

УДК: 664.97; 66.081.63

**Применение отечественных керамических мембран для производства ультрафильтрационного творога и концентрирования молочной сыворотки**

**В.А.Тимкин, кандидат технических наук, доцент, профессор, Уральский государственный аграрный университет**

(Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42; +7 912 240 70 50; [ural.membrana@yandex.ru](mailto:ural.membrana@yandex.ru))

***Ключевые слова:** молочная сыворотка, творожное калье, нанофильтрационный блок, ультрафильтрационный блок, концентрат, пермеат.*

**Аннотация.** В статье рассмотрен вопрос разработка технологии для производства УФ творога и концентрирования молочной сыворотки с применением отечественного оборудования. Показано, что существенной проблемой при производстве УФ творога является достаточно быстрый износ мембран и эту проблему можно решить с применением керамических мембран. Приведены результаты исследований по производству УФ творога и концентрирования подсырной сыворотки, которые проводились в условиях производства на ООО «Юговской комбинат молочных продуктов» (пос. Юг Пермского края) и Крестьянское хозяйство Аникьева А.В. (г. Полевской Свердловской области), а также их обсуждение.

**Application of domestic ceramic membranes for the production of ultrafiltration cottage cheese and whey concentration**

**Timkin V. A., candidate of technical Sciences, associate Professor, Professor, Ural state agrarian University**

(Ekaterinburg, Karla Libknekhta, 42; +7 9122407050; [ural.membrana@yandex.ru](mailto:ural.membrana@yandex.ru) )

***Key words:** milk whey, cream, necklace, nanofiltration unit, ultra-filtration unit concentrate, permeate.*

**Annotation.** The article deals with the development of technology for the production of UV curd and whey concentration with the use of domestic equipment. It is shown that a significant problem in the production of UV curd is a sufficiently rapid wear of the membranes and this problem can be solved with the use of ceramic membranes. The results of studies on the production of UV cottage cheese and concentration of whey, which were carried out in the conditions of production at LLC "Yugovskaya combine of dairy products" (South of the Perm region) and the Farm Anikiev A.V. (G. Polevskoy Sverdlovsk region), as well as their discussion.

Известно, что ультрафильтрационный творог (УФ творог) – это незаменимый продукт полноценного и здорового рациона современного человека. Этот продукт содержит бифидобактерии и незаменимые аминокислоты, легко усваивается организмом и поэтому больше всего ценен для детей, пожилых людей и спортсменов [1]. Так же не секрет, что проблема утилизации сыворотки является актуальной задачей для многих молочных предприятий – производителей сыра и творога [2-4]. Так как молочная сыворотка богата многими ценными компонентами, то во всем цивилизованном мире принято ее перерабатывать, организуя безотходное производство. Практика показывает, что даже такая не сложная переработка как концентрирование молочной сыворотки может привести к быстрой окупаемости вложений и получению прибыли предприятием. Сывороточный концентрат, с содержанием 20% и более сухих растворенных веществ, может использоваться как самостоятельный продукт во многих отраслях пищевой промышленности, а также непосредственно на молокоперерабатывающем предприятии. Из него можно получить сухую сыворотку, организовав процесс сушки у себя, или отправляя концентрат на централизованную сушку.

Баромембранная технология производства УФ творога, основанная на процессе ультрафильтрации, позволяет сохранить в получаемом продукте сывороточные белки, а также примерно в 2 раза увеличить выход творога по сравнению с традиционной технологией. Для концентрирования молочной сыворотки предпочтительной является баромембранная технология [3, 5]. Обратный осмос, нанофильтрация и ультрафильтрация позволяют получать качественный продукт. При этом, в концентрате остаются в нативном состоянии все белковые вещества, так как процесс протекает без нагрева сыворотки. Минимальны и затраты энергии по сравнению с концентрированием методом выпаривания. На рынке мембранного оборудования, на сегодняшний день, лидируют зарубежные фирмы GEA, APV, Tetra Pak, Alfa Laval. Их продукция имеет высокое качество, интересный дизайн, высокий уровень автоматизации и, как следствие, высокие цены. недоступные для молочных предприятий небольшой мощности. В связи с этим, разработка технологии для производства УФ творога и концентрирования молочной сыворотки с применением отечественного оборудования, на наш взгляд, является актуальной задачей.

Как показывает практика, существенной проблемой при производстве УФ творога является достаточно быстрый износ мембран. Проблемой при переработке молочной сыворотки баромембранными методами, является необходимость ее тщательной подготовки перед подачей в мембранный блок. Подготовка заключается в осветлении сыворотки (отделение остатков жира и казеина) на центробежном сепараторе-сливкоотделителе или сепараторе – очистителе, пастеризации осветленной сыворотки (подавление заквасочных

культур), выдержке пастеризованной сыворотки с целью осаждения фосфата кальция и других технологических операциях. Обе проблемы обусловлены конструкцией мембранных элементов рулонного или спирального типа, применяемых зарубежными и отечественными разработчиками мембранного оборудования. Эти мембранные элементы очень чувствительны к механическим включениям в перерабатываемом продукте, а также содержанию в нем жира, особенно растительного происхождения, что приводит к необходимости частой замены мембранных элементов.

Занимаясь решением задачи, связанной с быстрым износом мембран, мы пришли к выводу, что процесс ультрафильтрации необходимо осуществлять с применением керамических мембран, которые значительно проще регенерируются, при этом срок эксплуатации керамических мембран в 3 – 5 раз больше по сравнению с полимерными мембранами. Ниже приведены результаты исследований по производству УФ творога и концентрирования подсырной сыворотки. Исследования проводились в условиях производства на ООО «Юговской комбинат молочных продуктов» (пос. Юг Пермского края) и Крестьянское хозяйство Аникьева А.В. (г. Полевской Свердловской области).

Производство УФ творога осуществлялась на пилотной установке, изготовленной НПФ «Мембрана» (г. Екатеринбург) (рис.), которая включает в себя мембраны КУФЭ – 19(0,01) производства НПО «Керамикфильтр» (г. Москва). Творожное калье подавалось в установку из емкости для заквашивания молока при температуре 55 – 60 °С. Получаемый в процессе разделения концентрат представлял собой раствор сливочной структуры, с содержанием сухих растворенных веществ около 20%. Пермеат, представлял собой прозрачный раствор со слабым по окраске желто-зеленым цветом. Основным компонентом пермеата является лактоза. Показатели исходного и конечного продуктов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Показатели исходного и конечного продуктов

Параметры	Калье	Концентрат (УФ биотворог)	Пермеат
Белок общий, %	2,5	7,5	0,0
Лактоза, %	4,8	5,2	4,5
Жир, %	2,5	7,5	0,0
Минеральные в-а, %	0,5	0,5	0,5
СВ, %	10,3	20,7	5,0

Концентрирование сыворотки осуществлялось на пилотной установке, изготовленной НПФ «Мембрана» (г. Екатеринбург). Установка состоит из ультрафильтрационного и нанофильтрационного модулей. В ультрафильтрационном модуле применялись мембраны КУФЭ – 19(0,02) НПО Керамикфильтр (Россия, Москва). В нанофильтрационном модуле применялись мембраны НПО «Владипор» (Россия, г. Владимир). Сыворотка по своим характеристикам соответствовала ГОСТ Р 53438 – 2009.

Ультрафильтрационный модуль предназначен для разделения сыворотки путем ультрафильтрации на белковый концентрат (альбумин) и пермеат (лактозно-солевой водный раствор). Сыворотка подавалась в ультрафильтрационный модуль из сыроизготовителя, без какой либо подготовки. Получаемый в процессе разделения концентрат представлял собой раствор сливочной структуры, с содержанием сухих растворенных веществ около 13%. Пермеат представлял собой прозрачный раствор со слабым по окраске желто-зеленым цветом. Основным компонентом пермеата является лактоза. Показатели исходного и конечного продуктов после модуля ультрафильтрации приведены в табл. 2.

Таблица 2. Показатели исходного и конечного продуктов после модуля ультрафильтрации

Параметры	Сыворотка	Концентрат	Пермеат
Белок общий, %	0,71	6,82	0,01
Лактоза, %	4,93	4,92	4,95
Жир, %	0,12	1,04	0,00
Минеральные в-а, %	0,61	0,67	0,61
СВ, %	6,37	13,45	5,57

Нанофильтрационный модуль предназначен для разделения лактозно-солевого водного раствора на концентрат лактозы и пермеат. Раствор подавался в нанофильтрационный модуль без какой либо подготовки. Получаемый в процессе разделения концентрат представлял собой прозрачный раствор с интенсивным по окраске желто-зеленым цветом, с содержанием сухих растворенных веществ более 20%. Пермеат, представлял собой практически чистую воду, с небольшим количеством солей. Показатели исходного и конечного продуктов после модуля нанофильтрации приведены в табл. 3.

Таблица 3. Показатели исходного и конечного продуктов после модуля нанофльтрации

Параметры	Лактозно-солевой раствор	Концентрат	Пермеат
Белок общий, %	0,01	0,04	0,00
Лактоза, %	4,95	19,75	0,10
Жир, %	0,00	0,00	0,00
Минеральные в-а, %	0,61	0,67	0,55
СВ, %	5,57	20,46	0,66

Концентрат из обоих модулей смешивался в смесителе, в результате получился продукт (концентрат), имеющий сливочную структуру, содержание сухих веществ более 17%, в том числе около 2% белка (табл. 4).

Таблица 4. Показатели конечного продукта

Параметры	Продукт
Белок общий, %	2,15
Лактоза, %	14,95
Жир, %	0,20
Минеральные в-а, %	0,67
СВ, %	17,97
Кислотность, °Т	19,5

Таким образом, проведенные исследования дали возможность разработать технологию и оборудование для производства УФ творога и концентрирования молочной сыворотки баромембранными методами. Полученные результаты позволяют, на наш взгляд, внедрять высокотехнологичное, конкурентоспособное оборудование как на крупных молочных предприятиях, так и на предприятиях небольшой мощности. ООО НПФ «Мембрана» предлагает линии по производству творога, а также УФ установки для концентрирования молочной сыворотки, при этом обеспечиваются асептические условия производства продукта, различная производительность и уровень автоматизации.

## Литература

1. Timkin V.A., Gorbunova Y.A. Sequential micro- and ultrafiltration in the process of production of cottage cheese // *Petroleum Chemistry*. 2017. Т. 57. № 9. С. 796-803.
2. Тимкин В.А., Лазарев В.А. БАРОМЕМБРАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОКА // *Молочная промышленность*. 2017. № 7. С. 21-23.
3. Тимкин В.А. Баромембранные процессы в молочной промышленности // *Аграрный вестник Урала*. 2017. № 6 (160). С. 10.
4. Тимкин В.А., Лазарев В.А., Минухин Л.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСМОТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ // *Аграрный вестник Урала*. 2014. № 3 (121). С. 45-47.
5. Тимкин В.А. Баромембранные процессы в производстве концентрированных плодоовощных соков и других жидких пищевых сред. Автореферат канд. дисс. М. ВГЗИП, 1997.