

Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т. 107, № 4. С. 206-217.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2024. Vol. 107, no 4. P. 206-217.

Научная статья
УДК 636.2.084.412
doi:10.33284/2658-3135-107-4-206

Эффективность использования растительных белковых концентратов при оптимизации протеинового питания молочных коров

Александр Витальевич Головин¹

¹Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, Московская область, п. Дубровицы, Россия

¹alexgol2010@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9853-1106>

Аннотация. Результаты исследований, полученные по итогам эксперимента, проведённого на двух группах коров голштинской породы (n=20), свидетельствуют о положительном эффекте от повышения нераспадаемой фракции сырого протеина (НРП) рациона лактирующих коров в период раздоя с 35 до 40,0 %, при замене подсолнечного шрота (1,2 кг) на соевый белковый концентрат (1,0 кг), который проявился в увеличении за первую треть лактации удоя на 259 кг (P≤0,05) и выхода жира и белка, соответственно на 11,0 кг и 9,4 кг (P≤0,05), при снижении содержания мочевины на 6,7 % (P≤0,05). Динамичный раздой коров, получавших белковый концентрат, повлиял на рост удоя за лактацию на 6,5 % (P≤0,01). Полученный эффект был также подкреплён биохимическими исследованиями крови, которые показали, что применение соевого белкового концентрата для балансирования рациона по НРП оказало положительный эффект на состояние белкового обмена при установленной тенденции повышения концентрации общего белка на 3,2 % и достоверном снижении концентрации мочевины на 13,6 % (P≤0,05). Оптимизация показателей протеинового питания высокоудойных коров в первую треть лактации при использовании соевого белкового концентрата, позитивно отразилась на себестоимости молока, которая снизилась по отношению к контролю на 1,6 % на фоне получения дополнительного дохода на 1 голову в размере 3885,4 руб.

Ключевые слова: рационы коров, нераспадаемый протеин, подсолнечный шрот, соевый белковый концентрат, удой коров, биохимический статус, экономические показатели

Acknowledgments: работа выполнена в соответствии с планом НИР на 2021-2023 гг. ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста (№ 0445-2021-0002).

Для цитирования: Головин А.В. Эффективность использования растительных белковых концентратов при оптимизации протеинового питания молочных коров // Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т. 107, № 4. С. 206-217. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-107-4-206>

Original article

Efficiency of plant protein concentrates in optimizing protein nutrition of dairy cows

Alexander V Golovin¹

¹Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member LK Ernst, Moscow region, Dubrovitsy, Russia

¹alexgol2010@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9853-1106>

Abstract. The results of the research obtained from the results of the experiment conducted on two groups of Holstein cows (n=20) indicate a positive effect from increasing the indigestible fraction of crude protein (NDP) in the diet of lactating cows during the milking period from 35 to 40.0%, when replacing

sunflower meal (1.2 kg) with soy protein concentrate (1.0 kg), which manifested itself in an increase in milk yield by 259 kg ($P \leq 0.05$) during the first third of lactation and an increase in fat and protein yield by 11.0 kg and 9.4 kg ($P \leq 0.05$), with a decrease in urea content by 6.7% ($P \leq 0.05$). Dynamic milk yield of cows receiving protein concentrate affected the increase in milk yield per lactation by 6.5% ($p \leq 0.01$). The obtained effect was also supported by biochemical blood tests, which showed that the use of soy protein concentrate to balance the diet according to the NDP had a positive effect on the state of protein metabolism, with an established trend of increasing the concentration of total protein by 3.2% and a reliable decrease in the concentration of urea by 13.6% ($P \leq 0.05$). Optimization of protein nutrition indicators of high-yielding cows in the first third of lactation using soy protein concentrate had a positive effect on the cost of milk, which decreased in relation to the control by 1.6%, against the background of receiving additional income per 1 head in the amount of 3885.4 rubles.

Keywords: cow rations, indigestible protein, sunflower meal, soy protein concentrate, milk yield of cows, biochemical status, economic indicators

Acknowledgments: the work was performed in accordance to the plan of research works for 2021-2023 FGBNU FRC VIZh named after L.K. Ernst (No. 0445-2021-0002).

For citation: Golovin AV. Efficiency of plant protein concentrates in optimizing protein nutrition of dairy cows. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2024;107(4):206-217. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-107-4-206>

Введение.

В состоянии отечественного молочного животноводства в последние десятилетия наметилась положительная динамика в повышении эффективности использования высокоудойных коров разной селекции, связанная с интенсивным развитием отрасли и введением новых технологий, важным элементом которых выступает качественное и сбалансированное кормление, ориентированное на удовлетворение потребностей животных в факторах питания, без организации которого невозможно устойчивое развитие отрасли (Волгин В.И. и др., 2018; Горлов И.Ф. и др., 2024; Кувшинов В.Н. и др., 2024).

При достижении стабильных результатов по реализации генетически заложенного потенциала продуктивности организацию кормления молочного скота следует производить на основе многофакторного подхода, включающего научные принципы детализированного нормирования по всему спектру потребностей в энергии и питательных веществах (Erickson PS et al., 2020).

Одним из самых дорогих, но важных составляющих полноценного кормления коров является протеин корма, затраты на который могут составлять до 55% от стоимости рациона. Однако эффективность использования протеина молочным скотом на продукцию находится в границах 25-30 %, для улучшения которой необходима балансировка показателей протеинового питания с использованием кормов с желаемыми параметрами качества и осуществлением подбора адаптивных белковых концентратов (Глухов Д., 2020; Дулепинских Л.Н. и др., 2023).

Наряду с этим в новотельный период при нормировании уровня сырого протеина в рационах лактирующих высокоудойных коров следует уделять достаточное внимание его качественным характеристикам и, в первую очередь, степени его деградации в преджелудках (Буряков Н.П. и Прохоров Е.О., 2017; Погосян Д.Г., 2014). Причём на удовлетворение потребности молочного скота в обменном протеине величина нераспадаемой в рубце фракции сырого протеина оказывает большое влияние (Hanigan MD et al., 2021). Несоблюдение этих требований снижает коэффициент эффективности использования азота рациона, молочную продуктивность и может приводить к различным расстройствам обмена веществ (Никищенко А.В. и Чехранова С.В., 2019; Сычева Л.В. и Юнусова О.Ю., 2023).

Вместе с тем при оптимизации протеинового питания животных с высоким уровнем продуктивности необходимо также уделять внимание сбалансированности рационов по незаменимым аминокислотам и, прежде всего, лимитирующим уровень молочной продуктивности – метионину и лизину, которые, в свою очередь, должны содержаться в оптимальном соотношении (Головин А.В., 2023; Харитонов Е.Л. и Березин А.С., 2018; Schwab CG and Broderick GA, 2017).

Учитывая вышеизложенное, следует заключить, что использование различных белковых концентратов растительного происхождения находит широкое применение в кормлении высокопродук-

тивного молочного скота с целью оптимизации протеинового питания, а эффект от их ввода в рационы не всегда оправдан должным образом по причине различий как в самих источниках растительного протеина, так и технологиях их получения (Буряков Н.П. и др., 2021; Chojnacka K et al., 2021).

Цель исследования.

Определить эффективность оптимизации протеинового питания высокоудойных коров в первую треть лактации белковым концентратом растительного происхождения по влиянию на показатели продуктивности, обмен веществ и себестоимость производимого молока, в результате проведения производственной апробации.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Молочные коровы голштинской породы (ООО «Лестехстрой», г. Москва).

Обращение с животными подопытных групп в ходе проведения исследования в производственных условиях осуществлялось с соблюдением требований ГОСТ 33215-2014 «Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила оборудования помещений и организации процедур». При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

Схема эксперимента. Научно-производственный опыт проводился на коровах с живой массой около 600 кг и удоем 8000 кг молока по предыдущей лактации с февраля по май 2023 г. при привязном содержании. Для эксперимента отобрали 2 группы новотельных коров по 20 голов, подбор животных осуществлялся по принципу групп-аналогов. Эксперимент продолжался 100 первых дней лактации, последующий учёт фона кормления и результатов контрольных доений животных подопытных групп осуществлялся до 305 дня лактации.

В течение производственной апробации животным экспериментальных групп скармливали одинаковый основной рацион, раздаваемый в виде кормовой смеси, включающей как объёмистые, так и концентрированные корма.

Различия в кормлении животных подопытных групп состояли в том, что коровы контрольной группы дополнительно к кормовой смеси индивидуально получали по 1,2 кг подсолнечного шрота для нормирования концентрации сырого протеина (СП) в количестве 17,2 % в сухом веществе (СВ) рациона и величиной нераспадаемой в рубце фракции протеина (НРП) – 35,0 %, это удовлетворяло потребности новотельных коров в СП, но не позволяло сбалансировать рацион по НРП в соответствии с нормами потребностей, т. е. рацион коров контрольной группы был дефицитным по уровню НРП и, соответственно, обменного протеина (ОП), концентрация которого для высокопродуктивных коров с удоем 35,0 кг и более в период раздоя должна составлять около 10,0 % в СВ рациона (Некрасов Р.В. и др., 2018).

Коровам опытной группы для балансирования рационов по СП и НРП на фоне кормовой смеси скармливали 1,0 кг соевого белкового концентрата (экструдированного), который содержал 50 % СП и 80 % НРП, это позволяло повышать долю НРП в СП до 40,0 % и концентрацию ОП в СВ рациона до 10,0 %, на фоне равного с контрольной группой содержания СП – 17,2 %. Продолжительность скармливания соевого концентрата составила 80 дней, с 21 по 100 день лактации.

При проведении опыта осуществляли еженедельный групповой учёт потребления кормов в течение 2-х смежных суток. Молочную продуктивность учитывали по показаниям индивидуальных доений животных подопытных групп дважды в месяц с определением содержания в молоке жира, белка и мочевины.

Энергетическую ценность рационов лакирующих коров и содержание основных питательных веществ определили в соответствии с химическим составом показателей кормов, который осуществляли по методам зоотехнического анализа: – сухое вещество по ГОСТ Р 52838-2007; сырая зола по ГОСТ 26226-95; – сырой протеин по ГОСТ Р 51417-99; – сырая клетчатка по ГОСТ Р 52839-2007; – сырой жир по ГОСТ 32905-2014; – легкопереваримые углеводы (сахар, крахмал) по ГОСТ 26176-2019; – кальций по ГОСТ 26570-95; – фосфор по ГОСТ 26657-97.

Степень распадемости сырого протеина в белковом концентрате и кормах установили на приборе «Искусственный рубец» Ankom Daisy II фирмы Ankom, массовую долю лизина и метио-

нина определили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии М-02-902-142-07 на приборе Shimadzu LC-20AD в испытательной лаборатории ООО «Премикс».

В конце первой трети лактации, через 3 часа после утреннего кормления произвели забор крови от животных из каждой экспериментальной группы для определения концентрации биохимических показателей сыворотки крови.

По завершении производственной апробации определили экономическую эффективность оптимизации протеинового питания молочных коров в первую треть лактации.

Оборудование и технические средства. Исследования качественных характеристик молока проводились при использовании инфракрасного анализатора качества молока «Fossomatic™ 7 DC» (Foss Analytical A/S, Дания) в отделе популяционной генетики и генетических основ разведения животных, а биохимические исследования крови произведены на автоматическом биохимическом анализаторе Erba Mannheim automatic XL-640 («Lachema s.r.o.», Чехия) в отделе физиологии и биохимии с.-х. животных ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста.

Статистическая обработка. Полученный по результатам исследований цифровой материал был подвергнут статистической обработке с использованием t-критерия Стьюдента, достоверными считали различия при $P \leq 0,05$ и $P \leq 0,01$.

Результаты исследования.

Как видно из цифрового материала таблицы 1, содержание СП в СВ рационов коров подопытных групп не различалось в межгрупповом аспекте и находилось на уровне 17,2 %, при равной энергетической обеспеченности (11,0 МДж/кг), а доля рубцово-нераспадаемого протеина в СП рациона животных опытной группы составила 40,0 % и превышала контроль на 0,5 абс. %, что положительным образом отразилось на увеличении концентрации ОП до 10,0 % в опытной группе, против 9,4 % в контрольной группе.

Таблица 1. Содержание основных питательных веществ в рационе

Table 1. Content of essential nutrients in the diet

Показатели / Indicators	Контрольная / Control	Опытная / Experimental
Обменная энергия, МДж / Metabolic energy, MJ	258,8	257,3
Сухое вещество, кг / Dry matter, kg	23,6	23,4
КОЭ в СВ, МДж/кг / CME in DM, MJ/kg	11,0	11,0
Обменный протеин, % / Metabolic protein, %	9,4	10,0
Сырой протеин г / Crude protein, g	4050,4	4032,6
Распадаемый протеин г / Degradable protein, g	2630,9	2419,8
Нераспадаемый протеин, г / Non-degradable protein, g	1419,5	1612,8
Переваримый протеин, г / Digestible protein, g	2728,8	2847,6
Лизин, г / Lysine, g	148,1	163,0
Метионин, г / Methionine, g	86,5	82,7
Сырая клетчатка, г / Crude fiber, g	4135,4	4048,7
НДК, г / NDF, g	8010,2	7787,2
Крахмал, г / Starch, g	4526,3	4522,3
Сахар, г / Sugar, g	1705,9	1720,8
Сырой жир, г / Crude fat, g	944,6	917,2
Кальций, г / Calcium, g	173,7	168,5
Фосфор, г / Phosphorus, g	120,3	112,2

Наряду с этим в рационе коров опытной группы, получавших с задаваемым рационом соевый белковый концентрат, содержание незаменимой аминокислоты лизин превышало контроль (на 14,9 г), что позволило добиться наиболее оптимального отношения лимитирующих продуктив-

ность молочных коров лизина к метионину при значении – 2,0, а в дефицитном по лизину рационе коров контрольной группы отношение данных аминокислот составляло только 1,7.

Из таблицы 2 видно, что использование соевого белкового концентрата вместо части подсолнечного шрота в составе рациона с целью оптимизации протеинового питания, оказало позитивное влияние на валовой удой молока натуральной жирности, который у коров опытной группы за первые 100 дней лактации превосходил контроль на 259 кг или на 7,8 % ($P \leq 0,05$).

Таблица 2. Результаты учёта удоя коров подопытных групп, показателей качества молока и затрат кормов (n=20, M±SEM)

Table 2. Results of milk yield accounting of cows in experimental groups, milk quality indicators and feed costs (n=20, M±SEM)

Показатели / Indicators	Контрольная / Control	Опытная / Experimental
За 100 дней лактации / For 100 days of lactation		
Удой натурального молока, кг / Natural milk yield, kg	3304±82,7	3563±78,8*
Содержание жира, % / Natural fat milk yield, kg	3,82±0,17	3,85±0,16
Содержание белка, % / Protein content, %	3,08±0,13	3,12±0,12
Среднесуточный удой 4 % молока, кг / Average daily milk yield of 4% milk, kg	31,55±0,88	34,29±0,96*
Продукция молочного жира, кг / Milk fat production, kg	129,2±4,02	140,2±4,17
Продукция молочного белка, кг / Milk protein production, kg	104,5±3,32	113,9±2,78*
Концентрация мочевины, мг/100 мл / Urea concentration, mg/100 ml	32,45±0,82	30,27±0,57*
На 1 кг молока 4% жирности затрачено / Costs for 1 kg of 4% milk		
Обменной энергии, МДж / Metabolic energy, MJ	7,81	7,15
Сухого вещества, кг / Dry matter, kg	0,71	0,65
Концентрированных кормов, г / Concentrated feed, g	408	371
За 305 дней лактации / For 305 days of lactation		
Удой натурального молока, кг / Natural milk yield, kg	7961±124	8478±115**
Содержание жира, % / Natural fat milk yield kg,	3,83±0,17	3,86±0,18
Содержание белка, % / Protein content, %	3,09±0,14	3,11±0,13
Среднесуточный удой 4 % молока, кг / Average daily milk yield of 4% milk, kg	24,99±1,15	26,82±1,06
Продукция молочного жира, кг / Milk fat production, kg	304,9±5,89	327,2±6,43*
Продукция молочного белка, кг / Milk protein production, kg	246,0±4,62	263,7±4,87*
На 1 кг молока 4% жирности затрачено / Costs for 1 kg of 4% milk		
Обменной энергии, МДж / Metabolic energy, MJ	8,70	8,09
Сухого вещества, кг / Dry matter, kg	0,82	0,76
Концентрированных кормов, г / Concentrated feed, g	433	402

Примечание: * – $P \leq 0,05$, ** – $P \leq 0,01$ при сравнении с контрольной группой

Note: * – $P \leq 0.05$, ** – $P \leq 0.01$ when compared with the control group

Балансирование рациона по уровню НРП повысило массовую долю жира в молоке коров опытной группы на 0,03 абс. % за период опыта и, в свою очередь, позволило увеличить среднесуточный удой молока 4 % жирности у коров этой группы на 2,7 кг или на 8,7 % ($P \leq 0,05$) по сравнению с контрольной группой, а также способствовало росту продукции молочного жира на 11,0 кг или 8,5 %.

В производственной апробации также установлено положительное влияние повышения не-распадаемой фракции протеина до 40,0 % на содержание в молоке белка, которое в опытной группе превышало контроль на 0,04 абс. % и составило 3,12 %, что позитивно отразилось на увеличении продукции молочного белка на 9,4 кг или 9,0 % ($P \leq 0,05$). При этом в молоке коров опытной группы отмечалось достоверное снижение концентрации мочевины на 6,7 % ($P \leq 0,05$) по сравнению с контролем.

С целью оценки зоотехнической эффективности производства молока при применении соевого белкового концентрата в кормлении молочных коров для оптимизации протеинового питания в период раздоя, рассчитали затраты кормов, которые показали, что коровы из опытной группы на продуцирование 1 кг молока 4 % жирности затрачивали меньше СВ рациона на 0,06 кг по сравнению с контролем.

Для установления последствий от скармливания коровам рациона с использованием соевого белкового концентрата с целью балансирования его по уровню НРП в период раздоя, анализ результатов контрольных доений животных подопытных групп осуществлялся до 305 дня лактации, который показал положительное влияние оптимизации протеинового питания высокоудойных коров в первую треть лактации на уровень молочной продуктивности и в последующие периоды лактации.

Так, животные из опытной группы превосходили контроль по валовому удою молока натуральной жирности на 517 кг или 6,5 % ($P \leq 0,01$), а по удою молока 4 % жирности различия составили 7,3 %. Продукция молочного жира и белка у коров опытной группы была выше соответственно на 7,3 % и 7,2 % ($P \leq 0,05$) по сравнению с контролем. Животные из опытной группы на продуцирование 1 кг 4 % молока расходовали меньше кормов (СВ) на 0,04 кг.

В ходе проведения исследований по определению концентрации биохимических показателей крови коров подопытных групп, взятой в конце научно-производственного опыта, отмечалось положительное влияние от использования экструдированного соевого белкового концентрата, с целью оптимизации показателей протеинового питания коров в период раздоя на биохимический статус крови животных опытной группы (табл. 3).

Таблица 3. Показатели биохимического статуса крови коров (n=5, M±SEM)

Table 3. Biochemical status indicators of cow blood (n=5, M±SEM)

Показатели / <i>Indicators</i>	Контрольная / <i>Control</i>	Опытная / <i>Experimental</i>
Общий белок, г/л / <i>Total protein, g/l</i>	84,13±1,35	86,86±0,44
Альбумин, г/л / <i>Albumin, g/l</i>	27,52±0,57	28,95±1,02
Глобулин, г/л / <i>Albumin, g/l</i>	56,61±1,41	57,91±0,74
А/Г коэффициент / <i>A/G ratio</i>	0,49	0,50
Мочевина, ммоль/л / <i>Urea, mmol/l</i>	5,75±0,17	4,97±0,29*
Креатинин, мкмоль/л / <i>Creatinine, μmol/l</i>	88,99±5,31	85,06±5,90
АЛТ, МЕ/л / <i>ALT, IU/l</i>	32,77±3,23	33,33±1,36
АСТ, МЕ/л / <i>AST, IU/l</i>	85,52±6,64	84,04±6,35
Отношение АСТ/АЛТ / <i>AST/ALT ratio</i>	2,61	2,52
Глюкоза, ммоль/л / <i>Glucose, mmol/l</i>	2,38±0,11	2,54±0,10
Холестерин, ммоль/л / <i>Cholesterol, mmol/l</i>	6,80±0,38	7,26±0,24
Триглицериды, ммоль/л / <i>Triglycerides, mmol/l</i>	0,16±0,01	0,15±0,01
Кальций, ммоль/л / <i>Calcium, mmol/l</i>	2,56±0,10	2,61±0,06
Фосфор, ммоль/л / <i>Phosphorus, mmol/l</i>	2,13±0,14	2,09±0,11
Магний, ммоль/л / <i>Magnesium, mmol/l</i>	1,13±0,09	1,19±0,03
Хлориды, ммоль/л / <i>Chlorides, mmol/l</i>	105,77±1,88	105,68±0,89
Щелочная фосфатаза, МЕ/л / <i>Alkaline phosphatase, IU/l</i>	42,17±5,35	39,75±5,43

Примечание: * – $P \leq 0,05$ при сравнении с контрольной группой

Note: * – $P \leq 0.05$ when compared with the control group

Так, при определении показателей, характеризующих белковый обмен в организме животных, на фоне установленного снижения концентрации мочевины на 13,6 % ($P \leq 0,05$) в группе коров с увеличенной до 40 % долей рубцово-нераспадаемой фракции протеина в составе рациона

отмечалась тенденция к достоверности различий в повышении содержания общего белка в сыворотке крови на 3,2 %, по сравнению с контрольной группой.

По результатам проведения производственной апробации была рассчитана экономическая эффективность производства молока при оптимизации протеинового питания высокоудойных коров в первую треть лактации с применением соевого белкового концентрата в составе рациона (табл. 4).

Таблица 4. Показатели экономической эффективности (на 1 гол., руб.)
Table 4. Economic efficiency indicators (per 1 head, rub.)

Показатели / Indicators	Контроль / Control	Опытная / Experimental
Получено молока базисной жирности, ц / <i>Milk of basic fat content was obtained, c</i>	37,12	40,35
Цена реализации 1 ц молока / <i>Selling price of 1 c of milk</i>	4200,0	4200,0
Выручено средств от реализации / <i>Proceeds from sales</i>	155904,0	169470,0
Затраты на производство молока / <i>Milk production costs</i>	139624,3	149304,9
Себестоимость 1 ц молока / <i>Cost price of 1 c of milk</i>	3761,4	3700,2
Прибыль от реализации молока / <i>Profit from milk sales</i>	16279,7	20165,1

Включение соевого белкового концентрата в рацион животных опытной группы в период раздоя повысило на 5081,6 руб. стоимость скормленных за первые 100 дней лактации кормов. Наряду с этим в группе коров с увеличенным до 40 % уровнем НРП были выше и другие статьи расходов на производство молока в результате более высокой молочной продуктивности. В этой связи количество затраченных средств на производство молока базисной жирности в опытной группе превосходило контроль на 9680,6 руб., в итоге было получено снижение себестоимости 1 ц молока на 1,6 %.

Сумма денежных средств, вырученная от реализации молочной продукции в подопытных группах, существенно превышала затраты на производство молока, поэтому прибыль от реализации молочной продукции составила в пределах 16279,7-20165,1 руб., и в опытной группе она на 3885,4 руб. превосходила контрольную группу.

Обсуждение полученных результатов.

Итоговый результат научно-производственного опыта подтвердил данные, полученные ранее в научном эксперименте на высокоудойных коровах, по обоснованности увеличения доли не-распадаемого протеина в период раздоя с 35 до 40,0 % при использовании белковых концентратов растительного происхождения с высоким содержанием НРП – кукурузного глютена (60 % СП и 80 % НРП) и соевого белкового концентрата, где было установлено положительное влияние на прибавку в удое, которая составила 5,8 и 7,6 % ($P \leq 0,05$), и уменьшении затрат кормов на производство молока (5,7-7,2 %), при снижении в крови коров опытных групп содержания мочевины на 15,5 и 21,7 % ($P \leq 0,05$) и отмеченной тенденции к достоверности в повышении концентрации лизина на 7,6 % в гидролизате сывороточных белков крови коров, получавших в составе рациона соевый белковый концентрат (Головин А.В. и др., 2023).

Основываясь на получении более выраженного эффекта от применения соевого белкового концентрата в научно-хозяйственном опыте, а также на том, что рационы коров опытных групп имели равную концентрацию НРП в СП – 40 % и одинаковое содержание ОП (10 % в СВ), при проведении производственной апробации выбор был сделан в пользу данного источника защищённого протеина, в котором отмечалось высокое содержание лимитирующей молочную продуктивность аминокислоты – лизина (29,9 г/кг), это позволило сбалансировать рацион коров этой группы по отношению сырых лизина к метионину, равному 2,0 (Калашников А.П. и др., 2003), против 1,7 – в контрольной группе.

Исходя из анализа существующих моделей расчёта потребностей при нормировании показателей протеинового питания, а также материалов собственных исследований, сделан вывод о том, что потребность жвачных животных в белке необходимо трактовать как потребность в аминокислотах, по причине выполнения ими роли первостепенных метаболитов при синтезе белков тканей тела и молока, а оптимальную потребность в них необходимо выражать по содержанию в ОП (Рядчиков В.Г. и др., 2019).

О целесообразности нормирования рационов лактирующих коров по обменным аминокислотам и, в первую очередь, по лизину и метионину по результатам своих исследований отмечали и другие авторы, которые утверждают, что ОП является основным источником истинно абсорбированных аминокислот (Харитонов Е.Л. и Березин А.С., 2018; Schwab CG and Broderick GA, 2017).

Полученные нами результаты исследований согласуются с выводами представленных работ ряда авторов и показывают важность балансирования рационов молочных коров с продуктивностью более 8000 кг молока в первую треть лактации как по уровню НРП, что напрямую влияет на концентрацию ОП в СВ рациона, так и по незаменимым аминокислотам, а использование соевого белкового концентрата показало высокую эффективность при оптимизации протеинового питания лактирующих коров (Головин А.В., 2024).

Заключение.

Оптимизация протеинового питания высокоудойных коров в период раздоя за счёт повышения содержания НРП в СП рациона с 35,0 % в контроле до уровня 40,0 % в опытной группе при использовании экструдированного соевого белкового концентрата (1,0 кг/гол. в сутки) положительным образом отразилась на динамике раздоя и прибавке в продуцировании молока, которая составила 7,8 % ($P \leq 0,05$) в первую треть лактации, и более высоким выходе молочного жира и белка соответственно на 8,5 % и 9,0 % ($P \leq 0,05$), при снижении затрат кормов (СВ) на продуцирование 1 кг 4 % молока на 0,06 кг. Динамичный раздой коров опытной группы повлиял на рост удоя за всю лактацию на 6,5 % ($P \leq 0,01$). Биохимические исследования крови показали, что повышение доли нераспадаемого протеина до 40 % в СП рациона коров опытной группы благоприятно влияло на интенсивность протекания белкового обмена, при выраженной тенденции повышения концентрации общего белка на 3,2 % и снижении концентрации мочевины на 13,6 % ($P \leq 0,05$). Расчёт экономических показателей продемонстрировал высокую эффективность применения экструдированного соевого белкового концентрата с целью нормирования протеинового питания высокоудойных коров в период раздоя, что отразилось на снижении себестоимости молока на 1,6 % и получении дополнительной прибыли при его производстве.

Список источников

1. Буряков Н.П., Прохоров Е.О. Безалкалоидный люпин сорта Дегга в кормлении коров // Кормопроизводство. 2017. № 1. С. 40-44. [Buryakov NP, Prokhorov EO. Alkaloid-free lupine "Dega" in cow feeding. *Kormoproizvodstvo*. 2017;1:40-44. (*In Russ.*)].
2. Влияние новой кормовой добавки для высокопродуктивных коров КД-Биш на качество молочных продуктов / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, Н.И. Мосолова, О.В. Кудряшова, Н.А. Ткаченко, В.А. Пузанкова // Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т. 107. № 1. С. 73-82. [Gorlov IF, Slozhenkina MI, Mosolova NI, Kudryashova OV, Tkachenkova NA, Puzankova VA. Influence of the new feed additive KD-Bish on the quality of dairy products. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2024;107(1):73-82. (*In Russ.*)]. doi: 10.33284/2658-3135-107-1-73
3. Глухов Д. Эффективное использование протеина в рационах для коров // Животноводство России. 2020. № 12. С. 49-54. [Glukhov D. Efficient use of protein in cow diets. *Animal Husbandry of Russia*. 2020;12:49-54. (*In Russ.*)]. doi: 10.25701/ZZR.2020.57.97.001
4. Головин А.В. Влияние защищенных белковых добавок на продуктивность и обмен веществ коров // Ветеринария и кормление. 2023. № 3. С. 27-31. [Golovin AV. Influence of protected

protein supplements on the productivity and metabolism of cows. *Veterinaria i kormlenie*. 2023;3:27-31. (*In Russ.*). doi: 10.30917/АТТ-ВК-1814-9588-2023-3-6

5. Головин А.В. Нормирование рационов молочных коров по нераспадаемому протеину белковыми добавками растительного происхождения // *Аграрная наука*. 2024. № 8. С. 67-73. [Golovin AV. Rationing of diets of dairy cows for non-degradable protein with protein supplements of plant origin. *Agrarian Science*. 2024;8:67-73. (*In Russ.*). doi: 10.32634/0869-8155-2024-385-8-67-73

6. Головин А.В., Игнатьева Л.П., Рыков Р.А. Влияние различных источников защищенного протеина на продуктивность и биохимический статус крови высокопродуктивных коров. // *Молочное и мясное скотоводство*. 2023. № 2. С. 31-35. [Golovin AV, Ignatieva LP, Rykov RA. Influence of various sources of protected protein on productivity and biochemistry blood status of highly productive cows. *Journal of Dairy and Beef Cattle Breeding*. 2023;2:31-35. (*In Russ.*). doi: 10.33943/MMS.2023.97.70.007

7. ГОСТ 26176-2019. Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов. Введ. 2020-08-01. М.: Стандартинформ, 2019. 11 с. [GOST 26176-2019. Fodders, mixed feeds. Methods for determination of soluble and hydrolysable carbohydrates. Vved. 2020-08-01. Moscow: Standartinform; 2019:11 p. (*In Russ.*).

8. ГОСТ 26226-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы. Введ. 1997-01-01. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2003. 5 с. [GOST 26226-95. Fodder, mixed fodder and mixed fodder raw material. Methods for determination of raw ash. Vved. 1997-01-01. Minsk: Mezhsudarstvennyj sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii; 2003:5 p. (*In Russ.*).

9. ГОСТ 26570-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения кальция. Введ. 1997-01-01. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2003. 13 с. [GOST 26570-95. Fodder, mixed fodder and mixed fodder raw material. Methods for determination of calcium. Vved. 1997-01-01. Minsk: Mezhsudarstvennyj sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii; 2003:13 p. (*In Russ.*).

10. ГОСТ 26657-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора. Введ. 1999-01-01. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1999. 10 с. [GOST 26657-97. Fodders, mixed fodders, mixed fodder raw materials. Methods for determination of phosphorus content. Vved. 1999-01-01. Minsk: Mezhsudarstvennyj sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii; 1999:10 p. (*In Russ.*).

11. ГОСТ 32905-2014 (ISO 6492:1999, MOD). Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания сырого жира. Введ. 2016-01-01. М.: Стандартинформ, 2015. 11 с. [GOST 32905-2014 (ISO 6492:1999). Feeds, mixed feeds and raw material. Method for determination of fat content. Vved. 2016-01-01. Moscow: Standartinform; 2015:11 p. (*In Russ.*).

12. ГОСТ Р 51417-99. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение массовой доли азота и вычисление массовой доли сырого протеина. Метод Кьельдаля. Введ. 2001-01-01. М.: Госстандарт России, 2002. 5 с. [GOST R 51417-99. Feeds, mixed feeds and raw material. Determination of mass fraction of nitrogen and calculation of mass fraction of crude protein. Kjeldahl method. Vved. 2001-01-01. Moscow: Gosstandart Rossii; 2002:5 p. (*In Russ.*).

13. ГОСТ Р 52838-2007. Корма. Методы определения содержания сухого вещества. Введ. 2009-01-01. М.: Стандартинформ, 2008. 7 с. [GOST R 52838-2007. Feeds. Methods for determination of dry matter content. Vved. 2009-01-01. Moscow: Standartinform; 2008:7 p. (*In Russ.*).

14. ГОСТ Р 52839-2007. Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации. Введ. 2009-01-01. М.: Стандартинформ, 2011. 9 с. [GOST R 52839-2007. Feeds. Methods for determination of crude fibre content with intermediate filtration. Vved. 2009-01-01. Moscow: Standartinform; 2011:9 p. (*In Russ.*).

15. Дулепинских Л.Н., Сычева Л.В., Юнусова О.Ю. Влияние белкового концентрата на молочную продуктивность коров // *Вестник Курганской ГСХА*. 2023. № 3(47). С. 20-25. [Dulepin-

skikh LN, Sycheva LV, Yunusova OY. Effect of protein concentrate on milk productivity of cows. Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy. 2023;3 (47):20-25. *(In Russ.)*.

16. 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. [Kuvshinov VN, Duborezov VM, Tsis EYu. Productivity and milk quality after feeding high-yielding cows with chlorella suspension. Animal Husbandry and Fodder Production. 2024;107(1):83-92. *(In Russ.)*. doi: 10.33284/2658-3135-107-1-83

17. Никищенко А.В., Чехранова С.В. Белокосодержащая кормовая добавка «Горлинка» в рационах лактирующих коров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2019. № 5. С. 15-25. [Nikishenko AV, Chekhranova SV. The protein-containing feed additive "Gorlinka" in the rations of lactating cows. Kormlenie sel'skhozjajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo. 2019;5:15-25. *(In Russ.)*].

18. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие / А.П. Калашников и др. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 2003. 456 с. [Kalashnikov AP, et al. Normy i raciony kormlenija sel'skhozjajstvennyh zhivotnyh: sprav. posobie. 3-e izd., pererab. i dop. Moscow: Agropromizdat; 2003:456 p. *(In Russ.)*].

19. Нормы потребностей молочного скота и свиней в питательных веществах: монография / под ред. Р.В. Некрасов и др. М.: РАН. 2018. 290 с. [Nekrasov RV, et al. (eds.). Standards requirements of dairy cattle and pigs in nutrients: monografija. Moscow: Russian Academy of Sciences; 2018:290 p. *(In Russ.)*].

20. Нормы потребности лактирующих коров в незаменимых аминокислотах / В.Г. Рядчиков, О.Г. Шляхова, А. Тантави, Н.С. Комарова // Эффективное животноводство. 2019. № 9(157). С. 136-142. [Ryadchikov VG, Shlyakhova OG, Tantavi A, Komarova NS. Normy potrebnosti laktirujushhih korov v nezamenimyh aminokislotah. Effektivnoe zhivotnovodstvo. 2019;9(157):136-142. *(In Russ.)*].

21. Погосян Д.Г. Качество протеина в кормах для жвачных животных: монография. Пенза: ПГСХА, 2014. 133 с. [Pogosyan DG. Kachestvo proteina v kormah dlja zhvachnyh zhivotnyh: monografija. Penza: PGSKhA; 2014:133 p. *(In Russ.)*].

22. Полноценное кормление молочного скота – основа реализации генетического потенциала продуктивности / В.И. Волгин, Л.В. Романенко, П.Н. Прохоренко, З.Л. Федорова, Е.А. Корочкина. М.: РАН, 2018. 260 с. [Volgin VI, Romanenko LV, Prokhorenko PN, Fedorova ZL, Korochkina EA. Full feeding dairy cattle is the basis of realization of the genetic productivity potential. Moscow: Russian Academy of Sciences; 2018:260 p. *(In Russ.)*].

23. Сычева Л.В., Юнусова О.Ю. Использование белкового концентрата в рационах высокопродуктивных коров // Вестник Ошского Государственного университета. Сельское хозяйство: Агронимия, ветеринария и зоотехния. 2023. № 3(4). С. 49-57. [Sycheva LV, Yunusova OYu. Use of protein concentrator in the diets of highly productive cows. Journal of Osh State University. Agriculture: Agronomy, Veterinary and Zootechnics. 2023;3(4):49-57. *(In Russ.)*. doi: 10.52754/16948696_2023_3_6

24. Харитонов Е.Л., Березин А.С. Физиологические основы оптимизации аминокислотного питания молочного скота // Вестник науки и образования. 2018. № 18-1(54). С. 56-60. [Khari-tonov EL, Berezin AS. Physiological bases of optimization of amino acid nutrition of dairy cattle. Vestnik nauki i obrazovaniija. 2018;18-1(54):56-60. *(In Russ.)*].

25. Эффективность применения белкового концентрата в рационах высокопродуктивных коров / Н.П. Буряков, М.А. Бурякова, А.С. Заикина, И.А. Касаткина, Д.Е. Алешин // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2021. № 2. С. 15-25. [Buryakov NP, Buryakova MA, Zaikina AS, Kasatkina IA, Aleshin DE. Efficiency of protein concentrate application in the rations of highly productive cows. Kormlenie sel'skhozjajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo. 2021;2:15-25. *(In Russ.)*. doi: 10.33920/sel-05-2102-02

26. Chojnacka K, et al. Innovative high digestibility protein feed materials reducing environmental impact through improved nitrogen-use efficiency in sustainable agriculture. Journal of Environmental Management. 2021;291:112693. doi: 10.1016/j.jenvman.2021.112693

27. Erickson PS, Kalscheur KF. Nutrition and feeding of dairy cattle. *Animal Agriculture*. 2020;157-180. doi:10.1016/B978-0-12-817052-6.00009-4
28. Hanigan MD, Souza VC, Martineau R, Daley VL, Kononoff P. Predicting ruminally undegraded and microbial protein flows from the rumen. *Journal of Dairy Science*. 2021;104(8):8685-8707. doi: 10.3168/jds.2020-19672
29. Schwab CG, Broderick GA. A 100-Year Review: Protein and amino acid nutrition in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2017;100(12):10094-10112. doi: 10.3168/jds.2017-13320

References

1. Buryakov NP, Prokhorov EO. Alkaloid-free lupine "Dega" in cow feeding. *Feed Production*. 2017;1:40-44.
2. Gorlov IF, Slozhenkina MI, Mosolova NI, Kudryashova OV, Tkachenkova NA, Puzankova VA. Influence of the new feed additive KD-Bish on the quality of dairy products. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2024;107(1):73-82. doi: 10.33284/2658-3135-107-1-73
3. Glukhov D. Efficient use of protein in cow diets. *Animal Husbandry of Russia*. 2020;12:49-54. doi: 10.25701/ZZR.2020.57.97.001
4. Golovin AV. Influence of protected protein supplements on the productivity and metabolism of cows. *Veterinary Science and Feeding*. 2023;3:27-31. doi: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2023-3-6
5. Golovin AV. Rationing of diets of dairy cows for non-degradable protein with protein supplements of plant origin. *Agrarian Science*. 2024;8:67-73. doi: 10.32634/0869-8155-2024-385-8-67-73
6. Golovin AV, Ignatieva LP, Rykov RA. Influence of various sources of protected protein on productivity and biochemistry blood status of highly productive cows. *Journal of Dairy and Beef Cattle Breeding*. 2023;2:31-35. doi: 10.33943/MMS.2023.97.70.007
7. State Standard 26176-2019. Fodders, mixed feeds. Methods for determination of soluble and hydrolysable carbohydrates. Implementation date 2020-08-01. Moscow: Standartinform; 2019:11 p.
8. State Standard 26226-95. Fodder, mixed fodder and mixed fodder raw material. Methods for determination of raw ash. Implementation date 1997-01-01. Minsk: Interstate Council on Standardization, Metrology and Certification; 2003:5 p.
9. State Standard 26570-95. Fodder, mixed fodder and mixed fodder raw material. Methods for determination of calcium. Implementation date 1997-01-01. Minsk: Interstate Council on Standardization, Metrology and Certification; 2003:13 p.
10. State Standard 26657-97. Fodders, mixed fodders, mixed fodder raw materials. Methods for determination of phosphorus content. Implementation date 1999-01-01. Minsk: Interstate Council on Standardization, Metrology and Certification; 1999:10 p.
11. State Standard 32905-2014 (ISO 6492:1999, MOD). Feeds, mixed feeds and raw material. Method for determination of fat content. Implementation date 2016-01-01. Moscow: Standartinform; 2015:11 p.
12. State Standard R 51417-99. Feeds, mixed feeds and raw material. Determination of mass fraction of nitrogen and calculation of mass fraction of crude protein. Kjeldahl method. Implementation date 2001-01-01. Moscow: Gosstandart Rossii; 2002:5 p.
13. State Standard R 52838-2007. Feeds. Methods for determination of dry matter content. Implementation date 2009-01-01. Moscow: Standartinform; 2008:7 p.
14. State Standard R 52839-2007. Feeds. Methods for determination of crude fibre content with intermediate filtration. Implementation date 2009-01-01. Moscow: Standartinform; 2011:9 p.
15. Dulepinskiikh LN, Sycheva LV, Yunusova OY. Effect of protein concentrate on milk productivity of cows. *Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy*. 2023;3(47):20-25.
16. Kuvshinov VN, Duborezov VM, Tsis EYu. Productivity and milk quality after feeding high-yielding cows with chlorella suspension. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2024;107(1):83-92. doi: 10.33284/2658-3135-107-1-83

17. Nikishenko AV, Chekhranova SV. The protein-containing feed additive "Gorlinka" in the rations of lactating cows. *Feeding of agricultural animals and Feed production*. 2019;5:15-25.
18. Kalashnikov AP et al. Norms and diets for feeding farm animals: Ref. book. 3rd ed., add. and reworked. Moscow; 2003: 456 p.
19. Nekrasov RV, et al. (eds.). Standards requirements of dairy cattle and pigs in nutrients: monograph. Moscow: Russian Academy of Sciences; 2018: 290 p.
20. Ryadchikov VG, Shlyakhova OG, Tantavi A, Komarova NS. Norms of lactating cows' needs for essential amino acids. *Effective Animal Nutrition*. 2019;9(157):136-142.
21. Pogosyan DG. Protein quality in ruminant feeds: a monograph. Penza: PGSKhA; 2014:133 p.
22. Volgin VI, Romanenko LV, Prokhorenko PN, Fedorova ZL, Korochkina EA. Full feeding dairy cattle is the basis of realization of the genetic productivity potential. Moscow: Russian Academy of Sciences; 2018:260 p.
23. Sycheva LV, Yunusova OYu. Use of protein concentrator in the diets of highly productive cows. *Journal of Osh State University. Agriculture: Agronomy, Veterinary and Zootechnics*. 2023;3(4):49-57. doi: 10.52754/16948696_2023_3_6
24. Kharitonov EL, Berezin AS. Physiological bases of optimization of amino acid nutrition of dairy cattle. *Bulletin of Science and Education*. 2018;18-1(54):56-60.
25. Buryakov NP, Buryakova MA, Zaikina AS, Kasatkina IA, Aleshin DE. Efficiency of protein concentrate application in the rations of highly productive cows. *Feeding of Farm Animals and Fodder Production*. 2021;2:15-25. doi: 10.33920/sel-05-2102-02
26. Chojnacka K, et al. Innovative high digestibility protein feed materials reducing environmental impact through improved nitrogen-use efficiency in sustainable agriculture. *Journal of Environmental Management*. 2021;291:112693. doi: 10.1016/j.jenvman.2021.112693
27. Erickson PS, Kalscheur KF. Nutrition and feeding of dairy cattle. *Animal Agriculture*. 2020:157-180. doi:10.1016/B978-0-12-817052-6.00009-4
28. Hanigan MD, Souza VC, Martineau R, Daley VL, Kononoff P. Predicting ruminally undegraded and microbial protein flows from the rumen. *Journal of Dairy Science*. 2021;104(8):8685-8707. doi: 10.3168/jds.2020-19672
29. Schwab CG, Broderick GA. A 100-Year Review: Protein and amino acid nutrition in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2017;100(12):10094-10112. doi: 10.3168/jds.2017-13320

Информация об авторе:

Александр Витальевич Головин, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела кормления с.-х. животных, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста; 142132, Московская область, г.о. Подольск, п. Дубровицы, д. 60, тел.: 8(4967) 65-12-08.

Information about the author:

Alexander V Golovin, Dr. Sci. (Biology), Professor, Chief Researcher of the Department of Feeding of Agricultural Animals, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member LK Ernst, Dubrovitsy, Russia, 60 Dubrovitsy settlement, Moscow Region, 142132, Podolsk, tel.: 8(4967) 65-12-08.

Статья поступила в редакцию 14.10.2024; одобрена после рецензирования 29.11.2024; принята к публикации 16.12.2024.

The article was submitted 14.10.2024; approved after reviewing 29.11.2024; accepted for publication 16.12.2024.