

Ч. Нарангэрэл, докторант кафедры «Технология молочных продуктов. Товароведение и экспертиза товаров», ВСГТУ
Научное направление: *Пищевая биотехнология*

Н.А. Замбалова, канд. экон. наук, ст. преп. кафедры «Метрология, стандартизация и сертификация», ВСГТУ

Научное направление: *Управление качеством продуктов функционального питания*

УДК 637.352:579.872.1

ВЛИЯНИЕ ПРОПИОНОВОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ НА КАЧЕСТВО МЯГКИХ СЫРОВ

Изучено влияние пропионовокислых бактерий на основные технологические параметры получения мягкого сыра из козьего и коровьего молока. Установлено, что мягкие сыры обладают хорошими органолептическими свойствами, нежной консистенцией и содержат высокое количество жизнеспособных клеток пропионовокислых бактерий и витамина B₁₂.

Ключевые слова: *бактериальный концентрат пропионовокислых бактерий прямого внесения, козье молоко, мягкий сыр, сычужное свертывание, витамин B₁₂.*

Ch. Narangerel, N.A. Zambalova, PhD

INFLUENCE OF PROPIONIC ACID BACTERIA ON THE QUALITY OF SOFT CHEESES

The article reveals the effect of propionic acid bacteria on the main technological parameters for obtaining a soft cheese from goat's and cow's milk. It is found out that soft cheeses have good organoleptic properties, delicate texture and contain a high number of viable cells of propionic acid bacteria and vitamin B₁₂.

Key words: *bacterial concentrate of propionic acid bacteria of direct inoculation, goat milk, soft cheese, rennet coagulation, vitamin B₁₂.*

Козье молоко является ценным сырьем. Общий среднегодовой ресурс козьего молока в целом в Монголии составляет порядка 90 млн.л., в России около 400 тыс.т. Однако это ценное сырье используется в цельном виде или в домашних условиях вырабатывают национальные молочные продукты. Это связано с тем, что отсутствуют промышленные технологии производства молочных продуктов из козьего молока.

Одним из перспективных путей расширения ассортимента, увеличения объемов и повышения качества мягких сыров, отвечающих современным требованиям питания, является использование закваски с применением пропионовокислых бактерий.

Пропионовокислые бактерии используют в сыроделии при производстве твердых сыров с высокой температурой второго нагревания и при изготовлении кисломолочных продуктов только в сочетании с другими молочнокислыми бактериями. Сложность изготовления таких продуктов связана с тем, что пропионовокислые бактерии обладают слабой кислотообразующей способностью и не ферментируют молоко.

Ранее нами были изучены физиолого-биохимические свойства различных видов и штаммов пропионовокислых бактерий, полученных из фонда ВКМ Института биохимии и физиологии микроорганизмов (Москва), ВНИИ генетика, коллекции кафедры «Микробиологии» МГУ. В результате проведенных исследований разработан эффективный биотехнологический способ активизации пропионовокислых бактерий в молоке и созданы концентрированные закваски с высокой биохимической активностью, активно ферментирующие молоко и пищевые среды без стимуляторов роста. С использованием концентрированной закваски разработана технология кисломолочного продукта «Целебный», который вырабатывается в регионах Сибири и Дальнего Востока [1,2,3,4].

Результаты наших исследований свидетельствуют, что пропионовые бактерии обладают высокой устойчивостью к соли [5] и активно развиваются при посоле мяса при низких температурах [6], что согласуется с данными, полученными другими авторами [7].

Целью настоящей работы является разработка технологии мягких сыров из козьего и коровьего молока с использованием активизированных культур пропионовокислых бактерий.

В работе использовали бактериальный концентрат на основе *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* штамм МГУ КМ 186, полученный по разработанной нами технологии, активно утилизирую-

щий лактозу, устойчивый к высоким концентрациям поваренной соли и растущий при низких температурах. Активность сквашивания молока 2 Ед. на 200 л. при температуре 30 °С [4].

Все варианты опытов были проведены не менее 3-5 раз; на рисунках представлены данные, обработанные методами математической статистики и корреляционного анализа с применением ЭВМ, используя пакет стандартных программ.

Одним из основных показателей пригодности молока для производства сыра является способность его свертываться под действием сычужного фермента. На способность молока свертываться под действием сычужного фермента и качество сгустка влияет температура пастеризации. Данные, касающиеся влияния режимов тепловой обработки козьего молока на процесс сычужного свертывания, нами в литературе не обнаружены.

В связи с этим авторами изучено влияние режимов тепловой обработки козьего молока на процесс сычужного свертывания. Анализ данных, представленных в таблице 1, свидетельствует, что под действием сычужного фермента сгусток в козьем молоке формируется значительно быстрее, чем в коровьем, и обладает более высокой синергической способностью.

Таблица 1

Влияние тепловой обработки козьего молока на процесс сычужного свертывания

Контрольный показатель	Режим тепловой обработки, °С					
	75±1		85±1		95±1	
	молоко козье	молоко коровье	молоко козье	молоко коровье	молоко козье	молоко коровье
Продолжительность свертывания, мин	18	56	25	72	36	96
Плотность сгустка, г/см ²	17,3	15,3	19,9	18,7	21,2	19,6
Синергическая способность сгустка, мл	30,6	28,3	27,5	25,6	24,6	21,7
Массовая доля сухих веществ в сыворотке, % (среднее значение)	7,04	6,65	6,85	6,50	6,60	6,44

Примечание. Исходное коровье молоко содержало 12,7%, а козье молоко -13,6% сухих веществ.

С повышением режимов тепловой обработки продолжительность сычужного свертывания, как козьего молока, так и коровьего, увеличивается. Однако следует отметить, что при температуре пастеризации 95°С гелеобразование в козьем молоке наступает в 2,5 раза быстрее, чем в коровьем. При этом реологические свойства геля из козьего молока отличаются более высокой плотностью и синергической способностью. Это, вероятно, связано с химическим составом козьего молока. Наличие более высокого количества солей кальция и белка в козьем молоке способствует образованию более прочного сгустка, хорошо выделяющего сыворотку. Установлено также, что по мере повышения температуры пастеризации козьего молока снижается содержание сухих веществ в сыворотке. Это свидетельствует о повышении степени использования сухих веществ козьего молока в результате денатурации сывороточных белков и их осаждения совместно с казеином, что приводит к повышению степени использования сухих веществ козьего молока. Учитывая продолжительность сычужного свертывания, плотность сгустка, степень синергизиса и использование сухих веществ был выбран оптимальный режим пастеризации козьего молока – (95±1)°С.

Известно, что высокая температура обработки молока приводит к нарушению равновесия между фосфорно-кальциевыми солями и фосфатным комплексом казеина, изменению степени дисперсности казеина, переходу растворимых солей кальция в нерастворимое состояние, ухудшению способности молока свертываться сычужным ферментом. К технологическим приемам, восстанавливающим свойства молока, относится созревание. Ранее нами были выбраны оптимальные технологические параметры созревания молока - 16 часов при температуре (10±2)°С, с внесением 0,1% закваски пропионовокислых бактерий, до нарастания титруемой кислотности 23°Т. Было установлено, что при температуре созревания (10±2)°С происходит развитие пропионовокислых бактерий, количество которых достигает достаточного уровня и составляет 10⁴-10⁵ к.о.е. в 1 см³ [8].

В следующей серии опытов изучали влияние созревания козьего и коровьего молока на процесс сычужного свертывания (табл.2). Установлено, что созревание козьего молока, подвергнутого высоко-температурной обработке, повышает сыропригодность молока. С повышением кислотности (зрелости) молока улучшается свертываемость сычужным ферментом и повышаются реологические свойства геля.

Влияние созревания козьего и коровьего молока на процесс сычужного свертывания и рост пропионовокислых бактерий

Качественные показатели	Молоко без созревания	Титруемая кислотность молока, °Т		
		20	23	25
Козье молоко				
Продолжительность свертывания, мин	36	28	25	18
Синергическая способность, мл	24,6	25,2	28,6	28,9
Плотность сгустка, г/см ²	21,2	21,5	22,8	23,0
Количество клеток пропионовокислых бактерий, к.о.е. в 1см ³	-	6,6·10 ⁴		
Коровье молоко				
Продолжительность свертывания, мин	72	56	48	44
Синергическая способность, мл	25,6	25,8	26,2	26,4
Плотность сгустка, г/см ²	18,7	18,9	19,3	19,5
Количество клеток пропионовокислых бактерий, к.о.е. в 1см ³	-	5·10 ⁵		

Следует отметить, что в результате развития пропионовокислых бактерий во время созревания образующаяся пропионовая кислота способствует переходу фосфорнокислых солей, находящихся в коллоидном состоянии, в растворимое и это, вероятно, ускоряет свертывание козьего молока под действием сычужного фермента и улучшает реологические свойства геля.

При выработке сыров, особенно мягких, важно изучить динамику выделения влаги в процессе самопрессования сырной массы (рис. 1). Содержание влаги в сыре определяет ход микробиологических процессов на последующих этапах его производства. Следует отметить, что процесс обезвоживания сырной массы из козьего и коровьего молока идет примерно на одинаковом уровне.

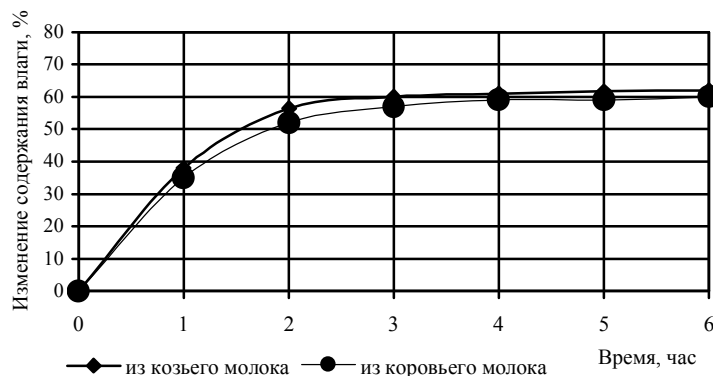


Рис. 1. Изменение содержания влаги в процессе обезвоживания сырной массы при самопрессовании

Посолка не только влияет на органолептические показатели сыра, но и регулирует протекание микробиологических и биохимических процессов. В результате проведенных исследований установлено, что процесс просаливания сыра из козьего молока протекает интенсивнее по сравнению с контролем (рис. 2). Это, вероятно, обусловлено более нежной консистенцией сыра из козьего молока.

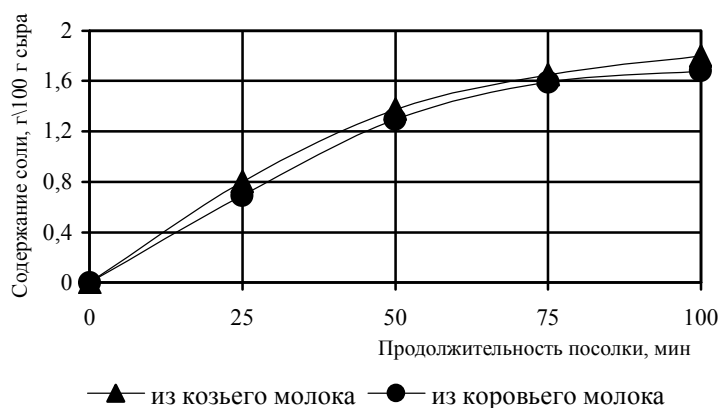


Рис. 2. Исследование кинетики просаливания мягких сыров

Проведенные исследования позволили разработать и обосновать технологии изготовления мягких сыров из козьего и коровьего молока с использованием пропионовокислых бактерий (табл.3).

Таблица 3

Технологическая карта производства мягких сыров с использованием пропионовокислых бактерий

Операции	Вид мягкого сыра	
	из козьего молока	из коровьего молока
Приемка молока и оценка его качества	охлаждение, резервирование, подогрев, очистка	
Нормализация смеси	по массовой доле жира и белка	
Пастеризация молока	$(95 \pm 1)^\circ\text{C}$, 15-20 с	$(85 \pm 1)^\circ\text{C}$, 15-20 с
Охлаждение молока	до $(10 \pm 2)^\circ\text{C}$	
Созревание молока	при $10 \pm 2^\circ\text{C}$, 16 ± 4 ч, внесение 0,1% закваски пропионовокислых бактерий	
Внесение компонентов	при $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$, доза закваски пропионовокислых бактерий – 3%, 40%-ный раствор CaCl_2 – 10-40 г/100 кг, 1-2%-ный раствор сычужного фермента 1-2 г/100 кг, вымешивание в течение 5 мин.	
Свертывание молока	25 ± 5 мин. $t = 30 \pm 2^\circ\text{C}$	48 ± 5 мин. $t = 30 \pm 2^\circ\text{C}$
Обработка сгустка	$t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$, разрезка на кубики $20 \times 20 \times 20$ см и вымешивание в течение 5 мин.	
Посолка в зерне	300 – 600 г/100 кг.	
Формование и самопрессование	$t = (20 \pm 2)^\circ\text{C}$, в течение 6 ч.	
Упаковка и маркировка	в кашированную или ламинированную фольгу или в подпергамент и алюминиевую фольгу	
Хранение	при $(6 \pm 2)^\circ\text{C}$, относительной влажности $80 \pm 5\%$	

Качественные показатели мягких сыров представлены в таблице 4.

Данные таблицы 4 показывают, что полученные сыры обладают приятным кисломолочным вкусом, нежной консистенцией, содержат высокое количество жизнеспособных клеток пропионовокислых бактерий и витамина В₁₂, который находится в продукте в легкоусвояемой коферментной форме. Следует отметить, что мягкий сыр из козьего молока характеризуется более нежной однородной пластичной консистенцией, вследствие более высокого содержания сывороточных белков.

Нами установлена высокая жизнеспособность клеток пропионовокислых бактерий в процессе хранения (рис.3).

Как показывают данные рисунка, численность клеток пропионовокислых бактерий составляет 10^8 к.о.е в 1 г, а при дальнейшем хранении до 15 суток снижается до 10^7 к.о.е. в 1 г, что свидетельствует о высоких пробиотических свойствах продукта. С учетом жизнеспособности клеток и органолептических показателей срок годности мягких сыров составляет 10 суток.

Характеристика мягких сыров

Наименование показателя	Характеристика	
	сыр из козьего молока	сыр из коровьего молока
Внешний вид	Поверхность чистая, без корки, со следами перфорированной формы, слегка увлажненная, допускается незначительная деформация формы	
Вкус и запах	Кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов, допускается привкус козьего молока	Кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов
Консистенция	Нежная, однородная по всей массе, пластичная	Мягкая, однородная по всей массе, в меру плотная
Цвет теста	От белого до светло-желтого, равномерный по всей массе	
Рисунок	На разрезе отсутствуют глазки, допускается наличие пустот	
Содержание жира в сухом веществе, %	40±2	40±2
Содержание влаги, %	62±2	62±2
Содержание соли, %	1,5±0,2	1,5±0,2
Витамин В ₁₂ , мкг\100 г	42	45
Количество жизнеспособных клеток пропионовокислых бактерий, к.о.е в 1 г сыра на конец срока годности, не менее	10 ⁶	10 ⁶
Бактерии группы кишечной палочки в 1г сыра	Не допускаются	
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы в 50 г сыра	Не допускаются	

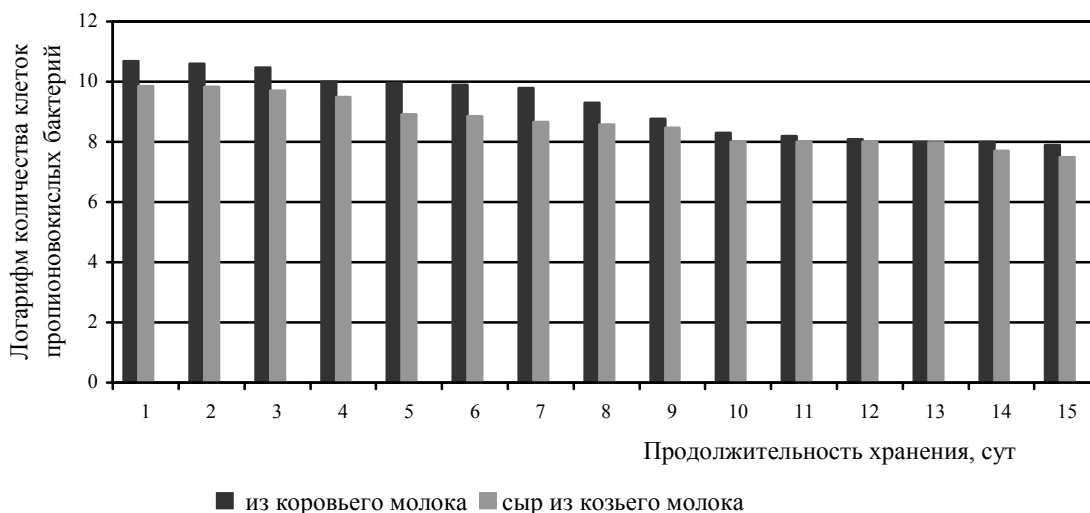


Рис. 3. Изменение количества жизнеспособных клеток пропионовокислых бактерий в процессе хранения мягких сыров

В результате проведенных исследований разработана технология мягких сыров с высокими потребительскими свойствами.

Библиография

1. Хамагаева И.С. Разработка технологии кисломолочного продукта функционального питания // Материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. «Пища. Экология. Человек»/ МГУ ПБ. – М., 2001.
2. Хамагаева И.С., Кривоносова А.В., Раднаева Р.Б. Биотехнологический потенциал пропионово-кислых бактерий // Молочная промышленность. 2007. №11.

3. *Хамагаева И.С., Белозерова Л.М.* Продукт кисломолочный «Целебный» // Молочная промышленность. 2005. №5. (ТУ 9222-008-02069473-2004).
4. ТУ 9229-007-02069473-2005. «Закваска пропионовокислых бактерий «Пропионикс» концентрированная прямого внесения».- Улан-Удэ. Республика Бурятия, 2005.- 10с. (Свидетельство о государственной регистрации № 77.99.11.9.У.13851.12.05 от 06.12.2005).
5. *Хамагаева И.С., Кривonosова А.В., Михайлова О.А.* Устойчивость пропионовокислых бактерий к поваренной соли // Хранение и переработка сельхозсырья. 2009. № 5.
6. *Хамагаева И.С., Ханхалаева И.А., Барнакова Н.К.* Новый бактериальный препарат для колбасных изделий // Мясная индустрия. 2006. №3.
7. *Воробьева Л.И.* Пропионовокислые бактерии. - М.: Изд-во МГУ, 1995. - 288с.
8. *Хамагаева И.С., Нарангэрэл Ч.* Влияние процесса созревания козьего молока на качество сгустков // Материалы III Междунар. науч.-практ. конф. «Пищевая промышленность и агропромышленный комплекс: достижения, проблемы, перспективы». - Пенза, 2009.

Bibliography

1. *Hamagaeva I.S.* Development of technology for fermented milk product of functional foods: Proceedings of IV Intern. Scientific Conf. "Food. Ecology. Man/ MSU SDS. – M., 2001.
2. *Hamagaeva I.S., Krivonosova A.V., Radnaeva R.B.* Biotechnological potential of propionic acid bacteria // Dairy industry. 2007. № 11.
3. *Hamagaeva I.S., Belozerova L.M.* Cultured milk food "Tselebnyj" // Dairy industry. 2005. № 5. (ТУ 9222-008-02069473-2004).
4. ТУ 9229-007-02069473-2005. " Ferment of propionic acid bacteria «Propioniks» concentrated, of direct inoculation" .- Ulan-Ude. Republic of Buryatia, 2005 .- 10p. (Certificate of state registration number 77.99.11.9.U.13851.12.05 from 06.12.2005).
5. *Hamagaeva I.S., Krivonosova A.V., Mikhailova O.A.* Stability of propionic acid bacteria to salt // Storage and processing of agricultural raw materials. 2009. № 5.
6. *Hamagaeva I.S., Hanhalaeva I.A., Barnakova N.K.* A new bacterial preparation for the sausage // Meat industry. 2006. № 3.
7. *Vorob'eva L.I.* Propionic acid bacteria .- Moscow: Moscow State University .- 1995 .- 288p.
8. *Hamagaeva I.S., Narangerel Ch.* Effect of maturation of goat's milk on the quality of clusters // Proceedings of the III Intern. Scientific Conf. "Food industry and agroindustrial complex: achievements, problems and prospects" .- Penza, 2009.