

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-53-64>



УДК 637.35'639

© 2021

Поступила 12.05.2021

Received 12.05.2021

Принята в печать 25.06.2021

Accepted 25.06.2021

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СЫРА «МОЦАРЕЛЛА» С ЗАДАННЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ ИЗ КОЗЬЕГО МОЛОКА

Зурет Н. Хатко, Марзият А. Гашева*, Саида К. Кудайнетова

ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»;
ул. Первомайская, д. 191, г. Майкоп, 385000, Российская Федерация

Аннотация. В данной статье показана перспективность производства сыра «Моцарелла» из козьего молока на сухой закваске. Сыры содержат жизненно необходимые компоненты питания, являются биологически полноценными и занимают важное место в пищевом рационе. Актуальной проблемой является поиск новых ресурсов. Решением может стать расширение ассортимента сыров за счет молока не только коров, но и других сельскохозяйственных животных, например коз, молоко которых быстрее усваивается и применяется в лечебном и профилактическом питании. На потребительском рынке продукты из козьего молока представлены в основном фермерскими хозяйствами, и их ассортимент невелик. Авторами проведено исследование, посвященное подбору заквасочных культур, содержащих пробиотические культуры из бифидобактерий, ацидофильной палочки и термофильного стрептококка, для оптимизации технологического процесса производства сыра «Моцарелла» на основе козьего молока. Данные культуры представляют собой полезную микрофлору, населяющую организм человека, помогающую усваивать питательные вещества и переваривать пищу. Важным качеством пробиотиков, обеспечивающим их физиологическое действие, является высокая скорость роста и совместимость с другими микроорганизмами, присутствующими в желудочно-кишечном тракте. Установлено, что все исследуемые образцы козьего молока по составу имеют показатели, отвечающие требованиям ГОСТа на козье молоко. Сравнительный анализ коровьего и козьего молока показал преимущественные показатели качества козьего молока в сравнении с коровьим. Изучены процессы свертывания и ферментации козьего молока под действием различных заквасочных культур. Обосновано применение пробиотической закваски АВТ-5-Probio-Тес™, ускоряющей технологический процесс и придающей продукту функциональные свойства. Доказана возможность использования козьего молока в производстве сыров с чеддеризацией и термомеханической обработкой. Микроскопирование образца сыра «Моцарелла» на закваске «АВТ-5» показало, что бифидобактерии выживают после термической обработки при высоких температурах.

Ключевые слова: козье молоко, коровье молоко, сыр «Моцарелла», закваска, пробиотические культуры, микроскопирование, термоустойчивость, свертываемость, органолептические и физико-химические показатели, функциональные свойства

Для цитирования: Хатко З.Н., Гашева М.А., Кудайнетова С.К. Разработка технологии сыра «Моцарелла» с заданными функциональными свойствами из козьего молока // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 5. С. 53-64. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-53-64>

DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY OF «MOZZARELLA» GOAT CHEESE WITH SPECIFIED FUNCTIONAL PROPERTIES

Zuret N. Khatko, Marziyat A. Gasheva *, Saida K. Kudainetova

*FSBEI HE «Maykop State Technological University»;
191 Pervomayskaya str., Maykop, 385000, the Russian Federation*

Abstract. The article shows the prospects for the production of Mozzarella cheese of goat milk and dry sourdough. Cheese contains vital nutritional components, they are biologically complete and play an important role in the diet. Searching for new resources is an urgent problem. The solution may be to expand the range of cheeses not only of cow milk, but also of other farm animals, for example, goats. Their milk is absorbed faster and is used in medical and preventive nutrition. On the consumer market goat milk products are mainly represented by farms, and their range is small. The authors carried out the research on the selection of starter cultures containing probiotic cultures from bifidobacteria, acidophilus bacillus and thermophilic streptococcus, to optimize the technological process for the production of Mozzarella cheese based on goat milk. These cultures represent a beneficial microflora that inhabits the human body, helping to absorb nutrients and digest food. An important quality of probiotics that ensures their physiological effect is their high growth rate and compatibility with other microorganisms present in the gastrointestinal tract. It has been found that all the studied samples of goat milk in terms of composition have indicators that meet the requirements of GOST for goat milk. Comparative analysis of cow and goat milk has shown predominant indicators of the quality of goat milk in comparison with cow milk. The processes of coagulation and fermentation of goat milk under the influence of various starter cultures have been studied. The use of ABT-5-Probio-Tec™ probiotic starter culture, which accelerates the technological process and imparts functional properties to the product, has been substantiated. The possibility of using goat milk in the production of cheeses with cheddaring and thermomechanical processing has been proven. Microscopic examination of a sample of Mozzarella cheese on ABT-5 sourdough has shown that bifidobacteria survive after heat treatment at high temperatures.

Keywords: goat milk, cow milk, Mozzarella cheese, starter culture, probiotic cultures, microscopy, thermal stability, coagulability, organoleptic and physico-chemical indicators, functional properties

For citation: Khatko Z.N., Gasheva M.A., Kudainetova S.K. Development of the technology of «Mozzarella» goat cheese with specified functional properties. *New technologies*. 2021; 17(5):53-64. (In Russ). <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-53-64>

Сыры содержат все жизненно необходимые компоненты питания, являются вкусными, диетическими и биологически

полноценными, сбалансированными продуктами [4]. Используя управляемые биотехнологические способы производства,

можно получить сыры не только с приемлемыми органолептическими параметрами, но и с заданными функциональными свойствами.

Актуальной проблемой является поиск новых ресурсов. Решением может стать расширение ассортимента сыров за счет молока не только коров, но и других сельскохозяйственных животных. Например, получение сыров из козьего молока – это шаг к промышленной переработке молока козы. В настоящий момент на рынке продукты из козьего молока представлены в основном фермерскими хозяйствами, и ассортимент их невелик, хотя козье молоко обладает преимущественными признаками по сравнению с коровьим молоком – быстрее усваивается и применяется в лечебном и профилактическом питании.

Цель работы – подбор заквасочных культур и обоснование технологических процессов производства сыра «Моцарелла» на основе козьего молока.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

1) изучение состава молока местных пород коз;

2) определение органолептических и физико-химических показателей и технологических свойств козьего молока;

3) сравнение характеристик молока коз и молока коров как сырья для производства сыра «Моцарелла»;

4) анализ процессов свертывания и ферментации козьего молока под действием различных заквасочных культур и определение наилучшей заквасочной культуры.

Объектами исследований служили: козье молоко, заквасочные культуры (рисунк 1), сыр «Моцарелла» из козьего молока.

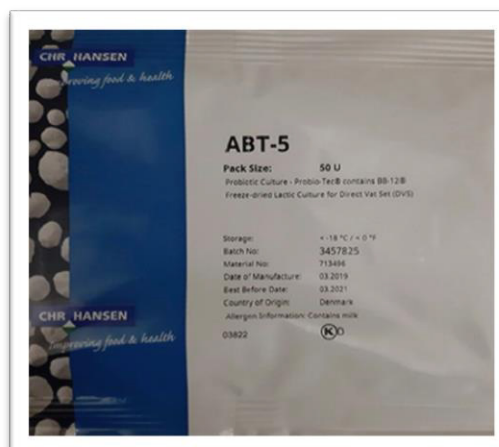
Закваска STI-14 – термофильная бактериальная культура, в составе которой содержится чистый термофильный стрептококк. Данная закваска используется на сегодняшний день при производстве сыров.

Закваска ABT-5-Probio-Tec™ – закваска для пробиотических продуктов. В состав закваски входят такие культуры, как ацидофильная палочка (*Lactobacillus acidophilus*), термофильный стрептококк (*Streptococcus Thermophilus*) и бифидобактерии (*Bifidobacterium*).

Для оценки количественных и качественных показателей изучаемых объектов использовались следующие современные экспериментально-аналитические методы анализа, общепринятые



а



б

Рис. 1. Закваски: ABT-5-Probio-Tec™(а); STI-14 (б)

Fig. 1. Starter cultures: ABT-5-Probio-Tec™ (a); STI-14 (b)

в пищевой промышленности: органолептическая оценка – дегустационный; определение температуры – термометрический; массовой доли белка – метод Къельдаля; массовой доли жира – кислотный метод Гербера; массовой доли сухих веществ – рефрактометрический; титруемой кислотности – титриметрический; группы чистоты – метод фильтрации; плотности – ареометрический; содержание соматических клеток – метод на воздействие препарата «Мастоприм» на клеточную оболочку соматических клеток; термоустойчивости – по алкогольной пробе; свертываемости – с помощью сычужного фермента.

На первом этапе исследования был изучен состав и свойства молока местных пород коз. Для проведения исследований

были взяты три контрольных образца козьего молока, полученные от разных пород коз, таких как: образец 1 – Зааненская; образец 2 – Нубийская; образец 3 – Англо-нубийская.

В данных образцах определялись жир, белок и сухие вещества. Полученные результаты приведены в таблице 1.

Как показывают данные таблицы 1, все три исследуемых образца козьего молока по составу имеют показатели, отвечающие требованиям ГОСТа на козье молоко [1].

На следующем этапе исследовались органолептические, физико-химические и технологические свойства козьего молока, представленные в таблицах 2, 3, 4.

Как показывают данные таблицы 2, все три исследуемых образца козьего

Таблица 1

Состав молока коз местных пород

Table 1

Composition of local goats' milk

Наименование показателя	Характеристика исследуемых образцов		
	1	2	3
Массовая доля жира, %	4,1	4,0	3,7
Массовая доля белка, %	3,7	3,0	3,1
Массовая доля сухих веществ, %	13,7	12,7	13,4

Таблица 2

Органолептические характеристики исследуемых образцов

Table 2

Organoleptic characteristics of the test samples

Наименование показателя	Характеристика исследуемого образца		
	1	2	3
Внешний вид и консистенция	Однородная жидкость без осадка и хлопьев белка	Однородная жидкость без осадка и хлопьев белка	Однородная жидкость без осадка и хлопьев белка
Вкус и запах	Чистый, без посторонних запахов и привкусов, не свойственных свежему козьему молоку	Чистый, без посторонних запахов и привкусов, не свойственных свежему козьему молоку. Привкус козьего молока	Чистый, без посторонних запахов и привкусов, не свойственных свежему козьему молоку
Цвет	Белый	Белый	Белый

Таблица 3

Физико-химические показатели молока коз местных пород

Table 3

Physical and chemical indicators of local goats' milk

Наименование показателя	Характеристика исследуемого образца		
	1	2	3
Кислотность, °Т	18	19	19
Группа чистоты	I	I	I
Плотность, кг/м ³	1029,0	1029,0	1030,0
Содержание соматических клеток в 1 см ³ , г	до 500 тыс.	до 500 тыс.	до 500 тыс.

молока имеют хорошие органолептические показатели. Однако образец 2 отличается от остальных образцов, т.к. имеет привкус козьего молока. Далее была дана характеристика исследуемым образцам козьего молока по физико-химическим показателям. Полученные результаты приведены в таблице 3.

Далее исследовались технологические свойства козьего молока: сычужная свертываемость и термоустойчивость. Как известно, козье молоко отличается низкой термоустойчивостью [5]. Термоустойчивость молока определялась по алкогольной пробе. Для этого молоко исследуют при температуре 20±2 °С. Определяют при помощи водных растворов этилового спирта (68, 70, 72, 75, 80%). Свертываемость молока определялась по стандартной методике с помощью сычужного фермента. В зависимости от продолжительности свертывания молоко делят на три группы

[3]. Полученные результаты сведены в таблицу 4.

Как показывают данные таблицы 4, термоустойчивость молока местных пород коз выражена достаточно хорошо, но, если сравнивать с привычным коровьим молоком, термоустойчивость козьего молока будет намного ниже. Эта особенность может быть обусловлена пониженным содержанием в молоке коз αs1-казеиновой фракции, которая придает молоку высокую термоустойчивость [8]. Исходя из этого, в технологической схеме производства пастеризация (t 72...76°C с выдержкой 20 с) была заменена на термизацию при t 65...72°C с выдержкой 20...30 мин. Также молоко имеет желательный плотный сгусток. Образец 1 относится к I группе (свертываемость молока хорошая) по продолжительности свертывания, а образец 2 и 3 ко II группе (свертываемость молока нормальная).

Таблица 4

Технологические свойства козьего молока

Table 4

Technological properties of goat milk

Образец козьего молока	Состояние сычужного сгустка	Продолжительность свертывания, мин.	Группа термоустойчивости молока
1	Плотный	I (<15)	I
2	Плотный	II (15...40)	III
3	Плотный	II (15...40)	II

Таблица 5

Сравнительная характеристика молока коз и молока коров

Table 5

Comparative characteristics of goat milk and cow milk

Наименование показателя	Характеристика	
	Молоко козье	Молоко коровье
Массовая доля жира, %	4,0	3,8
Массовая доля белка, %	3,3	3,3
Массовая доля сухих веществ, %	13,3	12,8
Кислотность, °Т	19	17
Группа чистоты	I	II
Плотность, кг/м	1029,2	1028, 0
Содержание соматических клеток в 1 см ³	до 500 тыс.	до 500 тыс.

На следующем этапе исследования проводилась сравнительная характеристика молока коз и молока коров как сырья для производства сыра «Моцарелла». Для этого было найдено среднее значение трех образцов молока коз местных пород и приведено в сравнение с образцом коровьего молока. Полученные результаты сведены в таблицу 5.

Как показывают данные таблицы 5, две разновидности молока имеют схожие показатели норм, однако норма по жиру козьего молока выше (имеет норму 4,0, когда у коровьего 3,8), а допустимое содержание соматических клеток в козьем молоке меньше, чем в коровьем [1; 2].

Для разработки технологии производства сыра «Моцарелла» было принято решение взять образец 1 (Зааненская порода коз), т.к. этот образец имеет лучшие органолептические, физико-химические, технологические показатели и не имеет выраженного запаха козьего молока.

Классическая технология «Моцареллы» предусматривает использование молочнокислых микроорганизмов [6].

На втором этапе исследования были взяты два вида заквасок: традиционная STI-14 – термофильный стрептококк и закваска для пробиотических продуктов – АВТ-5-Probio-Тес™.

Для проведения исследования было взято молоко Зааненской породы коз (образец 1). После пастеризации молоко охлаждалось до температуры заквашивания 37°С, после чего образцы козьего молока были заквашены двумя заквасочными культурами (АВТ-5-Probio-Тес™ и STI-14). В процессе заквашивания образцов нарастание кислотности шло почти равномерно. В смеси с закваской АВТ-5-Probio-Тес™ нарастание кислотности шло чуть быстрее, по сравнению с STI-14, т.к. ацидофильная палочка, входящая в состав АВТ-5-Probio-Тес™, способствует быстрому повышению кислотности [7]. Кислотность проверялась каждые 30 минут в течение 2,5...3 часов.

Полученные результаты сведены в таблицу 6 и представлены на рисунке 2.

Как показывают данные таблицы 6 и рисунка 2, кислотность в образце с закваской АВТ-5-Probio-Тес™ нарастает чуть быстрее, за счет присутствия в ней ацидофильной палочки, которая способствует повышению кислотности [7].

Далее сырная масса исследуемых образцов подвергалась чеддеризации. Чеддеризация – это процесс, в ходе которого активно протекает молочнокислое брожение, а сырная масса приобретает характерную слоисто-волоконистую

Таблица 6

Изменение кислотности в исследуемых образцах

Table 6

Change in the acidity in the test samples

Время процесса	Заквасочная культура	
	ABT-5-Probio-Tec™	STI-14
10:00	16	16
10:30	17	17
11:00	18	17
11:30	20	18
12:00	20	19
12:30	21	19
13:00	—	21

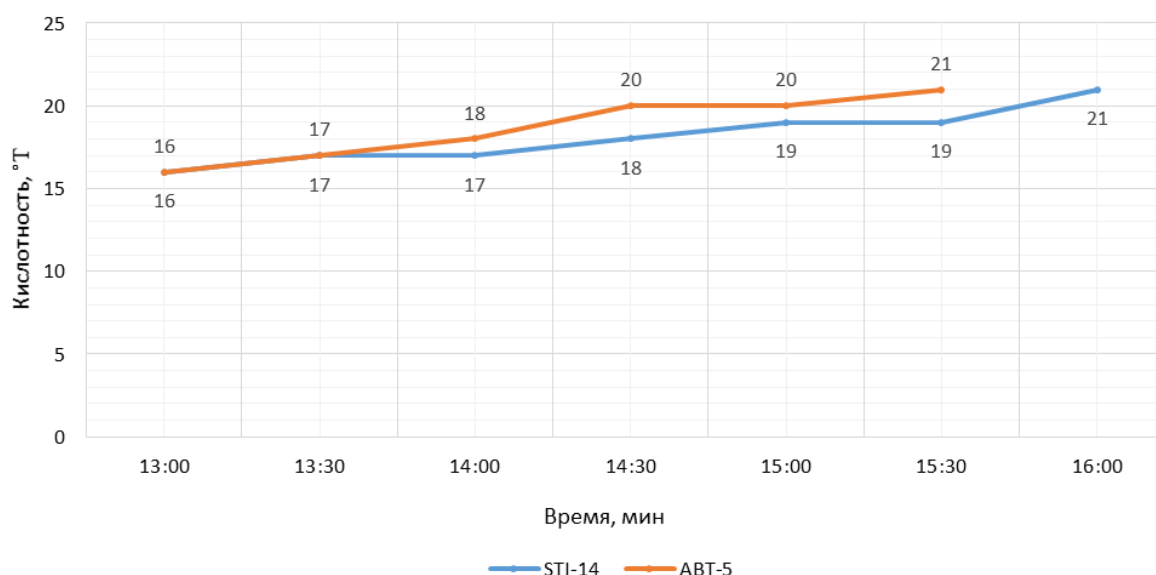


Рис. 2. Изменение кислотности двух образцов с разными заквасочными культурами

Fig. 2. Change in the acidity of two samples with different starter cultures

структуру. В процессе чеддеризации каждые 30 минут проверялась рН исследуемых образцов. Полученные результаты сведены в таблицу 7 и представлены на рисунке 3.

Как показывают данные таблицы 7 и рисунка 3, в образце с закваской АВТ-5 рН достигает требуемого значения намного быстрее.

Образцы сырной массы с разными заквасочными культурами представлены на рисунке 4.

После того как рН в массе достигал значения 5,1, сырная масса подверглась плавлению и формованию при высоких температурах. Температура была взята в пределах 65...70°C.

В ходе микропирования выяснилось, что ацидофильная палочка способна выживать при температуре 65...70°C (рисунок 5).

Технология предусматривает частичную посолку в процессе плавления или в рассоле. В работе проводилась

Таблица 7

Показатели pH исследуемых образцов

Table 7

pH indicators of the studied samples

Время процесса	Закваска	
	ABT-5-Probio-Tec™	STI-14
12:30	6,0	—
13:00	5,8	6,1
13:30	5,5	6,0
14:00	5,3	5,9
14:30	5,1	5,7
15:00	—	5,5
15:30	—	5,3
16:00	—	5,1

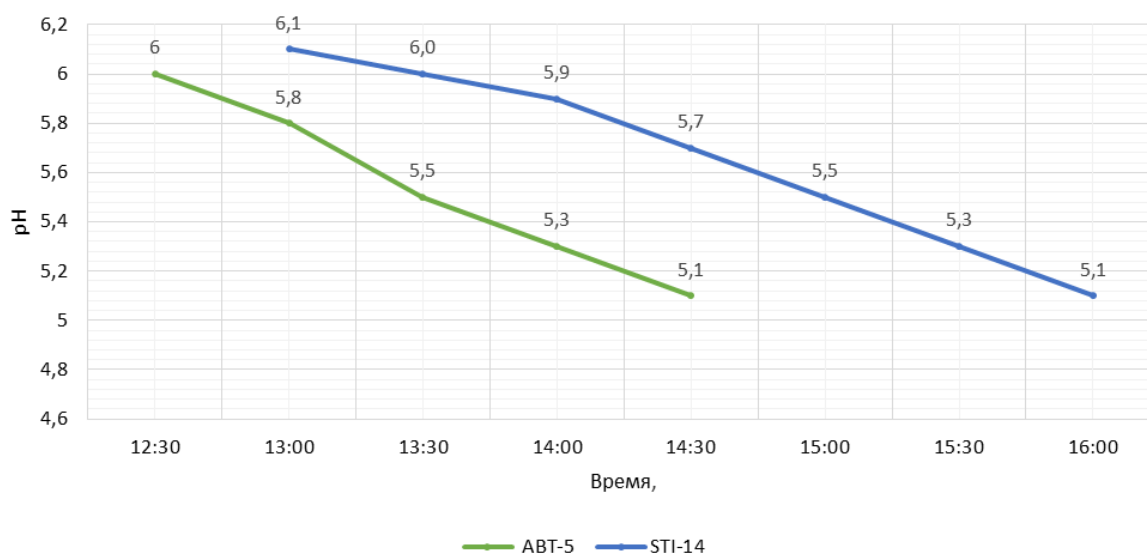


Рис. 3. Изменение pH двух образцов с разными заквасочными культурами

Fig. 3. pH change of two samples with different starter cultures

кратковременная посолка сыра «Моцарелла» в рассоле (рисунок 6).

Получившиеся образцы сыра «Моцарелла» показаны на рисунке 7.

После получения сыра «Моцарелла» из козьего молока была проведена его дегустационная оценка, для этого была взята 5-балльная шкала. Результаты дегустационной оценки приведены в таблице 8 и в профилограмме на рисунке 8.

Как показывают данные таблицы 8 и профилограммы органолептического анализа, оба образца имеют высокие оценки. Установлено, что сыр с закваской ABT-5-Probio-Tec™, по сравнению с сыром с закваской STI-14, имеет более выраженный и приятный вкус, однородную и нежную консистенцию. Также присутствие в закваске ABT-5-Probio-Tec™ пробиотических культур позволяет придать сыру функциональную направленность.

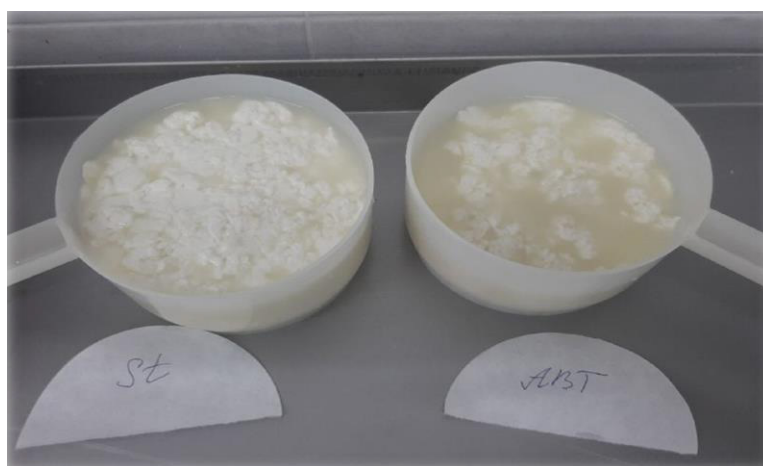


Рис. 4. Образцы сырной массы с разными заквасочными культурами

Fig. 4. Samples of cheese mass with different starter cultures

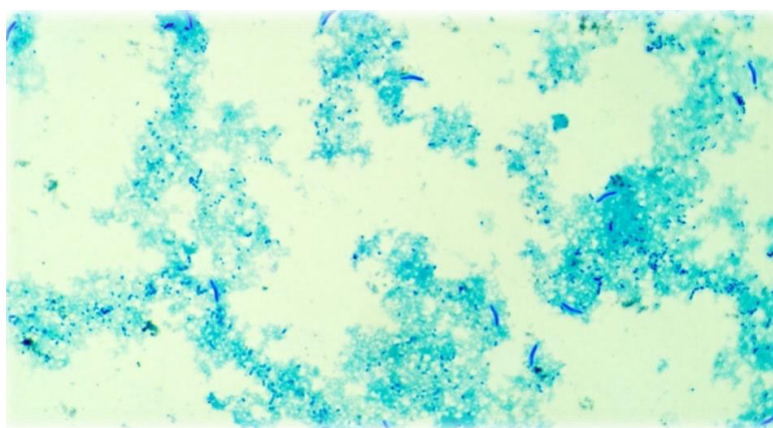


Рис. 5. Кокки и ацидофильная палочка под микроскопом (увеличение – 100х/1,25 мк)

Fig. 5. Cocci and acidophilus bacillus under a microscope (magnification – 100x/1,25 μm)

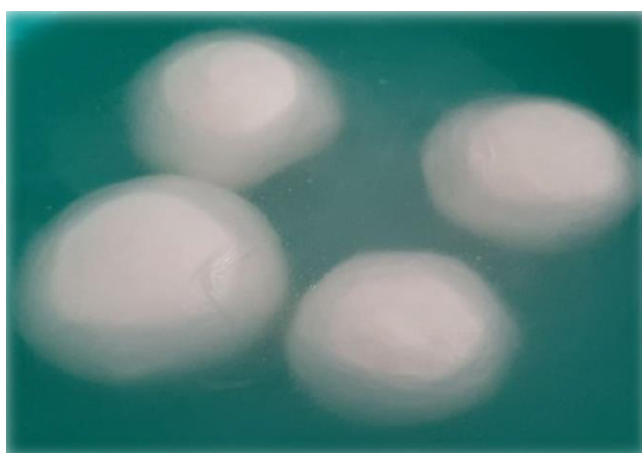


Рис. 6. Посолка сыра в рассоле

Fig. 6. Salting the cheese in brine

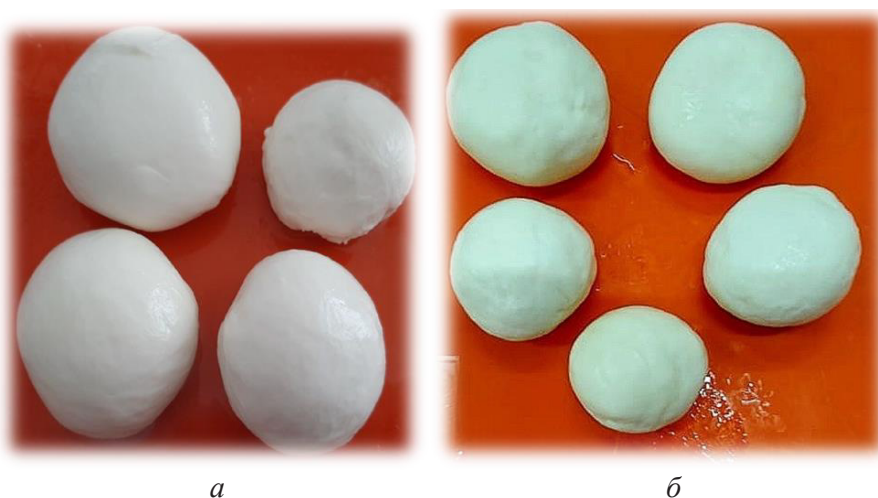


Рис. 7. Сыр «Моцарелла» с закваской: ABT-5-Probio-Tec™(а), STI-14 (б)

Fig. 7. Mozzarella cheese with sourdough: ABT-5-Probio-Tec™ (a), STI-14 (b)

Таблица 8

Органолептическая оценка образцов сыра

Table 8

Sensory evaluation of cheese samples

Наименование продукта	Оценка продукта по 5-балльной шкале					Примечания
	Внешний вид	Вкус и запах	Консистенция	Цвет	Общий балл	
Сыр «Моцарелла» с закваской ABT-5-Probio-Tec™	5	5	5	5	20	—
Сыр «Моцарелла» с закваской STI-14	5	4	4	5	18	—

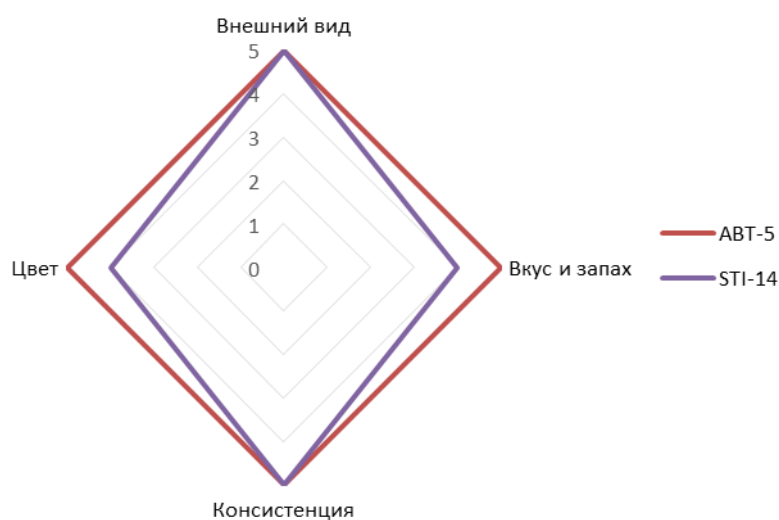


Рис. 8. Профилограмма органолептического анализа образцов сыра

Fig. 8. Profilogram of organoleptic analysis of cheese samples

Выводы:

1. Изучение состава молока местных пород коз показало, что все образцы козьего молока по составу имеют показатели, отвечающие требованиям ГОСТа на козье молоко.

2. Исследование органолептических и физико-химических показателей и технологических свойств козьего молока позволяет использовать козье молоко Зааненской породы для производства сыра «Моцарелла».

3. Сравнительный анализ коровьего и козьего молока показал, что по многим показателям козье молоко превосходит коровье.

4. Изучены процессы свертывания и ферментации козьего молока под действием различных заквасочных культур, в результате чего была выбрана пробиотическая закваска АВТ-5-Probio-Тес™, ускоряющая технологический процесс и придающая продукту функциональные свойства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ 32940-2014 «Молоко козье сырое. Технические условия». М.: Стандартиформ, 2019. 18 с.
2. ГОСТ Р 52053-2003 «Молоко коровье сырое (с Изменением от 19 октября 2019 г). Технические условия». М.: Стандартиформ, 2020. 29 с.
3. Ермолова Л.С., Кунижев С.М., Аполохова С.Ф. Биологически активные компоненты козьего молока – важные слагаемые здоровья человека // Овцы, козы, шерстяное дело. 2002. № 3. С. 42–46.
4. Мустафина Г.Н. Физико-химический состав молока коз и продуктов его переработки // Сыроделие и маслоделие. 2008. № 1. С. 28–29.
5. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / А.В. Гудков [и др.]. М.: ДеЛипринт, 2014. 804 с.
6. Смирнов Е.А., Сорокина Н.П. Бактериальные закваски и концентраты в биотехнологии сыроделия: материал технической информации // Сыроделие и маслоделие. 2008. № 6. С. 16.
7. Сборник рекомендаций по приготовлению и применению бактериальных заквасок, препаратов и концентратов в молочной промышленности. Углич: ВНИИМС, 2007. 27 с.
8. Чебакова Г.В., Зачесова И.А. Оценка качества молока и молочных продуктов: учебно-методическое пособие. М.: ИНФРА-М, 2019. 182 с.

REFERENCES:

1. GOST 32940-2014 «Raw goat milk. Technical conditions». Moscow: Standartinform; 2019. 18 p. (In Russ).
2. GOST R 52053-2003 Raw cow milk (as amended on October 19, 2019). Technical conditions. Moscow: Standartinform; 2020. 29 p. (In Russ).
3. Ermolova L.S., Kunizhev S.M., Apolokhova S.F. Biologically active components of goat milk – important components of human health. Sheep, goats, wool business. 2002; 3:42–46. (In Russ).
4. Mustafina G.N. Physical and chemical composition of goat milk and products of its processing. Cheese making and butter production. 2008; 1:28–29. (In Russ).
5. Gudkov A.V. [et al.] Cheese making: technological, biological and physicochemical aspects. Moscow: DeLiprint; 2014. 804 p. (In Russ).
6. Smirnov E.A., Sorokina N.P. Bacterial starters and concentrates in biotechnology of cheese making: material of technical information. Cheese making and butter making. 2008; 6:16. (In Russ).
7. Collection of recommendations for the preparation and use of bacterial starters, preparations and concentrates in the dairy industry. Uglich: VNIIMS; 2007. 27 p. (In Russ).
8. Chebakova G.V., Zachesova I.A. Assessment of the quality of milk and dairy products: a teaching aid. Moscow: INFRA-M; 2019. 182 p. (In Russ).

Информация об авторах / Information about the authors

Зурет Нурбиевна Хатко, заведующая кафедрой технологии пищевых продуктов и организации питания ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», доктор технических наук, доцент

znkhatko@mail.ru

Марзият Асланчериевна Гашева, доцент кафедры технологии пищевых продуктов и организации питания ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», кандидат технических наук

irina-gasheva@yandex.ru

Саида Каплановна Кудайнетова, магистрант ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»

saidakudainetova@yandex.ru

Zuret N. Khatko, head of the Department of Food Technology and Organization of Nutrition, FSBEI HE «Maykop State Technological University», Doctor of Technical Sciences, an associate professor

znkhatko@mail.ru

Marziyat A. Gasheva, an associate Professor of the Department of Food Technology and Organization of Nutrition, FSBEI HE «Maykop State Technological University», Candidate of Technical Sciences

irina-gasheva@yandex.ru

Saida K. Kudainetova, a post graduate student of FSBEI HE «Maykop State Technological University»

saidakudainetova@yandex.ru