

УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИЯ МОЛОКА В ПРОИЗВОДСТВЕ СЫРОВ И БЕЛКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

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

В декабре 2008 г. вступил в силу новый Технический регламент на молоко и молочные продукты, цель которого – повышение роли натуральных молочных продуктов и компонентов в здоровом питании россиян. Сохранить натуральные компоненты максимальным образом при обработке молока позволяет ультрафильтрация (УФ). При УФ молока в основном удаляется водная фаза и достигается высокая концентрация молочных белков без добавления сухих молочных смесей, тем самым повышается эффективность производства сыров и других молочных продуктов, требующих высокого содержания молочных белков, на основе использования только натурального сырья.

Для УФ используются полимерные или керамические мембраны с номиналом пор 10 – 50 нм. При УФ молока низкомолекулярные компоненты: лактоза, вода, соли и витамины – проходят через поры мембраны, а высокомолекулярные белки (казеиновые и частично сывороточные) и жиры, составляющие основу сыра, задерживаются мембраной и концентрируются. В процессе УФ происходит перераспределение органических и неорганических веществ в молочном концентрате: УФ-мембраной кальций задерживается с эффективностью около 96 %, фосфор –

около 89 %, для остальных минеральных компонентов (натрий, калий и др.) мембраны хорошо проницаемы, поэтому УФ-молоко с высокой концентрацией белков не является эквивалентом цельного или сгущенного молока, полученного методом выпаривания.

Хотя УФ-оборудование недешево, доказано, что его применение рентабельно. Так, на многих заводах за рубежом, в частности в США, УФ является частью технологии производства сыра. Спрос на УФ-молоко с высоким содержанием белков постоянно растет. Например, в США импорт концентратов УФ-молока с 1990 по 1999 г. возрос более чем в 55 раз – с 805 до 44 878 т (GAO Ultra-Filtered Milk).

УФ-молоко называют также молочно-белковым концентратом, получившим за рубежом обозначение МРС (milk protein concentrate). Для получения МРС используют молоко обезжиренное или с низким содержанием жира (не более 0,5 %). Доля белка в концентратах по отношению к сухому веществу (СВ) колеблется от 40 до 90 %, и это обозначается как МРС 40 или МРС 90 соответственно. Для достижения МРС 40 достаточно провести УФ обезжиренного молока до фактора концентрирования $\Phi_k = 1,5$.

УФ-молоко производится в виде сухого порошка и жидкого концентрата.

Жидкие МРС чаще всего используются в собственном производстве при стандартизации молока по белку или как ингредиент при выработке сыров и других молочных продуктов.

Сухие МРС в основном поставляются на экспорт. К наиболее крупным экспортерам этих продуктов относятся Новая Зеландия, Австралия, Германия и Ирландия. МРС с низким содержанием белка (40 – 56 %) используются для стандартизации молока по белку, при производстве свежих десертов, в пекарных и кондитерских изделиях, МРС с высоким содержанием белка (70 – 85 %) – в спортивном питании и восстановительных продуктах для больницы.

СТАНДАРТИЗАЦИЯ МОЛОКА ПО БЕЛКУ

Для повышения концентрации белка в молоке за рубежом используют УФ. Стандартизация молока по белку достигается при УФ до $\Phi_k = 1,2 \div 1,3$, т. е. из молока отводится только 20 – 30 % водной фазы. Применение УФ сохраняет в молоке-сырье все натуральные компоненты в отличие от технологии, при которой применяется сухое молоко или сухие МРС. Кроме того, установка УФ встраивается непосредственно в технологическую линию, а ее производительность по пермеату составляет всего 20 – 30 %

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

от производительности всей линии, т. е. в этом случае может использоваться сравнительно небольшая УФ-установка.

Аналогичных преимуществ УФ позволяет достичь при производстве йогуртов.

ПОЛУЧЕНИЕ ЖИДКИХ МРС ДЛЯ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ

МРС получают из обезжиренного молока путем УФ до $\Phi_k = 5,0$. В жидком виде МРС для повышения срока его хранения либо пастеризуется, например, при $74^\circ\text{C}/15\text{ с}$, либо стерилизуется, например, при $134^\circ\text{C}/3\text{ с}$.

При пастеризации белки сохраняются в нативном состоянии, в то время как после стерилизации часть белков коагулирует.

Исследования, проведенные в ЗАО НПО «Элевар», показали, что пастеризованный МРС, полученный из микрофильтрованного обезжиренного молока, хранится при температуре $4 - 6^\circ\text{C}$ не менее 2 мес без изменения органолептических и микробиологических показателей.

Гамма новых жидких стерилизованных концентратов молока, хранящихся в контейнерах, может быть приготовлена с использованием УФ обезжиренного молока. Такие кон-

центраты могут быть произведены с содержанием СВ до 40 % и со сроком хранения более одного года (E. Renner). Однако в таких продуктах, получаемых из полностью обезжиренного молока, часто обнаруживаются меловые эффекты. Эти эффекты могут быть устранены добавлением жира в изделие, но в этом случае оно должно быть непременно гомогенизировано. Установлено, что устойчивые концентраты могут быть получены методами, в которых содержание соли уменьшено или полное содержание соли контролируется и подбирается соответствующим образом (Muir *et al.*).



Элевар
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
ИСКУССТВО ИНЖИНИРИНГА

МЕМБРАННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ



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

микрофльтрации, ультрафльтрации и нанофльтрации молока и сыворотки

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

Технология производства МРС 70, получаемых из микрофильтрованного обезжиренного молока, впервые реализована в России на Заводе школьного питания (Калужская область), производительность микрофильтрационной установки – 13 т/ч, а УФ-установки – 10 т/ч по входному молоку.

Основные преимущества применения МРС:

- использование как розничного товара и (или) как высококачественного сырья для собственных нужд и для иных производителей;
- возможность резервирования молочного сырья с сохранением высокого качества на длительный срок;
- возможность создания на его основе новых гипоаллергенных диетических продуктов;
- возможность повышения производительности на последующих стадиях переработки до 100 %;
- изолированность от внешней среды и автоматизация процесса производства;
- экономически более выгодная, безотходная и экологически безопасная технология производства продукта.

ПРОИЗВОДСТВО СЫРОВ И ТВОРОГА ИЗ УФ-МОЛОКА

При производстве различных сыров с применением УФ молоко концентрируют до доли СВ, равной его содержанию в сыре. Этого нетрудно добиться, если требуемая доля СВ относительно невелика, как, например, для сыра коттедж (21 % СВ), рикотта (28 % СВ) или фета (35 % СВ). В этом случае Φ_k не превышает 5,0 – 5,5 (Glover). УФ нашла также широкое распространение при получении так называемых кварков за рубежом или УФ-творога в России. Например, известна технология получения творога из УФ-молока, разработанная в России (Л. Н. Иванова и др.), заключающаяся в том, что нормализованное молоко концентрируют путем УФ до $\Phi_k = 2,65$ и получают концентрат с содержанием СВ 26 – 28 %, в том числе 7,8 – 8,2 % – белка и 15 % – жира. Скваживание проводят смесью мезофильных и термофильных молочнокислых стрептококков. Получают ровный плотный сгусток, имею-

УФ-установки «Элевар» с керамическими мембранами для концентрирования молока

№ п/п	Тип установки	Производительность по пермеату при $\Phi_k = 3$, (для номинала пор 50 нм), л/ч	Площадь фильтрации, м ²	Мощность, кВт
1	МФС2х2х3М41	500	5,10	14
2	МФС3х2х7М41	1 750	17,85	35
3	МФС3х2х19М41	4 800	48,46	95
4	МФС8х2х19М41	12 900	129,20	246

щий пастообразную консистенцию и чистый кислomолочный вкус.

Однако, чтобы произвести полутвердый или твердый сыр, необходимо иметь МРС с содержанием СВ около 60 %, в этом случае требуется достичь $\Phi_k = 8$. Экспериментально подтверждено (Glover, Maubois и Brule), что этого можно добиться, используя керамические мембраны и получив высоковязкие концентраты для производства полутвердых сыров. Для того чтобы получить около 65 % СВ в МРС, в процессе используют УФ-диафильтрацию и последующее вакуум-выпаривание (сыр чеддер).

В настоящее время с использованием УФ может быть произведена широкая гамма сыров – коттедж, рикотта, фета, теллем, димиати, камембер, сант-поулин, голубой сыр, гауда, эдам, чеддер (Nielsen). Композиция УФ-сыров несколько отличается от состава сыров, полученных традиционным способом. Характерно присутствие в УФ-сырах большего количества сывороточных белков, однако по органолептическим и другим показателям УФ-сыры очень близки к традиционным, а в некоторых случаях даже превосходят их, если учитывать их стабильность по компонентному составу и независимость от сезонности молочного сырья (Lawrence, Lehmann).

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА УФ-СЫРОВ

При УФ-концентрировании молока до $\Phi_k = 2,0$ полученный концентрат может быть использован при производстве сыров традиционным способом. Главное достоинство такого пути состоит в том, что увеличивается производительность на последующих стадиях и повышается выход сыра за счет сохранения жира и белков.

При УФ-концентрировании молока до содержания СВ, эквивалентного

содержанию в сыре, концентрат разливается в формочки и в них добавляются закваска и сычужный фермент. Так как в этом случае отход сыворотки будет незначительным, то выход сыра повышается очень значительно по сравнению с традиционным способом, например для феты – до 40 %. При производстве УФ-сыров не может быть использована традиционная технология с использованием сыроизготовительных ванн и требуется специальное оборудование.

УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ КОМПАНИИ «ЭЛЕВАР»

Компания «Элевар» ранее выпускала УФ-установки для молока и сыворотки на основе мембранных элементов рулонного типа производительностью 500 – 5000 л/ч. В настоящее время ее специалисты разработали УФ-установки с керамическими мембранами (см. таблицу). В корпусах фильтрационных аппаратов размещаются керамические многоканальные элементы. Номинал пор керамических мембран для ультрафильтрации молока обычно выбирают 20 или 50 нм.

Первая отечественная крупномасштабная установка производительностью 10 000 л/ч по входному потоку молока изготовлена ЗАО НПО «Элевар» и запущена в производство в 2008 г. на молочном заводе в Калужской области. В установке использованы зарубежные многоканальные керамические элементы.

УФ-установки могут применяться для стандартизации молока по белку, а также для получения молочнокислых концентратов до $\Phi_k = 8$. Кроме того, могут быть поставлены комплексные линии по производству молочнокислых концентратов, пастеризованных или стерилизованных в асептической упаковке Bag-in-Box, различной вместимостью и производительностью.