

Е.М. Валякина¹, Н.А. Прокопьев²

РУП «Институт мясо-молочной промышленности»¹

Белорусский государственный аграрный технический университет²

ВЛИЯНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА И ТЕКСТУРЫ БЕЛКОВ МОЛОКА В МИКРОПАРТИКУЛИРОВАННОЙ ФОРМЕ НА ИХ СВОЙСТВА

Сывороточные белковые концентраты, полученные с применением методов баромембранной обработки, являются ценным сырьем для производства функциональных и других специализированных продуктов. Причем область их применения может быть расширена за счет специальной обработки микропартикулированием. С помощью технологий микропартикулирования получают белки молока в виде сферических микрочастиц с размерами и текстурой, сходной как у жировых шариков молока с подобными свойствами. Если же размеры микрочастиц или их текстура будет отличной, то и свойства микропартикулятов будут иными. Чтобы применять микропартикуляты по назначению, необходимо правильно их идентифицировать.

Введение

Вопросы концентрирования белков молока достаточно актуальны в последние десятилетия. Новые инновационные технологии позволяют получать концентраты белков молока с улучшенными характеристиками и дополнительными свойствами.

Сывороточные белки молока в нативной форме имеют ограниченное применение в производстве ферментированных сыров ввиду того, что они плохо переходят в белковые сгустки и большей частью остаются в подсырной сыворотке. При осветлении молочной сыворотки за счет улавливания сывороточных белков способом термокоагуляции получают альбуминное молоко в составе сывороточного альбумина [1]. Ввиду очень мелких размеров белковых частиц такой альбумин также слабо улавливается белковым сгустком и придает к тому же сероватый оттенок производимому сырному зерну. Если из молочной сыворотки улавливать сывороточные белки с помощью казеиновых белков молока методом термокоагуляции при pH, близком к изоэлектрической точке казеиновых белков, происходит образование глобул, содержащих как казеиновые белки, так и белки молочной сыворотки и молочный жир сыворотки и/или молока. Таким способом можно производить ряд мягких термокислотных сыров [2]. Однако при их производстве температура коагуляции достаточно высока, а выход сыра меньший, чем при изготовлении термокислотных сыров из молока, и поэтому процесс производства высокочувствителен.

Баромембранное оборудование дает возможность получать концентраты нативных белков молочной сыворотки или концентраты всех белков молока [3], которые по безотходной технологии можно использовать в производстве мягких сыров типа фета. Если же концентрация сырной смеси пастеризованной при температуре 72–76 °С с выдержкой несколько минут будет ниже той, которая нужна для безотходной технологии производства, то при ферментативном способе производства сыра нативные сывороточные белки опять же перейдут в подсырную сыворотку. Чтобы сывороточные белки все же уловить с сырным зерном, необходимо чтобы их размеры и свойства были сходными, например, с жировыми шариками молока, что возможно получить с применением современных способов так называемой микропартикуляционной обработки.

С применением технологий микропартикулирования теоретически возможно также получать микропартикулированные белки в составе белков молочной сыворотки и пахты. Пахта, как известно, содержит в повышенном количестве не связанные с молочным жиром белки оболочек жировых шариков. Диетические свойства пахта имеет как за счет низкого содержания в ней молочного жира, так и за счет более высокого, чем в молоке, содержания лецитиновых фосфолипидных комплексов.

Использование пахты в производстве ферментированных сыров сопряжено с рядом сложностей. Главная из них в том, что из-за низкой сыропригодности пахты наблюдается получение дряблого белкового сгустка, из которого плохо выделяется сыворотка, что приводит к большому отходу в сыворотку белковой пыли. Также при производстве из пахты термокислотных сыров типа адыгейского имеет место мозаичность сырного теста. Технология микропартикулирования может дать положительное решение в вопросах использования для сыроделия пахты в сочетании с сывороточными белками [4], [5], [6].

До настоящего времени технологии микропартикулирования белков молока в Республике Беларусь не применялись, хотя вторичного молочного сырья для производства микропартикулятов белков молока имеется в достаточном количестве.

Чтобы решить вопрос с применением технологий микропартикулирования в нашей республике, а также с закупкой или производством для этих целей необходимого технологического оборудования, требуется проведение поисковых исследований по применимости микропартикулятов зарубежного производства в первую очередь в сыроделии как главном направлении переработки коровьего молока в Республике Беларусь.

Микропартикулированные сывороточные белки улавливаются и переходят в казеиновые сгустки, а затем и сырные зерна по тому же принципу, что и молочный жир. Данные белки в сырном зерне дают улучшенные органолептические характеристики сыра при равном содержании жира в сухом веществе. При меньшем содержании жира

микропартикулированные белки дают более нежную консистенцию сыра и вкус как для полножирного сыра. Сыры в составе таких белков в процессе созревания и хранения практически не изменяют свою текстуру. Сырное тесто остается пластичным и нежным. Поэтому технологии производства ферментированных сыров с использованием микропартикулированных белков молочной сыворотки нашли широкое распространение в зарубежных странах, особенно при производстве низкожирных сыров.

Чтобы полноценно выполнять работы по применению микропартикулятов белков молока, важно определиться, с помощью каких методов возможна быстрая идентификация видов микропартикулятов по размерам и текстуре микрочастиц. Также важно определить, как применить к микропартикулированным белкам молочной сыворотки тот метод, который применяют для достижения максимального использования молочного жира в производстве сыра по соотношению жира к белку в исходной молочной смеси на сыр.

В РУП «Институт мясо-молочной промышленности» в рамках ГППИ «Инновационные технологии в АПК» начиная с 2011 г. проводятся исследования по изучению свойств и использованию микропартикулированных белков молока в производстве пищевых продуктов.

Материалы и методы исследования

При исследованиях использовались стандартизированные и иные методы идентификации продуктов и определения их технологических свойств и характеристик, а также анализ информации и сравнительная оценка полученных результатов. Для проведения идентификационных испытаний микропартикулятов и экспериментальных образцов продуктов с их применением использовалась приборно-аналитическая база РУП «Институт мясо-молочной промышленности».

Для установления степени улавливания микропартикулированных сывороточных белков в производстве сыра и творога был разработан и апробирован тест на улавливание. Он заключается в следующем. Микропартикулированный сывороточный белковый концентрат в количестве 10 г восстанавливали в обезжиренном молоке с температурой 40 °С, доводя массу смеси до 100 г, выдерживали для набухания и полного восстановления в течение 4 часов. Затем восстановленный концентрат в количестве 10 мл добавляли к 90 мл обезжиренного молока. Полученную смесь пастеризовали при температуре 75 °С, охлаждали до температуры 36 °С, вносили молокосвертывающий фермент из расчета свертывания смеси за 30–40 мин, перемешивали и оставляли в покое до получения белкового сгустка. Уплотненный сгусток разрезали на кубики размером около 1 см, проводили обработку сырного зерна при температуре 36 °С до получения достаточно упругого зерна, а затем отделяли подсырную сыворотку. В подсырной сыворотке определяли содержание сухих веществ. Параллельно проводили эксперимент без использования микропартикулята. Определяли

также выход сыворотки. В случае если выход сыворотки и содержание сухих веществ в ней получались меньшими в опытном образце, чем в контрольном, можно было судить о хорошем процессе перехода микропартикулированных белков в сырное зерно. Если содержание сухих веществ не отличалось, то процесс удержания микропартикулята был удовлетворительным. Если выход сыворотки и содержание сухих веществ в подсырной сыворотке были меньшими, чем в контрольном образце, то микропартикулят не удерживался сырным сгустком и не переходил в сырное зерно.

Результаты и их обсуждение

Были изучены образцы концентрата микропартикулированных сывороточных белков торговой марки «Simplese-100E» (фирма CP Kelco, Huber Company, США), «ProMilk-630M» (фирма-производитель не установлена) и сухого продукта украинского производства.

Результаты выполненных исследований показали преимущества белков молочной сыворотки в микропартикулированной форме по сравнению с немикропартикулированными белками касательно их термоустойчивости, органолептических характеристик (цвет, вкус), а также по большей насыпной массе, что более удобно при транспортировке и хранении продуктов. Было отмечено также положительное влияние микропартикулятов на реологию и органолептику кисломолочных продуктов (йогурт, кефир, простокваша). Однако заявляемые изготовителями микропартикулятов свойства имитаторов жировых шариков были подтверждены только частично. Вероятно, это имело место из-за большого разброса размеров микропартикулированных частиц в продуктах (от 0,1 до 40 и более мкм), установленного при электронном микроскопировании, хотя по документам, предоставленным представителями изготовителей, такого разброса не должно было быть. При изучении свойств микропартикулятов на твороге и термокислотном сыре было установлено, что творог имел более нежную консистенцию при большей влаге, чем в контрольном образце, и лучше удерживал влагу, а творожное зерно лучше отделяло свободную влагу. Термокислотный сыр имел также более нежную консистенцию по сравнению с контрольным образцом и при формовании сыра быстрее, чем в контрольном образце, проходил процесс самопрессования.

По результатам исследований перехода микропартикулированных сывороточных белков (КМСБ «Simplese-100E») в сырное зерно сделано заключение об удовлетворительном переходе белков в сырное зерно (получены результаты по первому варианту теста на улавливание).

Анализируя концентраты микропартикулированных сывороточных белков зарубежного производства, следует отметить, что в сухом и восстановленном виде большинство из них намного белее, чем немикропартикулированные концентраты сывороточных белков, они имеют более нейтральный вкус и pH на уровне 6,8–7,1. Первую характеристику

объясняются как свойство микрочастиц по преломлению и отражению света. Остальные характеристики можно объяснить тем, что при изготовлении микропартикулятов сывороточных белков применяют особый способ подготовки исходного сырья, а именно осуществляют перевод белка в гелевую форму. В этом случае в золь-фракции остаются все те компоненты, которые могут придавать посторонние привкусы готовому продукту. Затем максимально возможная часть золь-фракции удаляется при дальнейшей обработке. Наилучшее удаление происходит при баромембранной обработке, когда меньшие по размеру частицы, вплоть до растворенных в истинном растворе, удаляются посредством прохождения через поры мембранных фильтров. Поэтому готовый микропартикулированный сывороточный белковый концентрат имеет большее содержание белка в продукте (от 50 % и выше), чем исходное сухое сывороточно-белковое сырье. Преимущественно в качестве белкового сырья при изготовлении концентрата микропартикулированных сывороточных белков используют концентраты сывороточных белков с массовой долей белка 30–40%, полученные методом ультрафильтрации.

Частицы микропартикулята «Simplesse-100E» более плотные (продукт имеет более высокую насыпную плотность), чем у КСБ-УФ-80, и продукт хорошо восстанавливался в питьевой воде, молочной сыворотке и молоке.

Арбитражным методом, позволяющим определить гранулометрический состав микрочастиц микропартикулята, является электронная микроскопия. Однако этот метод предполагает использование дорогостоящего оборудования и расходных материалов.

Были разработаны методики и проведены эксперименты по установлению, является ли сухой продукт микропартикулятом белков молока и какие размеры микрочастиц он имеет. Эффективным способом установления, с каким размером микрочастиц микропартикулят мы имеем является отслеживание скорости и объема выпавшего осадка белка в 5%-ном или 10%-ном продукте, восстановленном с применением питьевой воды, подсырной сыворотки или обезжиренного молока. В случае, если имеем микропартикулят с размером частиц в большом диапазоне разброса (от 3 мкм до 40 мкм и более), то осадок обязательно будет присутствовать после восстановления. Чем большее количество частиц больших размеров, тем больше осадка будет иметь место. Если же перед нами микропартикулят с размерами частиц, совпадающими с размерами жировых шариков молока (меньше 3 мкм), то осадка у микропартикулята после восстановления, как и у концентрата нативных сывороточных белков, не наблюдается.

Чтобы определить, имеем мы микропартикулят или другой сывороточный белковый концентрат, необходимо в восстановленном продукте с массовой долей сухого концентрата от 5 до 10 % провести высокотемпературную обработку (пастеризацию при температуре выше 80 °С, или УВТ-обработку с выдержкой в несколько минут, достаточной для перехода сывороточных белков в гелевую форму, или стерилизацию). После

такой обработки немикропартикулированные сывороточные белки перейдут в гелевую форму, в результате чего изменится вязкость восстановленного продукта, т. е. он станет гуще. Микропартикулированные сывороточные белки, как уже находящиеся в гелевой форме, закрепленной специальной обработкой, не дадут изменения вязкости термообработанного продукта.

Ввиду того, что за рубежом наибольшее применение микропартикуляты сывороточных белков находят в производстве сыров и других высокобелковых продуктов, в том числе с пониженной жирностью, т. е. обладающих биологически ценными свойствами и диетической направленности, то их для этих целей, возможно, изготавливают с менее жесткой обработкой сывороточных белков. В этом случае такие микропартикуляты также могут повышать вязкость восстановленного продукта при высокотемпературной обработке. Однако при нагревании до температур падающей пастеризации, применяемой при изготовлении ферментированных (сычужных) сыров, вязкость восстановленного продукта не изменяется, и если они являются микропартикулятами, то в восстановленном виде обычно дают осадок белка на дне емкости.

Рядом изготовителей делаются попытки получать с применением технологий микропартикулирования сухие продукты с пониженным содержанием белков молока. Вместо белков молока в таких продуктах используют другие компоненты как обезжиренного молока (молочной сыворотки), так и иных веществ (животные и растительные заменители молочного белка, ароматизаторы и красители). С помощью этих приемов добиваются удешевления готового продукта и его использования в большем объеме для определенных целей. Например, подгоняют его под те параметры, которые дают возможность изготавливать комбинированные сыры (молочно-растительные) с цветом теста и вкусом, свойственным молочному сырью. Образец микропартикулята подобного назначения украинского производства был проанализирован в лаборатории технологий цельномолочных продуктов и концентратов в I квартале 2012 г. Он имел более желтый цвет, расслаивался после восстановления и термообработки, во вкусе имел ощущаемую сладость и специфический аромат.

При проведении контроля массовой доли белка в восстановленном концентрате микропартикулированных белков молока украинского производства с помощью рефрактометра и методом Кьельдаля получены несопоставимые результаты. Рефрактометрический метод дал занижение результатов почти в 2 раза. Это может быть обусловлено тем, что микропартикулят состоит из дисперсных частиц с размерами, превышающими максимальные размеры объектов, поддающихся учету с помощью данного метода. Возможно, что с помощью такой рефрактометрической оценки можно косвенно определить, микропартикулят с какими размерами частиц имеет место: меньше или больше, чем диаметр жировых шариков молока.

Повышения эффективности процесса получения концентратов белков, определяемой полнотой и скоростью извлечения золь-фракции, как в случае с микропартикулятами зарубежного производства, добиваются увеличением площади поверхности белковых гелей и другими приемами, разрешенными в пищевом производстве. К таким приемам можно отнести взрыв паров воды при резком сбросе давления, например, после акустической, акустическо-механической и иных приемов обработки в условиях высоких давлений и сдвиговых нагрузок, автоклавирования, экструзии, сверхбыстрого нагрева в микроволновом поле и т. п., а также замораживанием, введением пищевых рыхлителей (карбонат аммония и др. разрешенные) с последующим удалением золь-фракции из микропористого геля и другие приемы.

Практически не раскрывается в зарубежных источниках информации вопрос специальной обработки микрочастиц в микропартикулятах с целью получения форм частиц с регулируемыми размерами, которые будут устойчивыми в широких диапазонах pH и температуры. Известно только, что процесс микропартикулирования включает в себя стадию диспергирования. В качестве дисперсной среды выступает гелевая белковая структура, полученная методом термообработки при определенных значениях pH и концентрации водно-белковой дисперсии.

Процесс диспергирования в этом случае представляет собой дробление частиц дисперсной фазы до требуемых размеров и их равномерное распределение в пространстве, т. е. перемешивание в среде в масштабах порядка их размеров, важная роль при этом отводится заданию масштабов при оценках степени дисперсности продукта, так как в зависимости от этого параметра один и тот же продукт может быть признан как достаточно, так и недостаточно гомогенным [7], [8]. Диспергирование с регулируемым размером раздробленных частиц возможно при различных способах диспергирования (рис. 2).

Развитие технологий ультратонкого диспергирования обрабатываемых жидких сред открывает возможности создания новых многокомпонентных дисперсных пищевых систем с регулируемыми размерами частиц и определенными качественными характеристиками и позволяет значительно интенсифицировать тепло- и массообменные процессы при производстве порошковых композиций.

С целью проверки ряда предположений в этой области совместно со специалистами РУП «Институт тепло-массообмена» были проведены эксперименты по обработке КСБ-УФ-80, изготовленного ОАО «Щучинский маслосырзавод», переведенного в гелевую форму с концентрацией, превышающей критическую концентрацию гелеобразования. Эксперименты были выполнены на лабораторной установке, обеспечивающей условия ультратонкого диспергирования при высоких температурах с применением ультразвукового воздействия (рис. 1).

Полученные образцы продукта имели белый цвет, сметанообразную умеренно текучую консистенцию и вкус подобный сливочному. Расслоения продукта отмечено не было в течение 3-х дней хранения при комнатной температуре. По результатам эксперимента можно сделать вывод, что ультразвуковое диспергирование, совмещенное с высокотемпературной обработкой, способствует переводу сывороточных белков в устойчивую мелкодисперсную форму.

В последнее время в мировой практике используются технологии получения натуральных гелеобразных продуктов, имитирующих икру лососевых. При этом у сфероподобных частиц достигается эффект присутствия наружной устойчивой оболочки. В ряде стран, в том числе в Российской Федерации, запатентован процесс обработки особых гелевых шарообразных форм продукта хлористым кальцием и ему подобными веществами, вступающими в реакцию с частями молекул, содержащими СОО-группы. В результате образуются пленки наподобие оболочек, покрывающие эти частицы, что делает их очень устойчивыми при различных механических и иных воздействиях. Возможно, данный принцип обработки применяют при получении устойчивых форм микропартикулятов. Тем более что хлористый кальций широко используется в пищевых производствах, например, при изготовлении сычужных сыров.

В 2012 г. планируется продолжить эксперименты по изучению свойств микропартикулятов белков молока зарубежного производства с использованием доступных и приемлемых методов контроля показателей их качества.



Рис. 1. Экспериментальная установка

Вывод

С учетом результатов выполненных исследований будет продолжено изучение способов использования микропартикулятов в производстве пищевых, в том числе молочных продуктов.

Данные исследования позволят сделать вывод об эффективности применения микропартикулятов белков молока в Республике Беларусь при изготовлении молочных продуктов повышенной биологической ценности и с улучшенными качественными характеристиками и определиться,

существует ли необходимость организации производства микропартикулятов белков молока в нашей стране.

Литература

1. Архипенков, И. Микропартикуляция сывороточных белков открывает новые возможности при изготовлении сыра и других молочных продуктов / И. Архипенков // М.: Пищевая промышленность. – 2007. – № 7. – С. 16–17.
2. Казанский, М.М. Технология молока и молочных продуктов / М.М. Казанский // М. : Пищепромиздат, 1955. – 524 с.
3. Шилер, Г.Г. Использование сухих молочных компонентов в пищевой промышленности: справочник / Г.Г.Шилер // СПб: ГИОРД, 2006 – 475 с.
4. Мельникова, Е.И. Микропартикуляты сывороточных белков как имитаторы молочного жира в производстве продуктов питания / Е.И. Мельникова, Е.Б. Станиславская // Научно-теоретический журнал «Фундаментальные исследования».– 2009. – № 7. – С. 23.
5. Орешина, М.Н. Ультратонкое диспергирование в технологиях многокомпонентных пищевых систем / М.Н. Орешина, Г.В. Семенов // Биотехнология: состояние и перспективы развития: материалы V Московского международного конгресса. – М, 2009. – С. 479–480.
6. Устройство для диспергирования эмульсий и суспензий с регулированием размеров частиц дисперсных фаз : пат. 2362616 Российская Федерация, МПК 7 В 01 F 11/00 / Г.В. Семенов, М.Н Орешина; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО МГУПБ. – № 2008126630; заяв. 02.07.08; опубл. 27.07.09 // Бюл. № 21. – 5 с.
2. Храмцов, А.Г. Продукты из обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки / А.Г. Храмцов. М.: – Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 295 с.

E. Valyalkina, N. Prokopen

INFLUENCE GRAIN SIZE AND TEXTURE OF MIKROPARTIKULATE MILK PROTEINS ON THEIR PROPERTIES

Summary

Whey protein concentrates obtained by using the methods of processing baromembrane are a valuable raw material for production of functional-duction, and other specialized products. Moreover, the range of use can be expanded by a special mikroparticulate -formation-processing. With the help of technology mikropartikulation receive milk proteins in the form of spherical microparticles with dimensions and texture similar as that of milk fat globules and similar properties. If the size of microparticles or the texture will be different, then the property will be different. To use the mikropartikulate intended to correctly identify them.