



МРНТИ 65.63.39

<https://doi.org/10.32523/2616-7034-2024-149-4-63-74>

Научная статья

Влияние молочнокислых бактерий на ряд аспектов процесса получения сыра из верблюжьего молока

Э.А. Габрильянц*^{ORCID}, Р.С. Алибеков^{ORCID}

Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

*Автор для корреспонденции: gabrilyants@mail.ru

Аннотация. Исследование технологии производства сыра из верблюжьего молока остается актуальной задачей мировой науки и может внести значительный вклад в продовольственную безопасность и экономическое развитие Казахстана. Переработка верблюжьего молока в сыр с применением современных технологических инноваций стала возможной благодаря прикладным исследованиям. Использование заквасочных культур, верблюжьего химозина и обогащение молока различными ингредиентами позволило значительно улучшить качественные параметры сыров. Заквасочные культуры, состоящие из молочнокислых бактерий, играют ключевую роль в производстве сыра. Они способствуют образованию сгустка, преобразуя лактозу в молочную кислоту, что обеспечивает оптимальный уровень активной кислотности (рН) для коагуляции молока. Это, в свою очередь, влияет на технологический процесс, а также на состав и качество готового продукта. В данной работе были использованы различные коммерческие заквасочные культуры, относящиеся к мезофильным, термофильным и комбинированным молочнокислым бактериям, для получения сыра из верблюжьего молока. Результаты анализа физико-химического состава сыров показали значительные различия: содержание белков варьировалось от $11,18 \pm 1,43$ до $17,85 \pm 1,78\%$, жира – от $34,72 \pm 0,68\%$ до $37,12 \pm 0,86\%$, влажности – от $49,45 \pm 1,71$ до $66,76 \pm 1,49\%$, активной кислотности – от $4,79 \pm 0,09$ до $5,67 \pm 0,09$ единиц. Выход сыра из верблюжьего молока составил от $17,97 \pm 1,35$ до $27,80 \pm 1,98$ г/100 г. Анализ жизнеспособной микрофлоры показал, что сыр, приготовленный с использованием заквасочных культур СНН-19 и "Lactoferm есо" (Biochem. srl), содержал наибольшее количество жизнеспособных микроорганизмов.

Ключевые слова: молочнокислые бактерии, биотехнология, молочная кислота, верблюжье молоко, сыр, микрофлора

Получено: 30.04.2024. Рецензирование: 28.10.2024 (1-й раунд), 06.12.2024 (2-й раунд). Принято: 11.12.2024. Доступно онлайн: 20.12.2024.

Введение

Верблюжье молоко является альтернативным источником сырья и богатым источником питательных веществ, обладающих терапевтическими свойствами [1]. Благодаря высокой пищевой ценности и заявленным лечебным качествам в последние годы наблюдается растущий интерес к верблюжьему молоку и продуктам, произведенным на его основе.

Терапевтический эффект верблюжьего молока обусловлен наличием различных биологически активных компонентов, которые обладают потенциалом для профилактики и лечения ряда заболеваний [2].

Сыр является одним из важнейших продуктов, способным длительно сохранять свои свойства благодаря использованию технологических методов, основанных на ферментации молока с участием молочнокислых бактерий [3].

Молочнокислые бактерии (LAB) имеют значительное экономическое значение, так как играют ключевую роль на всех этапах ферментации традиционных сыров [4]. Их использование в виде первичных или дополнительных заквасок способствует быстрому подкислению молока за счет выработки молочной кислоты, что приводит к снижению уровня pH. Этот процесс оказывает влияние на множество аспектов сыроделия, включая состав, выход продукции и конечное качество сыра.

Молочнокислые стрептококки являются наиболее известными представителями заквасочных культур, применяемых при производстве кисломолочных продуктов и сыров.

Целью данного исследования является оценка характеристик полученных сыров из верблюжьего молока с использованием различных коммерческих заквасочных культур.

Материалы и методы исследования

Физико-химические показатели в образцах молока измеряли с помощью прибора Milkoskan ft1.

Для измерения активной кислотности (pH) образцов сыра использовался pH-метр HI98103 HANNA.

Содержание жира анализировали по методу Гербера согласно ГОСТ 5867-90. Молоко и молочные продукты. Методы определения жира.

Содержание белка определяли по методу Кьельдаля, согласно ГОСТ 34454-2018. Продукция молочная. Определение массовой доли белка методом Кьельдаля.

Микроскопирование проводили на электронном микроскопе марки Levenhuk D 400 LCD с увеличением 100x.

Подсчет клеток микроорганизмов (лактобактерий) проводили с иммерсионным объективом 100x. Подсчитывали 10 полей зрения, передвигая препарат по диагонали [5]. Далее рассчитывали среднее количество клеток по формуле

$$A = \frac{\sum a}{n},$$

где A – среднее количество клеток в поле зрения;

Σa – общее число подсчитанных клеток;

n – число просчитанных полей зрения.

Математическую обработку данных проводили с помощью программы Microsoft Excel. Определяли среднее значение и стандартное отклонение экспериментальных данных.

Результаты и их обсуждение

Состав верблюжьего молока влияет на свойства сыроделия, поскольку он определяет его питательную ценность и технологические свойства при переработке молока в молочные продукты [6].

Физико-химические свойства верблюжьего молока, используемого для производства сыра, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химический состав верблюжьего молока

Наименование	Верблюжье молоко
Белки, (%)	3,73+0,01
Жиры, (%)	4,68+0,33
Сомо, (%)	8,66+0,03
Сухие вещества, (%)	13,85+0,33
Лактоза, (%)	4,39+0,01
Точка замерзания, (m°C)	-568,2+3,3
Кислотность,Г (°ТН)	15,10+0,54
Молочная кислота, (%)	0,135+0,005
Плотность, (г/л)	1030,8+1,00
Казеин, (%)	2,63+0,04

где, значения в таблице являются средними \pm стандартное отклонение для трех повторений (n=3).

Исходя из результатов таблицы 1, значения находились в диапазоне, о которых сообщалось ранее автором Selda Bulca [7,8]. Наблюдаемая разница в химическом составе может быть объяснена влиянием различных факторов, таких, как кормление верблюдов, стадия лактации, возраст и состояние здоровья, методы управления стадом и условия окружающей среды.

Заквасочные культуры молочнокислых бактерий добавляют в молоко для подкисления за счет выработки молочной кислоты, что приводит к снижению активной кислотности (рН), что влияет на некоторые аспекты процесса производства сыра и, в конечном итоге, на его состав [9].

Снижение активной кислотности (рН), происходящее при ферментации лактозными бактериями до молочной кислоты, оказывает консервирующее действие на продукт, одновременно повышая питательную ценность и усвояемость.

В таблице 2 приведены виды и состав используемых заквасочных культур, состоящие из молочнокислых бактерий в получении сыра из верблюжьего молока.

Таблица 2

Состав используемых заквасочных культур из молочнокислых бактерий

Наименование культур	Вид культур	Состав культуры
MW 0,36 (консорциум 1)	<i>Mesophilic</i>	<i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i> , <i>Lactococcus lactis ssp. cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis ssp. lactis biovar. diacetylactis</i> , <i>Leuconostoc ssp</i>
<i>Lb.helveticus</i> (консорциум 2)	<i>Thermophilic</i>	<i>Lactobacillus helveticus</i>
CHN-19 (консорциум 3)	<i>Mesophilic</i>	<i>L. lactis ssp. cremoris</i> , <i>Leuc. mesenteroides ssp. cremoris</i> , <i>L. lactis ssp. lactis biovar diacetylactis</i>
"LACTOFERM ECO" BIOCHEM.SRL (консорциум 4)	<i>Thermophilic</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactococcus lactis subsp. lactis</i> , <i>Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis</i> , <i>Lactococcus delbrueckii subsp. lactis</i> , <i>Lactobacillus helveticus</i> , <i>Leuconostoc ssp.</i>
VIVO (консорциум 5)	<i>Thermo-Mesophilic</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Bifidobacterium lactis</i>

В данном исследовании были взяты заквасочные культуры из молочнокислых бактерий мезофильных, термофильных, а также смешанных культур для получения сыра из верблюжьего молока.

Соответствующая выработка кислоты с точки зрения скорости и времени определяет активность коагулянта, скорость роста микроорганизмов, прочность коагулянта, синерезис геля, растворимость коллоидного фосфата кальция и выход сыра.

Заквасочные культуры вводили в верблюжье молоко при температуре 32-34°C для мезофильных (консорциум 1, консорциум 3), для термофильных (консорциум 2, консорциум 4) температура молока – 38-40°C, для смешанных (консорциум 5) температура молока достигала – 35-37°C.

Скорость подкисления (таблица 3) верблюжьего молока заквасочными культурами измеряли в течение 100 минут, пока активная кислотность не достигла оптимального значения для дальнейшей коагуляции.

Таблица 3

Скорость подкисления молока заквасочными культурами

Время, мин	консорциум 1	консорциум 2	консорциум 3	консорциум 4	консорциум 5
0	6,40±0,03	6,40±0,03	6,40±0,03	6,40±0,03	6,40±0,03
10	6,31±0,02	6,26±0,09	6,29±0,1	6,35±0,1	6,40±0,1
20	6,28±0,01	6,24±0,01	6,24±0,09	6,22±0,09	6,39±0,09
30	6,25±0,01	6,11±0,09	6,22±0,09	6,19±0,09	6,35±0,09
40	6,22±0,01	6,10±0,09	6,20±0,09	6,15±0,09	6,32±0,09
50	6,20±0,01	6,03±0,09	6,18±0,09	6,09±0,09	6,30±0,09
60	6,18±0,01	5,98±0,09	6,16±0,09	6,08±0,09	6,28±0,09
70	6,16±0,01	5,96±0,09	6,14±0,09	6,03±0,09	6,26±0,09
80	6,14±0,01	5,89±0,09	6,09±0,09	6,0±0,09	6,22±0,01
90	6,10±0,01	5,86±0,09	6,03±0,09	5,98±0,09	6,18±0,1
100	6,05±0,01	5,84±0,09	5,98±0,09	5,97±0,09	6,14±0,1

Различия во времени подкисления и значениях активной кислотности (рН) могут быть объяснены различиями между исходными культурами в скорости и интенсивности подкисления.

Исходя из результата подкисления молока, можно сказать, что верблюжье молоко, инокулированное культурой консорциума 2, приводило к более высокой скорости подкисления, чем при инокуляции культурами консорциума 5.

Верблюжье молоко, инокулированное культурами консорциумов 1, 3, 4, имело промежуточную степень подкисления.

Согласно таблице 3, изначальный показатель рН верблюжьего молока составил $6,40 \pm 0,03$ ед., тогда как в конце подкисления, рН снизился до 6,08 ед. у мезофильной заквасочной культуры MW 0,36, у термофильной культуры консорциума 2 до $5,84 \pm 0,09$ ед., у мезофильной культуры консорциума 3 до $5,98 \pm 0,09$ ед., термофильная заквасочная культура консорциума 4 снизила значение рН до $5,97 \pm 0,09$ ед., а смешанная заквасочная культура VIVO консорциума 5 до $6,14 \pm 0,1$ ед.

Затем в готовых в мягких сырах, полученных из верблюжьего молока с использованием различных заквасочных культур, исследовали значение активной кислотности (рН), выход, а также содержание жира, белка, влажности, приведенные в таблице 4.

Таблица 4

Физико-химический состав сыров из верблюжьего молока, инокулированные заквасочными культурами

Параметры	Сыр из верблюжьего молока, инокулированный заквасочными культурами				
	Консорциум 1	Консорциум 2	Консорциум 3	Консорциум 4	Консорциум 5
Белки, %	16,50±0,19	17,29 ±1,55	17,85±1,78	18,15±2,01	11,18±1,43
Жиры, %	35,88±1,51	35,98±1,33	37,12±0,86	36,74±1,014	34,72±0,68

Влажность, %	62,50±1.04	49,45±1.71	55,60±0,67	52,55±1.90	66,76±1,49
Активная кислотность (рН) ед	5,30± 0.09	4,79± 0.09	5,58± 0,01	5,67± 0.09	4,88± 0,01
Выход, г/100 г	22,03±1.22	22.35±1.66	27,80±1,98	25,09±1.99	17,97±1,35

Согласно таблице 3, используемые виды заквасочных культур значительно влияли на содержание белка. Так, сыр, выработанный с использованием заквасочных культур консорциума 4, консорциума 3, консорциума 2, имели более высокое содержание белка по сравнению с сыром с использованием заквасочных культур консорциума 1 и консорциума 5. Так, сыр, полученный с применением консорциума 4, имел более высокое содержание белка 18,15±2,01%. Самое низкое содержание белка 11,18±1,43% было у консорциума 5. Промежуточные значения были у сыра с применением культуры консорциума 3 – 17,85±1,78%, консорциума 2 -17,29 ±1,55%, консорциума 1- 0,36-16,50±0,19%.

Содержание жира у сыра с использованием культур консорциума 3 и консорциума 4 наблюдалось более высоким – 37,12±0,86%, и 36,74±1,014%, соответственно, по сравнению с консорциумом 2 – 35,98±1,33%, консорциумом 1 – 35,88±1,51%, консорциумом 5 – 34,72±0,68%.

Наблюдалось более высокое содержание влаги у культур консорциума 1– 62,50±1,04% и консорциума 2 – 66,76±1,49%. Это может быть связано с тем, что при использовании этих медленно подкисляющих культур получается очень слабый сгусток, что приводит к большей потере мелких частиц сырного зерна через поры сырной пленки во время слива сыворотки. Более низкое содержание влаги – 49,45±1,71% было у сыра, полученного с использованием культуры консорциума 2, чем у сыров с использованием культур консорциума 4 – 52,55±1,90 и консорциума 3 – 55,60±0,67%.

Между сырами, изготовленными с использованием различных заквасочных культур, наблюдались различия в значениях активной кислотности (рН). Это связано с применением различных коммерческих заквасочных культур для подкисления молока. Сыр, полученный с использованием заквасок консорциума 2 и консорциума 5, инокулированных при температуре 38–40 °С, имел более низкие значения рН – 4,79±0,09 и 4,88±0,01, соответственно, чем сыр, изготовленный с использованием культур консорциума 1 и консорциума 3, инокулированных при температуре 32-34 °С. У последних значения рН составили 5,30±0,09 и 5,58±0,01, соответственно. Сыр, полученный с использованием закваски консорциума 4, имел рН, равный 5,67±0,09.

Заквасочная культура консорциума 5 с более низкой скоростью подкисления приводила к более слабому свертыванию.

Сыры из верблюжьего молока с использованием смешанной культуры VIVO и мезофильной культуры консорциума 1 были со слабым сгустком, который трудно было преобразовать, большая часть мелких зерен терялась в сыворотке и имела самый низкий выход сыра 17,97±1,35 г/100 г и 22,03±1,22, соответственно.

Более высокий выход сыра был получен с использованием мезофильной культуры консорциума 3 – $27,80 \pm 1,98$ /100 г и термофильной культуры консорциума 4 – $25,09 \pm 1,99$ /100 г.

Далее был проведен анализ микроскопирования количества жизнеспособной микрофлоры полученных сыров из верблюжьего молока с различными заквасочными культурами, представленный на рисунке 1.

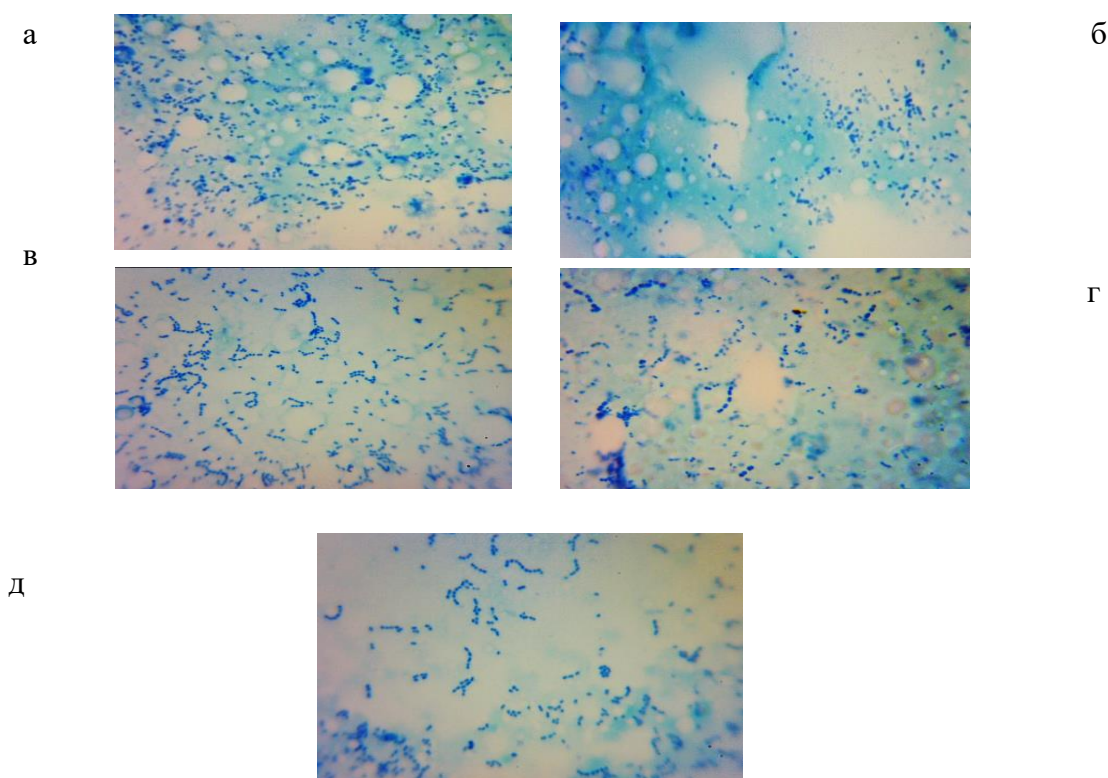


Рисунок 1. Фотоизображение микроскопированных сыров

где: а) сыр с мезофильной культурой консорциума 1; б) сыр с термофильной культурой консорциума 2, в) сыр с мезофильной культурой консорциума 3, г) сыр с термофильной культурой консорциума 4, д) сыр со смешанной культурой консорциума 5.

На рисунке 1 видно, что штаммы бактерий, такие, как (*Lactococcus lactis ssp. lactis*, *Lactococcus lactis ssp. cremoris*, *Lactococcus lactis ssp. lactis biovar. diacetylactis*), содержатся в полученном сыре из верблюжьего молока. Исходя из результатов микроскопирования, можно сделать вывод, что полученные сыры содержат большое количество жизненной микрофлоры.

Исследования микробиологических параметров показали, что сыры из верблюжьего молока с использованием различных заквасочных культур молочнокислых бактерий, приготовленных в лабораторных условиях, не содержали *Salmonella spp.*, *S. aureus*, *L.* моноцитогены, а также общее количество кишечной палочки, дрожжей и плесени (таблица 5). Отсутствие патогенных микроорганизмов, вероятно, было обусловлено

правильным процессом пастеризации, строгими гигиеническими условиями при приготовлении и использованием закваски, которая снижала рН сыров.

Таблица 5

Количество жизнеспособной микрофлоры полученных сыров

Сыр из верблюжьего молока, инокулированный заквасочными культурами:	КОЕ/см ³
Консорциум 1	1x10 ⁷
Консорциум 2	1x10 ⁷
Консорциум 3	1x10 ⁹
Консорциум 4	1x10 ⁹
Консорциум 5	1x10 ⁶

Молочнокислые бактерии – группа микроорганизмов, значение которых возрастает в биотехнологии [10], поскольку они считаются безопасными и оказывают большое благотворное воздействие на здоровье человека [11].

Влияние различных заквасочных культур на конечные качества сыров из верблюжьего молока изучено недостаточно. Однако в литературе имеются отдельные исследования, посвященные оценке качества сыра из верблюжьего молока, полученного методом прямого подкисления или с использованием заквасочных культур молочнокислых бактерий [12]. Было бы полезно провести идентификацию различных видов молочнокислых бактерий, включая мезофильные и термофильные культуры, способные эффективно расти в верблюьем молоке. Это необходимо для подбора штаммов, обеспечивающих быструю выработку молочной кислоты и снижение активной кислотности [13].

Например, в исследовании [14] установлено, что уровень рН сыра, приготовленного с использованием термофильных культур *Streptococcus thermophilus* и верблюжьего химозина, оказался выше заявленных значений (5,27) для мягкого незрелого сыра из верблюжьего молока. Содержание жира в сыре из верблюжьего молока с использованием коммерческих культур молочнокислых бактерий в данном исследовании значительно отличаются от результатов исследования автора [15], согласно которому содержание жира в сыре составляет 3,85%.

Выводы

В заключение в представленной работе было показано влияние различных заквасочных культур из молочнокислых бактерий на скорость подкисления верблюжьего молока, его физикохимические и микробиологические данные.

Также были обнаружены молочнокислые бактерии, и наиболее часто выявляемыми видами были *Lactococcus lactis*. Наше исследование показало, что наибольшее количество молочнокислых бактерий, белков, жиров, а также наибольший выход были в сырах, содержащих закваску из молочнокислых бактерий консорциума 3 и консорциума 4.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов

Габрильянц Э.А.: проведён сбор информации, её анализ, обработка и написание статьи, оформление её по требованиям.

Алибеков Р.С.: концептуализация, рецензирование и редактирование, руководство.

Список литературы

1. Dikhanbayeva F, Zhaksylykova G., Syzdykova L., Smailova Z., Tasturganova E. Production of a dairy product based on camel milk for special purposes // *Periodico Tche Quimica*. – 2019. – Vol. 16. – № 33. – P. 241-247.
2. Khatoon H., Najam R. Bioactive components in camel milk: Their nutritive value and therapeutic application // In: Watson R.R., Collier R.J., Preedy V.R. (Eds.). *Nutrients in dairy and their implications for health and disease*. – 2017. – P. 377-387.
3. Ahmed A.E., Babiker I.A., Mohamed T.E. Preparation of fresh soft cheese from dromedary camel milk using acid and heat method // *Research Opinions in Animal and Veterinary Sciences*. – 2013. – Vol. 3. – № 9. – P. 289-292.
4. Linares D.M., Gómez C., Renes E., Fresno J.M., Tornadijo M.E., Ross R.P., Stanton C. Lactic acid bacteria and bifidobacteria with potential to design natural biofunctional health-promoting dairy foods // *Frontiers in Microbiology*. – 2017. – Vol. 8. – P. 846. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00846>
5. Зиновьева М.Е., Шнайдер К.Л. *Технология продуктов функционального питания*. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2016. – 176 с.
6. Seifu E. Camel milk products: innovations, limitations and opportunities // *Food Production, Processing and Nutrition*. – 2023. – Vol. 5. – P. 15. <https://doi.org/10.1186/s43014-023-00130-7>
7. Bulca S., Dumanoglu B., Özdemir Ö.C. A study on mixing camel milk with cow, sheep and goat milk in different proportions in yoghurt production // *Turkish Journal of Agriculture*. – 2019. – Vol. 7. – № 12. – P. 2095-2102.
8. Konuspayeva G., Camier B., Gaucheron F., Faye B. Some parameters to process camel milk into cheese // *Emirates Journal of Food and Agriculture*. – 2014. – Vol. 26. – № 4. – P. 354–358. <https://doi.org/10.9755/ejfa.v26i4.17277>
9. Kongo J.M. Lactic acid bacteria as starter-cultures for cheese processing: Past, present and future development // In: *Lactic Acid Bacteria*. – Intech, Croatia, 2013. – P. 2-22. <https://doi.org/10.5772/5593>
10. Kieliszek M., Pobiega K., Piwowarek K., Kot A.M. Characteristics of the proteolytic enzymes produced by lactic acid bacteria // *Molecules*. – 2021. – Vol. 26. – № 7. – P. 1858. <https://doi.org/10.3390/molecules26071858>
11. Othman M., Ariff A.B., Rios-Solis L., Halim M. Extractive fermentation of lactic acid in lactic acid bacteria cultivation: A review // *Frontiers in Microbiology*. – 2017. – Vol. 8. – P. 2285. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02285>
12. Mehaia M.A. Manufacture of fresh soft white cheese (Domiatitype) from dromedary camels milk using ultrafiltration process // *Journal of Food Technology*. – 2006. – Vol. 4. – P. 206-212.
13. Fugl A.T., et al. Characterisation of lactic acid bacteria in spontaneously fermented camel milk and selection of strains for fermentation of camel milk // *International Dairy Journal*. – 2017. – Vol. 73. – P. 19–24. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2017.04.007>

14. Hailu Y., Seifu E., Yilma Z. Physicochemical properties and consumer acceptability of soft unripened cheese made from camel milk using crude extract of ginger (*Zingiber officinale*) as coagulant // African Journal of Food Science. – 2014. – Vol. 8. – P. 87-91. <https://doi.org/10.5897/AJFS2013.1102>

15. Siddig S.M., Suliman A.M.E., Salih Z.A., Abdelmuhsin A.A. Quality characteristics of white cheese (Jibna-beida) produced using camel milk and mixture of camel milk and cow milk // International Journal of Food Science and Nutrition. – 2016. – Vol. 6. – P. 49-54.

Э.А. Габрильянц, Р.С. Алибеков

М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

Түйе сүтінен ірімшік өндіру процесінің бірқатар аспектілеріне сүт қышқылды бактериялардың әсері

Андатпа. Түйе сүтінен ірімшік өндіру технологиясын зерттеу әлемдік ғылымда өзекті мәселе болып қалып отыр және Қазақстанның азық-түлік қауіпсіздігі мен экономикалық дамуына айтарлықтай үлес қоса алады. Түйе сүтін заманауи технологиялық инновацияларды қолдана отырып, ірімшікке өңдеу қолданбалы зерттеулердің нәтижесінде мүмкін болды. Ашытқы дақылдарын, түйе химозинін қолдану және сүтті әртүрлі ингредиенттермен байыту ірімшіктің сапалық көрсеткіштерін айтарлықтай жақсартуға мүмкіндік берді. Ашытқы дақылдары, сүт қышқылды бактериялардан тұратын, ірімшік өндіруде негізгі рөл атқарады. Олар лактозаны сүт қышқылына айналдыру арқылы ұйытқының пайда болуына ықпал етеді, бұл сүттің коагуляциясына қажетті оңтайлы рН деңгейін қамтамасыз етеді. Бұл өз кезегінде технологиялық процесс пен дайын өнімнің құрамы мен сапасына әсер етеді. Бұл зерттеуде түйе сүтінен ірімшік алу үшін мезофильді, термофильді және аралас сүт қышқылды бактерияларға жататын әртүрлі коммерциялық ашытқы дақылдары қолданылды. Ірімшіктердің физика-химиялық құрамын талдау нәтижелері айтарлықтай айырмашылықтарды көрсетті: ақуыз мөлшері $11,18 \pm 1,43\%$ -дан $17,85 \pm 1,78\%$ -ға дейін, май мөлшері $34,72 \pm 0,68\%$ -дан $37,12 \pm 0,86\%$ -ға дейін, ылғалдылық $49,45 \pm 1,71\%$ -дан $66,76 \pm 1,49\%$ -ға дейін, ал белсенді қышқылдық $4,79 \pm 0,09$ -дан $5,67 \pm 0,09$ бірлікке дейін өзгерді. Түйе сүтінен ірімшік шығымы $17,97 \pm 1,35$ г/100 г-нан $27,80 \pm 1,98$ г/100 г-ға дейін құрады. Микрофлораның тіршілікке қабілеттілігін талдау CHN-19 және "Lactoferm eco" (Biochem. srl) ашытқы дақылдарын қолдану арқылы дайындалған ірімшікте тірі микроорганизмдердің ең көп мөлшері бар екенін көрсетті.

Түйін сөздер: сүт қышқылы бактериялары, биотехнология, сүт қышқылы, түйе сүті, ірімшік, микрофлора

E.A. Gabrilyants, R.S. Alibekov

M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

The influence of lactic acid bacteria on a number of aspects of the process of producing cheese from camel milk

Abstract. The study of cheese production technology from camel milk remains a relevant task in global science and can significantly contribute to food security and the economic development of Kazakhstan. The processing of camel milk into cheese using modern technological innovations has

become possible due to applied research. The use of starter cultures, camel rennet, and milk enrichment with various ingredients has significantly improved the quality parameters of cheese. Starter cultures, consisting of lactic acid bacteria, play a key role in cheese production. They facilitate curd formation by converting lactose into lactic acid, ensuring an optimal pH level for milk coagulation. This, in turn, affects the technological process, as well as the composition and quality of the final product. This study utilized various commercial starter cultures belonging to mesophilic, thermophilic, and combined lactic acid bacteria for the production of cheese from camel milk. The results of the physicochemical analysis of cheese showed significant differences: protein content ranged from $11.18 \pm 1.43\%$ to $17.85 \pm 1.78\%$, fat content from $34.72 \pm 0.68\%$ to $37.12 \pm 0.86\%$, moisture content from $49.45 \pm 1.71\%$ to $66.76 \pm 1.49\%$, and active acidity from 4.79 ± 0.09 to 5.67 ± 0.09 units. The cheese yield from camel milk ranged from 17.97 ± 1.35 to 27.80 ± 1.98 g/100 g. The analysis of viable microflora revealed that cheese prepared with CHN-19 and "Lactoform eco" (Biochem.srl) starter cultures contained the highest number of viable microorganisms.

Keywords: lactic acid bacteria, biotechnology, lactic acid, camel milk, cheese, microflora

References

1. Dikhanbayeva F., Zhaksylykova G., Syzdykova L., Smailova Z., Tasturganova E. Production of a dairy product based on camel milk for special purposes. // *Periodico Tche Quimica*, 2019. - Vol.16(33). - P. 241-247.
2. Khatoon H., Najam R. Bioactive components in camel milk: Their nutritive value and therapeutic application. // In R.R. Watson, R.J. Collier, V.R. Preedy (Eds.), *Nutrients in dairy and their implications for health and disease*, 2017. - P. 377-387.
3. Ahmed A.E, Babiker I.A and Mohamed T.E. Preparation of fresh soft cheese from dromedary camel milk using acid and heat method // *Res. Opin. Anim. Vet. Sci*, 2013. - Vol. 3(9). - P. 289-292.
4. Linares D.M., Gómez C., Renes, E., Fresno J.M., Tornadijo M.E., Ross R.P., Stanton C. Lactic acid bacteria and bifidobacteria with potential to design natural biofunctional health-promoting dairy foods // *Front. Microbiol*, 2017. - Vol. 8. - P. 846. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00846>
5. Zinov'eva M.E., Shnajder K.L. *Tekhnologiya produktov funktsional'nogo pitaniya*. – Kazan': Izv-vo KNITU, 2016. – 176 s. [in Russian]
6. Seifu, E. Camel milk products: innovations, limitations and opportunities // *Food Prod Process and Nutr*, 2023. - Vol. 5. - P. 15 <https://doi.org/10.1186/s43014-023-00130-7>
7. Bulca S., Dumanoglu B., Ozdemir Omer C. A Study on mixing camel milk with cow, sheep and goat milk in different proportions in yoghurt production. // *Turkish Journal of Agriculture*, 2019. - Vol. 7(12). - P. 2095–2102
8. Konuspayeva G, Camier B, Gaucheron F, Faye B. Some parameters to process camel milk into cheese. // *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 2014. - Vol. 26 (4), - P. 354-8. <https://doi.org/10.9755/ejfa.v26i4.17277>
9. Kongo, J. M. Lactic acid bacteria as starter-cultures for cheese processing: Past, present and future development. In *Lactic Acid Bacteria*. // Intech, Croatia, 2013. - P. 2-22. <https://doi.org/10.5772/5593>
10. Kieliszek M, Pobiega K, Piwowarek K, Kot AM. Characteristics of the Proteolytic Enzymes Produced by Lactic Acid Bacteria. // *Molecules*. - 2021. - Vol. 26(7) - P.1858. <https://doi.org/10.3390/molecules26071858>

11. Othman M., Ariff A.B., Rios-Solis L., Halim M. Extractive Fermentation of lactic acid in lactic acid bacteria cultivation: A review. // Front. Microbiol, 2017. - Vol. 8. - P. 22-85. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02285>

12. Mehaia M.A. Manufacture of fresh soft white cheese (Domiatitype) from dromedary camels milk using ultrafiltration process. // J.Food Technol., 2006. -Vol. 4 - P. 206-212.

13. Fugl A.T., et al. Characterisation of lactic acid bacteria in spontaneously fermented camel milk and selection of strains for fermentation of camel milk. // Int. Dairy J., 2017. - Vol. 73. - P. 19-24. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2017.04.007>

14. Hailu Y., Seifu E., Yilma Z. Physicochemical properties and consumer acceptability of soft unripened cheese made from camel milk using crude extract of ginger (*Zingiber officinale*) as coagulant. // Afr. J. Food Sci., 2014 - Vol. 8. - P. 87-91. <https://doi.org/10.5897/AJFS2013.1102>

15. Siddig S.M., Suliman A.M.E., Salih Z.A., Abdelmuhsin A.A. Quality characteristics of white cheese (Jibna-beida) produced using camel milk and mixture of camel milk and cow milk // Int. J. Food Sci. and Nutrition, 2016 - Vol. 6. - P. 49-54.

Information about authors:

Gabrilyants E.A. – correspondence writer, PhD doctoral student, Department of Biotechnology. M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan.

Alibekov R.S. – candidate of chemical science, professor; M. Auezov South Kazakhstan university, Textile and Food Engineering higherschool. Shymkent, Kazakhstan.

Сведения об авторах:

Габрильянц Э.А. – автор для корреспонденции, PhD докторант, кафедра биотехнологии, Южно-Казахстанский университет им.М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан.

Алибеков Р.С. – кандидат химических наук, профессор, Высшая школа текстильной и пищевой инженерии, Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан.

Авторлар туралы мәліметтер:

Габрильянц Э.А. – хат-хабар авторы, биотехнология кафедрасының PhD докторанты. М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті. Әуезова, Шымкент, Қазақстан.

Әлібеков Р.С. – химия ғылымдарының кандидаты, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің тоқыма және тамақ өнеркәсібі жоғары мектебінің профессоры. М.Әуезова, Шымкент, Қазақстан.