

**ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ СЫВОРОТКИ,
ВЫРАБАТЫВАЕМОЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЫРА**
Ways to use and sell whey produced during cheese production

Н. А. Крутова, студент

Е. П. Неверова, студент

О. П. Неверова, кандидат биологических наук, доцент

Уральский государственный аграрный университет

(Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42)

Рецензент: Е. Г. Скворцова, кандидат экономических наук, доцент

Аннотация

Молочная подсырная сыворотка – побочный продукт, выделяющийся при производстве сыра. Этот продукт является проблемой для утилизации с одной стороны и дополнительным источником прибыли с другой стороны. Учитывая важность минимизации отходов и создания дополнительных источников дохода при одновременном снижении их воздействия на окружающую среду, разработаны стратегии эффективного использования молочной сыворотки.

В статье представлены такие методы, как производство молочных продуктов, кормов для животных, пищевых добавок и напитков из сыворотки. Также указаны преимущества молочной сыворотки как жидкого удобрения или источника энергии, подчеркивая при этом возможность сотрудничества с другими отраслями промышленности.

Ключевые слова: сыворотка, сыр, молоко, производство, отходы, молочные продукты, питательные вещества, сывороточный белок, лактоза, переработка, пищевая промышленность, сельское хозяйство, реализация.

Summary

Whey is a by-product released during cheese production. This product is a disposal problem on the one hand and an additional source of profit on the other. Given the importance of minimizing waste and creating additional sources of income while reducing its environmental impact, strategies for the efficient use of whey have been developed.

The article presents methods such as the production of dairy products, animal feed, nutritional supplements and whey drinks. The benefits of whey as a liquid fertilizer and energy source are also highlighted, while highlighting the potential for collaboration with other industries.

Keywords: whey, cheese, milk, production, waste, dairy products, nutrients, whey protein, lactose, processing, food industry, agriculture, implementation.

Индустрия производства сыра в России растет и развивается. С ней же растет и количество промышленных отходов, в том числе молочной сыворотки, которой вырабатывается больше, чем итогового продукта. Все компании-производители сыра имеют этот значительный побочный продукт, называемый сывороткой.

В процессе сыроделия, сыворотка выделяется из сырного сгустка в виде водянистой части молока. То есть сыворотка – это жидкость, остающаяся после свертывания и процеживания молока, обычно желтоватого цвета [9].

Сыворотка считается загрязняющим побочным продуктом процесса производства сыра, и она выделяется в больших количествах; По оценкам, ежегодно производится 145–200 миллионов тонн сыворотки, что вызывает серьезные экологические проблемы при утилизации в виде биологических отходов. Сыворотка, сбрасываемая в заводскую систему утилизации, имеет очень высокий уровень загрязнения, вызванный белками и углеводами. Таким образом, экологические проблемы привели к изучению свойств сыворотки, ее состава, пищевой ценности и технологического использования [1].

Сыворотка, которая образуется, когда производители используют сычужный фермент для коагуляции сыра, называется сладкой сывороткой. Сыры, свернутые с помощью сычужного фермента, обычно представляют собой твердые сыры, такие как чеддер или швейцарский сыр.

Сыворотка содержит более половины сухих веществ, присутствующих в исходном цельном молоке, включая сывороточные белки (20% от общего количества белка) и большую часть лактозы, водорастворимых витаминов и минералов. Химический состав подсырной сыворотки, вырабатываемой при производстве сыра Чеддер, представлен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав сыворотки, полученной при производстве сыра Чеддер [7]

Наименование показателя	Значение
Вода, %	90-95
Лактоза, %	3,9-5
Молочный жир, %	0,05-0,5
Белок	0,5-1,1
Минеральные соли, %	0,3-0,8
Кислотность, °Т	15-25
Плотность, кг/м ³	1018-1027

Подсырная сыворотка составляет около 90-95% объема молока и сохраняет около 55% питательных веществ молока. Наиболее распространенными из этих питательных веществ являются лактоза, сывороточные белки, липиды и минеральные соли. Следовательно, сыворотку можно считать ценным побочным продуктом, имеющим ряд применений в промышленности [7, 9].

Сейчас сыворотку ценят за ее питательные свойства, особенно сывороточный белок, который является богатым источником незаменимых аминокислот – строительных элементов мышц и других тканей человека. Сывороточные белки также легко перевариваются и быстро усваиваются организмом.

Есть несколько способов, с помощью которых производители сыра могут использовать или продавать сыворотку, чтобы минимизировать отходы и создать дополнительные источники дохода. Вот несколько распространенных способов использования сыворотки:

1. Производство других молочных продуктов

Сыворотку можно перерабатывать и использовать в качестве ингредиента в различных молочных продуктах.

Его можно использовать для приготовления порошков сывороточного протеина, которые популярны среди спортсменов и любителей фитнеса [4]. Самый простой способ переработки сырной сыворотки – это концентрирование всей сухой части сыворотки путем удаления воды. Обычно это делается путем сначала концентрирования сухих веществ до 25-30% с ис-

пользованием мембранной системы обратного осмоса, затем дальнейшего концентрирования с использованием системы выпаривания перед окончательной распылительной сушкой концентрата с образованием порошковой сыворотки [5].

Кроме того, сыворотку можно использовать при производстве лактозы, сухого молока и даже некоторых видов сыра. В настоящее время сывороточные сыры производятся во всем мире под разными названиями Рикотта в Италии; Антитирос, Мизитра, Манури, Ксиномизитра в Греции; Урда в Сербии и Румынии, а также в других странах, таких как Израиль; Лор в Турции; Анари на Кипре (из сыворотки, выделяющейся при производстве Халлуми); Скута в Хорватии и Сербии; Гьетост и Бруност в Норвегии; Мезост и Мессмер в Швеции; Мисуостур в Исландии; Мисеост в Дании; Рекейан в Португалии; и Рекесон в Испании и Мексике [1].

2. Корм для животных

Сыворотка является ценным источником питания для животных. Компании, производящие сыр, могут продавать сыворотку животноводческим фермам в качестве пищевой добавки для таких животных, как свиньи и коровы. Сыворотка богата белками и минералами, что делает ее очень востребованным ингредиентом в кормах для животных [10].

3. Применение в пищевой промышленности и производстве напитков

Сыворотку можно использовать в производстве широкого спектра продуктов питания и напитков. Его можно использовать в качестве добавки в хлебобулочных, кондитерских изделиях, напитках и даже мясных продуктах. Сывороточные белки обладают функциональными свойствами, которые влияют на текстуру, вкус и питательный профиль различных пищевых продуктов [4].

4. Удобрения и использование в сельском хозяйстве

Органические компоненты сыворотки делают ее пригодной для сельскохозяйственного применения. Его можно использовать в качестве жидкого удобрения или добавлять в компост для повышения содержания питательных веществ в почве. Это помогает повысить урожайность сельскохозяйственных культур и продвигает методы устойчивого ведения сельского хозяйства [3].

5. Реализация в отрасли химической промышленности

Компании по производству косметики и средств личной гигиены часто используют для продукции такие ингредиенты, как сывороточные белки. Сотрудничая с такими отраслями, компании, производящие сыр, могут продавать сыворотку для непищевого применения [8].

6. Производство энергии

Крупные предприятия по производству сыра могут передавать вырабатываемую сыворотку для производства биотоплива. Передовые технологии позволяют преобразовывать сыворотку в биогаз посредством анаэробного сбраживания. Этот процесс может помочь генерировать возобновляемую энергию для потребления как на месте, так и за его пределами. Используя сыворотку для производства энергии, производители сыра могут уменьшить воздействие на окружающую среду [2].

При производстве сыра используется следующее оборудование для отделения сыворотки, оно имеет большое значение для эффективной обработки и дальнейшего использования или реализации побочного продукта.

- Сепараторы сыворотки. Представляют собой оборудование, использующее центробежную силу для отделения жидкой сыворотки от твердых частиц сгустка.

- Осветлители. Используются для удаления оставшихся частиц сгустка или примесей из сыворотки. В этом оборудовании используются методы гравитации или фильтрации для получения прозрачного и чистого сывороточного продукта.

- Системы обратного осмоса. Обратный осмос – это метод фильтрации, в котором используется полупроницаемая мембрана для удаления воды и некоторых растворенных твердых веществ из сыворотки. Он может концентрировать сыворотку за счет удаления воды, что позволяет производить сывороточные концентраты с более высоким содержанием белка.

- Системы ультрафильтрации. Это мембранный процесс разделения, который позволяет избирательно удалять белки и другие твердые вещества из сыворотки. В этих системах используются ультрафильтрационные мембраны с определенным размером пор для сохранения ценных веществ и отделения нежелательных компонентов.

- Испарители. Используются для концентрирования сыворотки путем испарения воды.

- Распылительные сушилки. Преобразуют жидкую сыворотку в порошкообразную форму путем распыления сыворотки на мелкие капли и пропускания их через поток горячего воздуха [5, 6].

Молочная сыворотка, как продукт за последние годы прошла долгий путь. То, что изначально воспринималось, как неприятный продукт сырной промышленности, сегодня превратилось в мощный ингредиент, стоимость которого не уступает стоимости сыра, из которого он сделан.

Для производителей сыра важно оценить экономические, логистические аспекты и степень воздействие на окружающую среду, чтобы определить наиболее подходящий путь использования, дальнейшей реализации или утилизации сыворотки.

Библиографический список

1. Березкина Г. Ю., Вострикова С. С., Ворончихин В. М. Вторичное сырье молочной отрасли – важнейший резерв для производства молочных продуктов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 3. С. 3-9.

2. Кузубов А. А., Шаило Н. В. Модели использования отходов аграрных предприятий в обеспечении энергетической и экологической безопасности // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2021. № 3. С. 168-176.

3. Агапкин А. М., Махотина И. А., Федотов А. В. и др. Переработка сельскохозяйственных отходов: рынок органических удобрений и производство органических пищевых продуктов // Хранение и переработка сельхозсырья. 2021. № 3. С. 212-225.

4. Коростелева Л. А., Баймишев Р. Х., Романова Т. Н. и др. Разработка биопродуктов функционального назначения на основе побочных продуктов переработки молока (сыворотки): монография. Самара: СамГАУ, 2022. 152 с.

5. Лазарев С. И., Родионов Д. А., Хромова Т. А., Полянский К. К. Разработка технологической схемы и экономическое обоснование мембранного процесса концентрирования подсырной сыворотки // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2021. № 4. С. 101-107.

6. Зимняков В. М. Санитарно-гигиенические требования к проектированию и эксплуатации предприятий пищевой промышленности: учебное пособие. Пенза: ПГАУ, 2023. 152 с.

7. Мельникова Е. И., Богданова Е. В., Павельева Д. А. и др. Состав и функционально-технологические свойства пермеата подсырной сыворотки // Хранение и переработка сельхозсырья. 2022. № 1. С. 223-232.

8. Глотова И. А., Тихонов Г., Галочкина Н. А., Шахов С. В. Сухая белковая смесь для обогащения пищевых рационов на основе мембранных методов переработки вторичного молочного сырья // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2022. № 4. С. 69-75.

9. Раманаускас И. И., Майоров А. А., Мусина О. Н. и др. Технология и оборудование для производства натурального сыра. 6-е изд., стер. СПб.: Лань, 2023. 508 с.

10. Кузнецов А. Ф., Святковский А. В., Скопичев В. Г., Стекольников А. А. Крупный рогатый скот. Содержание, кормление, болезни их диагностика и лечение: учебное пособие. СПб.: Лань, 2022. 624 с.