

# ПРИМЕНЕНИЕ БАРОМЕМБРАННЫХ ПРОЦЕССОВ В ТЕХНОЛОГИИ СУХИХ ПРОДУКТОВ

Д. Н. Володин к. т. н., В. К. Топалов, ООО «МЕГА ПрофиЛайн»; И. А. Евдокимов, д. т. н., Б. В. Чаблин, к. т. н., Северо-Кавказский государственный технический университет; Ф. Г. Журко, ООО «Вздохторг»

**П**роизводство сухих молочных продуктов является одним из наиболее энергоемких процессов в молочной промышленности. В первую очередь это обусловлено технологическими процессами, направленными на удаление влаги, – сгущение и сушка. Расходы предприятия на эти процессы составляют значительную долю в себестоимости готовой продукции. Особенно это актуально в РФ, где повсеместно используются энергоемкие вакуум-выпарные аппараты циркуляционного типа, а также сушильные установки, введенные в эксплуатацию более 20 лет назад.

Одним из направлений, позволяющих снизить затраты на процесс удаления влаги в технологии сухих молочных продуктов, является использование баромембранных процессов, в частности нанофильтрации или обратного осмоса. Оба эти процесса на-

правлены на удаление воды из молочного сырья, однако имеют свои индивидуальные особенности.

При обратном осмосе используются мембраны с минимальным размером пор, что позволяет наиболее эффективно произвести удаление воды из молочного сырья и сконцентрировать высоко- и низкомолекулярные соединения. В табл. 1 представлен баланс компонентов молочной сыворотки при ее обработке обратным осмосом.

Как видно из таблицы, в процессе обратного осмоса практически 100 %

сухих веществ молочной сыворотки переходит в так называемый ретентат (концентрат). При этом их концентрация достигает 18 %, что соответствует удалению 70 % воды из исходной сыворотки. Другой продукт, получаемый в процессе обратного осмоса, так называемый пермеат (фильтрат), представляет собой воду с содержанием сухих веществ порядка 0,1 %. Получаемая вода может быть использована на предприятии в качестве технической.

Помимо концентрирования молочной сыворотки методом обратного осмоса, интересным представляется концентрирование обезжиренного молока (табл. 2). Данный технологический прием позволяет снизить себестоимость концентрирования молока, например, при производстве сгущенных или сухих молочных продуктов, повысив при этом качество готового продукта в связи с минимальным тепловым воздействием на белки молока. Это обусловлено тем, что процесс концентрирования методом обратного осмоса осуществляется при температуре обрабатываемого сырья 10–12 °С.

Нанофильтрация – процесс, промежуточный между ультрафильтрацией и обратным осмосом. Данный процесс позволяет как сконцентрировать молочное сырье, так и частично выделить из него минеральные вещества (табл. 3), т. е. произвести частичную деминерализацию до 30 % (на практике 25–27 %). В отличие от обратного осмоса, нанофильтрация позволяет получить ретентат с содер-

Таблица 1. Баланс компонентов молочной сыворотки при обратном осмосе, %

Показатели	Сырье	Ретентат	Пермеат
Натуральный белок	0,60	1,83	–
Небелковый азот	0,20	0,44	0,08
Лактоза	3,63	11,07	–
Кислота	0,85	2,59	–
Зольность	0,67	2,98	0,03
Жиры	0,05	0,15	–
Сухие вещества	6,00	18,06	0,12

Таблица 2. Баланс компонентов обезжиренного молока при обратном осмосе, %

Показатели	Сырье	Ретентат	Пермеат
Натуральный белок	2,85	8,59	–
Небелковый азот	0,15	0,33	0,06
Лактоза	4,40	13,26	–
Кислота	0,20	0,60	–
Зольность	0,70	2,05	0,03
Жиры	0,06	0,18	–
Сухие вещества	8,36	25,00	0,09

## ОТ ПРИЕМКИ ДО СУШКИ



ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Таблица 3. Баланс компонентов молочной сыворотки при нанофильтрации, %

Показатели	Сырье	Ретентат	Пермеат
Натуральный белок	0,60	2,13	–
Небелковый азот	0,20	0,5	0,08
Лактоза	3,60	12,85	0,07
Кислота	0,85	2,60	0,16
Зольность	0,70	2,00	0,19
Жиры	0,05	0,18	---
Сухие вещества	6,00	19,98	0,51

жанием сухих веществ до 22 %, т. е. повысить степень концентрирования. Кроме этого, не следует забывать и о получении в производстве дополнительных объемов (сопоставимых с объемами исходной сыворотки) воды из пермеата, дополнительно обработанного методом обратного осмоса.

Следует отметить, что в некоторых случаях поставщики мембранного оборудования предлагают молочным предприятиям осуществить деминерализацию молочной сыворотки методом нанофильтрации до уровня 50 % и выше. При этом не до конца раскрывая сущность данного техно-

логического приема, заключающегося в диафильтрации полученного ретентата и, как следствие, значительного увеличения затрат энергии и моющих средств на технологический процесс.

Описанные баромембранные процессы нельзя рассматривать как конкурирующие, несмотря на схожесть решаемых задач. Конкретное использование каждого из процессов определяется исходя из производственных условий и требований, объемов и состава сырья, а также требуемого качества конечного продукта. Так, для концентрирования соленой подсырной сыворотки или кислой сыво-

ротки (творожной и казеиновой) подойдет процесс нанофильтрации; для сладкой сыворотки и обезжиренного молока возможно рассмотреть процесс обратного осмоса. Однако если предприятие рассматривает возможность частичной деминерализации сыворотки, здесь надо обратить внимание на нанофильтрацию вне зависимости от вида сырья.

Обратный осмос и нанофильтрация являются экономически выгодными и перспективными процессами с точки зрения концентрирования молочного сырья в технологии сухих молочных продуктов. Применение данных процессов перед этапом конечного сгущения методом вакуум-выпаривания позволяет удалить из сырья до 70 % воды, при этом энергозатраты на удаление воды методом обратного осмоса или нанофильтрации по сравнению с используемыми в России ВВУ циркуляционного типа в 5–7 раз ниже, что на практике подтверждается множеством проектов, реализованных нашими специалистами. 💧

15-Я ЮБИЛЕЙНАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
«ОБОРУДОВАНИЕ, МАШИНЫ И ИНГРЕДИЕНТЫ ДЛЯ  
ПИЩЕВОЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

# АГРО

[www.agroprod mash-expo.ru](http://www.agroprod mash-expo.ru)

# ПРЕД

11–15  
ОКТЯБРЯ 2010

# МАШ

ПЕРВЕНСТВО  
В ИННОВАЦИЯХ

Центральный выставочный комплекс «Экспоцентр»  
Москва, Россия



 **ЭКСПОЦЕНТР**  
МЕЖДУНАРОДНЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНГРЕССЫ  
МОСКВА

Организатор: ЗАО «Экспоцентр»  
При содействии: Министерства  
сельского хозяйства РФ  
Под патронатом:  
ТПП РФ  
Правительства Москвы

Генеральный  
информационный  
спонсор:

 ПРОИДУСТРИЯ

Информационный  
спонсор:

 ITI

Официальная  
интернет-поддержка:

 oborud.info