

ПИЩЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 637.1

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОПАРТИКУЛЯТА СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ В ТЕХНОЛОГИИ МЯГКИХ СЫРОВ БЕЗ СОЗРЕВАНИЯ

Т. И. Шингарева¹, Н. А. Павлистова¹, В. А. Шаршунув¹, М. А. Глушаков²

¹ Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,
Республика Беларусь

² ООО «Техносолекс-Проект», Республика Беларусь

АННОТАЦИЯ

Введение. Микропартикулят сывороточных белков (МПСБ), получаемый концентрированием белков молочной сыворотки на УФ-установках с последующей термомеханической обработкой, обладает новыми технологическими свойствами, позволяющими выполнять функции пластификатора консистенции и усилителя сливочного вкуса в молочной продукции. В целях расширения ассортимента мягких сыров заданной пищевой ценности и повышения эффективности их производства актуальным является обоснование применимости МПСБ в технологии мягких сычужных сыров без созревания.

Материалы и методы. Нормализованная молочная смесь с разным содержанием МПСБ. Стандартизированные и общепринятые методы исследований.

Результаты. Внесение МПСБ оказывает влияние на процесс сычужного свертывания, снижая интенсивность синерезиса. Содержание МПСБ более 5 % заметно увеличивает потери сухих веществ с сывороткой. Для обеспечения хорошей свертываемости молочной смеси и получения в меру прочного сгустка, хорошо отделяющего сыворотку, предпочтительно применять режим тепловой обработки смеси (72±2) °С 15–20 с. Готовый продукт отличался более мягкой, нежной консистенцией и сливочным вкусом. Хорошая влагоудерживающая способность сывороточных белков обеспечивала увеличение выхода мягкого сыра.

Выводы. Использование МПСБ в составе нормализованной молочной смеси позволит расширить ассортимент мягких сычужных сыров без созревания, обладающих высокой пищевой и биологической ценностью, и повысить экономическую эффективность их производства на молокоперерабатывающих предприятиях Республики Беларусь.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: нормализованная смесь; мягкий сычужный сыр; сыворотка; технологические параметры; синерезис; физико-химические показатели; качественные характеристики.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Шингарева, Т. И. Применение микропартикулята сывороточных белков в технологии мягких сыров без созревания / Т. И. Шингарева [и др.] // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 1(32). – С. 3–16.

APPLICATION OF WHEY PROTEIN MICROPARTICULATE IN THE TECHNOLOGY OF SOFT CHEESES WITHOUT MATURATION

T. I. Shingareva¹, N. A. Pavlistova¹, V. A. Sharshunov¹, M. A. Glushakov²

¹ Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus

² ООО Technosolex-Project, Republic of Belarus

ABSTRACT

Introduction. Microparticulated whey proteins (MWP) obtained by concentrating whey proteins on UV installations with subsequent thermomechanical treatment has new technological properties that allow it to perform the functions of a consistency plasticizer and a creamy flavor enhancer in dairy products. To expand the range of soft cheeses with specified nutritional value and increase the efficiency of their production, it is relevant to substantiate the applicability of MWP in the technology of soft rennet cheeses without maturation.

Materials and methods. Normalized milk mixture with different MPSB content. Standardized and generally accepted research methods.

Results. The introduction of MWP affects the process of rennet coagulation, thus reducing the intensity of syneresis. MWP content of higher than 5 % significantly increases the loss of dry matters with whey. To ensure good coagulation of milk mixture and to obtain a moderately strong clot that separates the whey well, it is preferable to apply heat treatment mode of the mixture (72 ± 2) °C 15–20 s. The finished product is characterized by a softer, more delicate consistency and creamy taste. Because of good moisture-retaining ability of whey proteins, an increase in the yield of soft cheese is noted.

Conclusions. The use of MWP as a part of a normalized milk mixture will expand the assortment of soft rennet cheeses without maturation with high nutritional and biological value and increase the economic efficiency of their production at milk processing enterprises of the Republic of Belarus.

KEY WORDS: *normalized mixture; soft rennet cheese; whey; technological parameters; syneresis; physico-chemical parameters; qualitative characteristics.*

FOR CITATION: Shingareva, T. I. Application of whey protein microparticulate in the technology of soft cheeses without maturation / T. I. Shingareva [et al.] // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2022. – № 1(32). – P 3–16 (in Russian).

ВВЕДЕНИЕ

Производство мягких сыров является одним из перспективных направлений в молочной промышленности Республики Беларусь. Преимущество этих сыров перед сырами твёрдыми и полутвёрдыми в том, что технология предусматривает более короткие сроки созревания или вовсе без созревания. Мягкие сыры характеризуются высокими органолептическими показателями, а их производство – упрощенной организацией. При получении мягких сыров предпочтительно применение сычужной коагуляции белков молока, так как по сравнению с кислотной коагуляцией, она имеет большую скорость протекания, а вырабатываемый продукт обладает более высокой пищевой и биологической ценностью [1, 2]. В общем объеме производства сыров в Республике Беларусь мягкие сычужные сыры занимают не более 5 %. Поэтому решение задачи по расширению ассортимента и увеличению объема выпуска таких сыров и, в частности, мягких сычужных сыров без созревания, на молокоперерабатывающих предприятиях Республики Беларусь представляется весьма актуальным.

Одним из перспективных направлений работы молочной отрасли является переработка молочной сыворотки. Неконтролируемый сброс сыворотки в канализационную систему способен нанести окружающей среде огромный ущерб. Вместе с тем молочная сыворотка является ценным источником нутриентов и находит широкое применение в различных отраслях пищевой промышленности [3–5]. Для переработки молочной сыворотки применяют мембранные технологии, реализуемые в ультрафильтрационных установках, а результатом переработки является получение концентрата сывороточных белков, который в дальнейшем подвергается термомеханической обработке. По окончании указанной процедуры он приобретает новые технологические свойства, позволяющие ему выполнять функции структурообразователя и пластификатора консистенции. Концентрат сывороточных белков, подвергнутый термомеханической обработке, получил название продукт сывороточный белковый концентрированный или «микрочастикулат сывороточных белков» (МПСБ). Известно, что молочный жир улучшает вкус и консистенцию молочной продукции, придает сырам характерный приятный сливочный вкус, предотвращает образование грубой, излишне плотной консистен-

ции [1, 2]. В МПСБ, благодаря компактной укладке белковых глобул в процессе микропартикуляции, частицы микропартикулята имеют схожие с жировыми шариками размеры и рецепторами ротовой полости воспринимаются аналогично молочному жиру, поэтому МПСБ может применяться в качестве имитатора молочного жира в производстве пищевых продуктов [6–10]. Использование МПСБ как имитатора молочного жира в производстве кисломолочных продуктов, таких как йогурт, кефир, творог, сметана показало его высокую эффективность при применении [11–15].

Большой научный и практический интерес приобретает применение МПСБ в технологии различных видов сыров. В отдельных работах приводятся сведения об эффективности применения МПСБ в технологии сыров, полученных способом термокислотной коагуляции, мягких сыров на основе кислотнo-сычужной коагуляции, рассольного сыра. По результатам исследований отмечается увеличение выхода продукции и улучшение потребительских свойств сыров, которые приобретают более мягкую сливочную консистенцию и приближаются по характеристикам к полножирным сырам [16–19]. Исследована возможность использования МПСБ в технологии полутвердого сычужного сыра на примере сыра Российского. Выявлено, что внесение микропартикулята в нормализованную смесь в больших дозах оказывает негативное влияние на процесс сычужного свертывания и качество сычужного сгустка. Опытные сыры получались с повышенной массовой долей влаги, что активизировало развитие заквасочной микрофлоры и ферментативные процессы, ускоряющие гидролиз белков [20]. Стоит отметить, что большинство исследований проведены с МПСБ, полученным в лабораторных и полупроизводственных условиях.

В настоящий период на отечественных предприятиях молочной промышленности налажено производство МПСБ для использования на пищевые цели. Срок годности МПСБ не превышает 36 ч [21]. При этом отсутствуют данные исследований о применении МПСБ в производстве мягких сычужных сыров без созревания.

Таким образом, актуальным является исследование возможности использования МПСБ в технологии мягких сычужных сыров без созревания, как наиболее перспективных для производства сыров в сегменте белорусского рынка.

Цель работы – расширение ассортимента производимых на молочных предприятиях Республики Беларусь по интенсивным технологиям высококачественных мягких сыров без созревания, обладающих повышенной пищевой и биологической ценностью.

Научная задача – обоснование применения отечественного МПСБ, произведенного на промышленной основе, в составе нормализованной смеси при производстве мягких сычужных сыров без созревания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследования рассматривалась подсырная сыворотка, полученная от производства мягкого сычужного сыра, жидкий концентрат микропартикулята сывороточных белков (МПСБ), вырабатываемый на предприятии ОАО «Молочные горки» (ТУ ВУ 190513389.121-2013 [17]), срок годности которого не превышал 36 ч, сычужный сгусток и сыр мягкий сычужный без созревания.

В опытных образцах в состав нормализованной молочной смеси для производства мягкого сыра вводился МПСБ в количестве от 5 до 15 масс. %. Сычужный сгусток получали согласно стандартной последовательности операций, присущих для сычужных сыров.

Мягкий сыр получали по технологическим параметрам, приближенным к технологии сыра «Любительский» [22, 23].

Оценка органолептических показателей проводилась в соответствии со стандартом ISO 22935-2:2009 Milk and milk products. Sensory analysis. Part 2: Recommended methods for sensory evaluation. При проведении работ использовались стандартизированные и общепри-

нятые методы исследований. Определение титруемой кислотности проводилось по ГОСТ 3624; активной кислотности – с использованием рН-метра НИ 8314 по ГОСТ 3624. Определение массовой доли жира проводилось кислотным методом Гербера, массовой доли сухих веществ и влаги – методом высушивания до постоянной массы по ГОСТ 3626-73, плотность определялась с использованием ареометра по ГОСТ 3625-84.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для обеспечения качественных показателей мягких сычужных сыров пониженной жирности на уровне, характерном для полножирного мягкого сыра, изучено влияние технологических параметров производства мягкого сычужного сыра без созревания, полученного из нормализованной смеси с разным количественным содержанием МПСБ. Задача первого этапа работы состояла в определении оптимальной концентрации МПСБ, вносимого в нормализованную смесь, для возможности получения в меру плотного сычужного сгустка, обладающего хорошими синергетическими свойствами.

В процессе работы исследованы свойства сычужных сгустков, полученных из нормализованной смеси, включающей обезжиренное молоко и МПСБ, с содержанием в смеси 5 % (опыт 1.1), 10 % (опыт 1.2) и 15 % (опыт 1.3). В качестве контроля сычужной коагуляции применялось обезжиренное молоко без содержания МПСБ. Продолжительность сычужной коагуляции составила 30 мин при температуре $(32 \pm 2)^\circ\text{C}$. По завершении сычужной коагуляции исследовалась синергетическая способность сгустков, путем отделения в течение 25 мин белковой массы от сыворотки через фильтрующую лавсановую ткань. Зависимость количества выделившейся сыворотки от продолжительности процесса синерезиса представлена на рис. 1.

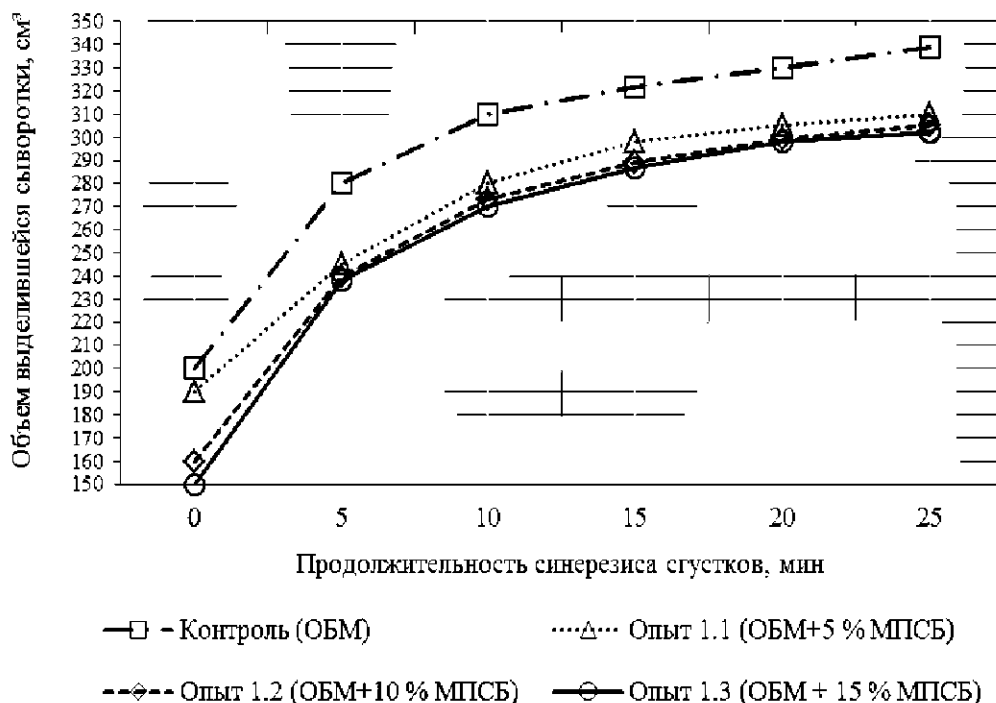


Рис. 1. Зависимость количества выделившейся сыворотки от продолжительности процесса синерезиса

Fig. 1. Dependence of the amount of separated whey on syneresis time

Анализ полученных данных, представленных на рис. 1, показывает, что с увеличением доли МПСБ в смеси скорость отделения сыворотки в опытных образцах, по сравнению с контрольными, с течением времени уменьшается, что вызвано повышенной влагоудерживающей способностью сывороточных белков.

Исследование показателей полученной белковой массы после отделения сыворотки позволило установить, что, по сравнению с контролем, во всех опытах наблюдается существенное увеличение выхода продукта, в среднем на 20 %. Так как в опытных образцах массовая доля влаги незначительно отличалась от контрольного образца, то причиной такого роста является более высокая степень использования сухих веществ.

Сравнение опытных образцов показало, что степень использования сухих веществ в мягком сыре в опыте 1.1 превышает соответствующий показатель контрольного образца в 1,23 раза, в опыте 1.2 – в 1,12 раза и в опыте 1.3 – в 1,08 раза соответственно.

В табл. 1 представлены физико-химические показатели сыворотки, полученной по завершении синерезиса сычужных сгустков.

Табл. 1. Физико-химические показатели сыворотки

Table 1. Physico-chemical parameters of whey

Показатели	Образцы			
	Контроль (ОБМ)	Опыт 1.1 (ОБМ + 5 % МПСБ)	Опыт 1.2 (ОБМ + 10 % МПСБ)	Опыт 1.3 (ОБМ + 15 % МПСБ)
Плотность, кг/м ³	1022,0	1022,0	1024,0	1025,0
Титруемая кислотность, °Т	13,0	14,0	14,0	15,0
Активная кислотность, ед. рН	6,5	6,5	6,5	6,5
Массовая доля сухих веществ, %	5,4	5,4	5,8	6,0

Анализ данных табл. 1 показывает, что с повышением концентрации МПСБ в нормализованной смеси увеличивается доля сухих веществ в сыворотке (опыты 1.2 и 1.3) и, соответственно, уменьшается содержание сухих веществ в белковой массе. Поэтому оптимальной концентрацией МПСБ при сычужной коагуляции молочной нормализованной смеси следует считать 5 %.

Таким образом, установлено, что при сычужной коагуляции в молоко следует вносить МПСБ в количестве 5 %, поскольку большее количество МПСБ приводит к увеличению потерь сухих веществ в сыворотку и тем самым снижает степень использования сухих веществ молока.

На втором этапе работы исследовано влияние режимов пастеризации нормализованной смеси, содержащей МПСБ, на протекание технологического процесса производства мягких сычужных сыров и выходные параметры продукта.

Согласно литературным данным, при производстве мягких сычужных сыров без созревания, в зависимости от видовых особенностей продукции могут применяться различные режимы тепловой обработки молока, начиная с (72±2) °С до (92±2) °С. С повышением температуры пастеризации увеличивается степень перехода молочных белков в продукт, что увеличивает степень использования сухих веществ молочного сырья, что, несомненно, имеет положительную сторону. Однако из-за повышенной денатурации сывороточных белков формируется менее прочный сгусток, замедляется процесс отделения сыворотки, что отражается на реологических показателях продукции [1, 2]. Эти факторы следует учитывать при создании новых технологий мягких сыров.

Представляло интерес установить оптимальные режимы пастеризации нормализованной смеси с применением МПСБ, используемой для производства сычужного сыра.

Исследовались следующие режимы термообработки опытных образцов нормализованной смеси с массовой долей жира (м.д.ж.) 2,7 %, содержащей МПСБ в количестве 5 % (Опыты 2.1–2.3):

Опыт 2.1 – температура пастеризации $(72\pm 2)^\circ\text{C}$ 15–20 с.

Опыт 2.2 – температура пастеризации $(85\pm 2)^\circ\text{C}$ 15–20 с.

Опыт 2.3 – температура пастеризации $(92\pm 2)^\circ\text{C}$ 15–20 с.

Контролем служила нормализованная смесь с м.д.ж. 2,7 % без МПСБ, температура пастеризации смеси составляла $(72\pm 2)^\circ\text{C}$ 15–20 с.

После тепловой обработки образцы нормализованной смеси охлаждали и проводили сычужное свертывание при температуре 32°C в течение 60 минут.

Данные по времени начала коагуляции и времени формирования сычужных сгустков приведены в табл. 2.

Табл. 2. Показатели формирования сгустков во времени

Table 2. Factors of clot formation over time

Образцы	Начало явной коагуляции смеси	Образование сгустка, мин
Контроль ($72\pm 2^\circ\text{C}$)	30–40	50–60
Опыт 2.1 (МПСБ 5 %, $72\pm 2^\circ\text{C}$)	30–40	50–60
Опыт 2.2 (МПСБ 5 %, $85\pm 2^\circ\text{C}$)	Нет	Нет
Опыт 2.3 (МПСБ 5 %, $92\pm 2^\circ\text{C}$)	Нет	Нет

Анализ экспериментальных данных, представленных в табл. 2, показал, что в опытах 2.2 и 2.3 сгусток по истечении заданного времени не сформировался. Из чего следует, что высокая температура пастеризации отрицательно отразилась на завершенности процесса сычужной коагуляции в исследуемый период (60 мин). В то время как в опыте 2.1 и в контрольном образце процесс коагуляции протекал синхронно.

Результаты исследования процесса синерезиса сычужных сгустков, полученных из молочных смесей, прошедших пастеризацию при температуре $(72\pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 15–20 с (опыт 2.1 и контроль), представлены на рис. 2 в виде зависимости количества выделившейся сыворотки от продолжительности процесса синерезиса.

Как следует из рис. 2, скорости выделения сыворотки в опытах 2.1 и контрольном образце практически полностью совпадают на протяжении всего процесса синерезиса. Таким образом, выбор пониженного режима пастеризации нормализованной смеси, содержащей 5 % МПСБ, при температуре $(72\pm 2)^\circ\text{C}$ и выдержке 15–20 с, является вполне оправданным. Такой температурный режим способен обеспечить формирование сычужного сгустка, обладающего синеретическими свойствами схожими с контрольным образцом.

На третьем этапе работы решалась задача о замене части молочного жира в нормализованной молочной смеси на белковую составляющую МПСБ. Принципиальная возможность такой замены подтверждена результатами работ [12, 13], авторы которых показали, что использование в производстве продуктов МПСБ придает продукции сливочный вкус и улучшает органолептические показатели. Таким образом, белковая составляющая МПСБ в определенной степени выполняет функцию молочного жира в готовом продукте.

На этом этапе проводили выработку мягкого сычужного сыра по технологическим параметрам, характерным для мягкого сыра «Любительский свежий» 50 % жирности [18]. Обычно для выработки сыра такой жирности рекомендуется применять молочную смесь с м.д.ж. 3,2 %, что и было в эксперименте взято за основу.

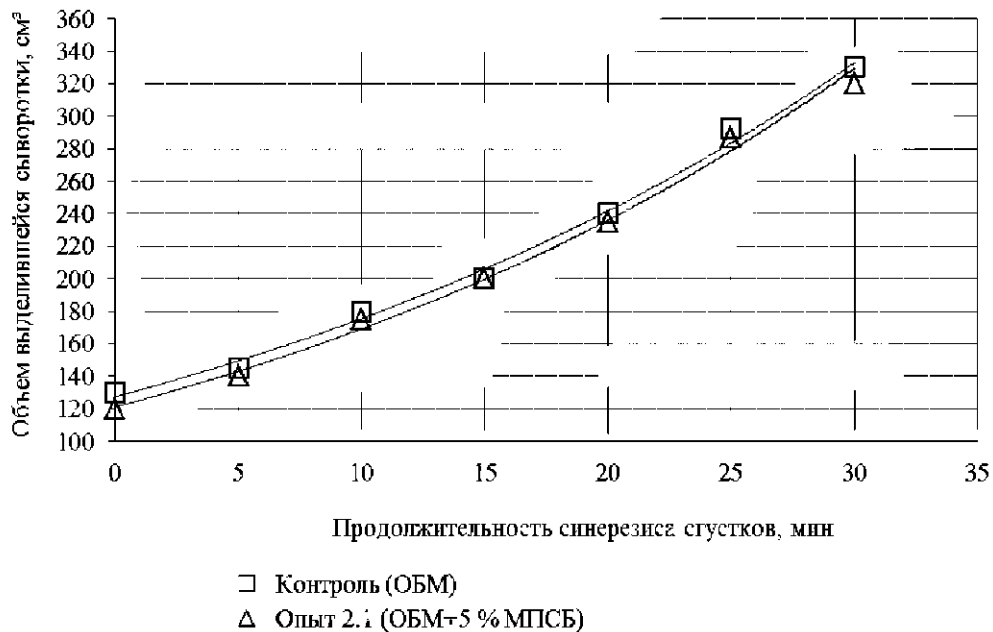


Рис. 2. Зависимость количества выделившейся сыворотки от продолжительности процесса синерезиса

Fig. 2. Dependence of the amount of separated whey on syneresis time

По итогам предыдущих исследований было установлено, что в нормализованную смесь, используемую для выработки мягкого сычужного сыра, целесообразно вносить жидкий концентрат МПСБ в количестве не более 5 %.

Согласно нормативной документации, в среднем жидкий концентрат МПСБ содержит 10 % сывороточных белков [17], а в 100 г молока их содержание составляет 0,5 %. Если предположить, что сывороточные белки способны выполнять функции молочного жира, то жирность нормализованной смеси может быть снижена на 0,5 %. Однако это требовало экспериментального подтверждения.

С учетом вышеизложенного на данном этапе исследований проводилась сычужная коагуляция следующих образцов нормализованных смесей:

- 1) Контроль: нормализованная смесь с м.д.ж. 3,2 %.
- 2) Опыт 3.1: нормализованная смесь с м.д.ж. 2,7 %.
- 3) Опыт 3.2: нормализованная смесь с м.д.ж. 2,7 % + 5 % МПСБ (0,5 % МПСБ).

Продолжительность свертывания исследуемых образцов нормализованных смесей составляла 60 минут.

Физико-химические параметры исходного молока, жидкого концентрата МПСБ, нормализованной смеси и сыворотки, полученной от производства образцов сыра, приведены в табл. 3.

Анализ данных, представленных в табл. 3, показал, что в опыте 3.1 молочная смесь по физико-химическим показателям несколько отличается от контроля и опыта 3.2, что вызвано введением в смесь МПСБ. Различия в смеси далее отразились и на показателях сыворотки в исследуемых образцах. Добавление к нормализованной смеси 5 % МПСБ приводит к увеличению титруемой кислотности во всех образцах полученной сыворотки на 1 °Т (опыт 3.2). Кроме того, большему значению массовой доли жира в исходном сырье (контрольный образец) соответствует большее значение массовой доли жира в сыворотке (расхождение между контрольным образцом и образцом сыворотки в опыте 3.1 составляет 0,2 %). Любопытно от-

метить, что наличие в молочной смеси 5 % МПСБ (опытный образец 3.2) увеличивает массовую долю жира в сыворотке на 0,1 % по сравнению с образцом 3.1.

Табл. 3. Физико-химические показатели исходного молока, МПСБ, нормализованной смеси и сыворотки, полученной от производства образцов сыра

Table 3. Physico-chemical parameters of initial milk, MWP, normalized mixture and whey obtained from the production of cheese samples

Показатели	Образец		
	Контроль (м.д.ж. 3,2 %)	Опыт 3.1 (м.д.ж. 2,7 %)	Опыт 3.2 (м.д.ж 2,7 % + 5 % МПСБ)
<i>Исходное молоко</i>			
Массовая доля сухих веществ, %	11,86		
Массовая доля жира, %	3,6		
Массовая доля лактозы, %	4,7		
Плотность, кг/м ³	1027,7		
Титруемая кислотность, °Т	17,0		
Активная кислотность, ед. рН	6,7		
МПСБ			
Массовая доля сухих веществ, %	15,2		
Массовая доля жира, %	0,02		
Массовая доля лактозы, %	4,6		
Плотность, кг/м ³	1035,7		
Титруемая кислотность, °Т	38,0		
<i>Нормализованная смесь</i>			
Плотность, кг/м ³	1027,8	1028,0	1028,5
Титруемая кислотность, °Т	17,0	17,0	18,1
Активная кислотность, ед. рН	6,7	6,7	6,5
<i>Сыворотка от производства сыра</i>			
Плотность, кг/м ³	1025,0	1025,0	1026,0
Титруемая кислотность, °Т	13,0	13,0	14,0
Активная кислотность, ед. рН	6,5	6,5	6,45
Массовая доля жира, %	0,5	0,3	0,4

Результаты исследований физико-химических параметров образцов сыра, полученных после самопрессования (4 часа), представлены в табл. 4.

Табл. 4. Показатели образцов сыра после самопрессования

Table 4. Indicators of cheese samples after self-pressing

Показатели сыра	Образцы		
	Контроль (м.д.ж. 3,2 %)	Опыт 3.1 (м.д.ж. 2,7 %)	Опыт 3.2 (м.д.ж 2,7 % + 5 % МПСБ)
Массовая доля влаги, %	60,4	61,1	62,8
Массовая доля жира (абсолютная), %	20,8	16,5	16,2
Массовая доля жира в сухом веществе, %	52,0	42,0	43,5
Активная кислотность, ед	5,4	5,4	5,4
Титруемая кислотность, °Т	125,0	128,0	132,0
Выход, %	16,0	16,0	17,3
Степень использования сухих веществ, %	54,0	54,6	54,0

Сравнительный анализ полученных данных показывает, что отдельные показатели контрольного и опытных образцов 3.1 и 3.2 мягкого сыра либо одинаковы (активная кислот-

ность), либо отличаются незначительно (массовая доля влаги, степень использования сухих веществ).

Заметно отличие исследованных образцов по титруемой кислотности, причем наибольшим значением обладает образец 3.2, содержащий в исходной молочной смеси 5 % добавку МПСБ. Этот результат согласуется с данными по титруемой кислотности сывороток, полученных при выработке сыров (см. табл. 3). Самое высокое значение этого показателя наблюдалось для сыворотки того же самого образца 3.2 с 5 % МПСБ.

Показатель массовой доли жира опытных образцов 3.1 и 3.2 значительно уступает показателю контрольного образца на 4,3 % и 4,6 % соответственно. Образец 3.2 с 5 % МПСБ превосходит оставшиеся по выходу готовой продукции на 1,3 %, за счет лучшей влагоудерживающей способности сывороточных белков.

В табл. 5 представлена органолептическая оценка полученных образцов мягкого сыра.

Табл. 5. Органолептическая оценка образцов сыра

Table 5. Organoleptic properties of cheese samples

Показатели	Образец		
	Контроль (м.д.ж. 3.2 %)	Опыт 3.1 (м.д.ж. 2.7 %)	Опыт 3.2 (м.д.ж. 2.7 % + 5 % МПСБ)
Вкус и запах	Кисловатый, без посторонних привкусов и запахов	Кисловатый, без посторонних привкусов и запахов	Выраженный сливочный, нежный, без посторонних привкусов и запахов
Консистенция	В меру плотная, однородная по всей массе сыра	Очень плотная, однородная по всей массе сыра	Мягкая, однородная по всей массе сыра
Цвет	Белый	Белый	Кремовый

Согласно представленным в табл. 5 данным, опытный образец 3.2 сыра, в состав нормализованной смеси которого был включен МПСБ, обладает лучшими органолептическими показателями по сравнению с другими образцами (более выраженный сливочный вкус и мягкая, однородная консистенция). Этот факт свидетельствует о высоких потребительских свойствах полученного продукта. Опытный образец 3.1 сыра при этом существенно проигрывал как опытному образцу 3.2, так и контрольному образцу.

Таким образом, на данном этапе работы опытным путем доказана возможность замены части молочного жира в нормализованной молочной смеси на белковую составляющую МПСБ без ухудшения физико-химических характеристик и органолептических показателей мягкого сычужного сыра. Более того оказалось, что готовый продукт обладает мягкой и нежной консистенцией, выраженным сливочным вкусом и более высокими потребительскими свойствами, по сравнению с сырами, полученными из нормализованной смеси с аналогичной и даже с большей исходной массовой долей жира. Помимо этого, отмечено увеличение выхода опытного образца сыра, что объясняется большей влагоудерживающей способностью сывороточных белков, переходящих в продукт.

Однако несмотря на явное преимущество применения МПСБ в производстве мягких сыров, важным фактором, влияющим на конкурентоспособность продукции, является хранимоспособность сыров, что потребовало дополнительных исследований.

На заключительном этапе работы выполнено исследование хранимоспособности мягкого сычужного сыра, выработанного с применением МПСБ, и изучение параметров прессования продукта. Для определения хранимоспособности осуществлялся контроль изменения показателей качества мягких сыров, вырабатываемых с добавлением и без добавления МПСБ, в течение 20 суток хранения, а параметры прессования определялись по результатам самопрес-

сования (вариант 1), а также подпрессовки сыров путем приложения внешней силы из расчета 1,33 кг на 1 кг сыра (вариант 2).

Контрольный образец сыра вырабатывался по технологии сыра «Любительский» из нормализованной смеси с массовой долей жира 3,2 % без добавления МПСБ. Опытный образец сыра был представлен мягким сычужным сыром, вырабатываемым из нормализованной смеси с массовой долей жира 2,7 % с добавлением 5 % МПСБ. В контрольном и опытном образцах продукта проводилась посолка в зерне из расчета 700 г поваренной соли на 100 кг молока. Физико-химические показатели образцов сыра приведены в табл. 6.

Табл. 6. Физико-химические показатели образцов сыра

Table 6. Physico-chemical parameters of cheese samples

Показатели	Контроль (м.д.ж. 3,2 %)	Опыт (м.д.ж. 2,7 % + 5 % МПСБ)
<i>Вариант 1</i>		
Массовая доля жира абсолютная (м.д.ж. в сухом веществе), %	20,1 (50,6)	16,1 (43,0)
Массовая доля влаги, %	60,3	62,5
<i>Вариант 2</i>		
Массовая доля жира абсолютная (м.д.ж. в сухом веществе), %	20,7 (48,8)	17,1 (43,6)
Массовая доля влаги, %	57,6	60,2

Хранимоспособность мягких сыров определялась по динамике изменения кислотности и органолептических показателей. Результаты изменения титруемой и активной кислотности в образцах сыра с течением времени представлены на рис. 3 и рис. 4.

Прежде всего следует заметить, что характер изменения кривых активной и титруемой кислотности в контрольном и опытном образцах, подвергнутых самопрессованию и подпрессовке, приблизительно одинаков. Таким образом, подпрессовка не оказывает существенного влияния на скорость протекания процесса, а отражается только на численных значениях активной и титруемой кислотности.

Как видно из представленных рис. 3 и рис. 4, в обоих вариантах, согласно изменению титруемой кислотности, в опытных сырах молочнокислый процесс протекает активно на всем исследуемом интервале, в то время как в контрольных образцах – только до 15 суток. При этом подпрессовка (вариант 2) незначительно снижает данные параметры. Что касается активной кислотности, во всех исследуемых образцах на 20 сутки отмечается ее снижение (показатель рН повышается).

Графики активной кислотности исследованных образцов практически повторяют графики титруемой кислотности. Для сыров, подвергнутых подпрессовке, графики титруемой и активной кислотности контрольного и опытного образцов практически совпадают до 15 суток хранения. В интервале от 15 до 20 дней отмечено резкое изменение хода кривых кислотности для контрольного и опытного образцов.

При определении хранимоспособности мягких сыров очень важным является изменение органолептических показателей в процессе хранения. Результаты определения данных показателей для сыров, подвергнутых самопрессованию и подпрессовке, представлены в табл. 7 и табл. 8 соответственно.

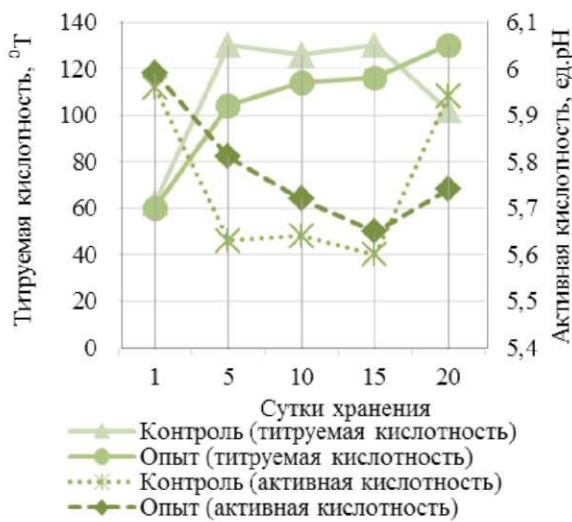


Рис. 3. Динамика титруемой и активной кислотности сыров, подвергнутых самопрессованию, в процессе хранения

Fig. 3. Dynamics of titrated and active acidity of self-pressed cheeses during storage

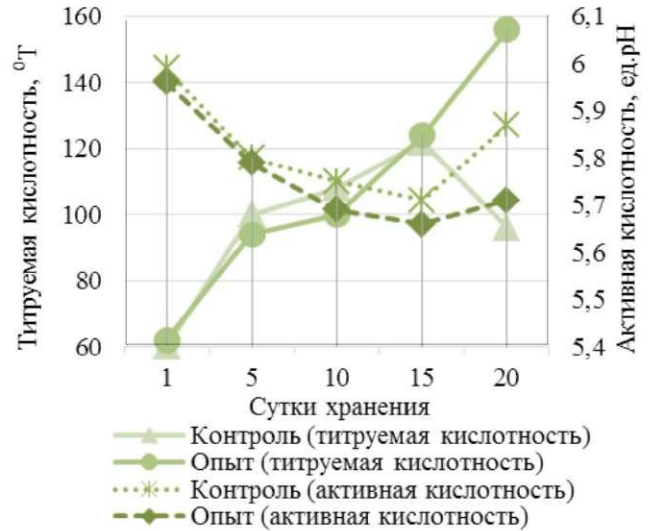


Рис. 4. Динамика титруемой и активной кислотности сыров, подвергнутых подпрессовке, в процессе хранения

Fig. 4. Dynamics of titrated and active acidity of pre-pressed cheeses during storage

Табл. 7. Изменение органолептических показателей для сыров, подвергнутых самопрессованию (вариант 1)

Table 7. Changes in organoleptic properties for self-pressed cheeses (option 1)

Продолжительность хранения, сутки	Контроль		Опыт	
	Вкус и запах	Консистенция	Вкус и запах	Консистенция
1	Чистый, свойственный для мягких сыров	Плотная, однородная	Чистый, свойственный для мягких сыров	Плотная, однородная
5	Чистый, свойственный для мягких сыров	Плотная, однородная	Чистый, свойственный для мягких сыров	Плотная, однородная
10	Излишне кислый, слегка прогорклый	Однородная, слегка ослизненная	Кислый, слегка прогорклый	Мажущаяся, однородная, слегка ослизненная
15	Излишне кислый, слегка прогорклый	Мажущаяся, однородная, слегка ослизненная	Излишне кислый, прогорклый	Мажущаяся, однородная, ослизненная
20	Излишне кислый, прогорклый	Мажущаяся, однородная, ослизненная	Кислый, прогорклый	Мажущаяся, однородная, ослизненная

Данные табл. 7 свидетельствуют о том, что по вкусу и консистенции контрольный и опытный образцы сыров утратили свои потребительские свойства на 10 сутки: в контрольном образце появилась излишняя кислотность, в опытном – более мажущаяся консистенция.

Табл. 8. Изменение органолептических показателей для сыров, подвергнутых самопрессованию и подпрессовке (вариант 2)

Table. 8. Changes in organoleptic parameters for pre-pressed cheeses (option 2)

Продолжительность хранения, сутки	Контроль		Опыт	
	Вкус и запах	Консистенция	Вкус и запах	Консистенция
1	Чистый кисло-молочный, свойственный для мягких сыров	Плотная, однородная	Чистый кисло-молочный, свойственный для мягких сыров	Плотная, однородная
5	Чистый кисло-молочный, свойственный для мягких сыров	Плотная, однородная	Чистый кисло-молочный, свойственный для мягких сыров	Плотная, однородная
10	Излишне кислый, слегка прогорклый	Плотная, однородная,	Чистый кисло-молочный, свойственный для мягких сыров	Плотная, однородная,
15	Излишне кислый, слегка прогорклый	Слегка мажущаяся, однородная,	Излишне кислый, слегка прогорклый	Слегка мажущаяся, однородная,
20	Излишне кислый, прогорклый	Мажущаяся, однородная, слегка ослизненная	Излишне кислый, прогорклый	Мажущаяся, однородная, слегка ослизненная

Согласно приведенным данным табл. 8, применение самопрессования и подпрессовки (вариант 2) положительно отражается на органолептических показателях опытного сыра. Этот образец утратил свои потребительские свойства на 15 сутки, в то время как контроль – уже на 10 сутки хранения.

Таким образом, установлено, что для мягкого сычужного сыра без созревания, вырабатываемого из молочной смеси, содержащей МПСБ (5 %), целесообразно проводить не только самопрессование, но и подпрессовку сформованного сыра, что положительно отражается на органолептических показателях качества продукции при ее хранении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые обоснована возможность и целесообразность применения МПСБ в составе нормализованной смеси при производстве мягких сычужных сыров без созревания. Присутствие МПСБ в таком виде оказывает существенное влияние на протекание процесса сычужного свертывания. Введение МПСБ в молочную смесь в больших количествах приводит к снижению скорости сычужного свертывания и замедлению процесса синерезиса, поэтому целесообразно использовать МПСБ в количестве не более 5 %. Отработаны параметры производства мягкого сычужного сыра, выработанного из молочной смеси, с содержащей в своем составе МПСБ: целесообразно применение низкотемпературного режима тепловой обработки (72 ± 2) °С 15–20 с, что при стандартном режиме свертывания обеспечивает получение в меру плотного сычужного сгустка с хорошим отделением сыворотки.

Производство мягкого сычужного сыра из молочной смеси, содержащей МПСБ, целесообразно проводить с полной посолкой в зерне, что исключает потребность в наличии специальных соляных бассейнов с рассолом. Применение самопрессования с подпрессовкой сформованного мягкого сыра обеспечивает получение высококачественного продукта с хорошей хранимо-

способностью, в случае упаковки продукции в негерметичную тару, хранение сыра увеличивается в 1,5 раза в сравнении с сыром, подвергнутым только самопрессованию. Использование МПСБ в технологии мягких сыров приводит к увеличению выхода продукции за счет увеличения содержания сывороточных белков в составе продукта и повышения влагоудерживающих свойств продукции. При этом достигается экономия молочного жира за счет применения менее жирной молочной смеси, снижается калорийность конечной продукции без ухудшения органолептических показателей качества. В совокупности это позволит повысить экономическую эффективность производства мягких сыров.

С точки зрения практической значимости, результаты исследований могут быть использованы предприятиями молочной промышленности Республики Беларусь при разработке технологий мягких сычужных сыров без созревания, которые будут обладать не только хорошими органолептическими показателями, но и высокой пищевой и биологической ценностью, за счет повышения количественного содержания сывороточных белков в готовой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 МакСуини, П. Л. Сыр. Научные основы и технологии. В 2-х т. Том 2. Технологии основных групп сыров / П. Л. МакСуини [и др.] – М.: Профессия, 2019. – 572 с.
- 2 Скотт, Р. Производство сыра: научные основы и технологии / Р. Скотт, Р. К. Робинсон, Р. А. Уилби. – СПб.: Профессия, 2012. – 464 с.
- 3 Ramos, O. L. Whey and Whey Powders: Production and Uses/ O. L. Ramos [et al.] // Encyclopedia of Food and Health. Ed. by B. Caballero, P. M. Finglas, F. Toldrá. Oxford: Academic Press. – 2016. – P. 498–505. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00747-9>.
- 4 Михалева, Е. Молочная сыворотка. Потенциал развития Российского рынка / Е. Михалева // Молочная река. – 2018. – № 4. – С. 14–18.
- 5 Повышение эффективности переработки молочных ресурсов: научно-технологические аспекты О. В. Дымар. – Минск: Колорград, 2018. – 236 с.
- 6 Асланова, М. Н. Перспективы использования микропартикулятов сывороточных белков / М. Н. Асланова [и др.] // Переработка молока. – 2014. – № 9 – С. 42–43.
- 7 Torres, I. C. Effect of hydration of microparticulated whey protein ingredients on their gelling behaviour in a non-fat milk system/ I. C. Torres [et al.] // Journal of Food Engineering, 2016. – Vol. 184. – P. 31–37. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.03.018>.
- 8 Мельникова, Е. И. Применение сывороточных белковых ингредиентов для получения имитаторов молочного жира // Е. И. Мельникова, Е. Б. Станиславская // Вестник ВГУИТ. – 2020. – № 82(3). – С. 90–95.
- 9 Евдокимов, И. А. Состав и свойства микропартикулятов сывороточных белков. / И. А. Евдокимов [и др.] // Молочная промышленность. – 2021. – № 4. – С. 40–44.
- 10 Попова, Е. Е. Получение микропартикулята сывороточных белков и его использование в технологии низкокалорийного мороженого: дис. ... канд. техн. наук по спец. 05.18.04 – технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств / Е. Е. Попова; науч. рук. Е. И. Мельникова; Учреждение образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий». – Воронеж, 2013. – 187 с.
- 11 Мельникова, Е. И. Применение микропартикулята сывороточных белков в технологии кефира / Е. И. Мельникова, Е. Б. Станиславская // Молочная промышленность. – 2018. – № 8. – С. 49–51.
- 12 Баранов, С. А. Влияние микропартикулята сывороточных белков на показатели кисломолочных напитков / С. А. Баранов [и др.] // Молочная промышленность. – 2020. – № 9. – С. 59–62.
- 13 Melnikova, E. I., Microparticulation of Casein Whey to Use in Fermented Milk Production / E. I. Melnikova [et al.] // Foods and Raw Materials. – 2017. – Vol. 5. – № 2. – P. 83–93.
- 14 Смирнова, И. А. Использование микропартикулята сывороточных белков в молочных продуктах / И. А. Смирнова, Е. М. Лобачева, А. Д. Гулбани // Молочная промышленность. – 2014. – № 6. – С. 28–30.
- 15 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.
- 16 Дымар, О. В. Технологические аспекты использования микропартикулятов сывороточных белков при производстве молочных продуктов / О. В. Дымар // Молочная промышленность. – 2014. – № 6. – С. 18–21.
- 17 Sturaro A. Effect of microparticulated whey protein concentration and protein-to-fat ratio on Caciotta cheese yield and composition / A. Sturaro [et al.] // International Dairy Journal. – 2015. – Vol. 48. – P. 46–52. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.02.003>.

- 18 Ipsen, R. Microparticulated whey proteins for improving dairy product texture/ R. Ipsen // International Dairy Journal. – 2017. – Vol. 67. – P. 73–79. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.08.009>.
- 19 Olivares, M. L. Soft lubrication characteristics of microparticulated whey proteins used as fat replacers in dairy systems/ M. L. Olivares [et al.] // Journal of Food Engineering. – 2019. Vol. 245. – P. 157–165. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.10.015>.
- 20 Мельникова, Е. И. Применение микропартикулята сывороточных белков в технологии полутвердых сыров / Е. И. Мельникова, Е. Б. Станиславская // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2019. – № 4. – С. 14–18.
- 21 Концентрат сывороточных белков. Общие технические условия: ТУ ВУ 190513389. 121 – 2013. – ОАО «БелХансен», 2013 г.
- 22 Шингарева, Т. И. Производство сыра / Т. И. Шингарева, Р. И. Раманаускас. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 384 с.
- 23 Раманаускас, Р. И. Технология и оборудование для производства натурального сыра: Учебник / Р. И. Раманаускас [и др.] // СПб.: Изд-во «Лань», 4-е изд., 2021. – 508 с.

Поступила в редакцию 20.05.2022 г.

ОБ АВТОРАХ:

Шингарева Татьяна Ивановна, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии молока и молочных продуктов, учреждение образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», e-mail: t-shingareva@mail.ru.

Павлистова Наталья Андреевна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии молока и молочных продуктов, учреждение образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», e-mail: pavlistova2015@yandex.ru.

Шаршунов Вячеслав Алексеевич, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, заслуженный деятель науки РБ, профессор кафедры техносферной безопасности и общей физики, учреждение образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», e-mail: ot_i_c@bgut.by.

Глушаков Михаил Александрович, кандидат технических наук, доцент, директор ООО «Техносолекс-Проект», г. Могилев, e-mail: glushakov_m_a@mail.ru.

ABOUT AUTHORS:

Tatyana I. Shingareva, PhD (Engineering), Associate Professor, Head of the Department of Milk and Dairy Products, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: t-shingareva@mail.ru.

Natalia A. Pavlistova, PhD (Engineering), Associate Professor of the Department of Milk and Dairy Products, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: pavlistova2015@yandex.ru.

Viacheslav A. Sharshunov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of the Republic of Belarus, Honored Scientist, Professor of the Department of Technosphere Safety and General Physics, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: ot_i_c@bgut.by.

Mikhail A. Glushakov, PhD (Engineering), Associate Professor, Director of OOO Technosolex-Project, Mogilev, e-mail: glushakov_m_a@mail.ru.