

Производство творога с применением ультрафильтрации

А. Ф. Зябрев, к. т. н., чл.-кор. РИА,
Т. А. Кравцова, к. б. н.,
ЗАО НПО «Элевар», г. Москва

Творог – национальный продукт России. Традиционный творог, вырабатываемый путем сквашивания молока под действием молочнокислых культур с последующим формированием сгустка, отделением отстоянной сыворотки и прессованием, имеет содержание сухих веществ (с. в.) 30 – 35 % и крупчатую структуру. Производство творога традиционным для России способом сопровождается большим отходом сыворотки (88 – 90 % от объема молока), с которой теряются часть жира и белков казеина, а также значительное количество сывороточных белков.

Для отделения творожного сгустка от сыворотки используют также центробежные сепараторы и установки ультрафильтрации (Г. В. Твердохлеб и др., 2006 г.). При этом продукт получается более жидкой консистенции с концентрацией с. в. 17,5 – 18,1 и 24 – 26 % для нежирного и жирного творога соответственно. Содержание белка колеблется в пределах 11,5 – 12,8 %. Получаемый такими способами творог имеет более однородную и гомогенную структуру. Отход сыворотки уменьшается по сравнению с традиционным способом.

При производстве творога как традиционным способом, так и с использованием сепараторов наблюдаются высокие потери сывороточных белков с сывороткой. Относительное содержание сывороточных белков (ССБ) к общей доле белка в твороге составляет всего 6,3 %. Для возврата сывороточных белков в творог сыворотку после сепараторов концентрируют с использованием ультрафильтрации до содержания с. в. 17 – 18 % и этот концентрат добавляют в творог. Такая технология получила распространение за рубежом. При этом ССБ в твороге возрастает до 13,8 %, а выход творога повышается на 15 % без изменения свойств творога (G. Meisel, 1988). Ультрафильтрация непосредственно сквашенного молока позволяет еще более увеличить ССБ в твороге – до

17,2 %. Процесс получения ультрафильтрованного творога обеспечивает высокое содержание ценных сывороточных белков в продукте, при этом очищенная сыворотка становится идеальным сырьем для дальнейшей переработки.

Увеличение выхода творога при использовании ультрафильтрации по сравнению с другими методами можно продемонстрировать на примере количества молока, необходимого для получения 1 кг творога с 18 % с. в. (E. Renner, 1991 г.):

- при центробежном сепарировании – 4,6 – 4,7 кг;
- при центробежном сепарировании с добавлением концентрата сыворотки, полученного ультрафильтрацией, – 3,9 – 3,95 кг;
- при ультрафильтрации сквашенного молока – 3,2 – 3,4 кг.

ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА УЛЬТРАФИЛЬТРОВАННОГО ТВОРОГА

Технологический процесс производства ультрафильтрованного творога осуществляется в такой последовательности:

- приемка и подготовка сырья;

- нормализация по жиру;
- гомогенизация (иногда обязательна);
- высокотемпературная обработка (температура – 90 – 95 °С, продолжительность выдержки – 3 – 6 мин (E. Renner, 1991 г.);
- заквашивание и сквашивание (до достижения pH 4,5 – 4,7);
- подготовка сгустка к ультрафильтрации;
- ультрафильтрация молочного сгустка;
- охлаждение творога;
- упаковка, маркировка;
- хранение.

Перед ультрафильтрацией молочный сгусток интенсивно перемешивают, нагревают до 46 – 50 °С и подают на ультрафильтрацию. Допускается в некоторых случаях нагрев сгустка перед ультрафильтрацией до температуры 60 °С в течение 5 мин (термизация) и последующее охлаждение до 50 °С. Процесс концентрирования ведут до достижения содержания с. в. 17 – 20 % для нежирного творога и до 25 % для творога с жирностью 9 %.

Полученный в процессе ультрафильтрации творог охлаждают до температуры 8 – 10 °С.



Установки «ЭЛЕВАР» с керамическими мембранами для получения творога методом ультрафильтрации

Для уменьшения потерь продукта в конце процесса ультрафильтрации остаток творога вытесняется подачей пермеата (ультрафильтрованной сыворотки) в контур установки.

КЕРАМИЧЕСКИЕ МЕМБРАНЫ

С появлением керамических мембран процесс ультрафильтрации творожного сгустка значительно облегчился. Керамические мембраны по сравнению с полимерными обеспечивают лучшую дезинфекцию установки, легче регенерируются в процессе мойки, имеют более высокие производительность и срок службы (более 5 лет). Типичная скорость фильтрации творожного сгустка – 100 – 140 л/(м²·ч) в начале процесса и 25 – 40 л/(м²·ч) – в конце процесса ультрафильтрации. Предельное значение концентрации с. в. в твороге, достигаемое в установках ультрафильтрации, составляет приблизительно 28 %. Для достижения более высоких концентраций необходимо использовать в установках объемные насосы. Тем не менее даже в случае применения объемных насосов при высоких концентрациях творога возможно забивание каналов керамических мембран.

УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ

Ультрафильтрационные установки (общей конструкции см.: Зябрев А. Ф. Производство сухого концентрата сывороточных белков // ПМ. 2008. № 8) для получения творога включают, как правило, три или более петли концентрирования. В корпусах фильтрационных аппаратов размещаются керамические одно- или многоканальные элементы. Номинал пор керамических мембран для ультрафильтрации творожного сгустка обычно составляет 50 нм.

Творожный сгусток последовательно проходит циркуляционные петли, в каждой из которых его концентрация повышается за счет непрерывного отвода пермеата (ультрафильтрата). На выходе из последней петли фактор концентрирования творожного сгустка в 3 – 4 раза больше по отношению к потоку, поступающему в первую петлю. Время нахождения творожного сгустка внутри установки – 20 – 40 мин в зависимости от площади поверхности фильтрации и удерживаемого объема в контурах установки. Концентрацию с. в. в твороге в процессе ультрафильтрации контролируют в потоке на выходе из последнего контура путем определения содержания с. в. прибо-

Таблица 1. Техническая характеристика установок «ЭЛЕВАР» с керамическими мембранами для получения творога методом ультрафильтрации

Тип установки	Производительность, кг/ч	Поверхность фильтрации, м ²	Мощность, кВт
МФС2×2×3М41	150	5,10	14
МФС3×2×7М41	460	17,85	35
МФС3×2×19М41	1250	48,46	95
МФС8×2×19М41	3300	129,20	246

Таблица 2. Типичные затраты на эксплуатацию установки ультрафильтрации для получения творога производительностью 460 кг/ч

Статья затрат	Цена	Расход в сутки	Стоимость, тыс. руб. в год
Электроэнергия	1,4 руб./кВт·ч	35 кВт	178,4
Пар	0,8 руб./кг	400 кг	83,2
СІР мойка	24 руб./м ³	15 м ³	93,6
Вода для охлаждения	12 руб./ м ³	8 м ³	24,9
Моющие средства (NaOH)	40 руб./кг	60 кг	672,0
Зарплата оператора	320 руб./ч	4 ч	332,8
Техническое обслуживание	2 % от капитальной цены	–	150,0
Мембраны керамические	55 823 руб./м ²	Замена через 5 лет	199,3
Всего			1734,2

ром на основе измерения рассеивания света, либо проточным вискозиметром, либо просто определением объемного фактора концентрирования.

К наиболее известным зарубежным производителям установок с керамическими мембранами для ультрафильтрации творога относятся фирмы Membralflow (Германия), ТАМІ (Германия), Tech Sep (Франция). Около 10 таких установок производительностью 100 – 500 кг/ч работают в России.

Первые отечественные крупномасштабные установки для получения творога производительностью 1200 и 3300 кг/ч изготовлены ЗАО НПО «ЭЛЕВАР» и запущены в производство соответственно в 2006 и 2008 гг. на молочных заводах Калужской области (см. рис.). В первой установке использованы отечественные одноканальные керамические мембраны, а во второй – зарубежные многоканальные керамические элементы.

ЗАО НПО «ЭЛЕВАР» предлагает ряд установок для получения ультрафильтрованного творога (табл. 1). По желанию заказчиков выпускаются установки другой производительности.

Установки компактны и размещены на раме из нержавеющей стали AISI 304. Занимаемая площадь – 3 – 20 м². Управление осуществляется установками в автоматическом режиме как во время ультрафильтрации, так и в процессе СІР мойки.

ЭКОНОМИКА

Оценим экономику производства творога с использованием ультрафильтрации на керамических мембранах. Исходные показатели: произво-

дительность установки по выработке творога – 460 кг/ч, производительность по калье на входе – 1470 л/ч, поверхность фильтрации – 17,85 м², продолжительность фильтрации – 10 ч в сутки, длительность мойки – 4 ч, производство работает 260 дней в году. Эксплуатационные расходы приведены в табл. 2.

- Количество произведенного творога в год – 1196 т.
- Количество сырья-молока в год – 3822 т.
- Стоимость сырья-молока в год (при цене 12,5 руб./л) – 47,78 млн руб.
- Объем реализации творога в год (при цене 60 руб./кг) – 71,76 млн руб.
- Доход от реализации творога – 22,25 млн руб.
- Ультрафильтрационная установка стоимостью приблизительно 7,5 млн руб. окупится менее чем за 6 мес.

Технология производства ультрафильтрованного творога позволяет существенно сократить расходы сырья-молока для получения коммерческого продукта, который имеет гомогенную сливочную структуру с содержанием с. в. 17 – 24 %. Такой творог используется при производстве творожных масс, глазированных сырков, детских творожков «Агуша» и творога-ДМ. Ультрафильтрованный творог обогащен ценными сывороточными белками, которые содержат богатый набор аминокислот. Отход сыворотки при производстве ультрафильтрованного творога сокращается на 20 %, при этом сыворотка, очищенная от белков, жира и бактерий, становится идеальным сырьем для дальнейшей переработки. 💧

МЕМБРАННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ

микрофльтрации, ультрафльтрации и нанофльтрации молока и сыворотки



МФС-8
 Установка для микрофльтрации 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

www.prod-expo.ru



16-я международная выставка продуктов питания, напитков и сырья для их производства

ПРОД ЭКСПО 2009 9-13 февраля

ЦВК «Экспоцентр»
 Москва, Россия

При содействии:
 Министерства сельского хозяйства,
 Правительства Москвы

С 2003 года выставка проводится под патронатом ТПП РФ

123100, Россия, Москва,
 Краснопресненская наб., 14
 Тел.: (499) 609-40-52
 (499) 795-37-35
 (499) 795-39-87
 Факс: (495) 259-27-56
 E-mail: prodexpo@expocentr.ru

www.expocentr.ru