

УДК 637.334.34

ИССЛЕДОВАНИЕ СЫРОПРИГОДНОСТИ МОЛОКА КОРОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЮРЮНСКОГО СЫРА

Елисеева Людмила Иннокентьевна

доктор с.-х. наук, профессор кафедры пищевых технологий и индустрии питания
ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет»

г. Якутск, Россия

e-mail: eliseeva401@mail.ru

Гоголева Прасковья Алексеевна

кандидат с.-х. наук, доцент, зав. кафедрой пищевых технологий и индустрии питания
ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет»

г. Якутск, Россия

e-mail: kaf_textop@mail.ru

Аннотация. Цель исследования: определение сыропригодности молока. Задачи: определить сыропригодность молока коров; изучить технологические свойства молока; разработка технологии производства мюрюнского сыра. Мюрюнский сыр – это якутский национальный сыр, который относится к группе мягких сыров. Пищевая и биологическая ценность данного сыра объясняется высоким содержанием жиров (18%), белка (16-17%), кальция, витаминов, наличием незаменимых аминокислот, органических кислот. Энергетическая ценность мюрюнского сыра составляет 228 ккал/953 кДж. Вырабатывают из нормализованного пастеризованного молока способом кислотной коагуляции белков молока и дальнейшей обработкой белкового сгустка. В сыроделии предъявляют особые требования к качеству молока, поэтому произведен анализ качества молока. Сыропригодность молока зависит от показателей химического состава, технологических, физико-химических, биологических свойств молока. Результаты исследования качества молока показывают, что по химическому составу молоко обладает высоким содержанием белка (3,3-3,5%), жира (3,6-4,2%), лактозы (4,3-4,5%), сухого обезжиренного молочного остатка (8,2-8,7%), сухого вещества (11,8-12,8%), казеина (2,6-2,7%), сывороточных белков (0,7%). А также установлено оптимальное соотношение между компонентами молока: между жиром и белком 1,10-1,24; между СОМО и жиром 0,48-0,50, между белком и СОМО 0,40-0,41, что подтверждает сыропригодность молока по химическому составу. Также важную роль играют размеры мицелл казеина и равномерность их распределения (665-728 мкм). При производстве мюрюнского сыра приняты следующие показатели молока: массовая доля белка в сыром коровьем молоке составила $3,40 \pm 0,01\%$, жира – $3,90 \pm 0,02\%$, лактозы – $4,40 \pm 0,02\%$, СОМО – $8,50 \pm 0,02\%$, сухое вещество – $12,40 \pm 0,02\%$. Показатели технологического процесса производства мюрюнского сыра следующие: массовая доля жира не менее 43%, влаги не более 60%, соли не более 2%.

Ключевые слова: молоко коровье, качество, технология, мягкие сыры, сухое вещество, мицеллы.

RESEARCH ON THE CHEESE SUITABILITY OF COW'S MILK FOR THE PRODUCTION OF MURUN CHEESE

Lyudmila I. Eliseeva

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Food Technologies and the Food Industry

Arctic State Agrotechnological University

Yakutsk, Russia

e-mail: eliseeva401@mail.ru

Praskovya A. Gogoleva

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,

Head of the Department of Food Technologies and the Food Industry

Arctic State Agrotechnological University

Yakutsk, Russia

e-mail: kaf_textop@mail.ru

Abstract. The purpose of the study is to determine the cheese suitability of milk. The research tasks are to determine the cheese suitability of cow's milk; to study the technological properties of milk; development of technology for the production of Murun cheese. Murun cheese is the Yakut national cheese, which belongs to the type of soft cheeses. The nutritional and biological value of this cheese is explained by the high content of fats (18%), protein (16-17%), calcium, vitamins, the presence of essential amino acids, organic acids. The energy value of Murun cheese is 228 kcal or 953KJ. It is produced from standardized pasteurized milk by acid coagulation of milk proteins and further processing of a protein coagulum. Special requirements are imposed on the quality of milk in the cheese industry; therefore, an analysis of the quality of milk has been made. The cheese suitability of milk depends on the indicators of the chemical composition, technological, physico-chemical, biological properties of milk. The results of the milk quality study show that the chemical composition of milk is characterized by a high content of protein (3.3-3.5%), fat (3.6-4.2%), lactose (4.3-4.5%), skimmed milk residue (8.2-8.7%), dry matter (11.8-12.8%), casein (2.6-2.7%), whey proteins (0.7%). And there is also an optimal ratio between the components of milk: between fat and protein 1.10-1.24; fat and MSNF 0.48-0.50, protein and MSNF 0.40-0.41, which confirms the chemical suitability of milk. Also the size of casein micelles and the uniformity of their distribution (665-728 microns) play a significant role. For the production of Murun cheese, the following milk indicators were adopted: the mass fraction of protein in raw cow's milk was $3.40 \pm 0.01\%$, fat – $3.90 \pm 0.02\%$, lactose – $4.40 \pm 0.02\%$, MSNF – $8.50 \pm 0.02\%$, dry matter – $12.40 \pm 0.02\%$. The indicators of the technological process of the production of Murun cheese are as follows: the mass fraction of fat is not less than 43%, moisture is not more than 60%, salt is not more than 2%.

Keywords: cow's milk, quality, technology, soft cheeses, dry matter, micelles

Введение

Поголовье крупного рогатого скота в Якутии по данным государственной статистики на 2023 год составило 182699 голов, в том числе коров - 70507 голов. Предприятия молочной отрасли Якутии относятся к предприятиям малой мощности (5-10 т молока в смену). Для таких предприятий, чтобы компенсировать сезонность производства молока, выгодно вырабатывать мягкие сыры без созревания или твердые сыры с низкой температурой второго нагревания по унифицированной технологии [1]. Данные технологии основаны на сочетании бактериальной мезофильной закваски со специально подобранными штаммами молочнокислых палочек, которые обеспечивают стабильность технологического процесса. В нашем случае для ускорения кислотной коагуляции добавляют болгарскую палочку или *L. helveticus*. Основной целью предприятий малой мощности является расширение ассортимента сыров, поэтому разработка технологии мюрюнского сыра будет актуальной в данной ситуации.

Цель исследования: определение сыропригодности молока коров для производства мягкого сыра.

Задачи исследования:

- определить сыропригодность молока коров;
- изучить технологические свойства молока;
- разработка технологии производства мюрюнского сыра.
- оценка качества сыра.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования были молоко сырое, нормализованное молоко, мягкий мюрюнский сыр и технология. Экспериментальные исследования проводились на базе и в лабораториях в ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет». В настоящее время исследования продолжаются. Состав и физические свойства молока были определены на анализаторе «Клевер-2М» и приборе рН-метр-термометр «Нитрон-рН». При определении витаминов и минеральных веществ использованы общепринятые методы по требованиям государственных стандартов. В работе использованы расчетные, физико-химические методы исследования, позволяющие охарактеризовать свойства, химический состав и биологическую ценность объектов [2-8].

Результаты исследования и обсуждение

Сыропригодность молока – это основной показатель при производстве любого вида сыра. От сыропригодности молока зависит скорость свертывания, плотность сгустка. Сыропригодность молока характеризуется химическим составом, физико-химическими, биологическими и технологическими свойствами молока.

Продолжительность технологического цикла производства любых видов сыра и качество сгустка определяются составом и свойствами молока, бактериальной закваски, сычужного фермента, дозой хлорида кальция, кислотностью молока, температурой свертывания, режимом пастеризации и другими факторами [9,10]. В таблице 1 представлены результаты исследования качества молока.

Таблица 1

Химический состав молока коров

Показатель	Содержание	
	среднее	интервал колебаний
Массовая доля жира, %	3,9±0,03	3,60-4,20
Массовая доля белка, %	3,40±0,04	3,30-3,50
В том числе казеина, %	2,65±0,04	2,62-2,67
Сывороточные белки, %	0,75±0,04	0,68-0,83
Массовая доля лактозы, %	4,40±0,04	4,30-4,50
Сухое вещество, %	12,40±0,04	11,80-12,80
СОМО, %	8,50±0,04	8,20-8,70

Сыропригодное молоко отличается высоким содержанием белка, жира, СОМО и оптимальным соотношением между ними. На рисунке 1 приведены соотношения между компонентами в исследуемом молоке.

Исследуемое молоко характеризуется оптимальным соотношением между компонентами (рис.1). Такое молоко образует плотный сгусток и является благоприятной средой для развития молочнокислых бактерий.

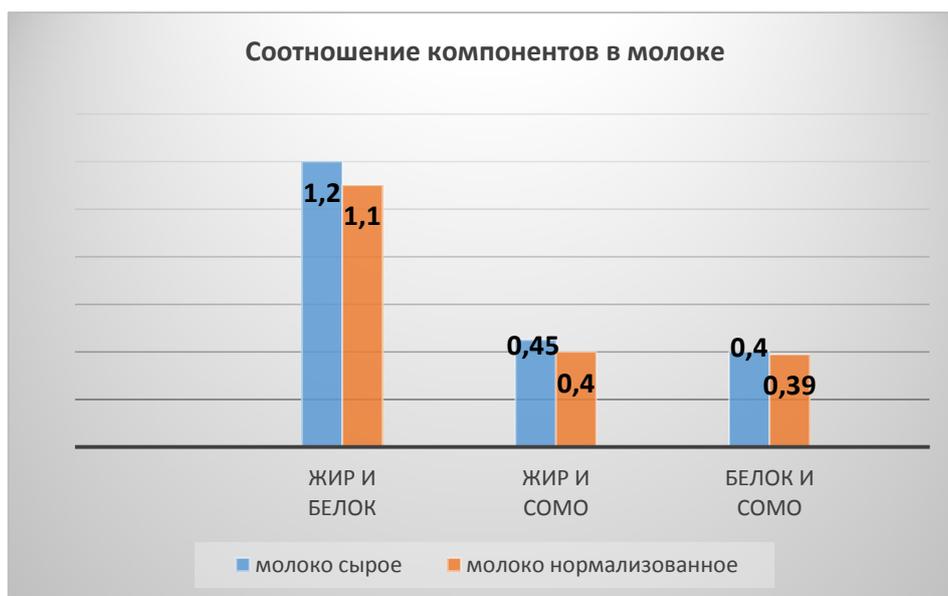


Рис. 1. Соотношение компонентов в молоке

Свежее коровье молоко характеризуется определенными органолептическими (цвет, консистенция, вкус, запах) и физико-химическими свойствами (плотность, вязкость, кислотность, осмотическое давление, электропроводность и другие). По органолептическим и физико-химическим показателям оценивают натуральность и качество молока-сырья, значит пригодность сырья к промышленной переработке. По этим свойствам характеризуют правильность прохождения физико-химических и биохимических процессов при обработке молока, выработке молочных продуктов, а также определяют качество молочных продуктов [11,12]

На рисунке 2 приведены значения основных физико-химических свойств сырого и нормализованного молока. Нормализация проведена по массовой доле жира и белка в сыром молоке.

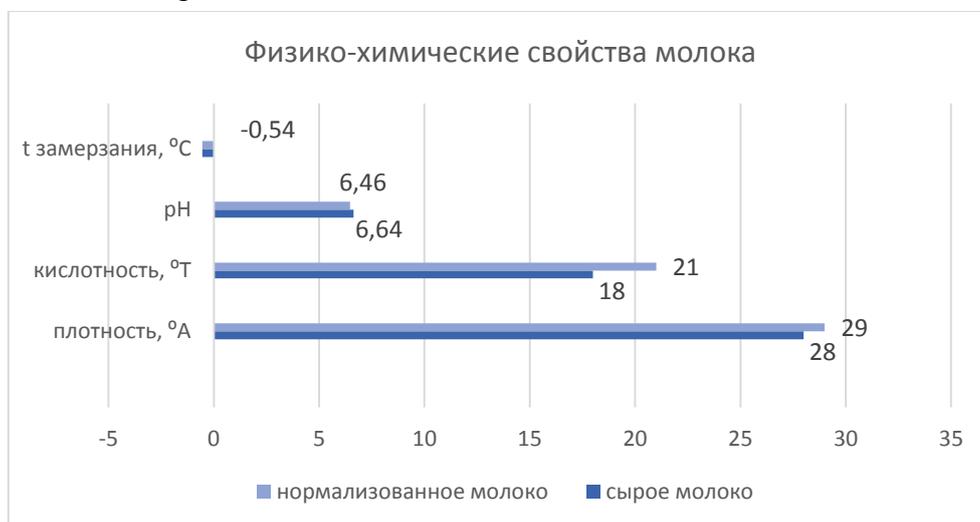


Рис. 2. Физико-химические свойства молока

Титруемая кислотность свежего молока является критерием оценки свежести молока и составляет 18°T . Значение pH отражает концентрацию ионов водорода, значение pH сырого молока составляет 6,64, нормализованного молока – 6,46. Плотность в градусах ареометра составляет соответственно свежего молока 28, нормализованное молоко – 27. Температура замерзания, как и плотность, является показателем натуральности молока и составляет $-0,540^{\circ}\text{C}$ для обоих видов молока.

Вязкость и поверхностное натяжение молока зависят от массовой доли, дисперсности и гидратационных свойств белка. Минеральные вещества влияют на кислотность, осмотическое давление, электропроводность, температуру замерзания (табл. 2).

Таблица 2

Содержание минеральных веществ в молоке, мг

Компонент молока	Содержание в 100 г молока	
	Россия	Якутия
Макроэлементы, мг		
Кальций	96-150	128
Калий	100-184	150
Фосфор	40-120	95
Натрий	28-80	47
Магний	6-34	16
Макроэлементы, мг		
Железо	26-120	48
Йод	1-34	2
Кобальт	0,8-25	4
Медь	2-70	11
Фтор	1-28	27
Марганец	3-27	5
Хром	2-7	1,6
Цинк	200-650	410
Селен	2-100	1,2

Таблица 3

Содержание витаминов в молоке, мкг/кг

Показатель	Среднее по России	Якутия
Витамин А (ретинол)	130-350	130
В-каротин	115	110
Витамин В ₁ (тиамин)	300-900	300
Витамин В ₂ (рибофлавин)	1000-2000	900
Витамин С (аскорбиновая кислота)	8-20	10

По сравнению со средними данными России содержание витаминов и минеральных веществ в молоке местных коров низкое, что объясняется суровыми климатическими условиями (табл. 2, 3).

К технологическим свойствам молока относятся термоустойчивость и сычужная свертываемость молока. При наличии в молоке в достаточном количестве казеина (2,6%) и солей кальция (130 мг) происходит свертывание молока сычужным ферментом. По продолжительности свертывания молока и качеству сгустка оценивают сыропригодность молока. По результатам анализа молоко сырое было отнесено к I классу. А также определены размеры мицелл казеина. Средний диаметр мицелл казеина составляет 678 ± 14 мкм. Продолжительность свертывания молока сычужным ферментом составило 20 минут. Это, видимо, объясняется более равномерным распределением мицелл по всему объему молока.

Таким образом, результаты исследования химического состава, соотношения между компонентами в молоке, продолжительности свертывания молока сычужным ферментом подтверждают, что молоко местных коров пригодно для производства различных видов сыра.

Подготовка молока к свертыванию. Мюрюнский сыр вырабатывают из пастеризованного и нормализованного по жиру молока с кислотностью не более 21°T , путем свертывания его кислой молочной сывороткой с последующей обработкой по технологическому циклу [14].

Кислотность сыворотки должна быть в пределах от 85 до 100°T . Для ускорения нарастания кислотности сыворотки добавляют закваску на чистых культурах болгарской палочки или *L. helveticus* в объеме 1% от массы.

Свертывание молока и образование сгустка. Молоко пастеризуют при температуре $93-95^{\circ}\text{C}$. При постоянном перемешивании вносят кислую сыворотку в количестве 8-10% массы молока. Сыворотку вносят медленно небольшими порциями по краям аппарата. Выдерживают при температуре $93-95^{\circ}\text{C}$ до 3-5 минут. Выделяется сыворотка желтовато-зеленоватого цвета с кислотностью $30-33^{\circ}\text{T}$.

Формование и самопрессование. Сырную массу выкладывают сетчатым ковшом в конические емкости, одновременно сливают сыворотку из ванны, оставляя часть во избежание пригорания. Сыр в формах размещают на столе для самопрессования. Самопрессование длится 10-15 минут. За это время сыр один раз переворачивают, при этом слегка встряхивают форму.

Посолка и обсушка сыра. После самопрессования сыр перекладывают в металлические формы. Одновременно производят посолку поверхностей сыра сухой солью из расчета, что содержание соли в готовом сыре не должно превышать 2%. Формы с сыром направляют в камеры с температурой $8-10^{\circ}\text{C}$, где выдерживают 16-18 часов на стеллажах с решетчатыми полками. За это время сыр переворачивают 1-2 раза для улучшения процесса посола и обсушки.

Маркировка, упаковка и хранение. Готовый сыр упаковывают в пергамент, подпергамент или полимерные пленки и направляют на реализацию. Срок реализации мюрюнского сыра составляет не более 10 суток с момента окончания технологического процесса. Срок хранения на заводе составляет не более 3 суток.

Контроль производства. Технологический, микробиологический, органолептический контроль сырья и готовой продукции проводится согласно Программы производственного контроля качества и безопасности молочных продуктов.

Результаты исследования цельного и нормализованного молока приведены в таблице 4.

Таблица 4

Состав цельного и нормализованного молока

Показатель	Массовая доля, %					
	жир	белок	лактоза	казеин	СОМО	сухие вещества
Молоко цельное	3,90	3,40	4,40	2,65	8,50	12,40
Молоко нормализованное	3,40	3,50	4,50	2,70	8,70	12,09

Данные о форме, размерах и массе, органолептические и химические показатели мюрюнского сыра представлены в таблице 5.

При расчете норм расхода смеси на 500 кг сыра приняты следующие данные [14]:

Содержание жира в сухом веществе сыра, % - 46

Содержание влаги в готовом сыре, % - 58

Отход сыра в сыворотку, % - 12

Жирность сыворотки, % - 0,3

Потери жира по всему циклу, % -2,7

Таким образом, высокое содержание массовой доли жира (3,86-4,01%) и белка (3,20-3,60%) в молоке увеличивают выход сыра, улучшают его качество, снижают затраты на производство (табл. 3, 4).

Расход натурального и обезжиренного молока представлен в таблице 6.

Таблица 5

Характеристика готового сыра

Вид сыра	Форма	Размеры, см		Масса, кг
		диаметр	высота	
Мюрюнский	Низкий цилиндр с округленными гранями	18	5	1,2
Органолептические показатели				
Внешний вид		Не имеет корки, поверхность ровная		
Вкус и запах		Чистый, с выраженным вкусом и запахом пастеризации, без посторонних привкусов и запахов		
Консистенция		Нежная, однородная, в меру плотная		
Цвет теста		Светло-желтый		
Рисунок		Отсутствует		
Химические показатели и пищевая ценность				
Массовая доля жира в сухом веществе, %		45		
Массовая доля влаги, %		59		
Массовая доля соли, %		2		
Энергетическая ценность, ккал/кДж		228/953		
Микробиологические				
БГКП (колиформы) в 0,01 г/см ³		не обнаружены		

Патогенные, в т.ч. сальмонеллы в 25 г/см ³	не обнаружены
Листерии <i>L. monocytogenes</i>	не обнаружены
Стафилококки <i>S. aureus</i> в 0,001 г/см ³	не обнаружены

Таблица 6

Расход сырья на 500 кг мюрюнского сыра

Массовая доля жира в натуральном молоке, %	Массовая доля жира в нормализованной смеси, %	Расход, кг		
		натуральное молоко, кг	обезжиренное молоко, кг	нормализованная смесь, кг
3,9	3,4	2871	429	3300

Заключение

Результаты исследования качества молока подтверждают пригодность молока для производства сыра. Массовая доля белка в молоке коров находится в пределах от 3,2 до 3,6%. Содержание жира от 3,9 до 4,5%. Соотношение белка жира в молоке коров можно достичь нормализацией молока.

Пищевая и биологическая ценность объясняется высоким содержанием молочного белка, кальция, наличием незаменимых аминокислот, органических кислот, витаминов, жиров.

Анализ исследования химического состава и физико-химических, органолептических и технологических свойств молока коров показывает, что от породы зависит биохимический состав молока, структура его белковой и жировой фракции, качество продукции. Об этом свидетельствуют кислотность молока, которая имеет постоянное значение (16-18⁰T).

Исследования по данной тематике продолжаются. В перспективе планируется обхватить все районы Якутии, а также решить задачу полного использования сыворотки.

Литература

1. Храмов А.Г. Работа предприятий при ограниченных сырьевых ресурсах // Молочная промышленность. – 2001. - №5. – С.10-15.
2. ТР ТС 033/2013 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции». – Москва: АО «Кодекс». – 2019. – 92 с.
3. ГОСТ Р 52054-2003 Молоко коровье сырое. Технические условия. - Москва: Стандартинформ, 2008.
4. ГОСТ 13928-84 Отбор проб и подготовка их к анализу. – ИПК Издательство стандартов, 2018.
5. ГОСТ 3626-73 Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества. - Москва: Стандартинформ, 2009.

6. ГОСТ Р 54758-2011 Молоко и продукты переработки молока. Методы определения плотности. - Москва: Стандартинформ, 2012.
7. ГОСТ Р 52686 – 2006 Сыры. Общие технические условия. - Москва: Стандартинформ, 2007.
8. ГОСТ 32263 – 2013 Сыры мягкие. Технические условия. - Москва: Стандартинформ, 2014.
9. Ларионов Г.А., Ефимов А.В., Жуков А.А. Определение сыропригодности молока коров для производства сыра «Сулугуни» // Вестник КрасГАУ. 2022. № 1. С. 189–196. DOI:10.36718/1819-4036-2022-1-189-196
10. Бейсембаева, А.Х., Молдабаева, Ж.К., Тохтаров, Ж.Х., Касенов, А.Л. Исследование качества коровьего молока с целью производства безопасных молочных продуктов / А. Х. Бейсембаева, Ж.К. Молдабаева, Ж.Х. Тохтаров, А.Л. Касенов // Вестник КрасГАУ. - 2021. -№ 6. – С.148–155.
11. Абрамова Н.И., Иванова Д.А. Влияние породной принадлежности коров на качественные показатели молока // Молочнохозяйственный вестник. – 2020. - №3. С. 12-21.
12. Кузина Е.Ю., Острецов В.Н. Состояние и перспективы производства сыра в России // Молочнохозяйственный вестник. – 2016. - №1. С. 115-123.
13. Уткина О.С., Ачкасова Е.В., Головкина В.М. Технология производства сыра на основе термокислотного свертывания молока // Вестник КрасГАУ. 2021. - №1. – С. 155-162.
14. ТУ 10 10.51.40-001-013855657-2020 Сыр мягкий «Мюрюнский». Технические условия.