

Использование микропартикулятов сывороточных белков в технологии высокобелковых продуктов

Дмитрий Николаевич Володин¹, канд. техн. наук, директор

Виктор Константинович Топалов¹, руководитель службы продаж

Иван Алексеевич Евдокимов², д-р техн. наук, чл.-корр. РАН, профессор, заведующий базовой кафедрой технологии молока и молочных продуктов

Ирина Кирилловна Куликова¹, канд. техн. наук, технолог-аналитик

Алексей Павлович Поверин¹, ведущий инженер-технолог

Анастасия Андреевна Семченко¹, технолог

¹ООО «ДМП», г. Ставрополь

²Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь

E-mail: info@dmprocess.ru

Хорошо известно, что в процессе производства таких продуктов, как сыр и творог, до 20 % белковой фракции, представленной преимущественно сывороточными белками (β -лактоглобулином, α -лактальбумином и др.), не включается в сгусток, а переходит в подсырную или творожную сыворотку. Именно поэтому возможность более полного использования сывороточных белков при производстве сыров и других высокобелковых продуктов остается актуальной задачей современной молочной промышленности.

Одним из эффективных подходов к решению данной проблемы является применение мембранных технологий, в частности ультрафильтрации, с помощью которой получают концентрированные формы сывороточных белков с последующим их текстурированием и созданием функциональной микропартикулированной формы, идеально подходящей для обогащения молочных продуктов и улучшения их структурно-функциональных свойств.

Микропартикуляты сывороточных белков (МПСБ) получают по технологической схеме (рис.1), включающей операции приемки и оценки качества молочной сыворотки (подсырной или творожной), очистки от казеиновой пыли и жира, пастеризацию и концентрирование белковой фракции путем ультрафильтрационной обработки. Полученный концентрат подвергается термомеханическому воздействию при температурах, превышающих порог денатурации сывороточных белков, что приводит к образованию сферических белковых агломератов размером до 10,0 мкм [2].

Микропартикулированные денатурированные белковые частицы обладают высокой стабильностью, имеют нейтральный вкус и функционируют в пищевых системах как аналог эмульгированных жировых шариков, придавая продукту сливочный вкус и эластичную текстуру, а также усиливая белизну и непрозрачность растворов [1, 3]. Кроме того, сбалансированный аминокислотный состав микропартикулятов способствует повышению питательной ценности продукта при одновременном снижении калорийности.

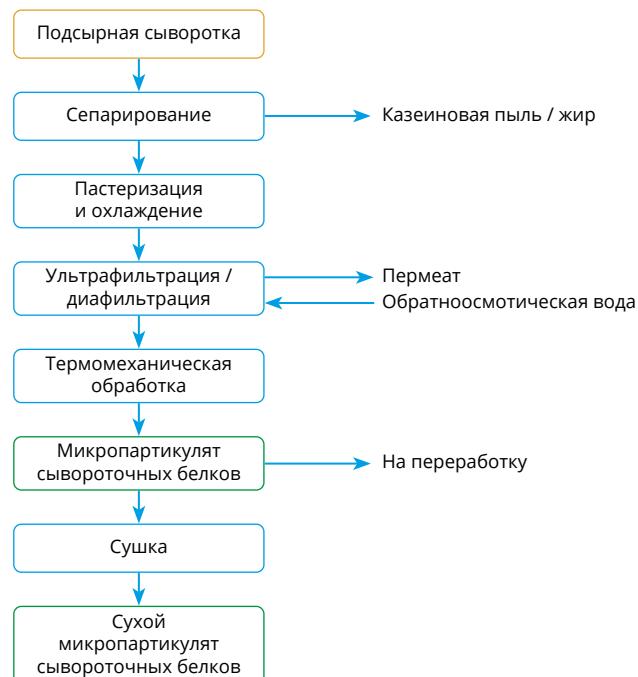


Рисунок 1. Схема получения микропартикулята сывороточных белков

Для таких высокобелковых продуктов, как сыр и творог, применение микропартикулята сывороточных белков также представляет интерес. Многочисленные исследования последних лет подтверждают, что его использование позволяет увеличить выход и повысить качество готовой продукции. Модифицированные частицы сывороточных белков равномерно распределяются в обезвоженном сгустке, функционируя как заменитель жировых шариков и механически удерживаясь внутри казеиновой матрицы (рис. 2). Это свойство позволяет значительно сократить потери жировых и белковых компонентов в процессе производства и улучшить органолептические и структурно-механические характеристики готовых продуктов [4, 5].

Например, добавление МПСБ к нормализованной смеси в традиционной технологии творога корректирует состав молока-сырья, увеличивая как массовую долю белка в СОМО, так и массовую долю сухих веществ в целом. Встраивание частиц микропартикулированного белка в структуру казеиновой матрицы влияет на консистенцию и реологические характеристики белкового сгустка за счет наличия гидрофильных участков молекул сывороточных белков и перекрывания микрокапилляров белкового матрикса. Это дает возможность получить достаточно прочный сгусток без значительного отделения сыворотки, увеличить выход продукта до 10 %. Низкожирный творог, выработанный с использованием МПСБ, имеет нежкую консистенцию, приятный мягкий сливочный вкус и более высокое содержание сывороточных белков по сравнению с традиционным продуктом [4].

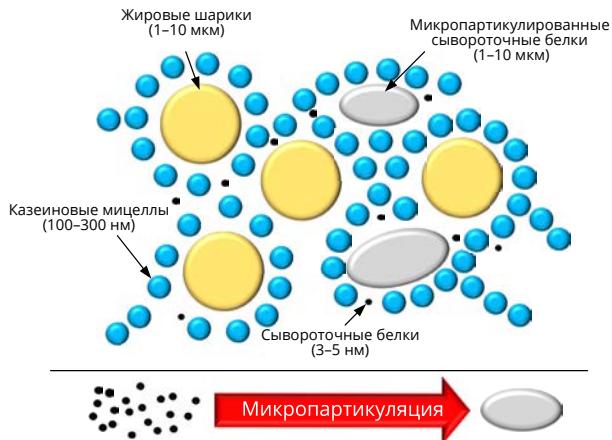


Рисунок 2. Распределение микропартикулята сывороточных белков в казеиновой матрице

Использование МПСБ в технологии сыров, по нашему мнению, наиболее привлекательно для сыров с высокой влажностью или низким показателем pH (мягкие или свежие сыры), а также для низкожирных сыров. Как и при выработке творога, МПСБ за счет гидрофильных участков на поверхности частиц связывает и удерживает влагу, смягчает структуру сгустка и делает ее более эластичной, положительно влияет на органолептические показатели и реологические характеристики, способствует увеличению выхода готовой продукции [1, 5]. Можно отметить еще одну особенность применения МПСБ: микрочастицы не разрушаются под действием сычужного фермента и заквасочной микрофлоры, сохраняют свои свойства в течение всего срока годности продукта [5]. Доля МПСБ для мягких, кисломолочных и рассольных сыров без негативного влияния на качественные показатели конечного продукта может достигать 5–10 %.

Помимо сыроделия, МПСБ находит широкое применение в производстве других молочных продуктов. В частности, в производстве сметаны микропартикулят активно стимулирует ферментацию лактозы, улучшает консистенцию за счет повышения вязкости, придает более выраженный сливочный аромат и повышает жизнеспособность полезной микрофлоры [6]. Не менее перспективным является использование МПСБ в производстве мороженого. Благодаря способности частиц обволакивать поверхность кристаллов льда МПСБ ограничивают их рост и равномерно распределяют влагу, что улучшает текстуру, повышает вязкость, взбитость и формостойчивость продукта, а также придает кремообразную консистенцию и ощущение сливочности, особенно важные при сниженной жирности [7].

В технологиях высокобелковых напитков из молочного сырья МПСБ позволяет формировать термостабильные белковые системы, которые предотвращают гелеобразование и обеспечивают низкую вязкость даже при высоких температурах пастеризации и ультрапастеризации. Это дает возможность создавать низкокалорийные функциональные напитки с высоким содержанием сывороточного белка и приятной, однородной текстурой, сравнимой по стабильности с продуктами, содержащими казеин. Использование таких термостабильных белковых рецептур расширяет ассортимент



Источник изображения: freepik.com

белковых напитков вплоть до питьевых функциональных йогуртов с симбиотическими свойствами, при этом поддерживается нейтральный уровень pH и чистый вкус [1].

Таким образом, МПСБ представляет собой инновационный ингредиент, открывающий новые перспективы в современном сыророделии и в молочной промышленности в целом. Технология позволяет эффективно использовать ценный белковый потенциал молочной сыворотки, создавая функциональные низкожирные молочные продукты с улучшенными органолептическими и текстурными характеристиками. Основываясь на многолетнем опыте, специалисты ООО «ДМП» осуществляют не только поставку мембранных оборудования, оборудования микропартикуляции, но и подбирают оптимальные, экономически целесообразные технологические решения для производства традиционных молочных продуктов или организации производства ингредиентов на основе компонентов молочного сырья. ■

Список литературы

1. Meng, R. Mechanism of microparticulated whey protein replacing milk fat during the production stages of renneted casein gel / R. Meng [et al.] // Food Hydrocolloids. 2025. Vol. 164. 111248. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2025.111248>
2. Володин, Д. Н. Использование мембранных процессов и продуктов мембранных фракционирования молочного сырья в производстве творога / Д. Н. Володин [и др.] // Переработка молока. 2023. № 9. С. 12–14. <https://elibrary.ru/jswegb>
3. Ipsen, R. Microparticulated whey proteins for improving dairy product texture / R. Ipsen // International Dairy Journal. 2017. Vol. 67. P. 73–79. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.08.009>
4. Лосев, А. Н. Творог с микропартикулятом сывороточных белков / А. Н. Лосев [и др.] // Молочная промышленность. 2016. № 1. С. 31–33. <https://elibrary.ru/vlmajb>
5. Guinee, T. Effect of high-temperature treatment of milk and whey protein denaturation on the properties of rennet-curd cheese: A review / T. Guinee // International Dairy Journal. 2021. Vol. 121. 105095. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105095>
6. Мельникова, Е. И. Получение и применение микропартикулята сывороточных белков в технологии производства сметаны / Е. И. Мельникова, Е. Б. Станиславская // Пищевые системы. 2021. Т. 4, № 2. С. 117–125. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2020-4-2-117-125>; <https://elibrary.ru/ygjehd>
7. Ситникова, П. Б. Применение микропартикулятов сывороточных белков в производстве мороженого и других молочных продуктов / П. Б. Ситникова, Н. В. Казакова // Пищевые системы. 2024. Т. 7, № 3. С. 375–383. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-3-375-383>; <https://elibrary.ru/bfgmvp>