

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СКВАШИВАНИЯ КОРОВЬЕГО МОЛОКА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЗАКВАСОЧНОЙ МИКРОФЛОРЫ ВЕРБЛЮЖЬЕГО МОЛОКА, ВЫЗЫВАЮЩЕЙ СПОНТАННУЮ ФЕРМЕНТАЦИЮ

А. Оразов, Л.А. Надточий, Ruixia Gu, А.В. Проскура, М.Б. Мурадова

В данной работе исследовались способы сквашивания коровьего молока закваской на основе верблюжьего молока, полученной путем спонтанной ферментации. Объектом изучения было пастеризованное коровье молоко 3,2%-ой жирности, в которое в равных количествах вносилась закваска, в качестве закваски использовался кисломолочный продукт shubat из верблюжьего молока. Далее исследуемые образцы культивировались при различных температурах в термостате в течение 24 часов. Температурный режим культивирования подбирался в зависимости от вида МКБ и дрожжей. Для получения достоверных результатов все эксперименты проводились в трёхкратной повторности. Результаты титруемой и активной кислотности показали, что наибольшая активность развития микроорганизмов наблюдалась в третьем образце: термофильных молочнокислых стрептококков, сквашенных при 40°C. Термофильные молочнокислые стрептококки по сравнению с другими видами молочнокислых микроорганизмов сбраживают лактозу с образованием молочной кислоты, тем самым способствуя повышению кислотности в продукте за короткие сроки. Интенсивность развития термофильных молочнокислых микроорганизмов протекает за 6 часов, мезофильных за 12 часов, дрожжей за 24 часа. Проведение сенсорного анализа дало соответствующие для кисломолочного продукта органолептические показатели: вкус, запах, консистенцию, цвет и внешний вид.

Ключевые слова: коровье молоко, верблюжье молоко, молочнокислые бактерии, дрожжи, шубат, активная кислотность, титруемая кислотность, органолептические показатели, сквашивание.

ВВЕДЕНИЕ

По своим диетическим и лечебным качествам кисломолочные продукты выделяются из ряда продуктов животного происхождения [1]. Доказано, что усвояемость кисломолочных продуктов превышает усвояемость молока благодаря биохимическим процессам, протекающим под влиянием микроорганизмов. Диетические свойства кисломолочных продуктов обусловлены воздействием на секреторную деятельность желудка и кишечника, в результате чего железы пищеварительного тракта интенсивнее выделяют ферменты, ускоряющие переваривание пищи. Обладая приятным, слегка освежающим и острым вкусом, кисломолочные продукты возбуждают аппетит, повышают моторную деятельность пищеварительного тракта, тем самым улучшая общее состояние организма [2,3].

Регулярное употребление в пищу кисломолочных продуктов способствует укреплению нервной системы из-за накопления в них крайне необходимых человеку витаминов группы В, синтезируемых молочнокислыми бактериями. Помимо этого, установлено, что

содержание некоторых витаминов в конечных продуктах возрастает в результате спиртового брожения [4]. Благоприятное влияние кисломолочных продуктов на человеческий организм объясняется научно-обоснованным воздействием микроорганизмов и веществ, образующихся в результате биохимических процессов, протекающих при сквашивании молока (молочной кислоты, спирта, углекислого газа, антибиотиков, витаминов). Бактерицидные свойства кисломолочных продуктов напрямую связаны с антибиотической активностью развившихся в них молочнокислых бактерий и дрожжей [5].

Широкий ассортимент кисломолочных продуктов создан на базе различных видов молока сельскохозяйственных животных под воздействием заквасочной микрофлоры при соблюдении определенных условий технологического процесса. В разных частях мира кисломолочные продукты на основе верблюжьего молока имеют уникальные названия, например, в Судане и Сомали особой популярностью пользуется продукт «gar-iss» (кислый), он также известен как «hameedh» или «humadah». В Южной Афри-

ке, Кении и в Сомали подобный продукт получил название - «*suusac*». В Турции популярен кисломолочный напиток - «*chal*» и иначе называется, как «тюркский напиток». В Казахстане широкое распространение получил национальный продукт «*shubat*» [6].

Особенностью перечисленных кисломолочных продуктов является уникальный видовой состав микроорганизмов, вызывающий спонтанную ферментацию молока верблюжьего. Такие продукты получаются в результате смешанной ферментации в результате развития молочнокислой микрофлоры и дрожжей. По мнению ряда авторов, кисломолочные продукты, полученные на основе спонтанной ферментации верблюжьего молока, содержат достаточно высокое количество этанола в результате спиртового брожения, присущего нативной микрофлоре верблюжьего молока [7]. По органолептическим показателям подобные продукты обладают однородной, в меру вязкой консистенцией, характерным белым цветом, свойственным верблюжьему молоку, ярко выраженным запахом и вязущим вкусом [8].

Основываясь на данных таблицы 1, можно судить о химическом составе продуктов на основе верблюжьего молока. Очевидно, что вариация в химическом составе между тремя ферментированными продуктами зависит от множества факторов, включая физиологические особенности верблюдов, условия содержания животных, такие как доступность воды, наличие свежих (зеленых) кормов, сезонные условия [9]. Помимо этого, в производстве кисломолочных продуктов наиболее важным фактором является подбор заквасочных культур и создание условий для их оптимального развития [10].

Таблица 1. Сравнительный анализ химического состава продуктов на основе верблюжьего молока

Наименование продукта	Сухие вещества	Жир	Белок	Углеводы	Зола
<i>Gariss</i>	11%	5%	3,4%	5%	1,3%
<i>Suusac</i>	12,5%	4%	3%	5%	-
<i>Shubat</i>	14,5%	4,3%	4,4%	5%	0,7%
Верблюжье молоко	12%	5%	3,2%	16%	1%

Производство кисломолочного напитка на основе верблюжьего молока (*shubat*) в рамках действующих предприятий отрасли РФ невозможно по причине особой специ-

фичности сырьевого источника. В связи с этим в данной работе предпринята попытка использования заквасочной микрофлоры шубата для производства кисломолочного продукта на основе распространенного сырьевого ресурса – молока коровьего.

Цель данного исследования связана с оптимизацией традиционной технологии производства казахского кисломолочного напитка шубат и ее адаптация к промышленному производству в РФ с возможностью вырабатывать безопасные продукты гарантированного качества на основе имеющихся сырьевых ресурсов РФ, в частности коровьего молока [11,12].

Задачами настоящей работы являлось – изучение динамики кислотонакопления в процессе сквашивания коровьего молока под действием заквасочной микрофлоры, вызывающей спонтанную ферментацию верблюжьего молока, и выявление наиболее оптимальных условий развития изучаемой заквасочной микрофлоры.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследования использовали коровье пастеризованное молоко с массовой долей жира, равной 3,2% (ГОСТ 31450-2013), приобретенное в торговой сети. Далее молоко дополнительно пастеризовали. В качестве заквасочной микрофлоры использовался кисломолочный продукт спонтанной ферментации верблюжьего молока, полученный из Южного региона Казахстана.

Готовили три образца по 100 мл коровьего молока. Перед внесением заквасок коровье молоко предварительно пастеризовали до $87\pm 2^\circ\text{C}$ с выдержкой 10-15 минут на водяной бане [13]. После пастеризации молоко немедленно охлаждали до соответствующей температуры заквашивания (20°C , 30°C , 40°C). Вносили верблюжью закваску в каждый образец в стерильном боксе: на 100 мл коровьего молока 10 мл закваски. Смеси выдерживали в термостате при 20°C , 30°C , 40°C в течение 24 часов. По истечению часа измеряли титруемую кислотность и показатель pH. Опыт проводился согласно схеме на рисунке 1

Титруемую кислотность определяли титриметрическим методом с применением индикатора фенолфталеина согласно ГОСТ 3624-92 [14].

Активную кислотность определяли с помощью прибора pH-метра 410 согласно ГОСТ 32892-2014 [15].

После сквашивания определяли качественный состав микрофлоры сквашенного

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СКВАШИВАНИЯ КОРОВЬЕГО МОЛОКА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЗАКВАСОЧНОЙ МИКРОФЛОРЫ ВЕРБЛЮЖЬЕГО МОЛОКА, ВЫЗЫВАЮЩЕЙ СПОНТАННУЮ ФЕРМЕНТАЦИЮ

продукта путем микрофотоирования фиксированных препаратов, окрашенных метиленовым синим.

Обезжиренное предметное стекло прожигали в пламени горелки и охлаждали, наносили каплю воды, в которую петлей внесли исследуемый материал и распределили тонким равномерным слоем по стеклу. Полученный мазок высушивали при комнатной температуре.



Рисунок 1 - Схема опыта

Для фиксации мазка предметное стекло медленно проводили 3-4 раза через пламя спиртовки. Микроорганизмы при фиксации погибают, плотно прикрепляются к поверхности стекла и не смываются при дальнейшей обработке. Более длительное нагревание может вызвать деформацию клеточных структур [16].

После фиксации приступают к окраске препарата. Окрашивали мазок метиленовым синим и выдерживали 2 мин. Краску смывали дистиллированной водой и высушивали при комнатной температуре. Перед микрофотоированием на поверхность мазка нанесли каплю иммерсионного масла. [17]. Рассматривали препарат при помощи микроскопа (Биомед 1И) с объективом x 100.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты данного анализа показали, что наибольшая активность развития микроорганизмов наблюдалась в третьем образце, сквашенном при 40°C (рис.2, рис.3). Термофильные молочнокислые стрептококки проявляет себя во всех случаях нарушения режимов культивирования грибков – повышения температуры, увеличения выдержки и т.д. Интенсивное развитие ее в закваске приводит к излишнему повышению кислотности и к подавлению мезофильных молочнокислых

стрептококков. Из рисунка 2 видно наиболее интенсивное развитие термофильных микроорганизмов происходит в период с 4 по 6 час, мезофильных с 10 по 12 час, дрожжей до 24 часов. Как видно из диаграммы (рис.2) титруемая кислотность образца, сквашенного при 40°C увеличивается быстрее, чем у образцов, сквашенных при 20°C и 30°C. Это ещё раз доказывает наличие в составе сквашенного продукта термофильных молочнокислых микроорганизмов, которые являются лучшими кислотообразователями, чем мезофильные молочнокислые микроорганизмы и дрожжи. Титруемая кислотность сквашенного образца при температуре 20°C особо не различается, так как в нем меньше кислотообразующих микроорганизмов, чем в остальных двух, сквашенных при 30°C и 40°C.

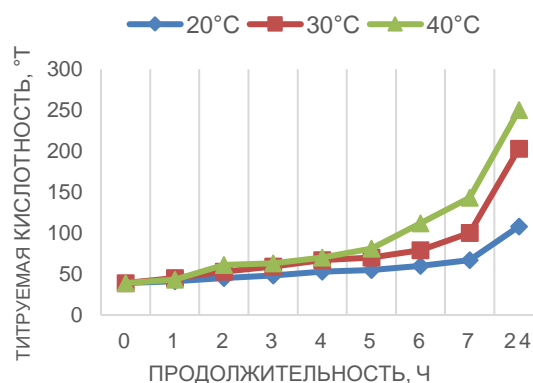


Рисунок 2 - График зависимости титруемой кислотности от продолжительности сквашивания

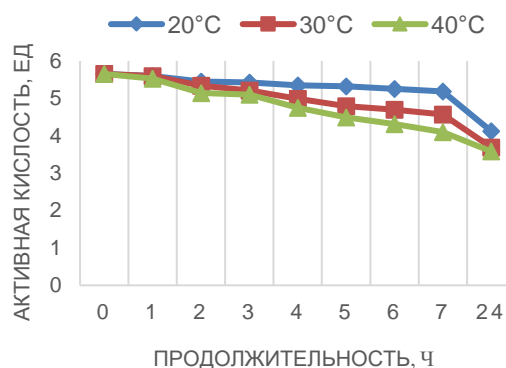


Рисунок 3 - График зависимости активной кислотности от продолжительности сквашивания

Активная кислотность уменьшается в соответствии с повышением титруемой кислотности. Данные из рисунка 3 показывают,

что наибольшую активность проявляют термофильные стрептококки, так как имеют наименьший показатель активной кислотности на протяжении всего периода сквашивания.

Анализируя данные, можно сделать заключение, что при продолжительном культивировании более трёх часов титруемая кислотность увеличивается за счет создания благоприятных температурных условия для

роста молочнокислых микроорганизмов. Резкий рост кислотности наблюдается в температурном диапазоне 30-40 °С. Этот интервал температур является оптимальным для роста микрофлоры [14].

На рисунке 4 представлены фотографии микроскопических препаратов продукта при разных температурах сквашивания.



Рисунок 4 - Микроскопирование препарата продукта

Таблица 2. Сравнительная оценка органолептических показателей шубата с исследуемым продуктом

Наименование показателя	Характеристика	
	Шубат	Исследуемый продукт
Вкус и запах	Чистые, кисло-молочные, без посторонних не свойственных доброкачественному продукту привкусов и запахов. Вкус	Чистые, кисло-молочные без посторонних привкусов и запахов. Вкус слегка острый, допускается
	освежающий, специфический для натурального шубата,	дрожжевой привкус
Цвет	Молочно-белый, со слегка желтоватым оттенком	Молочно-белый, равномерный по всей массе
Консистенция и внешний вид	Жидкая, однородная, газированная, пенящаяся	Однородная, с нарушенным или ненарушенным сгустком. Допускается газообразование, вызванное действием микрофлоры кефирных грибов

Как видно из рисунка 4 в микроскопических препаратах образцов, сквашенных при температуре 20°C, содержатся в основном дрожжи, располагающиеся группой, имеющие форму шариков. В продукте, сквашенном при 30°C имеются преимущественно молочнокислые стрептококки, которые располагаются попарно и короткими цепочками и единичные молочнокислые палочки, которые располагаются поодиночке и попарно. В образце, сквашенном при 40°C наблюдается наибольший рост молочнокислых стрептококков, чем в предыдущих образцах.

Проведя сенсорный анализ сквашенных образцов закваской на основе верблюжьего молока, получили высокие органолептические показатели во всех образцах: приятный вкус, специфический, чистый кисломолочный.

Все полученные три образца не обладали достаточно плотными сгустками для анализ их тиксотропных свойств. Образцы имели приятный кисломолочный вкус и запах. По консистенции сгустков существенные различия не наблюдалось. По результату проделанной экспериментальной работы можно сделать следующие виды:

1. Коровье молоко стало приемлемой базой для сквашивания закваской кисломолочного продукта на основе верблюжьего молока шубат.

2. Более высокая выдержка температурных режимов приводит к быстрому повышению кислотонакопления, а также к интенсивному

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СКВАШИВАНИЯ КОРОВЬЕГО МОЛОКА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЗАКВАСОЧНОЙ МИКРОФЛОРЫ ВЕРБЛЮЖЬЕГО МОЛОКА, ВЫЗЫВАЮЩЕЙ СПОНТАННУЮ ФЕРМЕНТАЦИЮ

развитию и повышению содержания микроорганизмов различных групп.

3. Микроорганизмы закваски на основе верблюжьего молока адаптировались в коровьем молоке при разных температурах сквашивания, свойственных для каждой отдельной группе микроорганизмов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лабинов В.В. Состояние молочного рынка России: проблемы и способы их нивелирования. *Молочная промышленность*. 2013, №4, С.5-8

2. Tamime A.Y. et al. The microstructure of set-style, natural yogurt made by substituting microparticulate whey protein for milk fat. *Intern. J. of Dairy Technology*. 1995, V. 48, pp. 107-111

3. Борисова Г.В., Ожиганова Е.В., Бурькина Т.П. Закваски для кисломолочных продуктов: классификация, характеристики, качество. *Молочная промышленность*. 2008, №6, 73 с.

4. Madodlou A. et al. Rheology, microstructure and functionality of low-fat Iranian white cheese made with different concentrations of rennet. *J. of Food Science*. 2005, V.8, pp. 76-79

5. Robinson R.K., Tamime A.Y. The microbiology of milk product. *In Dairy Microbiology*. 2002, V.2.2nd Edition, pp. 291-343

6. Meldebekova A., Konuspayeva G., Diacono E., Faye B. Heavy Metals and Trace Elements Content in Camel milk and Shubat from Kazakhstan. *Impact of Pollution on Animal Products (NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security)*. 2008, pp. 117-123

7. Dirar H.A. The Indigenous Fermented Foods of the Sudan: a study in African food and nutrition. *CAB. International Wallingford, U.K.*, 1993, pp. 303-344

8. Lore A.T., Mbugua K.S., Wango H.J. Enumeration and identification of microflora in suusac, a Kenyan traditional fermented camel milk product. *Lebensm.-Wiss.-Technol.*, 2005, V.38, pp.125-130

9. Zeleke Z.M. Non-genetic factors affecting milk yield and milk composition of traditionally managed camels (*Camelus dromedarius*) in Eastern Ethiopia. *Livest. Res. Rural*. 2007, V. 19(6)

10. F. Bellisle, J.E. Blundell, L. Dye, M. Fantino, E. Fern, R.J. Fletcher et al. Functional food science, behavior, and psychological functions. *British Journal of Nutrition*. 1998, V.80, P. 173-193

11. Горошенко Л.Г. Тенденция развития российского рынка молочных продуктов. *Молочная промышленность*. 2009, №3, С. 12-16

12. Семенихина В.Ф., Рожкова И.В., Раскошная Т.А., Абрамова А.А. Разработка заквасок для кисломолочных продуктов. *Молочная промышленность*. 2013, №11, С. 30-31

13. ГОСТ 3623-73. Молоко и молочные продукты. Методы определения пастеризации. Москва, 2011, 22 с.

14. ГОСТ 3624-92. Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности. Москва, 1994, 8 с.

15. ГОСТ 32892-2014. Молоко и молочная продукция. Метод измерения активной кислотности. Москва, 2014, 12 с.

16. Турутина Е.С., Шаталин А.Ю., Феоктистова Н.А., Васильев. Выделение бактерий *bacillus subtilis* из объектов ветеринарно-санитарного надзора. Д.А.ФГБОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина». 2016, с 3.

17. Выделение и идентификация бактерий: методические рекомендации для студентов биологического факультета специализации "Микробиология и вирусология" / Сост. О.И. Винникова, А.М. Самойлов, Ю.В. Попова - Х.: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2011. - 60 с.

Оразов Аян, аспирант кафедры прикладной биотехнологии ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9; e-mail: orazov@corp.ifmo.ru, тел: +7(999)539-96-81

Надточий Людмила Анатольевна к.т.н., доцент кафедры прикладной биотехнологии ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9; e-mail: l_tochka@corp.ifmo.ru, тел: +7(921)948-31-61

Ruixia Gu доктор, профессор Колледжа товароведения пищевых продуктов и инженерии, Университет Яньчжоу (Yangzhou), «Ведущая лаборатория биотехнологии молочных продуктов и контроля безопасности», 225100, КНР: Яньчжоу, провинция Цзянсу, ул. Huayang Xilu, 196; e-mail: cczhang@yzu.edu.cn

Проскура Алёна Владиславовна магистрант кафедры прикладной биотехнологии ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9; e-mail: pav060695@mail.ru, тел: +7(981)964-14-25

Мурадова Мариам Башировна студент кафедры прикладной биотехнологии ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9; e-mail: mari.muradova1996@gmail.com, тел: +7(999)527-55-79