

Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105, № 4. С. 131-145.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2022. Vol. 105, no 4. P. 131-145.

Обзорная статья
УДК 636.39:636.085.25
doi:10.33284/2658-3135-105-4-131

Влияние систем кормления, биологически активных веществ и нетрадиционных кормов на переваримость и физиологию пищеварения у коз

Дарья Алексеевна Кислова¹, Галимжан Калиханович Дускаев², Ольга Вилориевна Кван³, Елена Владимировна Шейда⁴

¹²³⁴Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

¹<https://orcid.org/0000-0002-7500-137X>

²gduskaev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9015-8367>

³kwan111@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0561-7002>

⁴elena-snejjda@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2586-613X>

Аннотация. Увеличение количества полезных жирных кислот в молоке зависит от количества полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) в рационе, с этой целью используются корма, имеющие высокий уровень содержания ПНЖК. Учитывая большое влияние системы кормления на химический состав молока и последние достижения в этой области, в данном библиографическом обзоре представлены исследования, касающиеся стратегий кормления, полезных для увеличения концентрации сухого вещества, белка, жирных кислот, которые считаются полезными для человека (в том числе полиненасыщенных жирных кислот) в козьем молоке и молочных продуктах, в частности, с использованием естественных и культурных пастбищ, источников растительного масла и включении в рацион кормов, богатых вторичными метаболитами и др. В обзоре представлены и обсуждаются системы кормления, способные увеличить продуктивность молочных коз, изменить качество получаемого молока и концентрацию полезных жирных кислот. Применяя соответствующие методы и способы кормления, можно заметно варьировать концентрацией жира в молоке и улучшать его состав. Эти системы кормления основаны главным образом на использовании трав, богатых полиненасыщенными жирными кислотами, или на включении веществ из растительных, морских отходов или эфирных масел в рационе лактирующих животных. Рассматриваются вопросы влияния содержания, уровня тех или иных питательных веществ в рационе, окружающей среды, экологических зон на продуктивность животных, ферментацию веществ в рубце, микробиом и уровень метаболитов в биосубстратах.

Ключевые слова: молочные козы, молоко, кормление, жирные кислоты, кормовые добавки, нетрадиционные корма

Благодарности: работа выполнена в соответствии с планом НИР за 2021-2023 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2019-0005).

Для цитирования: Влияние систем кормления, биологически активных веществ и нетрадиционных кормов на переваримость и физиологию пищеварения у коз (обзор) / Д.А. Кислова, Г.К. Дускаев, О.В. Кван, Е.В. Шейда // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105, № 4. С. 131-145. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-4-131>

Review article

The influence of feeding systems, biologically active substances and non-traditional feeds on digestibility and physiology of digestion in goats

Daria A Kislova¹, Galimzhan K Duskaev², Olga V Kvan³, Elena V Sheida⁴

¹²³⁴Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

¹<https://orcid.org/0000-0002-7500-137X>

²gduskaev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9015-8367>

³kwan111@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0561-7002>

⁴elena-snejjda@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2586-613X>

Abstract. The increase in the amount of useful fatty acids in milk depends on the amount of polyunsaturated fatty acids (PFA) in the diet, for this purpose, feeds with a high level of PFA content are used. Taking into account the great influence of the feeding system on the chemical composition of milk

and recent advances in this field, this bibliographic review presents studies on feeding strategies useful for increasing the concentration of dry matter, protein, fatty acids that are considered beneficial to humans (including polyunsaturated fatty acids) in goat's milk and dairy products, in particular in particular, with the use of natural and cultivated pastures, sources of vegetable oil and the inclusion in the diet of feeds rich in secondary metabolites, etc. The review presents and discusses feeding systems that can increase the productivity of dairy goats, change the quality of milk received and the concentration of effective fatty acids. By applying appropriate methods and methods of feeding, it is possible to significantly vary the concentration of fat in milk and improve its composition. These feeding systems are based mainly on the use of herbs rich in polyunsaturated fatty acids, or on the inclusion of substances from plant, marine waste or essential oils in the diet of lactating animals. The issues of the influence of the content, level of certain nutrients in the diet, environment, ecological zones on the productivity of animals, fermentation of substances in the rumen, microbiome and the level of metabolites in biosubstrates are considered.

Keywords: dairy goats, milk, feeding, fatty acids, feed additives, content, non-traditional feed

Acknowledgements: the work was performed in accordance to the plan of research works for 2021-2023 FSBRI FRC BST RAS (No. 0761-2019-0005).

For citation: Kislova DA, Duskaev GK, Kvan OV, Sheida EV. The influence of feeding systems, biologically active substances and non-traditional feeds on digestibility and physiology of digestion in goats (review). *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(4):131-145. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-4-131>.

Введение.

Общее производство козьего молока оценивается в 18,7 млн тонн (FAOSTAT, 2018). Это составляет 1,9 % от мирового производства молока (Pulina G et al., 2018). Крупнейшим производителем является Азия (57 %, 10,6 млн тонн), за ней следуют Африка (24 %, 4,6 млн тонн), Европа (15 %, 2,7 млн тонн) и Америка (4 %, 780 тыс. тонн) (FAOSTAT, 2018). Из данного молока изготавливается большое количество пищевых продуктов, соответственно качеству данного продукта уделяется огромное внимание. В этой связи рацион является одним из важнейших факторов, влияющих на количество и качество козьего молока, в том числе жира (Goetsch AL, 2019). Учитывая, что увеличение количества полезных жирных кислот в молоке также зависит от количества полиненасыщенных жирных кислот в рационе, с этой целью используются рационы, включающие богатые ими корма. В частности, хорошие результаты были получены при использовании пастбищных рационов (Кильпа АВ и др., 2012; Delgadillo-Puga C et al., 2019) или добавок с растительными источниками липидов (Bernard L et al., 2022; Candygine SCL et al., 2019). Анализ литературы отечественных и зарубежных учёных показывает взаимосвязь системы кормления с уровнем продуктивности и качества молочной продукции. Чтобы обеспечить среднюю и высшую упитанность маток, высокую воспроизводительную способность, молочную и мясную продуктивность коз необходима разработка определённых стратегий питания с учётом физиологического состояния, возраста, пола и продуктивности животных. Нормированное кормление коз позволяет обеспечить животных необходимыми питательными веществами и энергией, повысить продуктивность, снизить затраты на получение молока (шерсти или мяса) и тем самым существенно повысить рентабельность козоводства.

Цель исследования.

Обобщение и систематизация данных, касающихся стратегий кормления в молочном козоводстве с целью увеличения продуктивности молочных коз и улучшения качества получаемого молока.

Материалы и методы исследования.

Поиск и анализ литературы проводился с использованием интернет-ресурсов: РИНЦ – <https://www.elibrary.ru>, ScienceDirect – <https://www.sciencedirect.com>, PubMed – <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> за период 2005-2022 гг.

Результаты исследования и обсуждение.

Добавление в рацион жиросодержащих добавок и отходов производства.

Физиологические условия, такие как потребность в питательных веществах и, возможно, состояние здоровья, могут влиять на выбор рациона козами как на пастбище, так и в условиях стойлового содержания. Некоторые исследования предполагают, что низкие концентрации белка и жира в молоке высокопродуктивных пород молочных коз могут быть связаны с типом и природой кормовых ингредиентов, влияющих на конечные продукты брожения рубца (Goetsch AL, 2019). Эффекты от включения в рацион источников жиров и масел значительно различаются в зависимости от их природы, что также справедливо для побочных продуктов питания и заменяемых ими традиционных продуктов. Добавление в рацион молочных коз источников полиненасыщенных жирных кислот может влиять на окислительный стресс, а различные корма влияют на антиоксидантный статус организма (Goetsch AL, 2019). Однако исследования, посвященные значимости таких изменений в условиях реального производства, были бы интересными.

Так, недавние исследования Dutra PA с коллегами (2019) показали, что полиненасыщенные жирные кислоты могут быть использованы для повышения репродуктивной способности жвачных животных. Скармливание рациона с умеренным содержанием льняного семени (4 % и 8 % льняного семени) привело к появлению большего количества эмбрионов лучшего качества у бурских коз. Количество жизнеспособных эмбрионов и доля собранных эмбрионов 1-го сорта было больше у коз, которых кормили рационом, содержащим 4 % и 8 % льняного семени (94 %, 84 % и 74 %, 83 % соответственно).

Включение в рацион отходов жировой промышленности не всегда оказывают желательное влияние на продуктивность животных. Так, при скармливании и определении оптимальной нормы включения пальмоядрового жмыха в рационы для лактирующих коз производство молока и молочный белок снизились ($p=0,001$) (Ferreira FG et al., 2022). Исследователями рекомендуется умеренное использование до 80 г/кг живой массы в рационе лактирующих коз, поскольку при более высоких уровнях значительно снижается выработка молока или масса тела.

Недавняя оценка влияния скармливания различных уровней конопляной муки (0 %, 10 %, 20 % и 30 %) показывает, что включение до 30 % HSM в рацион растущих мясных бурских коз не влияет на характеристики их туши (Gurung R et al., 2022).

Имеются сведения, что добавление соевого масла может быть полезной кормовой стратегией для улучшения качества молока у коз породы Мурчано-Гранадина, в том числе при тепловом стрессе (Hamzaoui S et al., 2021). Исследователи обнаружили, что добавление 4 % соевого масла в рацион не оказывало влияния на потребление корма, удой или содержание молочного белка, однако увеличивало ($P \leq 0,05$) содержание неэтерифицированных жирных кислот в крови на 50 %, молочного жира – на 29 % и конъюгированной линолевой кислоты – на 360 %. Эти полезные эффекты были получены независимо от того, находились ли козы в термонейтральных условиях или теплового стресса.

Липиды, добавляемые в виде рапсового или пальмового масла (8 % (по массе)) гидрогенизированное пальмовое масло, обогащенное пальмитиновой кислотой (полиненасыщенные жирные кислоты) и 8 % (по массе) рапсовое масло) в рацион молочных коз норвежской породы в течение 8 месяцев одной лактации, изменяют секрецию жира, состав молочных жирных кислот и белка (Bernard L et al., 2022).

Проведена оценка влияния конопляного жмыха на выработку и качество молока у альпийских коз. Соевый шрот и экструдированную сою частично заменили на 60 г/кг или 120 г/кг конопляного жмыха. Кормление коз данными дозами не влияло на надой молока, доза в 120 г/кг приво-

дила к снижению соотношения линолевой кислоты/линоленовой кислоты, которое придаёт козьему молоку функциональные свойства. Включение конопляного жмыха в рацион в дозе 60 г/кг было оптимальным с точки зрения химического состава молока и гематохимических параметров (Šalavardić ŽK et al., 2021).

Добавление жира (микроводоросли *Nannochloropsis oculata*, природного источника защищённой от распада в рубце эйкозапентаеновой кислоты) влияет на лактационные показатели нубийских коз и резко изменяет питательную ценность молока (Kholif AE et al., 2020). Микроводоросли *N. oculata* в дозе 5 г или 10 г/день улучшили ($P \leq 0,01$) усвояемость питательных веществ, не оказывали влияния на pH рубца и содержание аммиака, увеличивали ($P \leq 0,01$) надой молока, содержание лактозы и концентрацию ненасыщенных жирных кислот.

У коз породы Заанен, в рацион которых включали кормовую добавку с листьями оливы (10 % от сухого вещества корма), побочным продуктом цепочки производства оливкового масла, проведена оценка фенольного состава, антиоксидантного потенциала и липолитических свойств сырого молока. Результаты показали положительный эффект добавки для улучшения общего содержания фенолов и антиоксидантной активности; кроме того, 19 фенольных соединений, включая фенольные кислоты, флавоноиды, простые фенолы и секоиридоиды, были обнаружены в молоке, но наряду с этим отмечено пониженное накопление свободных жирных кислот (Ianni A et al., 2021).

Оценивался рост, переваримость и ферментацию рубца у коз и овец, которых кормили рационом для откорма, обогащённым льняным маслом (4 % от массы тела) (Candygine SCL et al., 2019). Добавление масла не повлияло на ферментацию рубца и улучшило среднесуточный прирост массы тела на 29 % и коэффициент конверсии корма – на 18 %. Это сочеталось с более высокой усвояемостью сухого вещества и энергии ($P \leq 0,05$), а также органического вещества и нейтральной дегерментной клетчатки ($P \leq 0,01$) у животных, получавших рацион с добавлением масла.

Была проведена оценка влияния рационов, содержащих ресторанные пищевые отходы (замещение корма на 15 % и 30 %), на усвояемость питательных веществ, удой молока и его состав, а также на некоторые показатели крови лактирующих коз Зарайби (Hussein AM et al., 2022). Фактические суточные надой молока были значительно ($P \leq 0,05$) выше (1269,30 г/ч/сут) у коз из третьей группы. Включение отходов в рационы оказало значительное влияние на выход компонентов молока, без существенных различий между экспериментальными рационами.

Необходимо отметить, что обнаружено влияние различных уровней добавок конопляной муки на антитела и клеточно-опосредованные иммунные реакции у коз (Abrahamsen F et al., 2021). В частности, добавление муки из семян конопли может улучшить клеточно-опосредованный иммунный ответ, не оказывая при этом никакого влияния на иммунный ответ.

Влияние отходов из растений, отдельных компонентов корма, условий кормления и содержания на продуктивность и качество молока коз.

На рацион питания жвачных животных влияет содержание клетчатки в рационе. Козы (молочные козы ($n=32$) в период поздней лактации и ранней беременности, порода – альпийская и зааненская), которых кормили рационом с высоким содержанием клетчатки, сократили частоту приёма пищи на 10 %, что привело к снижению нормы кормления на 9 % и отсутствию существенных изменений в ежедневном потреблении корма и времени кормления. Козы на диете с низким содержанием клетчатки незначительно изменили частоту приёма пищи или размер порции, но совокупные изменения, тем не менее, привели к увеличению ежедневного потребления корма на 9 %. Козы адаптируют свое пищевое поведение к пропорции клетчатки в предлагаемом рационе, причём при снижении содержания клетчатки изменения становятся больше, что необходимо учитывать при сравнении фенотипов и приспособляемости мелких жвачных животных к различным рационам (Nielsen BL et al., 2021).

В то же время изменения в организации кормления (установка оптимизированной автоматической системы концентрированного кормления) не влияют на общее сезонное развитие поведения в состоянии отдыха, но могут повлиять на поведенческие различия между рогатыми и безрогими молочными козами (Maurmann I et al., 2021).

Адаптивную способность коз к суровым условиям окружающей среды можно объяснить тем, что микробиота рубца обладает высокой фракционной стабильностью. Структура микробного сообщества у коз и коров различается, что объясняет разницу в чувствительности к снижению содержания молочного жира после приёма кормов с высоким содержанием липидов. Козы также отличаются от других жвачных животных тем, что избирательно относятся к выбору корма, но, как и коровы, они могут страдать от ацидоза. Тем не менее, можно считать, что козы очень устойчивы к факторам окружающей среды, таким как водный, солевой или тепловой стрессы, и это особенно характерно для некоторых эндогенных пород (Giger-Reverdin S et al., 2020).

Важное значение в питании молочных коз занимают побочные отходы производства растениеводства, овощеводства и др. Так, включение побочных продуктов из брокколи (Б) и артишокового силоса (АС) в рацион молочных коз (40 %) снизило потребление корма из-за их состава и более высокого содержания влаги, а у животных Б наблюдалось значительное снижение массы тела (Monllor P et al., 2020). Молоко после обработки (Б) имело самое высокое содержание жира, общего количества сухих веществ и полезного сухого вещества (5,02 %, 13,9 % и 8,39 % соответственно). Контрольное молоко и молоко АС показали сходный профиль жирных кислот, хотя АС обладал более полезными свойствами для здоровья человека (более низкое соотношение $n6/n3$, 12,5).

Выращивание молочных коз в разных экологических зонах повлияло на качество молока. Молочных коз кормили по пяти системам: 1 – пастбище; 2 – обычный рацион (CD); 3 – CD+10 % стручков *Acacia farnesiana* (AF); 4 – CD+20 % (AF) и 5 – CD+30 % (AF). Обычный рацион показал самое высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот, при пастьбе – наилучшее соотношение $n-6:n-3$ и линолевая:альфа-линоленовая кислота. Аналогичным образом пастьба и *Acacia farnesiana* повышали содержание полифенолов (Delgadillo-Puga C et al., 2019).

Поиск новых кормовых ресурсов с высокой питательной ценностью, которые являются более дешёвыми и доступными, является одной из самых сложных задач в животноводстве, в том числе и козоводстве. Была исследована питательная ценность листьев некоторых деревьев (айвы, груши, оливы, сливы мирабель, ренклода, вишни и хурмы) различными лабораториями и методами *in vitro*. Наибольшее потребление сухого вещества (1087 г/сут) и усвояемость сырого белка (70 %, 80 %) наблюдались в рационах, содержащих ренклод ($P \leq 0,001$) (Kazemi M, 2021).

При оценке влияния включения различных уровней томатной выжимки (ТВ) на продуктивность и состав молока коз (Заанен) установлено, что добавление 20 % и 40 % ТВ приводило к более высокой молочной продуктивности (примерно на 1,5 кг в день-1), чем у животных из контроля (1,2 кг в день-1) и 60 % ТВ (1,04 кг в день-1). Это увеличение составило примерно 28 % у животных с включением 40% ТВ. Более того, добавление 20 % или 40 % ТВ также улучшило качество молока, которое содержало большее количество жира (4,37 % и 4,63 % у животных с 20 % ТВ и 40 % ТВ соответственно), чем в контроле (3,7 %) и корме для животных с 60 % ТВ (4,02 %). Эффективность кормления и конверсия корма не показали различий между рационами (Mizael WCF et al., 2020).

Ивовый корм (ива) снижал количество соматических клеток и нейтрофилов в молоке (Muklada H et al., 2020) альпийских помесных молочных коз. Потребление ивы уменьшало CD8+ (Т-клетки) в крови и вызывало увеличение CD8+ в молоке, что указывает на иммунорегуляторный эффект.

Оценено влияние времени кормления на производственные показатели западноафриканских карликовых коз (Adegbeye MJ et al., 2021). Судя по результатам, удой молока у коз, которых кормили утром, был выше, чем у коз, которых кормили вечером, в то время как у коз, которых кормили днем, удой был самым низким при $P \leq 0,001$. Выход компонентов молока (г/сут) для лактозы ($P=0,002$) был самым высоким у коз, которых кормили утром; у коз, которых кормили вечером, был самый высокий ($P=0,001$) уровень сырого жира.

Продукт ферментации *Aspergillus oryzae* оценивали на молочных козах на уровне нормы включения 0,3 или 0,6 г/л. доза 0,3 г/л способствовала лучшей усвояемости сухого и органического вещества, а также нейтрально-детергентной клетчатки сена *in vitro* (Hymes-Fecht UC et al., 2021).

Кальциево-аммиачную селитру скармливали лактирующим молочным козам (до 20 г/кг СВ), что не повлияло на потребление корма, усвояемость питательных веществ и состав молока, однако это может увеличить окисление липидов молока (Almeida KV et al., 2022).

Особенности рубцового пищеварения коз позволяют использовать питательную ценность отходов из плодов фруктов (кожура). Ферментация *in vitro* с козьей рубцовой жидкостью показала, что отходы манго ферментируются в большей степени и быстрее, чем в авокадо, у последнего наблюдалось значительное ($P \leq 0,05$) увеличение содержания ацетата и снижение содержания пропионата (Marcos CN et al., 2020).

Аналогичным образом установлено, что в кормлении коз возможно использование отработанной муки из цветков календулы (до 15 %), без отрицательного воздействия на их продуктивность (Kour G et al., 2021).

Определили влияние скармливания бобового растения *Lespedeza cuneata* с высоким содержанием конденсированного танина козам на фоне транспортного стресса. Установлено, что включение данного растения в рацион может быть полезно из-за повышенных уровней бутирата, лизина и цитруллина для увеличения способности коз справляться со стрессом (Batchu P et al., 2021).

Скармливание измельчённой кукурузы, пропитанной лимонной кислотой, молочным козам Заанен эффективно улучшало рН-статус рубца, таким образом, снижало риск ацидоза, уменьшало воспалительную реакцию, улучшало надой и содержание молочного жира (Shen YZ et al., 2019).

Добавление конденсированных дубильных веществ в силос из маниоки в количестве 25 г/кг общего количества сухого вещества способствовало более широкому использованию рациона англо-нубийскими козами без ухудшения конверсии корма и качества производимого козьего молока (Nascimento TVC et al., 2021).

Использование биофлока (1,5 % от СВ) в качестве добавки к рациону козы *Nubian* может улучшить переваримость рациона (Pormohammad A et al., 2020), что значительно увеличивало усвояемость сухого вещества, сырого протеина, нейтральной детергентной клетчатки и кислотной детергентной клетчатки.

Бутират натрия в высококонцентратном рационе молочных коз подавлял воспалительную реакцию и ослаблял апоптоз гепатоцитов, тем самым снижая риск развития ацидоза рубца (Chang G et al., 2018).

Потребление корма, содержащего отходы авокадо, молочными козами породы Мурчано-Гранадина, было низким из-за окисления липидов авокадо, вызывающего неприятный привкус и снижение вкусовых качеств. Рацион не влиял ни на удой молока ($p=0,921$), ни на эффективность использования энергии и азота ($p=0,909$ и $0,840$ соответственно), но содержание молочного жира имело тенденцию к увеличению (Evan T et al., 2020).

Изучали влияние уровня кормления в раннем и послеродовом периодах на рост, репродуктивные параметры и удой альпийских коз (Panzuti C et al., 2018). Установлено, что возраст при отъёме, а также уровень кормления после отъёма от маток не оказали негативного влияния на рост и надой молока. Предполагается, что уменьшение возраста отъёма от маток может быть перспективным способом снизить затраты на период выращивания козлят.

Употребление рационов с высоким содержанием зерна изменяет характер ферментации рубца, состав и функции бактериального сообщества и приводит к повышению уровня липополисахаридов в периферической крови, а также дополнительно активизирует воспалительную реакцию в книжке (Shen YZ et al., 2019). В качестве вероятного решения данной проблемы некоторыми авторами предлагается включать в состав рациона молочных коз 20 г *Schizochytrium spp.* в день, что способствует изменению ферментативной активности в рубце (Mavrommatis A et al., 2021).

Отмечено влияние различных режимов кормления (Кильпа А.В. и др., 2012) (пастбище, помещение, помещение+пробиотик *Saccharomyces cerevisiae* и олигосахаридов маннана) на показатели роста, микробиоту кишечника и иммунитет козы на откорме (*Capra hircus*). В группе помещение+пробиотик была самая высокая ($P \leq 0,05$) масса и длина тела, а также окружность грудной клетки, уровни иммуноглобулина А (IgA) и G (IgG).

Органический цинк в составе рационов беременных молочных коз (чёрная коза Сяндун) способствует улучшению развития и функционирования иммунной системы потомства (Абилов Б.Т. и др., 2015).

При нарушении обмена кальция и гипокальциемии у молочных коз обнаружен положительный эффект внутримышечного действия 5-гидрокси-1-триптофан (5-ПВТ), катализируемый триптофангидроксилазой (Амерханов Х.А. и Джапаридзе Т.Г., 2010).

Кормление лактирующих коз буферным агентом (*Milk-Testing*TM *Milkoscan 4000*), на фоне высококонцентратных рационов увеличивало процентное содержание молочного белка в молоке, содержание аминокислот в ярёмной крови ($p < 0,05$) и уровни переносчиков аминокислот в молочной железе (Бодров А.В., 2010). Механизм увеличения синтеза молочного белка связан с активацией млекопитающие-мишени сигналов пути рапамицина (mTOR).

Также установлено, что у коз микробиота рубца часто меняется при рационе с высоким содержанием зерна, сопровождаясь значительным снижением значений pH рубца до менее чем 5,6 и увеличением концентрации липополисахаридов (Григорян Л.Н. и Хататаев С.А., 2014).

Скармливание растительного экстракта, богатого полифенолами и сапонинами (из семян *Dolichos biflorus*, корня спаржи кистевидной, коры *Amoora rohituka* и кожуры *Punica granatum*), улучшило способность к разложению сухого вещества и клетчатки ($P \leq 0,05$), а выработка метана и концентрация аммиака снижались ($P \leq 0,05$). Увеличивался удой молока ($P = 0,017$) и концентрация белка и лактозы ($P = 0,045$). Концентрации общих аминокислот ($P = 0,010$), общих незаменимых аминокислот ($P = 0,012$) и общих кетогенных аминокислот ($P \leq 0,001$) были выше, чем у контрольных коз. Клеточно-опосредованный иммунный ответ улучшился (Двалишвили В.Г., 2015).

В рационах молочных коз силос из люцерны, обработанный феруловой кислотой, продуцирующей эстеразу *L. plantarum A1*, увеличил кажущуюся общую переваримость в желудочно-кишечном тракте сухого вещества, органического вещества и сырого протеина, повышал активность антиоксидазы сыворотки крови молочных коз, таких как Т-АОС, SOD, GSH-Px и каталазы, а также сывороточной концентрации иммуноглобулина А, молоко содержало больше жира и белка (Зарипов Х.И. и Джураев Б.Д., 2020).

Кормление лактирующих молочных коз зелёным кормом смешанного вида, состоящим из многолетнего райграса, тимофея (*Phleum pratense L.*), травы прерий (*Bromus willdenowii Kunth*), белого клевера, красного клевера (*Trifolium pratense L.*), люцерны (*Medicago sativa L.*), цикория (*Cichorium intybus L.*) и подорожника (*Plantago lanceolata L.*), улучшает потребление пищи, удой и состав молока по сравнению со стандартным зелёным кормом из райграса и белого клевера (Кутювенко Т., 2008). Соотношение пентадециловой кислоты (C15:0), цис-ваксенной кислоты (C18:1 cis11), линолевой кислоты (C18:2 n6) и α -линоленовой кислоты (C18:3 n3) увеличивается в молочном жире.

Дана оценка влияния морских водорослей *Schizochytrium limacinum* (10 г/день/гол.) на состав молока и профиль жирных кислот, количество соматических клеток и распространённость патогенных бактерий в сыром молоке многоплодных альпийских коз. Включение морских водорослей значительно уменьшило количество соматических клеток в молоке и присутствие патогенов вымени, улучшило качество молока (Марзанов Н.С. и др., 2005).

В качестве эффективного источника клетчатки для молочных коз необходима ферментация рисовой соломы с использованием отработанного субстрата из грибов *Pleurotus sajor-caju*, что существенно повышает её кормовую ценность. Рекомендуются, чтобы доля ферментированной рисовой соломы в сухом веществе рациона составляла 15 % (Санников М.Ю. и др., 2019).

Добавку, содержащую смесь трав, скармливали молочным козам польской белой породы, наблюдалось значительное влияние растительной кормовой добавки на количество молочнокислых бактерий (*LAB*) ($P \leq 0,001$). Наибольшая плотность численности лактобактерий была обнаружена у коз, получавших кормовую добавку с девятью травами в дозе 20 г на животное в день ($P \leq 0,05$) (Халимбеков З.А. и др., 2007).

Изучено влияние двух рационов с различным содержанием белка (% сырого протеина на сухое вещество) – 16 % (высокобелковая диета) против 12,2 % (низкобелковая диета) на производство молока у молочных коз. Животные статистически не различались по удою и составу молока, низкобелковая диета привела к снижению экскреции азота с мочой на 28 % и стоимости корма примерно на 10 % (Rapetti L et al., 2020).

Концентрации ретинола и α -токоферола в крови и молоке коз могут быть биомаркерами системы кормления (горная пастьба, пастьба на культивируемом лугу и общий смешанный рацион) (Roncero-Díaz M et al., 2021).

Обнаружены положительные эффекты *Saccharomyces cerevisiae*, *Bacillus subtilis* и *Enterococcus faecalis* по отдельности и в комбинации на потребление сухого вещества, производство и состав молока, а также фекальную микрофлору молочных коз Заанен (Ma ZZ et al., 2020).

Корм из *Camelina sativa* в рационе коз (*Ionica*) увеличил в молоке содержание сухого вещества, жира, лактозы и концентраций C6:0, C11:0, C14:0, C18:2 n-6, CLA и ПНЖК и качество полученного сыра (Colonna MA et al., 2021).

Включение лимонных листьев и рисовой соломы в состав комбикормов для молочных коз Мурчано-Гранадина увеличило содержание жира в молоке и концентрации мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот (Romero T et al., 2020).

Заключение.

Таким образом, учитывая большое влияние систем кормления молочных коз на состав молочных жирных кислот и других компонентов молока, а также последние достижения в этой области, наиболее перспективными в питании молочных коз может быть использование источников растительного масла (отходов масложировой промышленности).

Список источников

1. Абилов Б.Т., Синельщикова И.А., Пашкова Л.А. Роль биологически активных добавок в кормлении ягнят и козлят // Новости науки Казахстана. 2015. № 2(124). С. 226-234. [Abilov BT, Sinel'shchikova IA, Pashkova LA. Active addition in the feeding of kids and lambs. News of Kazakhstan Science. 2015;2(124):226-234. (In Russ.)].
2. Амерханов Х.А., Джапаридзе Т.Г. Рекомендации по развитию козоводства. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 120 с. [Amerhanov HA, Dzhaparidze TG. Rekomendacii po razvitiju kozovodstva. Moscow: FGNU «Rosinformagroteh»; 2010: 120 p. (In Russ.)].
3. Бодров А. Козоводство в России вчера и сегодня // Животноводство России. 2009. № 11. С. 8-9. [Bodrov A. Goat breeding in Russia yesterday and today. Animal Husbandry of Russia. 2009;11:8-9. (In Russ.)].
4. Григорян Л.Н., Хататаев С.А. Состояние племенной базы молочного козоводства России // Farm Animals. 2014. № 1(5). С. 48-51. [Grigoryan LN, Khatataev SA. State of dairy goat breeding base in Russia. Farm Animals. 2014;1(5):48-51. (In Russ.)].
5. Двалишвили В.Г. Особенности кормления молочных коз // Молочная промышленность. 2015. № 7. С. 60-62. [Dvalishvili VG. Special features of feeding milk goats. Dairy Industry. 2015;7:60-62. (In Russ.)].
6. Зарипов Х.И., Джураев Б.Д. Сравнительная характеристика рационов для коз в условиях стационаров // Студенческая наука - взгляд в будущее: материалы XV Всерос. студ. науч. конф. (г. Красноярск, 26-27 марта 2020 г.). Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т., 2020. Ч. 1. С. 330-333. [Zaripov HI, Juraev BD. Comparative characteristics of goat diets in hospital settings. (Conference proceedings) Studencheskaja nauka - vzgljad v budushhee: materialy XV Vseros. stud. nauch. konf. (g. Krasnojarsk, 26-27 marta 2020 g.). Krasnojarsk: Krasnojar. gos. agrar. un-t. 2020;1:330-333. (In Russ.)].

7. Кутювенко Т. Оптимальное кормление - высокая продуктивность // *Животноводство России*. 2008. № 1. С.19-20. [Kutovenko T. Optimal feeding means high performance. *Animal Husbandry of Russia*. 2008;1:19-20. (*In Russ.*)].
8. Нормированное кормление козлят молочных пород / А.В. Кильпа, Ю.Д. Квитко, Б.Т. Абилов, И.А. Синельщикова / Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2012. Т. 2. № 1. С. 163-169. [Kil'pa AV, Kvitko JuD, Abilov BT, Cinel'shhikova IA. Normirovannoe kormlenie kozljat molochnyh porod. *Sbornik nauchnyh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva*. 2012;2(1):163-169. (*In Russ.*)].
9. Проблемы и перспективы козоводства (обзор) / Н.С. Марзанов, С.Г. Канатбаев, Л.К. Марзанова, Е.В. Чмирков, Г.П. Дерюгин / *Сельскохозяйственная биология*. 2005. Т. 40. № 2. С. 32-38. [Marzanov NS, Kanatbayev SG, Marzanova LK, Chmirkov EV, Deryugin GP. Problems and prospects of goat breeding (review). *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology]*. 2005;40(2):32-38. (*In Russ.*)].
10. Современные технологии в молочном козоводстве / М.Ю. Санников, С.И. Новопашина, С.А. Хататаев, Л.Н. Григорян, Ю.А. Юлдашбаев, О.В. Ласточкина, И.И. Лукин // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2019. № 6. С. 141-149. [Sannikov MYu, Novopashina SI, Khatataev SA, Grigoryan LN, Yuldashbayev UA, Lastochkina OV, Lukin II. Modern achievements in dairy goat breeding. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2019;6:141-149. (*In Russ.*)]. doi: 10.34677/0021-342x-2019-6-141-149
11. Халимбеков З.А., Новопашина С.И., Санников М.Ю. Молочная продуктивность зааненских коз при различных технологиях получения молока // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2007. Т. 2. № 2-2. С. 89-92. [Halimbekov ZA, Novopashina SI, Sannikov MJu. Molochnaja produktivnost' zaanenskih koz pri razlichnyh tehnologijah poluchenija moloka. *Sbornik nauchnyh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva*. 2007;2(2-2):89-92. (*In Russ.*)].
12. Abrahamsen F, Reddy G, Abebe W, Gurung N. Effect of varying levels of hempseed meal supplementation on humoral and cell-mediated immune responses of goats. *Animals (Basel)*. 2021;11(10):2764. doi: 10.3390/ani11102764
13. Adegbeye MJ, Fajemisin AN, Aro SO, Omotoso OB, Christopher T, Aderibigbe AM, Elghandour MMY, Salem AZ. Impact of varied time of feeding on the lactation and growth performance of West African Dwarf goat. *Trop Anim Health Prod*. 2021;53(5):495. doi: 10.1007/s11250-021-02946-2
14. Almeida KV, Santos GT, Osorio JAC., Lourenço JCS, Figueiredo M, Durman T, Marchi FE, Alcalde CR, Silva-Junior RC, Itavo CCBF, Araujo RC, Brito AF. Feeding calcium-ammonium nitrate to lactating dairy goats: milk quality and ruminal fermentation responses. *Animals (Basel)*. 2022;12(8):983. doi: 10.3390/ani12080983
15. Batchu P, Terrill TH, Kouakou B, Estrada-Reyes ZM, Kannan G. Plasma metabolomic profiles as affected by diet and stress in Spanish goats. *Sci Rep*. 2021;11(1):12607. doi: 10.1038/s41598-021-91893-x
16. Bernard L, Chilliard Y, Hove K, Volden H, Inglingstad RA, Eknæs M. Feeding of palm oil fatty acids or rapeseed oil throughout lactation: Effects on mammary gene expression and milk production in Norwegian dairy goats. *J Dairy Sci*. 2022;105(11):8792-8805. doi: 10.3168/jds.2021-21372
17. Candyrine SCL, Jahromi MF, Ebrahimi M, Chen WL, Rezaei S, Goh YM, Abdullah N, Liang JB. Oil supplementation improved growth and diet digestibility in goats and sheep fed fattening diet. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2019;32(4):533-540. doi: 10.5713/ajas.18.0059
18. Chang G, Liu X, Ma N, Yan J, Dai H, Roy AC, Shen X. Dietary addition of sodium butyrate contributes to attenuated feeding-induced hepatocyte apoptosis in dairy goats. *J Agric Food Chem*. 2018;66(38):9995-10002. doi: 10.1021/acs.jafc.8b03526
19. Colonna MA, Giannico F, Tufarelli V, Laudadio V, Selvaggi M, De Mastro G, Tedone L. Dietary supplementation with *Camelina sativa* (L. Crantz) forage in autochthonous ionic goats: effects on

milk and casciotta cheese chemical, fatty acid composition and sensory properties. *Animals (Basel)*. 2021;11(6):1589. doi: 10.3390/ani11061589

20. Delgadillo-Puga C, Cuchillo-Hilario M, León-Ortiz L, Ramírez-Rodríguez A, Cabiddu A, Navarro-Ocaña A, Morales-Romero AM, Medina-Campos ON, Pedraza-Chaverri J. Goats' feeding supplementation with *Acacia farnesiana* pods and their relationship with milk composition: fatty acids, polyphenols, and antioxidant activity. *Animals (Basel)*. 2019;9(8):515. doi: 10.3390/ani9080515

21. Dutra PA, Pinto LFB, Cardoso Neto BM, Gobikrushanth M, Barbosa AM, Barbosa LP. Flaxseed improves embryo production in Boer goats. *Theriogenology*. 2019;127:26-31. doi: 10.1016/j.theriogenology.2018.12.038

22. Evan T, Carro MD, Fernández Yepes JE, Haro A, Arbesú L, Romero-Huelva M, Molina-Alcaide E. Effects of feeding multinutrient blocks including avocado pulp and peels to dairy goats on feed intake and milk yield and composition. *Animals (Basel)*. 2020;10(2):194. doi: 10.3390/ani10020194

23. FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations). [Internet] Statistics Data Base. 2018. Available from: <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (cited July 9, 2020).

24. Ferreira FG, Leite LC, Alba HDR, Pina DDS, Santos SA, Tosto MSL, Rodrigues CS, de Lima Júnior DM, de Oliveira JS, de Freitas Júnior JE, de C Mesquita BMA, de Carvalho GGP. Palm kernel cake in diets for lactating goats: intake, digestibility, feeding behavior, milk production, and nitrogen metabolism. *Animals (Basel)*. 2022;12(18):2323. doi: 10.3390/ani12182323

25. Giger-Reverdin S, Domange C, Broudicou LP, Sauvant D, Berthelot V. Rumen function in goats, an example of adaptive capacity. *J Dairy Res*. 2020;87(1):45-51. doi: 10.1017/S0022029920000060

26. Goetsch AL. Recent advances in the feeding and nutrition of dairy goats. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2019;32(8):1296-1305. doi: 10.5713/ajas.19.0255

27. Gurung R, Ale KB, Abrahamsen FW, Moyer K, Sawyer JT, Gurung NK. Carcass traits of growing meat goats fed different levels of hempseed meal. *Animals (Basel)*. 2022 ;12(15):1986. doi: 10.3390/ani12151986

28. Hamzaoui S, Caja G, Such X, Albanell E, Salama AAK. Effect of soybean oil supplementation on milk production, digestibility, and metabolism in dairy goats under thermoneutral and heat stress conditions. *Animals (Basel)*. 2021;11(2):350. doi: 10.3390/ani11020350

29. Hussein AM, Hassanien HAM, Abou El-Fadel MH, Phillip YL, El-Badawy MM, El-Sanafawy HA, Khayyal AA, Salem AZM. Dietary inclusion of restaurant food waste effects on nutrient digestibility, milk yield and its composition, blood metabolites of lactating Zaraibi goats, and their offspring performance. *Trop Anim Health Prod*. 2022;54(3):185. doi: 10.1007/s11250-022-03189-5

30. Hymes-Fecht UC, Casper DP. Adaptation and withdrawal of feeding dried *Aspergillus oryzae* fermentation product to dairy cattle and goats on in vitro NDF digestibility of selected forage sources. *Transl Anim Sci*. 2021;5(2):txab051. doi: 10.1093/tas/txab051

31. Ianni A, Innosa D, Oliva E, Bennato F, Grotta L, Saletti MA, Pomilio F, Sergi M, Martino G. Effect of olive leaves feeding on phenolic composition and lipolytic volatile profile in goat milk. *J Dairy Sci*. 2021;104(8):8835-8845. doi: 10.3168/jds.2021-20211

32. Kazemi M. An investigation on chemical/mineral compositions, ruminal microbial fermentation, and feeding value of some leaves as alternative forages for finishing goats during the dry season. *AMB Express*. 2021;11(1):76. doi: 10.1186/s13568-021-01238-0

33. Kholif AE, Gouda GA, Hamdon HA. Performance and milk composition of nubian goats as affected by increasing level of *Nannochloropsis oculata* microalgae. *Animals (Basel)*. 2020;10(12):2453. doi: 10.3390/ani10122453

34. Kour G, Sharma RK, Khan N, Pathak AK, Rastogi A, Sharma VK. Spent marigold flower meal as an alternate feed for goats. *Trop Anim Health Prod*. 2021;53(4):430. doi: 10.1007/s11250-021-02875-0

35. Ma ZZ, Cheng YY, Wang SQ, Ge JZ, Shi HP, Kou JC. Positive effects of dietary supplementation of three probiotics on milk yield, milk composition and intestinal flora in Sannan dairy goats varied in kind of probiotics. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 2020;104(1):44-55. doi: 10.1111/jpn.13226

36. Marcos CN, Carro MD, Fernández-Yepes JE, Arbesu L, Molina-Alcaide E. Utilization of avocado and mango fruit wastes in multi-nutrient blocks for goats feeding: in vitro evaluation. *Animals (Basel)*. 2020;10(12):2279. doi: 10.3390/ani10122279
37. Maurmann I, Greiner BAE, von Korn S, Bernau M. Lying behaviour in dairy goats: effects of a new automated feeding system assessed by accelerometer technology. *Animals (Basel)*. 2021;11(8):2370. doi: 10.3390/ani11082370
38. Mavrommatis A, Skliros D, Sotirakoglou K, Fliemetakis E, Tsiplakou E. The effect of forage-to-concentrate ratio on *Schizochytrium* spp.-supplemented goats: modifying rumen microbiota. *Animals (Basel)*. 2021;11(9):2746. doi: 10.3390/ani11092746
39. Mizael WCF, Costa RG, Rodrigo Beltrão Cruz G, Ramos de Carvalho FF, Ribeiro NL, Lima A, Domínguez R, Lorenzo JM. Effect of the use of tomato pomace on feeding and performance of lactating goats. *Animals (Basel)*. 2020;10(9):1574. doi: 10.3390/ani10091574
40. Monllor P, Muelas R, Roca A, Atzori AS, Díaz JR, Sendra E, Romero G. Long-term feeding of dairy goats with broccoli by-product and artichoke plant silages: milk yield, quality and composition. *Animals (Basel)*. 2020;10(9):1670. doi: 10.3390/ani10091670
42. Muklada H, Voet H, Deutch T, Zachut M, Kra G, Blum SE, Krifuks O, Glasser TA, Klein JD, Davidovich-Rikanati R, Lewinsohn E, Landau SY. The effect of willow fodder feeding on immune cell populations in the blood and milk of late-lactating dairy goats. *Animal*. 2020;14(12):2511-2522. doi: 10.1017/S1751731120001494
43. Nascimento TVC, Oliveira RL, Menezes DR, de Lucena ARF, Queiroz MAÁ, Lima AGVO, Ribeiro RDX, Bezerra LR. Effects of condensed tannin-amended cassava silage blend diets on feeding behavior, digestibility, nitrogen balance, milk yield and milk composition in dairy goats. *Animal*. 2021;15(1):100015. doi: 10.1016/j.animal.2020.100015
44. Nielsen BL, Cellier M, Duvaux-Ponter C, Giger-Reverdin S. Dairy goats adjust their meal patterns to the fibre content of the diet. *Animal*. 2021;15(7):100265. doi: 10.1016/j.animal.2021.100265
45. Panzuti C, Mandrile G, Duvaux-Ponter C, Dessauge F. Early weaning and high feeding level in post-weaning period did not impact milk production in Alpine dairy goats. *J Dairy Res*. 2018;85(3):277-280. doi:10.1017/S0022029918000377
46. Pormohammad A, Mohammadabadi T, Chaji M, Mirzadeh K, Ghafle Marammazi J. The effect of biofloc produced from a fish farming system on nutrients digestibility, rumen fermentation, feeding behavior, and blood parameters of Najdi goats. *Vet Res Forum*. 2020;11(4):393-399. doi: 10.30466/vrf.2018.88965.2153
47. Pulina G, Milán MJ, Lavín MP, Theodoridis A, Morin E, Capote J, Thomas DL, Francesconi AHD, Caja G. Invited review: Current production trends, farm structures, and economics of the dairy sheep and goat sectors. *J Dairy Sci*. 2018; 101(8):6715-6729. doi: 10.3168/jds.2017-14015
48. Rapetti L, Galassi G, Rota Graziosi A, Crovetto GM, Colombini S. The effects of substituting dietary soybean meal with maize grain on milk production in dairy goats. *Animals (Basel)*. 2020;10(2):299. doi: 10.3390/ani10020299
49. Romero T, Pérez-Baena I, Larsen T, Gomis-Tena J, Lóor JJ, Fernández C. Inclusion of lemon leaves and rice straw into compound feed and its effect on nutrient balance, milk yield, and methane emissions in dairy goats. *J Dairy Sci*. 2020;103(7):6178-6189. doi: 10.3168/jds.2020-18168
50. Roncero-Díaz M, Panea B, Argüello A, Alcalde MJ. How management system affects the concentration of retinol and α -tocopherol in plasma and milk of payoya lactating goats: possible use as traceability biomarkers. *Animals (Basel)*. 2021;11(8):2326. doi: 10.3390/ani11082326
51. Šalavardić ŽK, Novoselec J, Đidara M, Steiner Z, Čavar S, Modić Šabić A, Antunović Z. Effect of dietary hempseed cake on milk performance and haemato-chemicals in lactating Alpine dairy goats. *Animal*. 2021;15(7):100255. doi: 10.1016/j.animal.2021.100255
52. Shen YZ, Ding LY, Chen LM, Xu JH, Zhao R, Yang WZ, Wang HR, Wang MZ. Feeding corn grain steeped in citric acid modulates rumen fermentation and inflammatory responses in dairy goats. *Animal*. 2019;13(2):301-308. doi: 10.1017/S1751731118001064

References

1. Abilov BT, Sinel'shchikova IA, Pashkova LA. Active addition in the feeding of kids and lambs. *News of Kazakhstan Science*. 2015;2(124):226-234.
2. Amerkhanov KhA, Dzhaparidze TG. Recommendations for the development of goat breeding. Moscow: FGNU "Rosinformagrotech"; 2010:120 p.
3. Bodrov A. Goat breeding in Russia yesterday and today. *Animal Husbandry of Russia*. 2010;5:15-18.
4. Grigoryan LN, Khatataev SA. State of dairy goat breeding base in Russia. *Farm Animals*. 2014;1(5):48-51.
5. Dvalishvili VG. Special features of feeding milk goats. *Dairy Industry*. 2015;7:60-62.
6. Zaripov KhI, Juraev BD. Comparative characteristics of diets for goats in hospitals (Conference proceedings) Student science - a look into the future: materials of the XV All-Russia. stud. scientific conf. (Krasnoyarsk, March 26-27, 2020). Krasnoyarsk: Krasnoyar. state agrarian un-t. 2020;1:330-333.
7. Kutovenko T. Optimal feeding means high performance. *Animal Husbandry of Russia*. 2008;1:19-20.
8. Kilpa AV, Kvitko YuD, Abilov BT, Sinelschikova IA. Normalized feeding of dairy goats. Collection of Scientific Works of the Stavropol Research Institute of Animal Husbandry and Fodder Production. 2012;2(1):163-169.
9. Marzanov NS, Kanatbayev SG, Marzanova LK, Chmirkov EV, Deryugin GP. Problems and prospects of goat breeding (review). *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology]*. 2005;40(2):32-38.
10. Sannikov MYu, Novopashina SI, Khatataev SA, Grigoryan LN, Yuldashbayev UA, Lastochkina OV, Lukin II. Modern achievements in dairy goat breeding. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2019;6:141-149. doi: 10.34677/0021-342x-2019-6-141-149
11. Khalimbekov ZA, Novopashina SI, Sannikov MYu. Milk productivity of Saanen goats with various technologies for obtaining milk. Collection of Scientific Works of the Stavropol Research Institute of Animal Husbandry and Fodder Production. 2007;2(2-2):89-92.
12. Abrahamsen F, Reddy G, Abebe W, Gurung N. Effect of varying levels of hempseed meal supplementation on humoral and cell-mediated immune responses of goats. *Animals (Basel)*. 2021;11(10):2764. doi: 10.3390/ani11102764
13. Adegbeye MJ, Fajemisin AN, Aro SO, Omotoso OB, Christopher T, Aderibigbe AM, Elghandour MMY, Salem AZ. Impact of varied time of feeding on the lactation and growth performance of West African Dwarf goat. *Trop Anim Health Prod*. 2021;53(5):495. doi: 10.1007/s11250-021-02946-2
14. Almeida KV, Santos GT, Osorio JAC., Lourenço JCS, Figueiredo M, Durman T, Marchi FE, Alcalde CR, Silva-Junior RC, Itavo CCBF, Araujo RC, Brito AF. Feeding calcium-ammonium nitrate to lactating dairy goats: milk quality and ruminal fermentation responses. *Animals (Basel)*. 2022;12(8):983. doi: 10.3390/ani12080983
15. Batchu P, Terrill TH, Kouakou B, Estrada-Reyes ZM, Kannan G. Plasma metabolomic profiles as affected by diet and stress in Spanish goats. *Sci Rep*. 2021;11(1):12607. doi: 10.1038/s41598-021-91893-x
16. Bernard L, Chilliard Y, Hove K, Volden H, Inglingstad RA, Eknæs M. Feeding of palm oil fatty acids or rapeseed oil throughout lactation: Effects on mammary gene expression and milk production in Norwegian dairy goats. *J Dairy Sci*. 2022;105(11):8792-8805. doi: 10.3168/jds.2021-21372
17. Candyrine SCL, Jahromi MF, Ebrahimi M, Chen WL, Rezaei S, Goh YM, Abdullah N, Liang JB. Oil supplementation improved growth and diet digestibility in goats and sheep fed fattening diet. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2019;32(4):533-540. doi: 10.5713/ajas.18.0059
18. Chang G, Liu X, Ma N, Yan J, Dai H, Roy AC, Shen X. Dietary addition of sodium butyrate contributes to attenuated feeding-induced hepatocyte apoptosis in dairy goats. *J Agric Food Chem*. 2018;66(38):9995-10002. doi: 10.1021/acs.jafc.8b03526

19. Colonna MA, Giannico F, Tufarelli V, Laudadio V, Selvaggi M, De Mastro G, Tedone L. Dietary supplementation with *Camelina sativa* (L. Crantz) forage in autochthonous ionic goats: effects on milk and caciotta cheese chemical, fatty acid composition and sensory properties. *Animals (Basel)*. 2021;11(6):1589. doi: 10.3390/ani11061589
20. Delgadillo-Puga C, Cuchillo-Hilario M, León-Ortiz L, Ramírez-Rodríguez A, Cabiddu A, Navarro-Ocaña A, Morales-Romero AM, Medina-Campos ON, Pedraza-Chaverri J. Goats' feeding supplementation with *Acacia farnesiana* pods and their relationship with milk composition: fatty acids, polyphenols, and antioxidant activity. *Animals (Basel)*. 2019;9(8):515. doi: 10.3390/ani9080515
21. Dutra PA, Pinto LFB, Cardoso Neto BM, Gobikrushanth M, Barbosa AM, Barbosa LP. Flaxseed improves embryo production in Boer goats. *Theriogenology*. 2019;127:26-31. doi: 10.1016/j.theriogenology.2018.12.038
22. Evan T, Carro MD, Fernández Yepes JE, Haro A, Arbesú L, Romero-Huelva M, Molina-Alcaide E. Effects of feeding multinutrient blocks including avocado pulp and peels to dairy goats on feed intake and milk yield and composition. *Animals (Basel)*. 2020;10(2):194. doi: 10.3390/ani10020194
23. FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations). [Internet] Statistics Data Base. 2018. Available from: <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (cited July 9, 2020).
24. Ferreira FG, Leite LC, Alba HDR, Pina DDS, Santos SA, Tosto MSL, Rodrigues CS, de Lima Júnior DM, de Oliveira JS, de Freitas Júnior JE, de C Mesquita BMA, de Carvalho GGP. Palm kernel cake in diets for lactating goats: intake, digestibility, feeding behavior, milk production, and nitrogen metabolism. *Animals (Basel)*. 2022;12(18):2323. doi: 10.3390/ani12182323
25. Giger-Reverdin S, Domange C, Broudiscou LP, Sauvant D, Berthelot V. Rumen function in goats, an example of adaptive capacity. *J Dairy Res*. 2020;87(1):45-51. doi: 10.1017/S0022029920000060
26. Goetsch AL. Recent advances in the feeding and nutrition of dairy goats. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2019;32(8):1296-1305. doi: 10.5713/ajas.19.0255
27. Gurung R, Ale KB, Abrahamsen FW, Moyer K, Sawyer JT, Gurung NK. Carcass traits of growing meat goats fed different levels of hempseed meal. *Animals (Basel)*. 2022 ;12(15):1986. doi: 10.3390/ani12151986
28. Hamzaoui S, Caja G, Such X, Albanell E, Salama AAK. Effect of soybean oil supplementation on milk production, digestibility, and metabolism in dairy goats under thermoneutral and heat stress conditions. *Animals (Basel)*. 2021;11(2):350. doi: 10.3390/ani11020350
29. Hussein AM, Hassanien HAM, Abou El-Fadel MH, Phillip YL, El-Badawy MM, El-Sanafawy HA, Khayyal AA, Salem AZM. Dietary inclusion of restaurant food waste effects on nutrient digestibility, milk yield and its composition, blood metabolites of lactating Zaraibi goats, and their offspring performance. *Trop Anim Health Prod*. 2022;54(3):185. doi: 10.1007/s11250-022-03189-5
30. Hymes-Fecht UC, Casper DP. Adaptation and withdrawal of feeding dried *Aspergillus oryzae* fermentation product to dairy cattle and goats on in vitro NDF digestibility of selected forage sources. *Transl Anim Sci*. 2021;5(2):txab051. doi: 10.1093/tas/txab051
31. Ianni A, Innosa D, Oliva E, Bennato F, Grotta L, Saletti MA, Pomilio F, Sergi M, Martino G. Effect of olive leaves feeding on phenolic composition and lipolytic volatile profile in goat milk. *J Dairy Sci*. 2021;104(8):8835-8845. doi: 10.3168/jds.2021-20211
32. Kazemi M. An investigation on chemical/mineral compositions, ruminal microbial fermentation, and feeding value of some leaves as alternative forages for finishing goats during the dry season. *AMB Express*. 2021;11(1):76. doi: 10.1186/s13568-021-01238-0
33. Kholif AE, Gouda GA, Hamdon HA. Performance and milk composition of nubian goats as affected by increasing level of *Nannochloropsis oculata* microalgae. *Animals (Basel)*. 2020;10(12):2453. doi: 10.3390/ani10122453
34. Kour G, Sharma RK, Khan N, Pathak AK, Rastogi A, Sharma VK. Spent marigold flower meal as an alternate feed for goats. *Trop Anim Health Prod*. 2021;53(4):430. doi: 10.1007/s11250-021-02875-0

35. Ma ZZ, Cheng YY, Wang SQ, Ge JZ, Shi HP, Kou JC. Positive effects of dietary supplementation of three probiotics on milk yield, milk composition and intestinal flora in Sannan dairy goats varied in kind of probiotics. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 2020;104(1):44-55. doi: 10.1111/jpn.13226
36. Marcos CN, Carro MD, Fernández-Yepes JE, Arbesu L, Molina-Alcaide E. Utilization of avocado and mango fruit wastes in multi-nutrient blocks for goats feeding: in vitro evaluation. *Animals (Basel)*. 2020;10(12):2279. doi: 10.3390/ani10122279
37. Maurmann I, Greiner BAE, von Korn S, Bernau M. Lying behaviour in dairy goats: effects of a new automated feeding system assessed by accelerometer technology. *Animals (Basel)*. 2021;11(8):2370. doi: 10.3390/ani11082370
38. Mavrommatis A, Skliros D, Sotirakoglou K, Fletmetakis E, Tsiplakou E. The effect of forage-to-concentrate ratio on *Schizochytrium* spp.-supplemented goats: modifying rumen microbiota. *Animals (Basel)*. 2021;11(9):2746. doi: 10.3390/ani11092746
39. Mizael WCF, Costa RG, Rodrigo Beltrão Cruz G, Ramos de Carvalho FF, Ribeiro NL, Lima A, Domínguez R, Lorenzo JM. Effect of the use of tomato pomace on feeding and performance of lactating goats. *Animals (Basel)*. 2020;10(9):1574. doi: 10.3390/ani10091574
40. Monllor P, Muelas R, Roca A, Atzori AS, Díaz JR, Sendra E, Romero G. Long-term feeding of dairy goats with broccoli by-product and artichoke plant silages: milk yield, quality and composition. *Animals (Basel)*. 2020;10(9):1670. doi: 10.3390/ani10091670
42. Muklada H, Voet H, Deutch T, Zachut M, Kra G, Blum SE, Krifuks O, Glasser TA, Klein JD, Davidovich-Rikanati R, Lewinsohn E, Landau SY. The effect of willow fodder feeding on immune cell populations in the blood and milk of late-lactating dairy goats. *Animal*. 2020;14(12):2511-2522. doi: 10.1017/S1751731120001494
43. Nascimento TVC, Oliveira RL, Menezes DR, de Lucena ARF, Queiroz MAÁ, Lima AGVO, Ribeiro RDX, Bezerra LR. Effects of condensed tannin-amended cassava silage blend diets on feeding behavior, digestibility, nitrogen balance, milk yield and milk composition in dairy goats. *Animal*. 2021;15(1):100015. doi: 10.1016/j.animal.2020.100015
44. Nielsen BL, Cellier M, Duvaux-Ponter C, Giger-Reverdin S. Dairy goats adjust their meal patterns to the fibre content of the diet. *Animal*. 2021;15(7):100265. doi: 10.1016/j.animal.2021.100265
45. Panzuti C, Mandrile G, Duvaux-Ponter C, Dessauge F. Early weaning and high feeding level in post-weaning period did not impact milk production in Alpine dairy goats. *J Dairy Res*. 2018;85(3):277-280. doi: 10.1017/S0022029918000377
46. Pormohammad A, Mohammadabadi T, Chaji M, Mirzadeh K, Ghafle Marammazi J. The effect of biofloc produced from a fish farming system on nutrients digestibility, rumen fermentation, feeding behavior, and blood parameters of Najdi goats. *Vet Res Forum*. 2020;11(4):393-399. doi: 10.30466/vrf.2018.88965.2153
47. Pulina G, Milán MJ, Lavín MP, Theodoridis A, Morin E, Capote J, Thomas DL, Francesconi AHD, Caja G. Invited review: Current production trends, farm structures, and economics of the dairy sheep and goat sectors. *J Dairy Sci*. 2018;101(8):6715-6729. doi: 10.3168/jds.2017-14015
48. Rapetti L, Galassi G, Rota Graziosi A, Crovetto GM, Colombini S. The effects of substituting dietary soybean meal with maize grain on milk production in dairy goats. *Animals (Basel)*. 2020;10(2):299. doi: 10.3390/ani10020299
49. Romero T, Pérez-Baena I, Larsen T, Gomis-Tena J, Llor JJ, Fernández C. Inclusion of lemon leaves and rice straw into compound feed and its effect on nutrient balance, milk yield, and methane emissions in dairy goats. *J Dairy Sci*. 2020;103(7):6178-6189. doi: 10.3168/jds.2020-18168
50. Roncero-Díaz M, Panea B, Argüello A, Alcalde MJ. How management system affects the concentration of retinol and α -tocopherol in plasma and milk of payoya lactating goats: possible use as traceability biomarkers. *Animals (Basel)*. 2021;11(8):2326. doi: 10.3390/ani11082326
51. Šalavardić ŽK, Novoselec J, Đidara M, Steiner Z, Čavar S, Modić Šabić A, Antunović Z. Effect of dietary hempseed cake on milk performance and haemato-chemicals in lactating Alpine dairy goats. *Animal*. 2021;15(7):100255. doi: 10.1016/j.animal.2021.100255

52. Shen YZ, Ding LY, Chen LM, Xu JH, Zhao R, Yang WZ, Wang HR, Wang MZ. Feeding corn grain steeped in citric acid modulates rumen fermentation and inflammatory responses in dairy goats. *Animal*. 2019;13(2):301-308. doi: 10.1017/S1751731118001064

Информация об авторах:

Дарья Алексеевна Кислова, аспирант отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 89033999191.

Галимжан Калиханович Дускаев, доктор биологических наук, профессор РАН, ведущий научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 89228291976.

Ольга Вилориевна Кван, кандидат биологических наук, и.о. заведующего отделом кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 89225485657.

Елена Владимировна Шейда, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории биологических испытаний и экспертиз, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 89228626402.

Information about the authors:

Darya A Kislova, Postgraduate Student, Department of Farm Animal Feeding and Feed Technology named after Leushin SG, Federal Research Centre for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvarya st., 460000, Orenburg., tel.: 89033999191.

Galimzhan K Duskaev, Dr. Sci. (Biology), Professor of Russian Academy of Sciences, Leading Researcher of the Department of Farm Animal Feeding and Feed Technology named after Leushin SG, Federal Research Centre for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvarya st., 460000, Orenburg., tel.: 89228291976.

Olga V Kvan, Cand. Sci. (Biology), Acting Head of the Department of Farm Animal Feeding and Feed Technology named after S.G. Leushin, Federal Research Centre for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvarya st., 460000, Orenburg., tel.: 89225485657.

Elena V Sheida, Cand. Sci. (Biology), Researcher at the Laboratory of Biological Testing and Expertise, Federal Research Centre for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvarya st., 460000, Orenburg., tel.: 89228626402.

Статья поступила в редакцию 28.11.2022; одобрена после рецензирования 30.11.2022; принята к публикации 12.12.2022.

The article was submitted 28.11.2022; approved after reviewing 30.11.2022; accepted for publication 12.12.2022.