УДК 637.131.6

О.В. Дымар, Н.Н. Фурик, И.В. Миклух
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НОРМАЛИЗАЦИИ МОЛОКА ПО БЕЛКУ УФ-ФИЛЬТРАТОМ ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОКА

(Поступила в редакцию 04.04.2011)

В статье рассмотрены возможные способы нормализации сухого обезжиренного молока фильтратом, полученным в результате обработки молочного сырья (обезжиренного молока) методом ультрафильтрации. Приведены данные, отображающие дополнительную прибыль, получаемую от реализации увеличенного за счет нормализации объема выпуска конечного продукта – сухого обезжиренного молока.

Введение. В настоящее время в странах с развитой молочной промышленностью выпускается широкий ассортимент молочных продуктов, в основе производства которых лежит баромембранная обработка молочного сырья, обладающая рядом преимуществ по сравнению с традиционными технологиями. Баромембранная фильтрация основана на использовании полупроницаемых мембран, предназначенных для концентрирования компонентов обрабатываемого молочного сырья с большей молекулярной массой и отделения компонентов с меньшей молекулярной массой под воздействием давления. Использование баромембранных технологий позволяет подойти к решению вопроса рациональной и полной переработки молочного сырья; получить продукты с регулируемым химическим составом и свойствами, максимально используя при этом ценные компоненты молока; улучшить качество выпускаемых продуктов питания, отличающихся высокой пищевой и биологической ценностью; повысить выход готовой продукции из единицы сырья при производстве различных молочных продуктов, максимально снизив при этом технологические потери; снизить энергоемкость существующих технологий. К тому же применение баромембранных методов обработки молочного сырья при производстве молочных продуктов не оказывает негативного влияния на свойства компонентов молока.

При использовании баромембранных методов, в частности ультрафильтрации, для обработки обезжиренного молока в качестве конечных продуктов выступают концентрат, в котором накапливается в основном общий белок молока, включающий казеиновые фракции и сывороточные белки, и фильтрат, в который переходят лактоза и минеральные соли. Концентрат молочного белка является как конечным продуктом, используемым для обогащения различных пищевых продуктов белком, так и промежуточным продуктом, который применяется для производства различных молочных продуктов (творог, сыр, йогурт и другие). Фильтрат также представляет интерес как компонент, который можно направить на нормализацию молочных продуктов по белку.

В действующем в Республике Беларусь стандарте СТБ 1858–2009 содержание белка в сухом обезжиренном молочном остатке (СОМО) в сухом обезжиренном молоке (СОМ) должно быть не менее 34%. Практически, в связи с сезонными и иными изменениями соотношения белок: СОМО в сырье, содержание белка в сухом обезжиренном молоке колеблется. В соответствии с проведенными в Отраслевой испытательной лаборатории РУП «Институт мясо-молочной промышленности» испытаниями партий СОМ, выработанных на молокоперерабатывающих предприятиях Республики Беларусь, массовая доля белка в СОМО колеблется в диапазоне 34,5–41,9% (табл. 1).

Таблица 1 – Состав сухого обезжиренного молока, %

Наименование предприятия-изготовителя/заявителя на проведение испытаний	Массовая доля влаги	Массовая доля белка	Массовая доля белка в СОМО
ОАО «Клецкая крыночка»: - среднее значение	4,66	37,19	39,0
- минимальное значение	4,54	32,90	34,5
- максимальное значение	4,85	39,90	41,86
ОАО «Слуцкий сыродельный комбинат»: - среднее значение	-	36,00	37,9
- минимальное значение	-	35,80	37,7
- максимальное значение	-	36,20	38,11
ОАО «Савушкин продукт»	-	35,30	37,16
ИООО «Милкимпорт Айс»	-	34,99	36,83
ОАО «Сморгонские молочные продукты»	4,78	38,00	39,91
ОАО «Березинский сыродельный завод»	-	32,90	34,63

Используя нормализацию конечного продукта по белку, можно существенно повысить выручку от реализации продукции на внешнем и внутреннем рынках за счет увеличения объема выпуска или, иными словами, снизив себестоимость конечной продукции, увеличить прибыль.

Одним из путей решения данной задачи является использование фильтрата для нормализации молочных продуктов по белку, полученного ультрафильтрацией (УФ) обезжиренного молока (ОБМ), при которой в концентрате собираются молочные белки, включая казеиновые и сывороточные фракции, а в фильтрат переходят в основной массе лактоза и минеральные соли.

В соответствии с директивой 2007/61/EG от 26 сентября 2007 г. о внесении изменений в директиву 2001/114 EG об определении сорта сгущенного и сухого молока для питания, для нормализации сухого обезжиренного молока по белку допустимо использовать концентрат молочного белка, полученный методом ультрафильтрации, УФ-фильтрат обезжиренного молока, лактозу. Это дает нам практическую возможность производить стандартизованное по белку сухое обезжиренное молоко.

Материалы (объекты) и методы исследования. Объектом исследования является технология производства концентрата молочного белка с применением процесса ультрафильтрации. Метод исследований – математическое моделирование.

Результаты и их обсуждение. Нормализацию сухого обезжиренного молока по белку можно проводить в сухом виде путем смешивания его с сухим УФ-фильтратом, а также в жидком виде путем смешивания обезжиренного молока (сырья) и УФ-фильтрата до сушки.

При удалении воды из молока без разделения сухого остатка на составные части на протяжении всего процесса производства сухого молока соотношение массовых долей белка (Б) и сухого безбелкового молочного остатка (СБМО) остается неизменным [1, 2]. Следовательно, в молоке, предназначенном для производства сухого молока, доля белка на единицу сухого безбелкового молочного остатка должна быть такой же, какой она задана для конечного продукта – СОМ. Как правило, фактическая доля белка на единицу сухого безбелкового молочного остатка отличается от заданных по стандарту в готовых продуктах. Изменение

фактического соотношения Б : СБМО в молоке до требуемого по стандарту в готовом продукте обеспечивается регулированием состава исходного сырья.

При нормализации сухого обезжиренного молока по белку жидким УФ-фильтратом регулирование состава исходного ОБМ производили путем изменения фактического отношения между массовыми долями белка и сухого безбелкового молочного остатка в нем до заданного отношения между ними в конечном продукте – СОМ.

Отношение массовой доли белка в конечном продукте к массовой доле сухого безбелкового молочного остатка обозначается $О_{пр}$ (1):

$$О_{пр} = \frac{Б_{пр}}{СБМО}, \qquad (1)$$

где $О_{пр}$ – доля белка на единицу сухого безбелкового молочного остатка в продукте; $Б_{пр}$ – массовая доля белка в продукте, %; СБМО – массовая доля сухого безбелкового молочного остатка в продукте, %.

В исходном обезжиренном молоке, предназначенном для производства сухого обезжиренного молока, доля белка на единицу сухого безбелкового молочного остаткаколеблется в пределах 0,45–0,73; в конечном сухом обезжиренном молоке с массовой долей белка, соответствующей стандарту, 34%, в сухом обезжиренном молочном остатке $О_{пр}$ составляет 0,5. Для нормализации молока необходимо достичь равенства:

$$О_м = О_{пр} \qquad (2)$$

В случае, если $О_м > О_{пр}$, то при регулировании состава молока соотношение $Б_м/СБМО_м$ должно быть уменьшено, следовательно, нормализацию рационально проводить УФ-фильтратом.

Массу УФ-фильтрата, необходимую для нормализации исходного молока, рассчитывали по следующей формуле:

$$М_ф = \frac{Б_{ОБМ} - СБМО_{ОБМ} О_{пр}}{СБМОО_{пр} - Б_ф} \times М_{ОБМ}, \qquad (3)$$

где $М_ф$ – масса УФ-фильтрата, кг; $Б_{ОБМ}$, $Б_ф$ – массовая доля белка в исходном обезжиренном молоке, УФ-фильтрате, %; $СБМО_{ОБМ}$, $СБМО_ф$ – массовая доля сухого безбелкового молочного остатка исходного обезжиренного молока, УФ-фильтрата, %.

Массу исходного молока приняли равной 1000 кг. Следовательно, масса нормализованной смеси ($М_н$) равна сумме массы исходного молока ($М_{ОБМ}$) и массы УФ-фильтрата ($М_Ф$) (4):

$$М_н = М_{ОБМ} + М_Ф . \quad (4)$$

В табл. 2 приведены: масса УФ-фильтрата, необходимого для нормализации 1000 кг обезжиренного молока; масса нормализованной смеси; масса сухого обезжиренного молока, полученного из соответствующего объема нормализованной смеси; стоимость нормализованного сухого обезжиренного молока; прибыль, полученная от нормализации сухого обезжиренного молока по белку (разница между стоимостью партии нормализованного сухого обезжиренного молока, полученной из соответствующего объема нормализованной смеси, и стоимостью сухого обезжиренного молока, полученного из 1000 кг обезжиренного молока).

Таблица 2 – Нормализация обезжиренного молока (сырья) жидким УФ-фильтратом

Массовая доля белка в ОБМ, %	Масса УФ-фильтрата, кг	Масса нормализованной смеси, кг	Масса нормализованного СОМ, кг	Стоимость СОМ, долл.	Дополнительная прибыль, долл.
3,0	0	1000	94	375	0
3,1	57	1057	97	388	11
3,2	122	1122	101	403	24
3,3	187	1187	104	418	37
3,4	252	1252	108	433	50
3,5	317	1317	112	448	63
3,6	382	1382	116	462	76
3,7	446	1446	119	478	89
3,8	511	1511	123	492	102

Примечание. Массовая доля сухих веществ в ОБМ – 9,0%, массовая доля сухих веществ в СОМ – 96%, нормируемая массовая доля белка в сухом обезжиренном молочном остатке СОМ 34%, массовая доля сухих веществ в УФ-фильтрате – 5,5%, массовая доля азотистых соединений в УФ-фильтрате – 0,3 %, стоимость 1 кг СОМ 4,0 долл.

При нормализации продукта по белку сухим смешиванием с сухим УФ-фильтратом регулирование состава сухого обезжиренного молока

производили путем изменения фактической массовой доли белка в нем до нормируемого значения. При этом массу сухого УФ-фильтрата, необходимого для нормализации 1000 кг сухого обезжиренного молока, рассчитывали по такой формуле:

$$М_{с.ф} = \frac{М_{СОМ}(Б_{СОМ} - Б_{пр})}{Б_{пр} - Б_{с.ф}} \quad (5)$$

где $М_{с.ф}$- масса сухого УФ-фильтрата, кг; $М_{СОМ}$ – масса нормализуемого сухого обезжиренного молока, кг; $Б_{СОМ}$ – массовая доля белка в нормализуемом сухом обезжиренном молоке, %; $Б_{пр}$ – массовая доля белка в готовом продукте – нормализованное сухое обезжиренное молоко, %; $Б_{с.ф}$ – массовая доля азотистых соединений в сухом УФ-фильтрате, %.

В табл. 3 приведены: масса сухого УФ-фильтрата, необходимого для нормализации 1000 кг сухого обезжиренного молока; масса сухой нормализованной смеси; масса сухого обезжиренного молока, полученного из соответствующего объема нормализованной смеси; стоимость нормализованного сухого обезжиренного молока; прибыль, полученная от нормализации сухого обезжиренного молока по белку (разница между стоимостью партии нормализованного сухого обезжиренного молока, полученной из соответствующего объема нормализованной смеси, и стоимостью 1000 кг сухого обезжиренного молока, не нормализованного по белку).

Таблица 3 – Нормализация сухого обезжиренного молока сухим УФ-фильтратом

Массовая доля белка в СОМО СОМ, %	Масса сухого УФ-фильтрата, кг	Масса нормализованного СОМ, кг	Стоимость СОМ, долл.	Дополнительная прибыль, долл.
34	0	1000	4000	0
35	35	1035	4105	105
36	70	1070	4210	210
37	105	1105	4315	315
38	140	1140	4420	420
39	175	1175	4525	525
40	210	1210	4630	630
41	245	1245	4735	735

Примечание. Массовая доля сухих веществ в СОМ – 96%, нормируемая массовая доля белка в сухом обезжиренном молочном остатке СОМ – 34%, массовая доля азотистых соединений в сухом УФ-фильтрате – 5,2%, стоимость 1 кг СОМ 4,0 долл., стоимость 1 кг сухого фильтрата 1,0 долл.

Анализируя применение двух вышерассмотренных способов нормализации сухого обезжиренного молока, можно сказать о том, что нормализация исходного сырья (обезжиренного молока) жидким УФ-фильтратом не требует каких-либо существенных дополнительных затрат со стороны молокоперерабатывающих предприятий, так как получение УФ-фильтрата сопутствует основному технологическому процессу производства концентрата молочного белка с помощью ультрафильтрации. Нормализацию в жидком виде на молокоперерабатывающих предприятиях можно проводить смешением в резервуаре, смешением в потоке и с использованием сепараторов-нормализаторов, в зависимости от оснащенности предприятия.

Нормализация сухого обезжиренного молока сухим смешиванием с сухим УФ-фильтратом, в свою очередь, требует дополнительных затрат на сушку УФ-фильтрата, однако и в этом случае при реализации нормализованного сухого обезжиренного молока можно получить дополнительную прибыль, что отражено в табл. 3 (данные рассчитаны с учетом затрат на производство сухого УФ-фильтрата). Для нормализации сухим смешиванием необходимо наличие оборудования для смешивания сухих смесей, данный способ нормализации имеет свои преимущества: возможность проведения нормализации независимо от процесса ультрафильтрации (хранение сухого УФ-фильтрата).

Заключение. Таким образом, при проведении ультрафильтрации обезжиренного молока с получением УФ-концентрата молочного белка, который направляется на производство либо обогащение различных молочных продуктов, и УФ-фильтрата, который в данном случае выступает как побочный продукт, рационально проведение нормализации по белку сухого обезжиренного молока УФ-фильтратом (в жидком или сухом виде), что позволяет получить конечные продукты с нормируемым составом, а также дополнительную прибыль за счет увеличения объема выпуска. Так, при нормализации партий сухого обезжиренного молока объемом по 1000 кг, вырабатываемых на молокоперерабатывающих предприятиях Республики Беларусь, с содержанием белка в сухом обезжиренном молочном остатке 34,5–41,9% дополнительная прибыль за счет увеличения объема выпуска составит 52 и 829 долларов США соответственно.

С другой стороны, возможна ситуация, когда содержание белка в сухом обезжиренном молоке не соответствует нормам определенного стандарта. В этом случае, в соответствии с вышеупомянутой директивой, возможна нормализация продукта концентратом молочного белка, полученного методом ультрафильтрации. Себестоимость конечного продукта возрастет, но его соответствие стандарту позволит получать при продаже прибыль по нормальной рыночной цене.

Приведенные выше положения справедливы для сухого цельного молока и других сухих молочных продуктов и смесей.

Литература

1. Чекулаева, Л.В. Технология продуктов консервирования молока и молочного сырья / Л.В. Чекулаева, К.К. Полянский, Л.В. Голубева. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 249 с.

2. Голубева, Л.В. Технология молочных консервов и заменителей цельного молока / Л.В. Голубева. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 376 с.

O. Dymar, N. Furik, I. Miklukh

TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF NORMALIZATION OF MILK ON PROTEIN THE SKIM MILK UF-FILTRATE

Summary

In article possible ways of normalization of dry skim milk on protein by a filtrate received as a result of processing of dairy raw materials (skim milk) by a method of an ultrafiltrationare were considered. The data displaying additional profit, received from realization of the volume of release of an end-product - dry skim milk - increased at the expense of normalization were cited.