

## МОЛОЧНО-БЕЛКОВЫЙ КОНЦЕНТРАТ, ОБОГАЩЕННЫЙ КАЛЬЦИЕМ

И.С. Хамагаева, А.В. Щёктова, О.А. Жеребятъева, Е.М. Щетинина

*Авторами статьи разработана технология сухих молочно-белковых концентратов, обогащенных кальцием. Предложен новый способ ферментации молочно-белковых концентратов, полученных термокальцевым осаждением, путем внесения активной закваски лактобактерий вида *Lactobacillus helveticus* в белковые сгустки коровьего и козьего молока. Установлено, что полученные молочно-белковые концентраты обладают высокими функциональными и потребительскими свойствами, отличаются повышенным содержанием легкоусвояемого кальция и высоким количеством жизнеспособных клеток *Lactobacillus helveticus*.*

*Ключевые слова: молочно-белковый концентрат, кальций, термокальцевая коагуляция, ферментация, лактобактерии.*

Кальций (Ca) является вторым элементом по вовлеченности в различные физиологические и биохимические процессы, происходящие в организме. Ему принадлежит важная роль в регуляции проницаемости клеточных мембран, электрогенезе нервной и мышечной тканей, в молекулярном механизме мышечного сокращения, пищеварительных и эндокринных желез, в активировании различных ферментативных систем, в том числе обеспечивающих свертывание крови и т.д. [1].

Известно, что Ca содержится в пище в виде труднорастворимых или совершенно нерастворимых солей, преимущественно фосфатов, карбонатов, оксалатов, а также в виде соединений с жирными кислотами, белками. Легкоусвояемым является кальций, находящийся в молочных продуктах, однако его количество в них недостаточно. Дневная норма кальция содержится в 2л молока и молочных продуктов. Употребление такого количества молочных продуктов ежедневно для большинства людей не реально. Процесс дополнительного введения ионов кальция в молочные продукты трудноосуществим из-за физических свойств неорганических солей кальция - их незначительной растворимости [2].

В решение проблем обогащения молочных продуктов кальцием следует обратить внимание на молочно-белковые концентраты (МБК), полученные термокальцевым способом коагуляции (копреципитаты). Термокальцевый способ коагуляции белков молока ос-

нован на совместном осаждении казеина и сывороточных белков при одновременном воздействии на молоко температуры и хлористого кальция [3]. Данный способ позволяет получить обогащенный кальцием молочный белковый продукт с низкой кислотностью.

Высокотемпературная обработка может спровоцировать частичный переход органического Ca в неорганическое, трудноусвояемое организмом состояние. Сохранить кальций в растворимой форме позволит процесс ферментации белковой массы культурами, обладающими способностью образовывать кальцийсвязывающие биологически активные пептиды - казеиновые фосфопептиды (КФП). КФП накапливаются в дистальном отделе тонкой кишки, где образуют растворимые комплексы с кальцием, которые повышают независимое от витамина D пассивное всасывание Ca в кишечнике [4].

Следует отметить, что микробиологические нарушения различной природы способны существенно повлиять на усвоение Ca и тем самым способствовать возникновению патологических состояний, связанных с дефектами в кальциевом обмене (остеохондроз, остеопороз и др.).

Имеются сведения, что всё возрастающее распространение остеопороза прежде всего обусловлено выраженными дисбиотическими изменениями в микрофлоре желудочно-кишечного тракта у лиц в возрасте старше 40 лет. Биотехнологическая обработка МБК с использованием стартовых культур

**ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 1 2017**

позволит повысить функциональные свойства молочно-белковых концентратов, полученных термокальциевым осаждением. Нормализация микрофлоры кишечника вызовет подкисление среды в толстом кишечнике и обеспечит всасывание кальция.

Цель данной работы - разработка технологии ферментированных молочно-белковых концентратов, обогащенных кальцием.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальные исследования проводились на кафедре «Технология молочных продуктов. Товароведение и экспертиза товаров» ВСГУТУ. В качестве молочного сырья для МБК было выбрано молоко коров и коз. Молочно-белковые концентраты получали методом термокальцевой коагуляции, с последующей ферментацией белков лактобактериями вида *Lactobacillus helveticus*. Коагуляцию проводили путем внесения 20%-го р-ра  $\text{CaCl}_2$  при температуре  $95^\circ\text{C}$ .

В качестве культур для ферментации использовали два штамма лактобактерий: *Lactobacillus helveticus* H<sub>9</sub> и *Lactobacillus helveticus* H<sub>17-18</sub>, полученные из Научно - Исследовательского института генетики и селекции промышленных микроорганизмов (г. Москва).

Физико-химические показатели определяли по стандартным методикам: титруемую кислотность по ГОСТ 3624-92; содержание кальция в МБК определяли объемным методом с использованием оксалата аммония; массовую долю белка по ГОСТ 306482-99; массовую долю влаги по ГОСТ 29246-91; индекс растворимости по ГОСТ 30305.4-95.

Микробиологические показатели определяли в соответствии с нормативной базой: количество клеток лактобактерий определяли методом предельных разведений на плотной агаризованной среде MRS по ТУ 10-10-02-789-192-95.

Обработка результатов экспериментов проводилась с помощью известных методов математической статистики с использованием MS Excel.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Коровье и козье молоко имеет практически одинаковые количества белка, однако, белки козьего молока отличаются от протеинов коровьего молока по фракционному составу, структурным, физико-химическим и иммунологическим свойствам [5]. Различия в составе и структуре белков козьего и коровьего молока может существенно сказаться на качестве сгустков при термокальцевой коагуляции. Исследование влияния различных режимов коагуляции на степень использования белковых веществ молока показало, что хорошие сгустки с высокими технологическими характеристиками получаются при внесении коагулянта в количестве 1,50 г/л в коровье молоко и 1,25 г/л в козье молоко. Меньшее расходование коагулянта в образцах из козьего молока объясняется большим содержанием кальция в сырье по сравнению с коровьим молоком [5].

Приблизить термокальцевый молочно-белковый концентрат по своим свойствам к высокобелковому функциональному продукту позволит процесс его ферментации лактобактериями вида *Lactobacillus helveticus*. Выбор *L. helveticus* обусловлен высокой протеолитической активностью микроорганизмов и способностью связывать Ca и поддерживать его в растворимом состоянии [6, 7].

Ферментацию проводили при оптимальной для *L. helveticus* температуре культивирования:  $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ . Изменение титруемой и активной кислотности, а также количества жизнеспособных клеток лактобактерий при ферментации белковых сгустков представлено на рисунках 1 и 2.

Анализ данных рисунков 1 и 2 показывает, что процесс кислотообразования более интенсивно идет при ферментации МБК штаммом *Lactobacillus helveticus* H<sub>17-18</sub>. Так уже через 4 часа ферментации кислотность МБК на основе козьего молока достигает  $99^\circ\text{T}$ , а на основе коровьего -  $102^\circ\text{T}$ . Дальнейшее увеличение времени ферментации не значительно влияет на кислотообразующую активность (рис.1). Количество клеток лактобактерий штамма *Lactobacillus helveticus* H<sub>17-18</sub> в исследуемых образцах через 4 часа ферментации составляет  $10^8$  КОЕ/см<sup>3</sup> (рис.2)

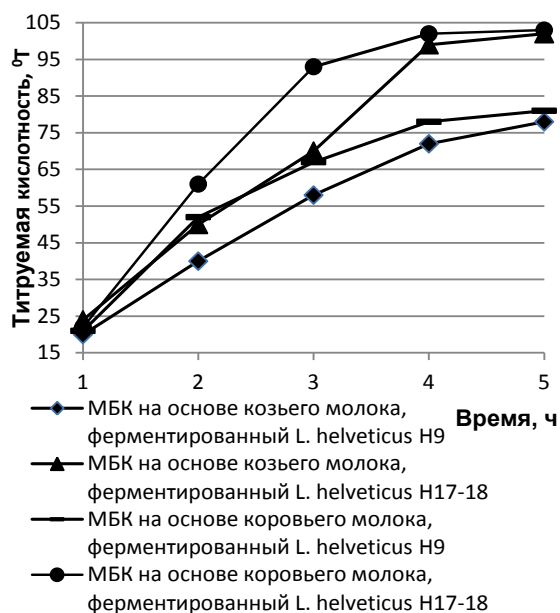


Рисунок 1 - Активность кислотообразования при ферментации сгустков лактобактериями

Менее активно процесс ферментации проходил при использовании штамма *Lactobacillus helveticus H<sub>9</sub>*: кислотность МБК на основе козьего молока за этот же промежуток времени достигает 72 °Т, а для МБК на основе коровьего молока - 78 °Т. Количество клеток лактобактерий штамма *Lactobacillus helveticus H<sub>9</sub>* через 4 часа ферментации составляет всего 10<sup>7</sup> КОЕ/см<sup>3</sup>.

Нами было установлено, что штамм *Lactobacillus helveticus H<sub>17-18</sub>* превосходит *Lactobacillus helveticus H<sub>9</sub>* и по протеолитической активности. Это подтверждают данные о степени гидролиза и молекулярно-массовых распределениях пептидов в МБК [7].

Далее изучался процесс обезвоживания белковых сгустков с целью получения МБК со стандартными показателями по кислотности, влаге и количеству клеток лактобактерий. Ферментированные белковые сгустки разливали в лавсановые мешочки и проводили самопрессование при комнатной температуре (20±2) °С течение 2,5ч. Результаты исследований приведены на рисунках 3 и 4.

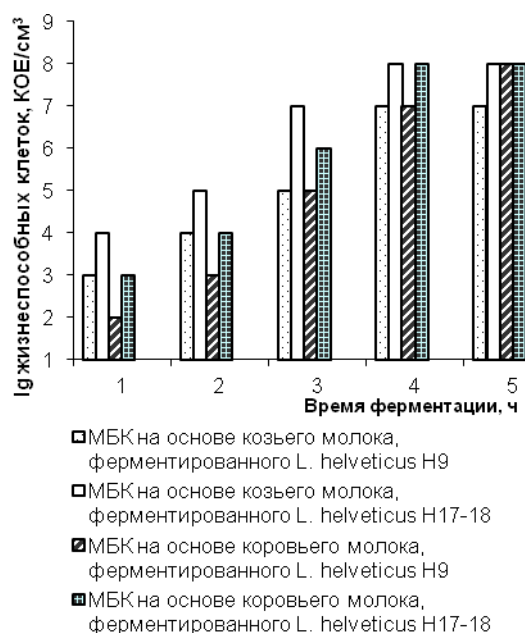


Рисунок 2 - Количественный учет лактобактерий в процессе ферментации МБК

Представленные данные свидетельствуют о том, что процесс самопрессования во всех образцах в течение 1,5 часов обеспечивает получение готового продукта с требуемым содержанием влаги (65-70) % (рис. 3), титруемой кислотности (98-107) °Т (рис. 4) и количеством жизнеспособных клеток микроорганизмов не ниже 10<sup>8</sup> КОЕ/см<sup>3</sup> (рис.4).

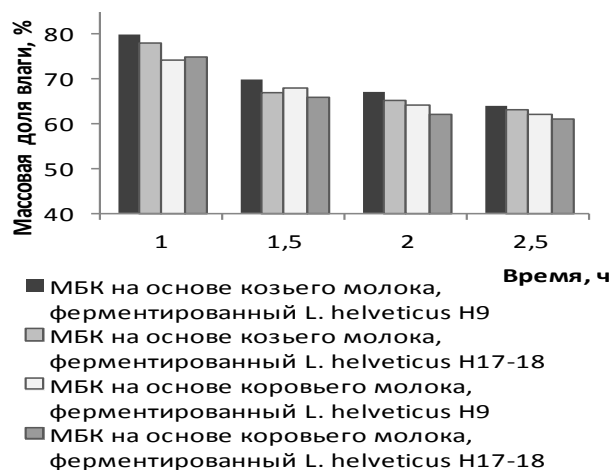


Рисунок 3- Изменение массовой доли влаги в ферментированных белковых сгустках во время самопрессования

## МОЛОЧНО-БЕЛКОВЫЙ КОНЦЕНТРАТ, ОБОГАЩЕННЫЙ КАЛЬЦИЕМ

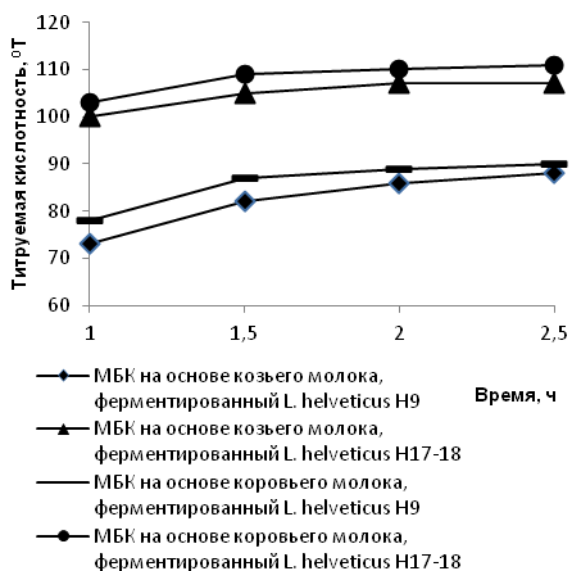


Рисунок 4 – Изменение кислотности в процессе самопрессования МБК

Полученные ферментированные молочно-белковые продукты обладают ограниченным сроком хранения (12-14 суток). Поскольку для продуктов специального назначения такие сроки хранения явно недостаточны, возникла необходимость продления сроков хранения МБК посредством лиофильной (сублимационной) сушки. Для этого ферментированную белковую массу после самопрессования мелко растирали, замораживали и высушивали при температуре минус 50°C и остаточном давлении 0,13 -1,3 Па. Контроль продолжительности процесса сушки показал, что для получения сухих МБК со стандартными показателями по влаге (порядка 5-2%) достаточно 18-20 ч, в дальнейшем не наблюдается уменьшения массовой доли влаги.

Исследование качественных показателей молочно-белковых концентратов до и после высушивания (табл. 1) показало, что лиофильная сушка ферментированного сгустка обеспечивает увеличение массовой доли белковых веществ в МБК по сравнению с контролем в 4-5 раз; кальций в процессе концентрации увеличивается в 5 раз. Количество жизнеспособных клеток лактобактерий после высушивания остаётся на достаточно высоком уровне и составляет порядка  $10^7$  КОЕ/см<sup>3</sup>.

Таблица 1 - Показатели МБК до и после высушивания

Показатели	До высушивания		После высушивания	
	МБК на основе коровьего молока	МБК на основе козьего молока	МБК на основе коровьего молока	МБК на основе козьего молока
Массовая доля кальция, мг/100г	265	389	1568	1679
Массовая доля белка, %	19	16	78	80
Массовая доля влаги, %	65	67	2	3
Кол-во клеток L. helveticus H17-18, КОЕ/г	$1 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^8$	$6 \cdot 10^7$	$8 \cdot 10^7$

На основе полученных экспериментальных данных разработана технология производства сухого молочно-белкового концентрата на основе козьего или коровьего молока, обогащенного кальцием (рис. 5 и табл. 2).

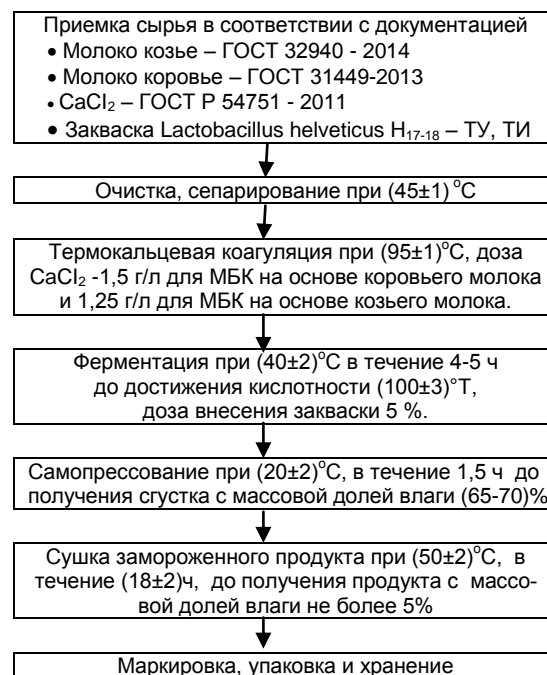


Рисунок 5 - Технологическая схема производства сухого МБК

Таблица 2 - Качественные показатели сухих МБК, обогащенных кальцием

Показатели	Характеристики МБК на основе:	
	коровьего молока	козьего молока
Внешний вид	Пористые, легко рассыпающиеся комочки	
Вкус и запах	Без запаха, вкус кислый, слегка горьковатый	
Цвет	Кремово-белый с желтоватым оттенком	
Массовая доля Са мг/100г	1568	1679
Массовая доля белка, %	78	80
Массовая доля влаги, %	2	3
Растворимость, мл сухого остатка	1	2
Кислотность, рН	4-4,5	4-4,5
Кол-во жизнеспособных клеток L. helveticus H <sub>17-18</sub> , КОЕ/см <sup>3</sup>	6·10 <sup>7</sup>	8·10 <sup>7</sup>

## ВЫВОД

Разработанная нами технология с использованием термокальцевой коагуляции белков молока позволяет получить обогащенный легкоусвояемым кальцием молочный белковый продукт. Ферментация белковой массы закваской лактобактерий *Lactobacillus helveticus* штамм H<sub>17-18</sub> позволяет активизировать в ней протеолитические процессы, способствует сохранению кальция в органической форме, а также повышает пищевую и биологическую ценность продукта. Применение лиофильной сушки при изготовлении МБК позволяет не только увеличить сроки хранения продукта и улучшить качественные показатели, но и сохранить высокое количество жизнеспособных клеток лактобактерий.

Кальцийсодержащий МБК представляет собой комплексный белковый продукт, использование которого позволит не только восполнить дефицит кальция и белка, но и регулировать микробиоценоз желудочно-кишечного тракта. Полифункциональные свойства МБК открывают широкие перспективы для его использования в различных отраслях пищевой промышленности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Искендеров Б.Г. Артериальная гипертензия и метаболизм кальция: Монография. – Пенза. 2010. – 224с.
2. Палагина М.В. Функциональные продукты питания, обогащенные биоусвояемым кальцием // Известия ВУЗов. Пищевая технология. № 4. 2010. С. 55-57
3. Хамагаева И.С., Григорьева А.И., Нарангэрэл Ч. Разработка технологии детского творога из козьего молока // Пищевая индустрия. № 3. 2012. С. 68-71
4. Гаппаров М.М., Стан Е.Я. Влияние казеиновых фосфопептидов на биодоступность минералов // Вопросы питания. 2003. №6. С.40-44.
5. Симоненко С.В., Лесь Г.М., Хованова И.В., и др. Особенности состава козьего молока как компонента продуктов питания //Труды БГУ. 2009. том 4. 1 ч. С. 109-115
6. Griffiths M.W., Tellez A.M. *Lactobacillus helveticus*: the proteolytic system // *Frontiers in Microbiology*. March 2013. V 4. doi: 10.3389/fmicb.2013.00030
7. Хамагаева И.С., Жеребятыева О.А., Щёкотова А.В. Протеолитическая активность лактобактерий // Молочная промышленность. 2016.-№11.-С.29-31.