

*О.В. Дымар, к.т.н., И.В. Миклух
РУП «Институт мясо–молочной промышленности»*

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СУХОГО КОНЦЕНТРАТА МОЛОЧНОГО БЕЛКА

Изучалась технология получения сухого концентрата молочного белка с применением ультрафильтрации и распылительной сушки. Исследовались физико–химические свойства концентратов и фильтратов, полученных методом ультрафильтрации обезжиренного молока; способ изменения физико–химических показателей, получаемых концентратов; процесс распылительной сушки концентратов обезжиренного молока, полученных при использовании ультрафильтрации.

Установлено, что при сочетании процессов ультрафильтрации и распылительной сушки можно получить сухой концентрат молочного белка, максимально сохранив его пищевую, биологическую ценность и технологические свойства. Основными направлениями использования данного концентрата являются специальное питание (в том числе детское, спортивное); нормализация смесей по белку (сыры, йогурты, мороженое и т.д.).

Введение. Молоко относится к незаменимым продуктам питания, используемым человеком во все периоды его жизни, особенно в детском и пожилом возрасте. Молоко и молочные продукты являются основными продуктами диетического и лечебного питания и отличаются от других продуктов питания тем, что в их составе представлены все необходимые для организма пищевые и биологически активные вещества в сбалансированном состоянии [1]. Однако современные технологии переработки заготавливаемого молока не позволяют создать полную и рациональную переработку молочных ресурсов. При этом образуется побочное нежирное молочное сырье (молочная сыворотка, обезжиренное молоко, пахта), которое составляет 60% от массы перерабатываемого молока и включает 50% ресурсов белка и 75% углеводов [2]. Переработка данного вторичного белково–углеводного сырья представляет некоторые трудности и наносит определенный вред окружающей среде. Существующие методы переработки вторичного молочного сырья и устаревшее технологическое оборудование помимо того, что не позволяют полностью выделить его ценные компоненты, способствуют еще и изменению их нативных

свойств, отрицательно влияют на органолептические и технологические свойства получаемых продуктов, требуют значительных энергетических затрат.

Одним из наиболее ценных компонентов молока являются молочные белки. В настоящее время актуальной является проблема дефицита полноценных белков в рационе населения нашей страны. При его недостатке белка снижается устойчивость организма к инфекциям, происходит обострение течения воспалительных процессов. Дефицит белка неблагоприятно воздействует на деятельность сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем организма, также ухудшается аппетит, что, в свою очередь, уменьшает приток белка с пищей... таким образом возникает порочный круг.

Обезжиренное молоко является источником полноценных белков животного происхождения, которые содержат широкий спектр аминокислот, в том числе незаменимых, и обладают более высокой биологической ценностью по сравнению с белками цельного молока [1].

Необходимо увеличивать потребление населением полноценных белков, включая в рацион продукцию обогащенную белками, например посредством молочных концентратов. До настоящего времени в нашей стране концентраты молочного белка производили двух основных видов: казеин технический и концентрат сывороточных белков. В основе промышленных способов получения казеина лежит разрушение его коллоидного состояния, причем коагуляция казеина связана с его денатурацией и удалением части органического кальция и фосфора. При этом получают лишь часть молочного белка (до 70%), причем технических кондиций, кроме того, в ходе технологического процесса, дополнительно образуется кислая сыворотка, которая практически не используется и тем самым затрудняет обработку стоков на очистных сооружениях. При производстве концентратов сывороточного белка происходит выделение части белков из подсырной сыворотки с последующей сушкой. При этом остается проблема утилизации фильтрата, содержащего сычужные ферменты и основную массу сухих веществ сыворотки (до 90%).

Ранее для обогащения продуктов молочным белком в основном применялось обезжиренное сухое молоко, однако оно не всегда удобно для этого, поскольку содержит свыше 50% лактозы и только около 30% белка. Такое обогащение часто оказывалось нежелательным, так как, во-

первых, продукты обогащаются не столько белками, сколько углеводами, которых в продуктах содержится в достаточной мере, во-вторых, при тепловой обработке продуктов с обезжиренным молоком происходит снижение пищевой ценности белка из-за взаимодействия его с углеводами, в-третьих, определенный контингент людей обладает генетической непереносимостью по отношению к лактозе.

Перспективной является технология получения общего белка из обезжиренного молока с применением мембранных методов, в частности ультрафильтрации, которая позволят сконцентрировать белки из молочного сырья наряду с отделением минералов и лактозы и получить продукты с регулируемым составом и свойствами, максимально используя при этом ценные компоненты молока и сохраняя их пищевую, биологическую ценность и технологические свойства. При этом в результате обработки обезжиренного молока с использованием ультрафильтрации (УФ) в качестве конечного продукта – концентрата – выступает общий белок молока, который содержит как казеин, так и сывороточные белки. Мембранные технологии позволяют получить новый вид высокобелкового молочного продукта с совместным выделением белков молока, который обладает несколько большей питательной ценностью за счет их взаимного обогащения и более сбалансированного аминокислотного состава по сравнению с молочно–белковыми концентратами, получаемыми в нашей стране до настоящего времени. При дальнейшей обработке полученные при помощи ультрафильтрации концентраты подвергаются сушиванию.

Побочным продуктом при данной переработке является фильтрат (так называемая идеальная сыворотка), который в отличие от фильтрата подсырной сыворотки не содержит никаких дополнительных веществ и не имеет никаких изменений составных частей, что делает его свойства уникальными для ряда последующих технологических процессов. При разумном использовании из фильтрата с помощью мембранных методов обессоливания можно выделить чистый молочный сахар, имеющий спрос на рынке.

Особое значение УФ имеет при стандартизации молока и молочных продуктов по белку. В связи с сезонными и иными изменениями соотношения белок : СОМО в сырье содержание белка в готовых молочных продуктах колеблется, достигая при этом значений более высоких,

чем установленных в документациях. Используя нормализацию конечного продукта по белку фильтратом можно существенно повысить выручку от реализации продукции на внешнем и внутреннем рынке за счет увеличения объема выпуска или, иными словами, снизив себестоимость конечной продукции, увеличить прибыль. С другой стороны возможна ситуация, когда содержания белка в продукте не хватает для удовлетворения определенному стандарту. В этом случае возможна нормализация продукта белковым концентратом, при этом себестоимость конечного продукта возрастет, но его соответствие стандарту позволит получать при продаже прибыль по нормальной рыночной цене.

Таким образом, в соответствии с вышеизложенным, актуальным является изучение процесса получения сухого концентрата молочного белка с использованием УФ.

Цель работы – исследовать физико-химические свойства концентратов и фильтратов, полученных методом ультрафильтрации обезжиренного молока, исследовать способ изменения физико-химических показателей, получаемых концентратов и процесс распылительной сушки УФ-концентрата обезжиренного молока.

Объекты и методы исследований. Экспериментальную часть выполняли на базе РУП «Институт мясо-молочной промышленности». Была проведена серия опытов по производству концентратов общего белка молока из обезжиренного молока с применением УФ.

Исследовалось молочное сырье (обезжиренное молоко), пастеризованное и подвергнутое тепловой обработке непосредственно перед УФ при температуре 60 °С с выдержкой 1 ч (для удаления ионов кальция, сильно засоряющих мембрану).

Белковые концентраты получали из обезжиренного молока методом ультрафильтрации на лабораторной баромембранной установке, оснащенной полуволоконным мембранным элементом с рабочей площадью мембран 3 м² (тип мембран ПС–100).

Технические характеристики установки следующие:

максимальное рабочее давление, МПа (атм), – со стороны концентрата не более 0,5 (5,0), со стороны пермеата не более 0,05 (0,5);

температура раствора – не более 60 °С;

производительность по воде – не менее 100 л/ч;

установленная мощность – не более 3 кВт ч.

Принцип действия установки состоит в разделении полупроницаемой мембраной с диаметром пор от 0,01 до 0,1 мкм, низко- и высокомолекулярных веществ исходного сырья под влиянием избыточного давления.

Ультрафильтрацию обезжиренного молока осуществляли при температуре 40 °С и рабочем давлении 0,17 МПа на входе в мембранный элемент, 0,11 МПа на выходе, согласно рекомендациям специалистов ИФОХ НАН Беларуси применительно к данной установке. Производительность установки по фильтрату составила 180 л/ч, скорость фильтрации по фильтрату – 60 л/(м²·ч).

При определении свойств концентратов и фильтратов изучали влияние фактора концентрирования по объему (ФК) на конечный продукт.

При исследовании способа изменения физико-химических показателей концентратов определяли влияние процесса диафильтрации (ДФ) на свойства получаемого продукта, который представляет собой экстракцию низкомолекулярных веществ из обрабатываемого продукта при помощи воды. Определено, что рациональным является режим одноступенчатой ДФ при разбавлении концентрата водой в соотношении 1:3. Диафильтрация осуществлялась при рабочих параметрах УФ.

Сушку полученных концентратов проводили на лабораторной распылительной сушильной установке при следующих параметрах процесса: температура входящего воздуха... 240 °С, температура выходящего воздуха 90 °С.

В процессе работы контролировали следующие физико-химические показатели в исходном сырье, концентрате, фильтрате, сухом концентрате: титруемую и активную кислотность, массовые доли сухих веществ, белка, лактозы. При определении данных показателей использовали стандартные методы.

Результаты и их обсуждение. При исследовании влияния фактора концентрирования по объему на физико-химические показатели концентрата и фильтрата выяснили, что при увеличении фактора концентрирования в концентрате увеличиваются и значения массовой доли сухих веществ, белка, титруемой кислотности, кроме массовой доли лактозы, значение которой остается на одном уровне. Фильтрат независимо от фактора концентрирования имеет одинаковые показатели.

Сравнение значений массовой доли сухих веществ и массовой доли белка в исходном молоке и в концентратах при различных факторах концентрирования ФК приведены на рис. 1.

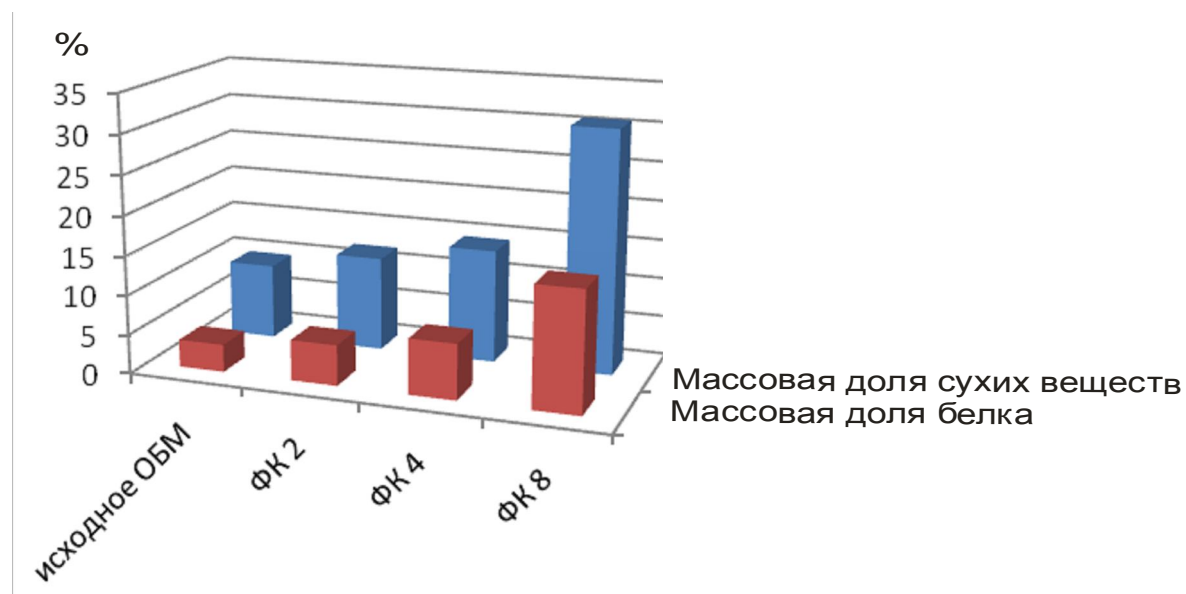


Рисунок 1 – Зависимость массовой доли сухих веществ и массовой доли белка от фактора концентрирования (по объему)

При исследовании физико–химических свойств концентрата и фильтрата, полученных в результате ультрафильтрации обезжиренного молока, получены данные, представленные в табл. 1.

Таблица 1 – Физико–химические показатели исходного молочного сырья и конечных продуктов ультрафильтрации обезжиренного молока

Показатель		Исходное ОБМ	Концентрат			Фильтрат		
			ФК 2	ФК 4	ФК 8	ФК 2	ФК 4	ФК 8
Кислотность	титруемая, °Т	16	17	22	74	8	9	10
	активная рН	6,70	6,75	6,76	6,77	6,73	6,73	6,72
Массовая доля сухих веществ, %		9,6	12,0	14,4	30,8	6,5	7,4	5,7
Массовая доля белка, %		3,50	5,15	7,05	15,27	1,28	1,35	0,67
Массовая доля лактозы, %		4,2	3,8	4,2	9,9	4,0	4,3	4,4

Из представленных данных видно, что белок не полностью задерживается мембраной, некоторая его часть (возможно отдельные аминокислоты, небелковый азот) переходит в фильтрат. Также в концентрате задерживается лактоза, содержание которой в конечном продукте необходимо уменьшать.

При исследовании способа изменения физико–химических показателей концентратов определяли влияние ДФ на свойства получаемого продукта.

Процентное содержание белка и лактозы в сухом веществе концентратов до и после диафильтрации по сравнению с показателями исходного обезжиренного молока представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Влияние диафильтрации на физико–химические показатели концентратов

Показатель	Исходное молоко	ФК 4		ФК 8	
		конечный концентрат	концентрат после ДФ 1:3	конечный концентрат	концентрат после ДФ 1:2
Массовая доля белка в сухом веществе, %	36,5	49,0	56,2	49,6	53,5
Массовая доля лактозы в сухом веществе, %	43,8	29,2	11,4	32,1	11,2
Титруемая кислотность, °Т	16	22	11	74	35

Как видно из данных, представленных в табл. 2, проведение диафильтрации приводит к улучшению свойств концентрата: увеличивается содержание белка, снижается содержание лактозы и титруемая кислотность.

Концентраты, полученные из обезжиренного молока с применением ультрафильтрационной установки с массовой долей сухих веществ 14%, высушивали на лабораторной распылительной установке. В результате был получен сухой концентрат молочного белка с содержанием сухих веществ 90,7%, массовая доля белка в сухом веществе составила 56%, массовая доля лактозы в сухом веществе – 16%. Данный продукт обладает высокой растворимостью, хорошими эмульгирующими качествами, влагоудерживающими способностями.

Согласно проведенным ранее исследованиям Д. К. Щедушнова [3], белковые концентраты, полученные ультрафильтрацией обезжиренного молока, обладают высокой термостойкостью и достаточной вязкостью, вследствие чего, очевидно, в процессе сушки белковые вещества претерпевают меньшие изменения по сравнению с сухим обезжиренным молоком. Сохранение нативных свойств белка способствует стабилизации их функциональных свойств, что определяет широкий спектр использования сухого концентрата молочного белка в молочной промышленности,

главным образом для производства продуктов с высоким содержанием белка. Общая степень денатурации белков возрастает в основном при тепловых процессах, предшествующих процессу сушки. При получении сухого концентрата молочного белка это процессы пастеризации, при получении сухого обезжиренного молока – пастеризация и сгущение молока. При производстве сухого концентрата молочного белка общая степень денатурации составляла 15%, при этом степень денатурации после сушки – 3%. При производстве сухого обезжиренного молока общая степень денатурации сывороточных белков молока после сгущения составляла 18%, а после сушки распылительным способом – 21–24%.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что при сочетании процессов ультрафильтрации и распылительной сушки можно получить новый вид высококонцентрированного молочного продукта (сухой концентрат молочного белка), максимально используя при этом ценные компоненты молока (белок), сохраняя их пищевую и биологическую ценность и технологические свойства. Основными направлениями использования данного концентрата являются специальное питание (в том числе детское, спортивное); нормализация смесей по белку (сыры, йогурты, мороженное и т.д.); нормализация сухих продуктов по белку; подготовка молочного сырья к сквашиванию при производстве сыров и творога для увеличения производительности линий. Вместе с тем полученные в процессе производства сухого концентрата молочного белка второстепенный продукт – фильтрат – может получить не менее широкое применение в молочной промышленности: производство лактозы, специальное питание; сырье для биохимического синтеза новых продуктов; нормализация сухих и жидких продуктов по белку и лактозе. Таким образом, применение мембранных методов позволит подойти к решению проблемы полного и рационального использования молочных ресурсов.

Литература

1. Храмцов, А.Г. Рациональная переработка и использование белково-углеводного молочного сырья / А.Г. Храмцов, П.Г. Нестеренко. – М.: Молочная промышленность, 1998. – 105 с.

2. Дейниченко, Г.В. Интенсификация ультрафильтрации пахты / Г.В. Дейниченко, З.А. Мазняк // Молочная промышленность. – 2003. – №6. – С. 58–59.

3. Получение, свойства и применение молочно–белковых и растительных концентратов: сб. научн. Тр. Всесоюз. акад. с.–х. наук им. В. И. Ленина. – М.: Агропромиздат, 1991. – 187 с.

O.V. Dymar, I.V. Mikluh

ULTRAFILTRATION APPLICATION BY PRODUCE OF THE DRIED CONCENTRATE OF DAIRY PROTEIN

Summery

The technology of production of a dried concentrate of dairy protein with application of an ultrafiltration and spray drying was studied. Physical and chemical properties of concentrates and the filtrates received by a method of an ultrafiltration of skim milk; a way of change of the physical and chemical indicators, received concentrates; process spray drying of concentrates of the skim milk received at use of an ultrafiltration were investigated. It is established, that at a combination of processes of an ultrafiltration and spray drying, it is possible to receive a dry concentrate of dairy protein, as much as possible having kept its nutritive value, biological value and technological properties. The basic directions of use of the concentrate are a special food (including children's, sports); normalisation of mixes on protein (cheeses, yoghurts, ice-creame etc.); normalisation of dried products on protein.