

Научная статья/Research article

УДК 637.3.071

DOI: 10.36718/1819-4036-2025-11-146-155

Лилия Маратовна Суфьянова

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, Россия

sufyanova\_liliya@mail.ru

## ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА МЯГКОГО СЫРА ИЗ КОЗЬЕГО МОЛОКА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В РАЦИОНЕ CHLORELLA VULGARIS

Цель исследования – определить влияние сухой биомассы *Chlorella vulgaris* на качественные показатели образцов мягкого сыра при добавлении ее в рацион кормления коз. Исследования образцов мягкого сыра проводились в условиях лаборатории технологии и экспертизы ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет». Производственный опыт по обогащению рациона коз используемой кормовой добавкой проводился в течение 120 дней в 2024 г. на базе КФХ Князева С.Г., находящегося на территории республики Марий Эл. Для проведения опытов было сформировано 4 группы животных, по 10 голов в каждой. Схема опыта состояла из следующих вариантов: 1 – контрольный (животные получали только основной рацион), во 2-й группе 10 % концентрированных кормов было заменено на сухую биомассу *Chlorella vulgaris*, в 3-й и 4-й группах замена составила 15 и 20 % соответственно. Во время эксперимента раз в 10 дней проводилась контрольная дойка для определения качества молока и учета продуктивности животных. По окончании исследования произвели выработку образцов мягких сыров и оценили их качество по химическим показателям. При анализе состава и свойств молока-сырья и мягких сыров использовали общепринятые методики. Все образцы молока-сырья соответствовали стандарту на молоко козье сырое. Внесение кормовой добавки положительно отразилось на сыропригодных свойствах молока, увеличилось содержание ионизированного кальция и средний диаметр мицелл казеина, быстрее проходил процесс сычужного свертывания. При дальнейшем исследовании образцов мягкого сыра «Хоттабыч» было выявлено, что выход готового продукта повышается в 3-й и 4-й группе на 0,58 и 1,6 % соответственно по сравнению с первой контрольной группой. При сравнении данных, полученных от трех опытных групп, экономически более эффективным является частичная замена концентрированных кормов на 15 % сухой биомассы *Chlorella vulgaris*.

**Ключевые слова:** козье молоко, *Chlorella vulgaris*, одноклеточная микроводоросль, сыропригодные свойства

**Для цитирования:** Суфьянова Л.М. Ветеринарно-санитарная экспертиза мягкого сыра из козьего молока при использовании в рационе *Chlorella vulgaris* // Вестник КрасГАУ. 2025. № 11. С. 146–155. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-11-146-155.

**Финансирование:** исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 24-26-00080).

**Liliya Maratovna Sufyanova**

Mari State University, Yoshkar-Ola, Russia

sufyanova\_liliya@mail.ru

## VETERINARY AND SANITARY EXAMINATION OF SOFT GOAT'S MILK CHEESE WHEN USING CHLORELLA VULGARIS IN THE DIET

*The aim of the study is to determine the effect of *Chlorella vulgaris* dry biomass on the quality of soft cheese samples when added to goat diets. Soft cheese samples were tested in the technology and expertise laboratory of the Mari State University. A production experiment enriching goat diets with the*

feed additive was conducted over 120 days in 2024 at the S.G. Knyazev peasant farm in the Mari El Republic. Four groups of animals, each with 10 heads, were formed for the experiments. The experimental design consisted of the following options: 1 – control (animals received only the basic diet); in the 2nd group, 10 % of the concentrated feed was replaced with *Chlorella vulgaris* dry biomass; in the 3rd and 4th groups, the replacement was 15 % and 20 %, respectively. During the experiment, test milking was conducted every 10 days to determine milk quality and monitor animal productivity. At the end of the study, soft cheese samples were produced and their quality was assessed using chemical parameters. Standard methods were used to analyze the composition and properties of the raw milk and soft cheeses. All raw milk samples met the standard for raw goat milk. The addition of the feed additive had a positive effect on the cheese-making properties of the milk, increasing the ionized calcium content and the average diameter of casein micelles, and accelerating the rennet coagulation process. Further testing of the Hottabych soft cheese samples revealed that the yield of the finished product increased by 0.58 % and 1.6 %, respectively, in the 3rd and 4th groups compared to the first control group. When comparing the data obtained from the three experimental groups, partial replacement of concentrated feed with 15 % dry biomass of *Chlorella vulgaris* was more cost-effective.

**Keywords:** goat's milk, *Chlorella vulgaris*, unicellular microalgae, cheese-making properties

**For citation:** Sufyanova LM. Veterinary and sanitary examination of soft goat's milk cheese when using *Chlorella vulgaris* in the diet. *Bulletin of KSAU*. 2025;(11):146-155. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-11-146-155.

**Funding:** The study was supported by a grant from the Russian Science Foundation (Project № 24-26-00080).

**Введение.** В условиях современной экономической обстановки для производителей молока самым главным критерием ведения не только окупаемого, но и приносящего прибыль фермерского хозяйства является получение максимального количества высококачественной продукции. Для того чтобы молоко-сырье соответствовало требованиям стандартов, необходимо соблюдение ряда условий: использование племенного поголовья, хорошие санитарно-гигиенические условия содержания животных, сбалансированный рацион кормления. К сожалению, добиться полноценности кормов по витаминному и минеральному составу, опираясь только на природные корма, практически невозможно, особенно в стойловый период содержания животных. Для дополнительного обогащения рационов кормления животных необходимыми витаминами, макро- и микроэлементами используются различные виды кормовых добавок [1]. Особый интерес представляют альтернативные кормовые добавки, получаемые из водных ресурсов.

Одними из наиболее часто используемых в кормлении животных являются добавки на основе микроводорослей, в частности спирулины и хлореллы. В их составе содержатся полноценный белок, углеводы, минеральные соли и витамины, а также ценный компонент – хлорофилл, который обладает ценнейшим лечебно-профи-

лактическим действием [2]. Известно положительное влияние компонентов данных микроводорослей на обмен веществ, усваиваемость кормов, сопротивление организма заболеваниям и на продуктивность животных и птиц [3, 4].

Большим потенциалом для развития в нашей стране обладает отрасль козоводства. Козье молоко, благодаря своим уникальным свойствам, идеально подходит для диетического и лечебного питания [5]. Во многих регионах нашей страны набирает популярность производство различных видов сыров из козьего молока. Наиболее выгодным является изготовление мягких сыров [6]. В связи с этим возрастает также заинтересованность исследователей к составу и свойствам козьего молока, а также к факторам, влияющим на его качество. На базе Оренбургского государственного аграрного университета был проведен эксперимент по определению образца, обладающего лучшими сыропригодными свойствами. Сравнительный анализ проводился между двумя вариантами – молоком коз зааненской и нигерийской пород. В результате образец молока, полученный от коз нигерийской породы, быстрее свернулся под действием сычужного фермента, и его расход на производство сыра был меньше [7].

Согласно данным литературных источников, для повышения сыропригодных свойств козьего

молока возможно дополнительное внесение в него следующих компонентов: полисахарида (пектина) и концентрата натурального казеина (КНК) [8]. Однако данный способ требует экономических вложений со стороны производителей молочных продуктов, что несомненно повлияет на стоимость готовой продукции.

Более эффективным способом улучшения качества молока-сырья является обогащение рационов кормовыми добавками. К примеру, данные исследования, проведенного в Волгоградской области, свидетельствуют о положительном влиянии лактулозосодержащей пребиотической кормовой добавки «Лактует-1» на молочную продуктивность коз, увеличении массовой доли основных компонентов молока, повышении содержания йода и селена. Помимо этого, за счет способности пребиотиков связывать и выводить тяжелые металлы из организма животных в молоке опытной группы снизилось содержание свинца, ртути и мышьяка [9].

При анализе имеющихся данных не было найдено литературных сведений, определяющих воздействие *Chlorella vulgaris* на молочную продуктивность коз и качество получаемого молока-сырья, а также его пригодность к дальнейшей переработке на молочную продукцию. Исходя из этого, представляет интерес рассмотрение вопроса, связанного с изучением влияния кормовой добавки на основе сухой биомассы хлореллы на состав и свойства козьего молока и выработанного из него мягкого сыра.

**Цель исследования** – определение влияния сухой биомассы *Chlorella vulgaris* на качественные показатели образцов мягкого сыра, при добавлении ее в рацион кормления коз.

**Задачи:** провести исследование физико-химических и сыропригодных свойств молока-сырья; выработать и произвести оценку качества образцов мягкого сыра «Хоттабыч»; вычислить экономическую эффективность использования кормовой добавки на основе сухой биомассы *Chlorella vulgaris*.

**Объекты и методы.** В ходе проведения исследований использовали следующие методы: определение массовой доли жира проводили согласно ГОСТ 5867-2023, массовую долю белка определяли методом по ГОСТ 25179-2014, кислотность – по ГОСТ Р 54669-2011, содержание соматических клеток – согласно ГОСТ 23453-2014, количество ионизированного каль-

ция – на иономере И-160МИ согласно методике ВНИМИ-04/98, средний диаметр мицелл казеина – на спектрофотометре ПЭ-5300ВИ, сырную пробу анализировали согласно методике З.Х. Диланяна, сырную-бродильную пробу проводили согласно ГОСТ 32901-2014. Массовую долю влаги в сыре определяли по ГОСТ 3626-73, массовую долю сухих веществ в сыре вычисляли расчетным способом, а в подсырной сыворотке анализировали с использованием рефрактометра. Анализ и оценку органолептических показателей образцов сыра «Хоттабыч» проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 33630-2015 «Сыры и сыры плавленые. Методы контроля органолептических показателей».

Исследования проводились в течение 120 дней в летне-осенний период 2024 г. на территории КФХ Князева С.Г. в Республике Марий Эл. Для участия в эксперименте было сформировано 4 группы коз зааненской породы второй лактации, по 10 голов в каждой. 1-я группа – контрольная, получала стандартный рацион, во 2-й, 3-й и 4-й группах часть концентрированных кормов была заменена на кормовую добавку, содержащую сухую биомассу хлореллы, в количестве 10 %, 15, и 20 % соответственно. Эта дозировка составляла 30, 45 и 60 г сухой хлореллы на одну голову в сутки для 2-й, 3-й и 4-й групп.

**Результаты и их обсуждение.** Благодаря дополнительному обогащению рациона животных кормовой добавкой во 2-й, 3-й и 4-й опытных группах было отмечено повышение удоев молока по сравнению с 1-й контрольной группой. При оценке валового надоя было определено, что самый низкий надой был у 1-й группы, у 2-й группы удой увеличился на 27,9 % по отношению к первой, у 3-й – на 48,68, а у 4-й – на 49,6 %.

После окончания эксперимента от каждой группы отбирали сборное молоко, которое исследовали по физико-химическим показателям и сыропригодным свойствам и использовали для выработки мягкого сыра «Хоттабыч». Его производили в соответствии с ТИ ТУ 9225-005-00419710-03. После выработки продукта была проведена ветеринарно-санитарная экспертиза образцов сыра, выработанного из молока-сырья, полученного от животных, рацион которых обогащали кормовой добавкой.

На начальном этапе производства мягкого сыра проводили оценку качества используемого

молока-сырья. В первую очередь оценивали органолептические показатели: по внешнему виду и консистенции молоко всех групп характеризовалось как однородная жидкость, без осадка и хлопьев белка. Все образцы обладали чистым вкусом и запахом, со слабым специфическим привкусом козьего молока. По цвету бы-

ли отмечены небольшие различия: образцы 1-й и 2-й групп были белого цвета со светло-кремовым оттенком, а молоко 3-й и 4-й групп обладало белым цветом, что связано с более низким содержанием жира в этих образцах. Данные по физико-химическим показателям приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Физико-химические показатели молока-сырья**  
**Physico-chemical parameters of raw milk**

| Показатель  | Группа 1     | Группа 2     | Группа 3     | Группа 4     | Требования<br>ГОСТ 32940-2014 |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------------|
| Массовая доля жира, %   | 5,27±0,10    | 4,96±0,09    | 4,90±0,01    | 4,79±0,02    | Не менее 3,2%                 |
| Массовая доля белка, %  | 3,35±0,04    | 3,28±0,03    | 3,24±0,01    | 3,21±0,02    | Не менее 2,8                  |
| Кислотность, °Т   | 18,33±0,41   | 18,5±0,35    | 19,6±0,37    | 18,27±0,45   | Не ниже 14,0 и не выше 21,0   |
| Плотность, кг/м <sup>3</sup>  | 1027,07±0,71 | 1027,53±0,36 | 1027,93±0,64 | 1028,38±0,76 | От 1027,0 до 1030,0           |
| Содержание соматических клеток в 1 см <sup>3</sup> ·10 <sup>6</sup> | 0,62±0,02    | 0,63±0,02    | 0,32±0,01    | 0,65±0,06    | Не более 1,0·10 <sup>6</sup>  |

Исходя из результатов таблицы 1, можно сказать о том, что наивысшие значения по массовой доле жира и белка наблюдаются у 1-й (контрольной) группы и постепенно снижаются от 2-й группы к 4-й. Это связано с повышением удоев в этих группах, что приводило к снижению массовой доли компонентов молока. Так, у 2-й группы массовая доля жира снизилась на 0,31 % по сравнению с 1-й, у 3-й – на 0,37, и у 4-й – на 0,48 %. Массовая доля белка во 2-й группе была меньше по сравнению с 1-й группой на 0,07 %, в 3-й – на 0,11, и в 4-й – на 0,14 %.

По кислотности существенных различий между 1-й, 2-й и 4-й группами обнаружено не было. Однако, у 3-й группы было отмечено незначительное увеличение кислотности на 1,27 °Т по сравнению с 1-й группой. Скорее всего, это связано с более низким содержанием соматических клеток в данном образце. Плотность молока-сырья повышалась пропорционально снижению массовой доли жира в образцах и составляла от 1027,07 кг/м<sup>3</sup> в 1-й группе до 1028,38 кг/м<sup>3</sup> в 4-й группе. При оценке количества соматических клеток было обнаружено снижение данного пока-

зателя в 3-й группе на 0,3 % по сравнению с 1-й, что свидетельствует об улучшении состояния организма животных в данной группе по сравнению с другими вариантами.

Несмотря на некоторые отличия по составу и свойствам, молоко всех групп соответствовало по всем показателям требованиям ГОСТ 32940-2014 «Молоко козье сырое. Технические условия».

Одним из важных факторов, характеризующих способность молока к сычужной свертываемости, является количественное содержание в нем солей кальция (ионов кальция). По данным К.К. Горбатовой известно, что чем больше показатель ионизированного кальция, тем выше скорость свертывания молока и плотность образующихся белковых сгустков.

Перед выработкой сыров проводили дополнительные исследования свойств молока-сырья, которые относят к показателям сыропригодности: сычужная и сычужно-бродильная пробы, средний диаметр мицелл казеина и количество ионизированного кальция. Полученные данные представлены в таблице 2.

**Сыропригодные свойства молока-сырья**  
**Cheese-suitable properties of raw milk**

| Показатель                               | Группа 1   | Группа 2   | Группа 3   | Группа 4   |
|--|------------|------------|------------|------------|
| Количество ионизированного кальция, мг/% | 12,42±0,17 | 12,53±0,18 | 12,97±0,14 | 13,64±0,37 |
| Средний диаметр мицелл казеина, нм       | 58,8±3,45  | 61,34±6,1  | 68,6±12,0  | 78,2±5,1   |
| Сычужная проба, мин                      | 17,3±1,04  | 16,87±0,54 | 15,57±0,29 | 14,74±0,17 |
| Сычужно-бродильная проба, класс          | II         | II         | II         | II         |

При оценке данных, представленных в таблице 2, установлено, что обогащение рациона животных кормовой добавкой сухой биомассы *Chlorella vulgaris* положительно отражается на сыропригодных свойствах молока-сырья. Увеличивается количество ионизированного кальция: во 2-й группе на 0,9 % по сравнению с 1-й группой, на 4,4 и на 9,8 % больше соответственно в 3-й и 4-й группах. Также по результатам исследований отмечено увеличение среднего диаметра мицелл казеина во 2-й группе на 4,32 %, в 3-й – на 16,7, в 4-й – на 33,0 % по сравнению с 1-й группой.

Образование сгустка при постановке сырчужной пробы также проходило быстрее в группах, в которых животные получали обогащенный рацион. Так, во 2-й группе свертывание произошло быстрее на 0,43 мин, в 3-й группе на 1,73 мин, в 4-й группе на 2,56 мин по сравнению с 1-й группой. Согласно классификации З.Х. Диланяна, образцы молока 1-й, 2-й и 3-й групп относятся к третьему типу по сыропригодности, а образец молока 4-й группы можно отнести к оптимальному для сыроделия типу свертывания – ко второму. При оценке сырчужно-бродильной пробы все образцы были отнесены ко второму классу, вне зависимости от исследуемых групп.

После оценки качества молока-сырья приступили к выработке образцов мягкого сыра. Технология производства сыра «Хоттабыч» состояла из стандартных операций для данной группы сыров: приемка молока, пастеризация ( $t = (76 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ), охлаждение до температуры свертывания ( $t = 37\text{--}39 ^\circ\text{C}$ ), внесение закваски на основе мо-

лочнокислых лактотококков, растворов хлористого кальция и сырчужного фермента, свертывание молока ( $t = 37\text{--}39 ^\circ\text{C}$ ,  $t = 40$  мин), разрезка сгустка, вымешивание и обработка сгустка, формование, самопрессование и прессование, посолка (концентрация рассола = 20 %,  $t = 60$  мин), обсушка, созревание ( $t = 10\text{--}12 ^\circ\text{C}$ ,  $t = 48$  ч, влажность воздуха = 80–85 %).

Изготавливали сыр одновременно в одинаковых условиях и при соблюдении всех технологических параметров. Выработку продукта проводили три раза в течение двух недель для получения более точных данных. Масса молока-сырья, из которого вырабатывали сыр, была равна 3 килограммам для каждой группы. Сепарирование и нормализацию сырья не проводили, для того чтобы не нарушать первоначальных свойств и состав молока и получить более достоверные сведения о влиянии кормовой добавки на выход и состав мягкого сыра. В ходе технологического процесса оценивали качество полученных сгустков – по прошествии этапа свертывания молока (40 мин). На всех выработках было отмечено следующее: сгусток первого варианта получался неплотным, края на изломе были неровными, сгусток второго образца был плотным, но не отделял сыворотку, сгустки третьего и четвертого вариантов были плотными, давали ровные края на изломе и было заметно отделение сыворотки.

В готовых вариантах определяли основные показатели, характеризующие состав сыра, которые оформлены в таблице 3.

**Химические показатели мягкого сыра**  
**Chemical parameters of soft cheese**

| Показатель                             | Группа 1   | Группа 2   | Группа 3   | Группа 4   | Требования ТУ |
|--|------------|------------|------------|------------|---------------|
| Выход сыра, г                          | 568,4±2,8  | 564,2±2,1  | 570,5±3,0  | 577,3±1,6  | –             |
| Массовая доля влаги, %                 | 58,15±1,06 | 57,1±0,06  | 57,73±0,49 | 58,74±0,24 | Не более 58 % |
| Массовая доля жира, %                  | 20,25±0,37 | 20,84±0,29 | 21,13±0,14 | 21,75±0,37 | –             |
| Массовая доля жира в сухом веществе, % | 48,39±1,46 | 48,59±2,15 | 49,99±0,99 | 52,71±0,97 | 48±1,6        |

При анализе показателей готового продукта в первую очередь оценивали выход сыра. Незначительное увеличение массы сыра относительно 1-й группы (на 0,58 и 1,6 % соответственно) было отмечено у образцов 3-й и 4-й группы. Также в этих образцах была немного выше и массовая доля жира по сравнению с 1-й группой – на 0,88 и на 1,5 %. Во 2-й группе разница между показателями была еще меньше и составила 0,59 % относительно контрольной группы.

Выход сыра, который был выработан из молока, полученного от животных 2-й группы, на 0,7 % был меньше 1-й группы. Это объясняется более низким показателем по массовой доле влаги в этом образце по сравнению с другими вариантами. Массовая доля влаги у второго и третьего вариантов соответствовала нормам, указанным в технических условиях на данный продукт, а у 1-й и 4-й групп этот показатель был немного выше (на 0,15 % у первого варианта и 0,74 % у четвертого варианта).

При расчете массовой доли жира в сухом веществе были получены данные, согласно ко-

торым, отмечалось превышение данного показателя относительно стандарта на 0,4 % в 3-й группе и на 3,1 % в 4-й группе. Это связано с более высокими показателями массовой доли жира в этих образцах.

Анализируя данные о сыропригодных свойствах образцов молока-сырья и о составе полученного сыра, можно сказать о том, что увеличение количества ионизированного кальция и диаметра мицелл казеина в опытных образцах оказывает положительное влияние на выход сыра.

Оценивание органолептических показателей сыра проводила группа дегустаторов в количестве 10 человек. У сыра оценивались следующие показатели: вкус и запах, консистенция, цвет, рисунок, внешний вид. Максимальное количество баллов – 45. Показатель «упаковка и маркировка» не оценивался, так как образцы не подвергались упаковыванию в специальные материалы и маркировка не наносилась. Данные, полученные в ходе дегустации, представлены в таблице 4.

Таблица 4

**Органолептическая оценка образцов сыра, балл**  
**Organoleptic evaluation of cheese samples, point**

| Показатель   | Max | Группа 1   | Группа 2   | Группа 3   | Группа 4   |
|--------------|-----|------------|------------|------------|------------|
| Вкус и запах | 20  | 19,50±0,24 | 19,42±0,24 | 19,42±0,20 | 19,50±0,37 |
| Консистенция | 10  | 9,08±0,33  | 9,08±0,24  | 9,42±0,27  | 9,17±0,36  |
| Цвет         | 5   | 4,92±0,09  | 5,00±0,00  | 5,0±0,00   | 5,00±0,00  |
| Рисунок      | 5   | 4,17±0,17  | 4,67±0,15  | 4,33±0,23  | 4,75±0,14  |
| Внешний вид  | 5   | 4,92±0,09  | 4,92±0,09  | 5,00±0,00  | 4,92±0,09  |
| Итого        | 50  | 42,50±0,58 | 42,83±0,54 | 43,17±0,25 | 43,25±0,72 |

При оценке вкуса и запаха образцов сыра дегустаторами не было отмечено существенных отличий между группами, наивысшее значение (19,50 балла) получили образцы 1-й и 4-й групп. Оценки 2-й и 3-й группы были чуть ниже и составили 19,42 балла. Следовательно, кормовая добавка в виде сухой биомассы хлореллы, используемая в рационе коз, не оказала влияния на данный показатель. Образцы обладали чистым, кисломолочным вкусом и запахом, постоянных привкусов и запахов не ощущалось.

По консистенции мнения оценивающих распределилось следующим образом: наивысшую оценку (9,42 балла) получил образец 3-й группы, а наименьшую (9,08 балла) образцы 1-й и 2-й групп. У образца 2-й группы дегустаторы отмеча-

ли более плотную консистенцию по сравнению с другими вариантами, в связи с чем и была снижена оценка. Консистенция образцов 3-й и 4-й групп характеризовалась как нежная, однородная, а первой группы слегка ломкая.

Цвет теста сыра был у всех образцов белый, у 1-й группы была отмечена неоднородность цвета, поэтому оценка была немного ниже.

При оценивании рисунка на разрезе всех образцов сыра наблюдалась щели различной формы и размеров, что допускается нормативной документацией. В связи с этим отличались и оценки по данному показателю. По внешнему виду образцы 1-й, 2-й, и 4-й групп получили одинаковые оценки – 4,92 балла, так как наблюдалась незначительная незамкнутость поверхнос-

ти. Образец 3-й группы получил наивысшую оценку по данному показателю. Образцы сыра имели мягкую тонкую корку, со следами серпянки.

По сумме баллов за все показатели наивысшую оценку получил образец 4-й группы.

Для получения более полной информации о переходе сухих веществ молока в сыр был проведен анализ состава и свойств полученной подсырной сыворотки. Показатели приведены в таблице 5.

Таблица 5

**Состав и свойства подсырной сыворотки**  
**Composition and properties of subsurface serum**

| Показатель                     | Группа 1  | Группа 2   | Группа 3  | Группа 4   |
|--------------------------------|-----------|------------|-----------|------------|
| Кислотность, °Т                | 13,6±0,37 | 13,47±0,36 | 13,4±0,37 | 13,07±0,08 |
| Массовая доля сухих веществ, % | 6,0±0,07  | 5,9±0,07   | 5,77±0,04 | 5,7±0,07   |

При исследовании состава и свойств подсырной сыворотки стоит отметить, что в образцах 2-й, 3-й и 4-й групп, более низкое содержание массовой доли сухих веществ по сравнению с первой группой – на 0,1 %, 0,23, 0,3 % соответственно, что свидетельствует о более полном переходе компонентов молока в сыр в опытных группах. Эти данные подтверждаются информацией, приведенной в статье А.С. Карамаевой с соавторами. Они связывают снижение перехода сухих веществ в сыворотку с зависимостью между размерами мицелл казеина. По их данным, чем крупнее мицеллы, тем быстрее происходит процесс коагуляции, формируется более плот-

ный и эластичный сгусток и снижаются потери сухих веществ вместе с сывороткой [10].

После определения качественных характеристик полученных образцов сыров приступили к расчету экономических показателей. Для анализа эффективности использования кормовой добавки проводили учет молочной продуктивности животных в течение всего периода эксперимента, затем подсчитали удой молока на голову по всем группам. Данные по расчету экономической эффективности использования в рационе коз кормовой добавки на основе сухой биомассы хлореллы представлены в таблице 6.

Таблица 6

**Расчет экономической эффективности**  
**Calculation of economic efficiency**

| Показатель  | Группа 1 | Группа 2 | Группа 3 | Группа 4 |
|---|----------|----------|----------|----------|
| Удой молока за весь период опыта, кг/гол.                     | 146,54   | 184,23   | 214,23   | 215,76   |
| Разница с контролем, кг молока                                | –        | 37,69    | 67,69    | 69,22    |
| Выручка от реализации, дополнительно полученного молока, руб. | –        | 3015,2   | 5415,2   | 5537,6   |
| Количество сухой биомассы хлореллы, г/гол. на 120 дней        | –        | 3600     | 5400     | 7200     |
| Затраты на кормовую добавку на весь период опыта, руб/гол.    | –        | 504      | 756      | 1008     |
| Прибыль, по сравнению с контрольным вариантом, руб.           | –        | 2511,2   | 4659,2   | 4529,6   |

При анализе продуктивности животных было определено, что при расчете на одну голову во 2-й группе было получено на 37,69 кг молока больше, чем в 1-й, 3-й и 4-й группах, соответственно на 67,69 и 69,22 кг. При расчете выручки от продажи дополнительно полученного молока подразумевалось, что литр козьего молока стоит 80 руб. (по данной цене фермеры сдают свою продукцию на переработку). Стоимость кормо-

вой добавки *Chlorella vulgaris* составляет 140 руб. за килограмм. В ходе анализа дополнительной выручки и затрат на кормовую добавку было определено, что использование данной добавки экономически обосновано. Так, прибыль от реализации дополнительных объемов молока с учетом затрат на кормовую добавку, во 2-й группе составит 2 487,2 руб., в 3-й – 4 659,2, а в 4-й – 4 529,2 руб.

При анализе литературных данных не было найдено материалов исследований, изучающих именно влияние сухой биомассы хлореллы на продуктивность коз, физико-химические и сыро-пригодные свойства молока-сырья, а также на качество получаемых сыров.

Имеются результаты исследований В.Н. Кувшинова с соавторами, в которых описано влияние суспензии хлореллы на продуктивность и качество молока. Авторами также отмечено увеличение удоев при одновременном снижении массовой доли белка и жира у животных, которые получали суспензию хлореллы [1].

Имеются данные иностранных исследований, в которых изучалось влияние микроводоросли (*Schizochytrium limancinum*) на органолептические свойства сыра Чеддер и продуктивность коров. В результате эксперимента авторами отмечено изменение вкусовых характеристик сыра (увеличение рассыпчатости сыра и усиление орехового вкуса). Помимо этого, в сыре увеличивалась концентрация полиненасыщенных жирных кислот при снижении концентрации насыщенных жирных кислот. Влияния кормовой добавки на продуктивность коров авторы не наблюдали [11].

**Заключение.** При оценивании состава и свойств образцов сыра, выработанных в ходе исследования, было определено, что обогащение рациона кормовой добавки на основе сухой

биомассы хлореллы не оказывает влияния на органолептические показатели мягкого сыра. При анализе выхода сыра было отмечено увеличение массы сыра в 3-й и 4-й группах на 0,58 и 1,6 % по сравнению с массой сыра 1-й группы.

При исследовании состава и свойств молока-сырья было определено, что при включении в рацион коз сухой биомассы хлореллы снижается массовая доля жира и белка. Это связано с увеличением удоев. Однако все образцы соответствовали требованиям ГОСТ на сырое козье молоко. В образцах молока-сырья 2-й, 3-й и 4-й групп улучшаются сыро-пригодные свойства: увеличивается содержание ионизированного кальция на 0,9; 4,4; 9,8 % соответственно по сравнению с 1-й группой, увеличивается средний диаметр мицелл казеина на 4,3; 16,7 и 33,0 % соответственно, а также ускоряется процесс сычужного свертывания на 0,43; 1,73; и 2,56 мин.

При анализе расчетов экономической эффективности было определено что наиболее выгодным является вариант замены 15 % концентрированных кормов на сухую биомассу хлореллы. Это связано с тем, что между 4-й и 3-й группами разница в удое составила всего 1,53 кг/гол., а затраты на кормовую добавку увеличились на 252 руб. В связи с этим прирост удоев молока не окупает стоимость увеличенной дозы кормовой добавки.

#### Список источников

1. Кувшинов В.Н., Дуборезов В.М., Цис Е.Ю. Продуктивность и качество молока при скармливании суспензии хлореллы высокопродуктивным коровам // Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т. 107, № 1. С. 83–92.
2. Маргоева М.В. Применение водной растительности в кормлении птицы // Молодежь и наука. 2021. № 9. Порядковый № 39.
3. Сидоренко Ю.А., Маслюк А.Н. Практика применения водорослей в кормлении животных и ее эффективность // Молодежь и наука. 2019. № 12. Номер статьи: 43.
4. Шерне В.С., Лаврентьев А.Ю. Использование суспензии хлореллы в кормлении животных. В сб.: «Проблемы зоотехнии, ветеринарии и биологии животных на Дальнем Востоке»: сборник научных статей. Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2024. С. 292–298.
5. Умутбаева Ф.И., Канарайкина С.Г., Канарайкин В.И. Сыре для производства сыров – козье молоко. В сб.: Международная научно-практическая конференция, посвященной 65-летию со дня рождения профессора Лебедько Егора Яковлевича «Селекционно-генетические и технологические аспекты инновационного развития животноводства». 15 декабря 2023. Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2023. С. 493–499.
6. Усатов О.О., Глебова И.В. Применение кормовых добавок с содержанием микроводоросли *Spirulina Platensis* как фактор влияния на морфологические и биохимические показатели крови

- дойных коров. В сб.: Всероссийская научно-практическая конференция преподавателей, научных работников, аспирантов, представителей государственных структур и бизнес-сообществ «Зоотехническая индустрия: проблемы и решения». 14 декабря 2023. Курск: Курский государственный аграрный университет им. И.И. Иванова, 2023. С. 119–123.
7. Соболева Н.В., Почапская В.В., Ляшенко В.А., и др. Сравнительная характеристика технологических свойств рассольных сыров, выработанных из молока коз разных пород // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (102). С. 325–331.
  8. Гаврилова Н.Б., Щетинина Е.М., Чернопольская Н.Л., и др. Состояние и перспективы развития производства мягких и полутвердых сыров на основе козьего молока // Ползуновский вестник. 2022. № 4-1. С. 126–132.
  9. Сложенкина М.И., Брехова С.А., Ткаченкова Н.А., и др. Влияние новой пребиотической кормовой добавки на качество и безопасность молока-сырья коз зааненской породы // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 3 (67). С. 318–327.
  10. Карамаева А.С. Соболева Н.В., Карамаев С.В. Влияние породы на сыропригодность молока и качество сыра // Молочное и мясное скотоводство. 2018. № 5. С. 34–38.
  11. Till B.E., Huntington J.A., Posri W., et al. Influence of rate of inclusion of microalgae on the sensory characteristics and fatty acid composition of cheese and performance of dairy cows. // Dairy Science. 2019. Vol.102, N 12. P. 10934–10946.

### References

1. Kuvshinov VN, Duborezov VM, Cis EYu. Productivity and milk quality after feeding high-yielding cows with chlorella suspension. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo*. 2024;107(1):83-92. (In Russ.). DOI: 10.33284/2658-3135-107-1-83. EDN: LRWELF.
2. Margoeva MV. Primenenie vodnoj rastitel'nosti v kormlenii pticy. *Molodezh' i nauka*. 2021;9:(39) (In Russ.). EDN: WWMFAR.
3. Sidorenko YuA, Maslyuk AN. Praktika primeneniya vodoroslej v kormlenii zhivotnyh i ee `effektivnost. *Molodezh' i nauka*. 2019;12:(43). (In Russ.). EDN: PEGOHX.
4. Sherne VS, Lavrentiev AYu. The use of chlorella suspension in animal feeding. In: *Problemy zootehnii, veterinarii i biologii zhivotnyh na Dal'nem Vostoke: sbornik nauchnyh statej*. Blagoveshchensk; 2024. P. 292–298. (In Russ.). EDN: OGFQYG.
5. Umutbayeva FI, Kanarekina SG, Kanarekin VI. Raw materials for cheese production – goat's milk. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya, posvyaschennoj 65-letiyu so dnya rozhdeniya professora Lebed'ko Egora Yakovlevicha "Selekcionno-geneticheskie i tekhnologicheskie aspekty innovacionnogo razvitiya zhivotnovodstva"*. 15 Dec 2023. Bryansk: Bryanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet; 2023. P. 493–499. (In Russ.). EDN: NEDTYH.
6. Usatov OO, Glebova IV. The use of feed additives containing microalgae Spirulina Platensis as a factor influencing the morphological and biochemical parameters of the blood of dairy cows. *Vserossijskaya nauchno-prakticheskaya konferenciya prepodavatelej, nauchnyh rabotnikov, aspirantov, predstavitelej gosudarstvennyh struktur i biznes-soobschestv "Zootehnicheskaya industriya: problemy i resheniya"*. 14 Dec 2023. Kursk: Kurskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. I.I. Ivanova; 2023. P. 119–123. (In Russ.). EDN: HMNDUX.
7. Soboleva NV, Pochapskaya VV, Lyashenko VA, et al. Comparative characteristics of the technological properties of pickled cheeses made from the milk of goats of different breeds. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2023;4(102):325-331. (In Russ.) EDN: RSORFY.
8. Gavrilova NB, Shchetinina EM, Chernopolskaya NL, et al. State and prospects of development of the production of soft and semi-hard cheeses based on goat milk. *Polzunovskiy vestnik*. 2022;4-1:126-132. (In Russ.). DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.016.

9. Skladenkina MI, Brekhova SA, Tkachenkova NA, et al. Effect of a new prebiotic feed additive on the quality and safety of raw milk of the goats of Zaagen breed. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. 2022;3(67):318-327. (In Russ.). DOI: 10.32786/2071-9485-2022-03-36. EDN: KLNGYW.
10. Karamaeva AS, Soboleva NV, Karamaev SV. Influence of breed on the cheese suitability of milk and the quality of cheese. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*. 2018;5:34-38. (In Russ.). EDN: XZIUCT.
11. Till BE, Huntington JA, Posri W, et al. Influence of rate of inclusion of microalgae on the sensory characteristics and fatty acid composition of cheese and performance of dairy cows. *Dairy Science*. 2019;102(12):10934-10946. DOI: 10.3168/jds.2019-16391.

Статья принята к публикации 01.09.2025 / The article accepted for publication 01.09.2025.

Информация об авторах:

**Лилия Маратовна Суфьянова**, аспирант кафедры технологии производства продукции животноводства

Information about the authors:

**Liliya Maratovna Sufyanova**, Postgraduate student at the Department of Livestock Production Technology

