

Влияние микроводорослей *Chlorella vulgaris* на молочную продуктивность и качество молока коз

С. Ю. СМОЛЕНЦЕВ, Л. М. СУФЬЯНОВА, Т. О. НИКОЛАЕВА

Марийский государственный университет, пл. Ленина, 1, Йошкар-Ола, Республика Марий Эл, 424000, Российская Федерация

Резюме. Исследования проводили с целью изучения влияния кормовых добавок на основе сухой биомассы микроводорослей *Chlorella vulgaris* на продуктивные показатели и иммунологическую реактивность коз зааненской породы, а также качество их молока для разработки и внедрения отечественной кормовой добавки в молочное козоводство. Работу выполняли в Республике Марий Эл на дойных козах (вторая лактация), которые были разделены на 3 группы по 20 голов в каждой. Животные I опытной группы получали ежедневно дополнительно с основным рационом сухую биомассу микроводорослей *Chlorella vulgaris* из расчета 4 г на 10 кг массы тела, II опытной группы – 6 г на 10 кг массы тела. Лизоцимная активность у животных опытных групп была выше, чему у коз контрольной группы, соответственно на 11,2 и 12,6 % ($p \leq 0,01$), аттракция на 50 нейтрофилов – на 16,3 и 15,9 % ($p \leq 0,05$), число фагоцитирующих нейтрофилов – на 16,5 и 21,3 % ($p \leq 0,01$), фагоцитарный индекс – на 7,4 и 12,2 % ($p \leq 0,01$). В молоке животных опытных групп содержание минеральных веществ достоверно возросло на 0,07...0,2 % ($p \leq 0,001$), общего белка – на 0,06...0,08 % ($p \leq 0,01$), жира – на 0,16...0,19 % ($p \leq 0,001$), казеина – на 0,05...0,08 % ($p \leq 0,05$). При переработке молока от животных обеих опытных групп выход творога увеличился, по сравнению с контрольной, соответственно на 1,63 и 2,34 %. Наиболее эффективным было введение в рацион лактирующих козоток сухой биомассы микроводорослей *Chlorella vulgaris* из расчета 6 г на 10 кг живой массы.

Ключевые слова: козы, зааненская порода, хлорелла, кормовые добавки, гематологические показатели, резистентность, качество молока.

Сведения об авторах: С. Ю. Смоленцев, доктор биологических наук, доцент (e-mail: smolentsev82@mail.ru); Л. М. Суфьянова, преподаватель; Т. О. Николаева, преподаватель.

Для цитирования: Смоленцев С. Ю., Суфьянова Л. М., Николаева Т. О. Влияние микроводорослей *Chlorella vulgaris* на молочную продуктивность и качество молока коз // Достижения науки и техники АПК. 2024. Т. 38. № 8. С. 46–49. doi:10.53859/02352451_2024_38_8_46

The impact of microalgae *Chlorella vulgaris* on milk productivity and milk quality of goats

S. Yu. Smolentsev, L. M. Sufyanova, T. O. Nikolaeva

Mari State University, pl. Lenina, 1, Yoshkar-Ola, Respublika Marij El, 424000, Russian Federation

Abstract. The studies were conducted to study the effect of feed additives based on dry biomass of *Chlorella vulgaris* microalgae on the productive indices and immunological reactivity of Saanen goats, as well as the quality of their milk for the development and implementation of a domestic feed additive in dairy goat breeding. The work was carried out in the Mari El Republic on dairy goats (second lactation), which were divided into 3 groups of 20 heads each. Animals of the 1st experimental group received daily additional dry biomass of *Chlorella vulgaris* microalgae with the main diet at the rate of 4 g per 10 kg of body weight, the 2nd experimental group – 6 g per 10 kg of body weight. Lysozyme activity in animals of the experimental groups was higher than in goats of the control group by 11.2 and 12.6%, respectively ($p \leq 0.01$), attraction of 50 neutrophils – by 16.3 and 15.9% ($p \leq 0.05$), the number of phagocytic neutrophils – by 16.5 and 21.3% ($p \leq 0.01$), phagocytic index – by 7.4 and 12.2% ($p \leq 0.01$). In the milk of animals of the experimental groups, the content of minerals increased significantly by 0.07-0.2% ($p \leq 0.001$), total protein – by 0.06-0.08% ($p \leq 0.01$), fat – by 0.16-0.19% ($p \leq 0.001$), casein – by 0.05-0.08% ($p \leq 0.05$). When processing milk from animals of both experimental groups, the yield of cottage cheese increased, compared to the control, by 1.63 and 2.34%, respectively. The most effective was the introduction of dry biomass of *Chlorella vulgaris* microalgae into the diet of lactating goats at the rate of 6 g per 10 kg of live weight.

Keywords: goats; Saanen breed; chlorella; feed additives; hematological parameters; resistance; milk quality.

Author Details: S. Yu. Smolentsev, D. Sc. (Biol.), assoc. prof., (e-mail: Smolentsev82@mail.ru); L. M. Sufyanova, lecturer; T. O. Nikolaeva, lecturer.

For citation: Smolentsev SYu, Sufyanova IM, Nikolaeva TO [The impact of microalgae *Chlorella vulgaris* on milk productivity and milk quality of goats]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2024;38(8):46–9. Russian. doi: 10.53859/02352451_2024_38_8_46

Животноводство играет важную роль в продовольственной безопасности нашей страны. Внимание к молочному козоводству постоянно возрастает. По своему составу молоко коз схоже с женским молоком и считается гипоаллергенным [1]. В нем в достаточно большом количестве содержатся минеральные соли, казеин, альбумин, присутствующий в этом молоке жир лучше усваивается. Соответствующие позитивные аспекты свидетельствуют о целесообразности использования молока коз при производстве детских и диетических продуктов питания [2, 3]. Молоко коз широко используют в питании людей всех возрастов, поскольку оно способно обеспечивать организм биологически активными веществами, снижать риск возникновения ряда заболеваний [4].

Исследование формирования продуктивности коз молочного направления осуществляется, в том числе с точки зрения применения кормовых добавок различных типов. Например, использование в рационах таких веществ, как кремний, селен, йод и других биокорректирующих веществ позволяет оптимизировать функционирование желудочно-кишечного тракта, повышать качество продукции, а также улучшать развитие, рост и продуктивность животных [5, 6].

Цель исследований – изучение влияния кормовых добавок на основе сухой биомассы микроводорослей *Chlorella vulgaris* на продуктивные показатели и иммунологическую реактивность, а также качество молока коз зааненской породы для разработки и внедрения отечественной кормовой добавки в молочное козоводство.

Условия, материалы и методы. Работу проводили в условиях козефермы агрохолдинга «Лукоз» Сернурского района Республики Марий Эл на козоматках зааненской породы второй лактации ($n=60$). Содержание животных – стойлово-пастбищное беспривязное. Для постановки эксперимента методом пар-аналогов было сформировано 3 группы коз (одна контрольная и две опытные) по 20 голов в каждой. Животных отбирали в группы по таким показателям, как продуктивность, возраст, период лактации и живая масса.

При формировании рационов с целью ежедневного получения молока от животных в объеме 2...2,5 л использовали программное обеспечение КормОптим. Козы I опытной группы получали ежедневно дополнительно с основным рационом сухую биомассу микроводорослей *Chlorella vulgaris* из расчета 4 г на 10 кг массы тела, II опытной группы – 6 г на 10 кг массы тела.

Производитель сухой биомассы микроводорослей *Chlorella vulgaris* – ИП Семисотов А. В. Содержание белка в этом корме составляет 55,8 г/100 г, жира – 0,7 г/100 г, углеводов – 16,7 г/100 г, хлорофилла – 28 мг/г, каротиноидов – 5,5 мг/г.

Общая продолжительность опыта – 180 дней. Он был разбит на несколько периодов: подготовительный – 15 дн., переходной – 10 дн., основной – 135 дн., завершающий – 20 дн.

Кровь отбирали у животных из яремной вены до начала эксперимента и на 180 день. Содержание фосфора в крови определяли по Бригсу, кальция – по Де Ваарду, гемоглобина – по Сали, белковых фракций – методом электрофореза на бумаге, число лейкоцитов и эритроцитов подсчитывали с использованием камеры Горяева.

Таблица 1. Морфологический состав крови козоматок

Период	Показатель	Группа		
		контрольная	I опытная	II опытная
Начало опыта	эритроциты, $10^{12}/л$	12,92±0,18	13,05±0,15	12,94±0,12
	лейкоциты, $10^9/л$	10,01±0,14	10,04±0,10	10,01±0,11
	гемоглобин, г/л	82,90±1,00	82,81±1,03	82,96±0,91
Конец опыта	эритроциты, $10^{12}/л$	13,01±0,22	13,71±0,33	14,34±0,18*
	лейкоциты, $10^9/л$	10,15±0,20	9,94±0,24	10,04±0,11
	гемоглобин, г/л	83,11±0,92	84,91±0,53	85,91±0,40*

*различия достоверны, по сравнению с контролем, при $p \leq 0,05$.

Для оценки иммунного статуса лактирующих козематок изучали показатели неспецифической естественной резистентности крови. Лизоцимную активность определяли по Дорофейчуку В. Г. нефелометрическим методом, фагоцитарную активность нейтрофилов – по Стенко и Кост, иммуноглобулинов в сыворотке крови – по методике Манчини.

Таблица 2. Биохимические показатели сыворотки крови лактирующих козематок

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Общий белок, г/л	65,95±0,44	69,14±0,35**	71,21±0,65***
Альбумины, г/л	28,76±0,25	30,87±0,14**	32,59±0,41**
Глобулины, г/л	43,27±0,17	44,11±0,08	45,35±0,24
Белковый коэффициент (А/Г)	0,61±0,01	0,65±0,02	0,85±0,02**
Мочевина, ммоль/л	5,14±0,15	5,65±0,15	6,22±0,65
Креатинин, мкмоль/л	67,74±1,11	62,17±1,31*	58,44±1,05**
Глюкоза, ммоль/л	2,65±0,02	2,28±0,03*	2,80±0,02***
Кальций, ммоль/л	2,40±0,03	2,65±0,01**	2,71±0,01**
Фосфор, ммоль/л	1,53±0,02	1,51±0,01	1,85±0,03*
Билирубин общий, мкмоль/л	1,54±0,31	2,03±0,34	1,94±0,28
Аланинаминотрансфераза, Ед/л	16,67±1,35	17,54±1,15	19,12±1,19
Аспартатаминотрансфераза, Ед/л	84,24±1,65	84,44±1,34	85,28±1,23
Щелочная фосфатаза, Ед/л	84,44±1,90	81,35±1,35	86,31±1,28

*различия достоверны, по сравнению с контролем, при $p \leq 0,05$; ** – при $p \leq 0,01$; *** – при $p \leq 0,001$.

Молочную продуктивность козоматок учитывали трижды в течение месяца. Содержание фтора в молоке определяли спектрофотометрическим методом, кальция – комплекснометрическим, минеральных веществ – методом озоления, лактозы – по Лоренсу, массовую долю жира – кислотным методом, белка – методом формольного титрования, сухого вещества – арбитражным методом, титруемую кислотность – титриметрическим методом, плотность – ареометрическим методом.

Живую массу козоматок контролировали посредством ежемесячного взвешивания. Имеющееся в аналитической лаборатории сертифицированное оборудование использовали для проведения исследований. Оценку качества молока осуществляли на анализаторе Клевер-2М, биохимические показатели крови определяли на биохимическом автоматическом анализаторе BioSYSTEMS A-15.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программного обеспечения Microsoft Excel, определяли среднее значение и стандартные ошибки среднего, достоверность различий между величинами показателей опытных групп и контрольной оценивали по Стьюденту-Фишеру при * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$.

Результаты и обсуждение. На протяжении всего периода исследований у животных всех групп такие показатели, характеризующие физическое состояние, как температура тела, частота дыхания и сердечных сокращений находились в пределах нормы, что свидетельствует о нормальном состоянии их здоровья.

На начальной стадии опыта морфологические показатели крови соответствовали норме, различия

между группами по этим показателям отсутствовали (табл. 1). В конце эксперимента в крови животных I и II групп отмечали достоверное увеличение количества эритроцитов на 4,5% и 9,1 % ($p \leq 0,05$), по сравнению с контролем. По содержанию лейкоцитов в крови значимых изменений не установлено, оно оставалось в пределах нормы. Одновременно отме-

чено достоверное повышение уровня гемоглобина в крови животных I группы на 2,3 % ($p \leq 0,05$), во II – на 3,2 % ($p \leq 0,05$).

В сыворотке крови животных I и II опытных групп концентрация общего белка увеличилась, по сравнению с контролем (табл. 2), соответственно на 3,21 г/л (3,81 %; $p \leq 0,01$) и 5,12 г/л (7,54 %; $p \leq 0,001$), в том числе альбуминов – на 2,09 г/л (6,71 %; $p \leq 0,05$) и 3,89 г/л (12,88 %; $p \leq 0,05$), глобулинов – на 1,11 г/л (2,91 %) и 1,22 г/л (3,31 %; $p \leq 0,05$).

Кроме того, у козоток II опытной группы установлено достоверное ($p \leq 0,01$) повышение белкового коэффициента крови, по сравнению с контролем, на 0,24. Содержание глюкозы в крови животных I и II опытных групп было больше, чем у аналогов, получавших основной рацион, увеличилось соответственно на 0,22 (8,91 %; $p \leq 0,05$) и 0,27 ммоль/л (11,1 %; $p \leq 0,001$). Это может служить подтверждением повышения уровня углеводного обмена. На конец опыта у лактирующих козоток, получавших кормовую добавку, в сравнении с животными контрольной группы, выявлено достоверное увеличение количества кальция в крови на 0,18 (12,76 %; $p \leq 0,01$) и 0,48 ммоль/л (20,43 %; $p \leq 0,01$), фосфора – на 0,05 (4,41 %) и 0,29 ммоль/л (18,55 %; $p \leq 0,05$).

Скармливание животным сухой биомассы микроводорослей *Chlorella vulgaris* оказывало позитивное влияние на их иммунную систему (табл. 3). В крови коз II опытной группы уровень фагоцитарной активности нейтрофилов был выше, чем в контроле, на

Таблица 3. Уровень естественной резистентности подопытных козоток

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Лизоцимная активность, Ед/мл	333,45±5,31	370,18±5,62**	375,60±4,55**
Аттракция на 50 нейтрофилов, %	22,42±0,48	25,08±0,66*	25,48±0,59*
Число фагоцитирующих нейтрофилов, %	26,33±0,49	30,33±0,87**	31,55±0,74**
Фагоцитарный индекс	6,91±0,12	7,41±0,12*	7,77±0,08**

*различия достоверны, по сравнению с контролем, при $p \leq 0,05$; ** при $p \leq 0,01$.

3,06 % ($p \leq 0,01$), в I опытной – на 2,66 % ($p \leq 0,01$), количество фагоцитирующих клеток – соответственно на 5,60 % ($p \leq 0,01$) и 4,33 % ($p \leq 0,01$).

Отмечен также рост способности к выработке лизоцима, обладающего бактерицидной способностью. Лизоцимная активность в крови животных I опытной группы увеличилась, по сравнению с контролем, на 36,55 Ед/мл, (11,2 %, $p \leq 0,01$), во II группе – на 44,21 Ед/мл. (12,6 %, $p \leq 0,01$).

Анализ содержания в сыворотке крови животных иммуноглобулинов позволил выявить превосход-

Таблица 4. Физико-химические показатели молока коз

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Массовая доля, %:			
сухих веществ	12,92±0,12	12,27±0,15*	12,70±0,12**
СОМО	7,57±0,05	7,75±0,07*	9,07±0,07***
жира	4,34±0,03	4,51±0,05*	4,53±0,04***
белка	3,47±0,033	3,54±0,037	3,55±0,04*
казеина	3,71±0,035	3,77±0,039	3,79±0,03*
сывороточных белков	0,75±0,04	0,77±0,05	0,79±0,05
лактозы	4,47±0,021	4,52±0,027*	4,59±0,029*
минеральных веществ	0,52±0,005	0,59±0,005***	0,72±0,004***
Содержание, мг%:			
кальция	145,97±1,25	147,27±1,25	150,12±1,42
фосфора	91,27±0,17	92,15±0,22	92,12±0,21*
Титруемая кислотность, °Т	17,05±0,15	17,10±0,21	17,19±0,19
Плотность при +20 °С, кг/м³	1027,97±0,36	1029,53±0,42	1029,77±0,39

*различия достоверны, по сравнению с контролем, при $p \leq 0,05$; ** – при $p \leq 0,01$; *** – при $p \leq 0,001$.

ство животных I и II опытных групп в сопоставлении с контролем по иммуноглобулинам. Превосходство по IgG составило соответственно 1,51 и 2,44 %; IgM – 2,21 и 20,41 %; IgA – 13,42 и 36,51 %.

У животных, получавших на протяжении опыта в составе рациона сухую биомассу микроводорослей *Chlorella vulgaris* в дозе 4 г на 10 кг массы тела, надой был выше, чем в контрольной группе, на 18,55 кг, или 4,33 % ($p \leq 0,05$), содержание жира в молоке – на 0,25 % ($p \leq 0,01$), белка – на 0,09 %. У козоток II группы надой был выше на 22,29 кг, или 5,50 % ($p \leq 0,05$), содержание жира – на 0,28 % ($p \leq 0,01$), белка – на 0,06 %. Разница по коэффициенту молочности в пользу животных I опытной группы составила 18,2 кг, или 3,01 %, II – 19,55 кг, или 3,18 %.

Изучение проб молока позволило установить, что содержание сухих веществ в продукции I и II опытных группах было больше, чем в контрольной, соответственно на 0,42 ($p \leq 0,05$) и 0,69 % ($p \leq 0,01$); СОМО – на 0,23 ($p \leq 0,05$) и 0,47 % ($p \leq 0,001$); жира – на 0,15 ($p \leq 0,05$) и 0,25 % ($p \leq 0,001$); белка – на 0,05 и 0,16 % ($p \leq 0,05$); казеина – на 0,04 и 0,16 % ($p \leq 0,05$); лактозы – на 0,13 ($p \leq 0,05$) и 0,23 % ($p \leq 0,05$), минеральных веществ – на 0,08 ($p \leq 0,001$) и 0,10 % ($p \leq 0,001$). Кроме того, во II опытной группе отмечено достоверное увеличение содержания фосфора на 3,19 мг % ($p \leq 0,05$).

Процесс сквашивания обезжиренного молока коз контрольной группы длился 5 ч 40 минут; особей I группы – 5 ч 05 минут; животных II опытной

группы – 4 ч 50 минут. Благодаря более высокому содержанию сухих веществ и молочного сахара в молоке коз опытных групп при его переработке было получено соответственно на 1,69 и 2,31 % больше творога, чем в контрольной.

Полученные в эксперименте результаты согласуются с данными других ученых по соответствующим вопросам [7, 8, 9]. Полученные результаты обусловлены механизмом действия присущим использованной добавке. Входящие в ее состав быстрые углеводы в виде лактулозы, галактозы,

лактозы, попадая в ЖКТ, способствуют ингибированию развития патогенной микрофлоры. В результате концентрация лактобактерий и бифидобактерий увеличивается. Кроме того, отмеченные изменения связаны с активизацией секреторной функции иммуноглобулина А [10].

Выводы. Введение в рационы коз зааненской породы сухой биомассы микроводорослей *Chlorella vulgaris* оказывает положительное влияние на показатели, характеризующие естественную защиту животных: лизоцимная активность возрастает, по сравнению с животными контрольной группы, на 11,2...12,6 %, аттракция на 50 нейтрофилов – на 15,9...16,3 %, число фагоцитирующих нейтрофилов – на 16,5...21,3 %, фагоцитарный индекс – на 7,4 и 12,2 %. В молоке животных обеих опытных групп содержание минеральных веществ достоверно увеличивается на 0,07...0,20 %, общего белка – на 0,06...0,08 %, жира – на 0,16...0,19 %, казеина – на 0,05...0,08 %. Из молока опытных коз было получено на 1,69 и 2,31 % больше творога.

Наилучшие результаты обеспечило введение в рацион лактирующих козوماتок сухой биомассы микроводорослей *Chlorella vulgaris* из расчета 6 г на 10 кг живой массы.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №24-26-00080).

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

Эксперименты с животными проводились в соответствии с Руководством Национального института здравоохранения по уходу и использованию лабораторных животных (<http://oacu.od.nih.gov/regs/index.htm>). Протоколы с использованием животных были одобрены Комиссией по биологической безопасности и биоэтике Марийского государственного университета, (идентификатор одобрения: №04/2023 от 15 декабря 2023 года).

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Литература.

1. Абдизаппарова Б. Т., Уразбаева К. А., Макажанова А. Д. Новые технологии сыров и сырных продуктов из козьего молока // Вестник науки Южного Казахстана. 2023. № 2 (22). С. 3–8.
2. Развитие молочного козоводства – перспективное направление агробизнеса / А. Н. Семин, В. П. Черданцев, Т. М. Свечникова и др. // Экономика сельского хозяйства России. 2022. № 6. С. 81–84.
3. Состояние и перспективы развития производства мягких и полутвердых сыров на основе козьего молока / Н. Б. Гаврилова, Е. М. Щетинина, Н. Л. Чернопольская и др. // Ползуновский вестник. 2022. № 4-1. С. 126–132.
4. Сафина А. К., Гайнуллина М. К. Молочное козоводство: значение, состояние и перспективы развития в России // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2022. Т. 250. № 2. С. 208–213. doi: 10.31588/2413_4201_1883_2_250_208.
5. Гаврилова Н. Б., Чернопольская Н. Л., Щетинина Е. М. Технологический потенциал козьего молока // Молочная промышленность. 2021. № 10. С. 56–58. doi: 10.31515/1019-8946-2021-10-56-58.
6. Оценка биологической ценности молока коз зааненской и нубийской породы / М. В. Забелина, Т. Б. Ледяев, Л. Г. Ловцова и др. // Сыроделие и маслоделие. 2023. № 3. С. 52–55. doi: 10.31515/2073-4018-2023-3-52-55.
7. Мягкий сыр на основе козьего молока для специализированного питания / Е. М. Щетинина, Н. Б. Гаврилова, Н. Л. Чернопольская и др. // Хранение и переработка сельхозсырья. 2022. № 3. С. 134–146.
8. Characterization of milk composition, coagulation properties, and cheese-making ability of goats reared in extensive farms / P. Paschino, G. Stocco, M. L. Dettori, et al. // Journal of Dairy Science. 2020. Vol. 103. No. 7. P. 5830–5843. doi: 10.3168/jds.2019-17805.
9. Effect of goat milk composition on cheesemaking traits and daily cheese production / M. Pazzola, G. Stocco, M. L. Dettori, et al. // Journal of Dairy Science. 2019. Vol. 102. No. 5. P. 3947–3955. doi: 10.3168/jds.2018-15397.
10. Growth and immune response of pond-reared giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* post larvae fed diets containing *Chlorella vulgaris* / G. C. F. Maliwat, S. F. Velasquez, S. M. D. Buluran, et al. // Aquaculture and Fisheries. 2021. Vol. 6. No. 5. P. 465–470. doi: 10.1016/j.aaf.2020.07.002.

References

1. Abdizhapparova BT, Urazbaeva KA, Makazhanova AD. [New technologies of cheeses and cheese products from goat milk]. Vestnik nauki Yuzhnogo Kazakhstana. 2023;(2):3-8. Russian.
2. Semin AN, Cherданцев VP, Svechnikova TM, et al. [Development of dairy goat breeding is a promising direction of agribusiness]. Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii. 2022;(6):81-4. Russian.
3. Gavrilova NB, Shchetinina EM, Chernopol'skaya NL, et al. [The state and prospects for the development of production of soft and semi-hard cheeses based on goat milk]. Polzunovskii vestnik. 2022;(4-1):126-32. Russian.
4. Safina AK, Gainullina MK. [Dairy goat breeding: Importance, status and development prospects in Russia]. Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N.E. Bauman. 2022;250(2):208-13. Russian. doi: 10.31588/2413_4201_1883_2_250_208.
5. Gavrilova NB, Chernopol'skaya NL, Shchetinina EM. [Technological potential of goat milk]. Molochnaya promyshlennost'. 2021;(10):56-8. Russian. doi: 10.31515/1019-8946-2021-10-56-58.
6. Zabelina MV, Ledyayev TB, Lovtsova LG, et al. [Evaluation of the biological value of milk from Saanen and Nubian goats]. Syrodellie i maslodellie. 2023;(3):52-5. Russian. doi: 10.31515/2073-4018-2023-3-52-55.
7. Shchetinina EM, Gavrilova NB, Chernopol'skaya NL, et al. [Soft cheese based on goat's milk for specialized nutrition]. Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya. 2022;(3):134-46. Russian.
8. Paschino P, Stocco G, Dettori ML, et al. Characterization of milk composition, coagulation properties, and cheese-making ability of goats reared in extensive farms. Journal of Dairy Science. 2020;103(7):5830-43. doi: 10.3168/jds.2019-17805.
9. Pazzola M, Stocco G, Dettori ML, et al. Effect of goat milk composition on cheesemaking traits and daily cheese production. Journal of Dairy Science. 2019;102(5):3947-55. doi: 10.3168/jds.2018-15397.
10. Maliwat GCF, Velasquez SF, Buluran SMD, et al. Growth and immune response of pond-reared giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* post larvae fed diets containing *Chlorella vulgaris*. Aquaculture and Fisheries. 2021;6(5):465-70. doi: 10.1016/j.aaf.2020.07.002.

Поступила в редакцию 27.06.2024 После доработки 23.07.2024 Принята к публикации 14.08.2024