

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Features of the ultrafiltration technology of whey

Е. А. Иконникова, студент

Я. С. Павлова, старший преподаватель

Уральский государственный аграрный университет

(Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42)

Аннотация

Современный мир постоянно развивается, и пищевые технологии не стоят на месте. Актуальной проблемой является безотходное производство на молокоперерабатывающих предприятиях. Ученные уже совершили много открытий для упрощения переработки. Установка для ультрафильтрации молока и молочной сыворотки является инновационной разработкой. Благодаря этому оборудованию совершенствуется процесс переработки молока, а также появляется возможность в дальнейшей переработке молочной сыворотки, которая до недавних времён являлась отходом производства сыров и творога.

Молочная сыворотка представляет собой ценный источник питательных веществ, богатый белком, углеводами, витаминами и минералами. Однако, в настоящее время не все её потенциал используется, что приводит к значительным экономическим и экологическим потерям [1].

Ключевые слова: ультрафильтрация, молоко, молочная сыворотка, переработка, технология производства.

Summary

The modern world is constantly evolving, and food technology does not stand still. The problem of waste-free production at dairy processing enterprises has been and will be relevant. Scientists have already made many discoveries to simplify recycling. The ultrafiltration unit for milk and whey is an innovative development, thanks to this equipment, the milk processing process is being improved, and it also becomes possible to further process whey, which until recently was a waste product of cheese and cottage cheese production.

Whey is a valuable source of nutrients, rich in protein, carbohydrates, vitamins and minerals. However, not all of its potential is currently being used, which leads to significant economic and environmental losses [1].

Keywords: ultrafiltration, milk, whey, processing, production technology.

Ультрафильтрация (УФ) – это передовая технология, революционизирующая переработку молочной сыворотки, позволяя эффективно отделять белки от лактозы и минеральных солей. Этот процесс не только увеличивает ценность сыворотки, но и открывает новые возможности для производства пищевых продуктов с улучшенными характеристиками.

Принцип работы. Ультрафильтрация основана на использовании полупроницаемых мембран, которые похожи на сито с очень мелкими порами. Эти поры пропускают молекулы воды, лактозы и минеральных солей, но задерживают белки, которые значительно крупнее. Это сложный процесс, в котором важную роль играет специфическая структура мембраны и применение давления.

Мембраны – важнейшая составляющая процесса ультрафильтрации. Чаще всего используют мембраны из полимерных материалов, например, полисульфона, полиэфиримида или поливинилиденфторида. Выбор материала зависит от требуемых свойств мембраны, таких

как прочность, химическая стойкость и температуростойкость. Размер пор - ключевой параметр, который определяет, какие молекулы будут проходить через мембрану, а какие будут задерживаться. Размер пор в ультрафильтрационных мембранах обычно составляет от 0,01 до 10 микрон. Для отделения белков сыворотки используют мембраны с размером пор около 0,05 микрон. Мембраны имеют сложную структуру, которая обеспечивает эффективное разделение молекул. В основе мембраны лежит тонкий слой пористого материала, который нанесён на подложку для увеличения прочности [2].

Давление. Для прохождения сыворотки через мембрану и отделения белков необходимо приложить давление. Давление создаёт силу, которая "проталкивает" молекулы воды, лактозы и минеральных солей через поры мембраны, оставляя белки на её поверхности. Величина давления зависит от типа мембраны, скорости фильтрации и требуемого уровня концентрации белка. Обычно давление составляет от 1 до 10 бар.

Преимущества ультрафильтрации. Благодаря использованию УФ становится возможным получить высококонцентрированные белковые фракции, УФ позволяет извлекать практически весь белок из сыворотки, получая концентрат с содержанием белка до 80-90%, что значительно выше, чем при традиционных методах. Сохраняются функциональные свойства белков, УФ не разрушает белки, сохраняя их биоактивные свойства, такие как эмульгирование, вспенивание и гелеобразование [3]. Также использование УФ обеспечивает высокую экологичность, так как отсутствуют химические реагенты и генерируются минимальные отходы. УФ требует меньших энергетических затрат по сравнению с традиционными методами концентрирования, это значительно экономнее. Процесс можно легко адаптировать к разным объёмам переработки и видам сыворотки.

Технологический процесс.

1. Предварительная подготовка сыворотки. Включает в себя очистку сырья (удаление механических примесей с помощью фильтрации), нормализацию (регулировка содержания жира, белка), пастеризацию (уничтожение микроорганизмов, за счёт нагревания смеси).

2. Пропускание сыворотки через мембрану. Сыворотка под давлением проходит через мембрану. Белки остаются на поверхности мембраны, образуя концентрат, а вода, лактоза и минеральные соли проходят через мембрану и образуют пермеат.

3. Концентрация белкового концентрата — это заключительный этап ультрафильтрации молочной сыворотки, направленный на получение продукта с максимально возможным содержанием белка.

Есть несколько способов концентрации. Дальнейшая ультрафильтрация, после первичной ультрафильтрации белковый концентрат можно пропустить через мембрану с более мелкими порами для дальнейшего отделения воды и увеличения концентрации белка. Выпаривание, при этом способе воду упаривают из белкового концентрата под вакуумом при повышенной температуре. Этот метод позволяет получить более концентрированный продукт с содержанием белка до 80-90%, но может привести к незначительному понижению функциональных свойств белков. Также возможна комбинация методов, часто используют комбинацию ультрафильтрации и выпаривания для получения белкового концентрата с оптимальным содержанием белка и сохранением его функциональных свойств [4].

Факторы, влияющие на концентрацию.

1. Тип мембраны, размер пор и материал мембраны влияют на эффективность концентрации белка.

2. Давление, чем выше давление, тем более концентрированный продукт можно получить.

3. Температура, при выпаривании температура влияет на скорость испарения воды и качество полученного концентрата.

4. Время концентрации, длительность процесса влияет на степень концентрации белка.

Контроль качества для определения содержания белка, функциональных свойств, внешнего вида. Содержание белка, определяется методами химического анализа. Функциональные свойства, проверяются в лаборатории (например, эмульгирование, вспенивание, гелеобразование). Внешний вид, проверяется цвет, консистенция и отсутствие посторонних включений.

Применение концентрированного белка крайне разнообразно, например его используют при производстве молочных продуктов для нормализации и улучшения текстуры, используют также как пищевую добавку в мясные изделия, выпечку, соусы. Также концентрированный белок является неотъемлемой частью рациона питания спортсменов, закрывая потребности при повышенных физических нагрузках.:

Концентрация белкового концентрата – важный этап ультрафильтрации молочной сыворотки, который позволяет получить продукт с высоким содержанием белка и улучшенными функциональными свойствами. Правильное проведение процесса обеспечивает качество и безопасность продукта, что открывает широкие возможности для его использования в различных сферах. Можно дополнительно концентрировать белковый концентрат с помощью ультрафильтрации с более мелкой мембраной или выпариванием.

4. Очистка мембран. Регулярная очистка мембран от загрязнений необходима для обеспечения их эффективной работы и продления срока службы.

Области применения. Белковая фракция используется в сырах, йогуртах и твороге для повышения содержания белка и улучшения текстуры. Очищенная сыворотка используется в спортивных напитках, молочных коктейлях и других напитках для повышения питательной ценности и улучшения вкуса. Концентрированный белок используется в детском питании для обеспечения необходимого количества белка и улучшения усвоения питательных веществ. Белковая фракция используется в качестве питательной добавки в продукты питания, такие как мясные изделия, выпечка и соусы. Белки сыворотки имеют ценные лечебные свойства и используются в производстве лекарственных препаратов, косметики и диетологических продуктов [5].

Помимо ультрафильтрации молочной сыворотки есть другие методы получения белкового концентрата, такие как электродиализ, ионный обмен и гельфильтрация [5]. Сравнение получаемых при каждом из методов сывороточных концентратов представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Сравнительный состав сывороточных концентратов
при использовании мембранных методов**

Способ обработки сыворотки	Состав сывороточных концентратов			
	белок	лактоза	мин. вещества	жир
Ультрафильтрация	30-70	20-55	3-5	4-5
Электродиализ	20-35	45-60	3-18	2-4
Ионный обмен	15	78	1	1
Гельфильтрация	54	25	14	2

Заключение

Ультрафильтрация молочной сыворотки – это передовая технология, которая открывает новые возможности для производства различных продуктов питания с улучшенными каче-

ственными характеристиками. Она обеспечивает высокую эффективность, экономичность и экологичность процесса, делая её оптимальным решением для современной молочной промышленности.

Библиографический список

1. *Майтаков А. Л.* Особенности технологии гранулирования полидисперсных смесей с молочной сывороткой: монография. Кемерово: КемГУ, 2020. 126 с.
2. *Морозов И. В., Осадчий Ю. П., Маркелов А. В., Осадчий Д. Ю.* Эффективность применения ультрафильтрации молочной сыворотки // Аграрный вестник Верхневолжья. 2022. № 2. С. 86-91.
3. *Мамаев А. В., Соловьева А. О., Симоненкова А. П., Яркина М. В.* Применение магнитно-лазерного излучения для оптимизации технологических характеристик молока сырого // Индустрия питания. 2023. Т. 8. № 4. EDN WAYUMCK.
4. *Зитаев Д. В., Зимичев А. В.* Молочная сыворотка-ценное сырье для вторичной переработки // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2007. № 2. С. 14-16.
5. *Хромова Л. Г.* Молочное дело: учебник для вузов / Л. Г. Хромова, А. В. Востроилов, Н. В. Байлова. 3-е изд., стер. СПб.: Лань, 2022. 332 с.
6. *Держапольская Ю. И.* Научные основы технологии молока и молочных продуктов: учебное пособие. Благовещенск: ДальГАУ, 2014. 173 с.