворотки внутри петли необходима для того, чтобы сывороточные белки по мере концентрирования не накапливались у поверхности мембраны, а двигались вдоль нее. Таким образом, происходит постоянная самоочистка

поверхности мембраны, и процесс ультрафильтрации может длиться 6 – 10 ч без остановки.

Под действием давления, создающегося насосом, жидкая среда и частицы меньше размера пор (вода, соли, лактоза) проходят через мембрану и отводятся через фильтратотводящую трубку (пермеат). Сывороточные белки имеют размер больший размера пор мембраны, и поэтому они задерживаются ею. Номинал пор мембраны для концентрирования сывороточных белков выбирают в диапазоне 20 – 30 тыс. дальтон (20 – 30 нм).

Сыворотка последовательно проходит 3 циркуляционные петли, в каждой из которых ее концентрация повышается за счет непрерывного отвода пермеата. На выходе из последней петли получается сыворотка, сконцентрированная обычно в 25 – 30 раз по объему по отношению к потоку сыворотки на входе в первую петлю.

Скорость фильтрации сыворотки для рулонных элементов составляет в среднем 10 – 15 л/м²·ч при давлении 0,3 – 0,5 МПа. Этот показатель используется при оценке необходимой поверхности фильтрации в установке. Конечно, расчет ультрафильтрационной установки значительно сложнее и выполняется с применением специальных программ. Предельное содержание сухих веществ в концентрате, достигаемое с использованием рулонных элементов, равно примерно 22 %.

Помимо циркуляционных петель установка ультрафильтрации включает несколько технологических емкостей (емкость питающую, емкость пермеата и др.), насосы, подающие сыворотку в циркуляционную петлю и отводящие пермеат на дальнейшую переработку или в канализацию, запорные клапаны и вентили, щит управления с контроллером и графической панелью, расходомеры, датчик измерения и контроля сухих веществ в концентрате. Кроме того, установка ультрафильтрации снабжается системой локальной СІР мойки и регенерации мембран и установкой водоподготовки, так как для регенерации мембран необходима вода, очищенная от железа и солей.

Стоимость циркуляционных петель составляет, как правило, 30 – 50 % от стоимости всей установки, включая автоматику.

ПРИМЕР КОМПЛЕКТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ КОМПАНИИ «ЭЛЕВАР» ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СУХИХ СЫВОРОТОЧНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

Комплект оборудования для получения сухих сывороточных концентратов с WPC-70 (75) для переработки 50 т/сут сыворотки при двухсменном режиме работы по 7 ч включает:

- ультрафильтрационную установку с рулонными мембранами производительностью 4200 – 5000 л/ч по входному потоку;
- установку вакуум-выпарную УВВ-200 производительностью 200 л/ч по испаренной влаге;
- распылительную сушилку РС-20 производительностью 20 кг/ч по испаренной влаге.

Потоки и содержание компонентов (расчетные) приведены в таблице.

Общее потребление электроэнергии всего оборудования составляет около 90 кВт. Потребление пара – примерно 120 – 150 кг/ч. Площадь размещения – 15 – 20 м². В результате переработки 50 т/сут сыворотки производится 230 кг сухого продукта высокоочищенных сывороточных белков с WPC-75. Установка ультрафильтрации позволяет получать сывороточные концентраты WPC-65, WPC-70 при небольшом изменении режимов.

Стоимость реализации таких продуктов на рынке составляет 150 руб./кг и более. Спрос на них имеется, причем достаточно стабильный. Объем реализации в год будет не менее 8,6 млн руб. Стоимость комплекта оборудования составит ориентировочно 11,0 млн руб. Эксплуатационные затраты обычно составляют 30 – 35 % от капитальных затрат, что равно примерно 3,3 млн руб. (включая 0,8 млн руб. на замену мембран). Следовательно, при этих условиях комплект оборудования для получения сывороточных концентратов окупится через 2 года.