

УДК 636.2.087.74:591-133

UDC 636.2.087.74:591-133

06.02.10 – Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства (сельскохозяйственные науки)

Private zootechnics, technology of production of animal products (agricultural sciences)

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАЩИЩЕННЫХ ОТ РАСПАДА В РУБЦЕ ЛИЗИНА И МЕТИОНИНА, НА ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ И ЗДОРОВЬЯ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ

STUDYING THE EFFECT OF PROTECTED AMINO ACIDS, LYSINE AND METHIONINE ON MILK PRODUCTION AND HEALTH OF HIGHLY PRODUCTIVE COW

Рядчиков Виктор Георгиевич
д.б.н., профессор, академик РАН
SPIN-код: 8267-8359, AuthorID: 81503
ryadchikovv@mail.ru

Ryadchikov Victor Georgievich
Dr.Sci.Biol., professor, Academician of RAN
RSCI SPIN-code: 8267-8359, AuthorID: 81503
ryadchikovv@mail.ru

Шляхова Оксана Германовна
к.б.н., доцент
SPIN-код: 2462-6013, AuthorID: 661964
ganch3030@mail.ru

Shlyakhova Oksana Germanovna
Cand.Biol.Sci., associate Professor
RSCI SPIN-code: 2462-6013, AuthorID: 661964
ganch3030@mail.ru

Тантави Абуелькассем
аспирант
kasem1988bakr@gmail.com

Tantawi Abuelgasim
postgraduate
kasem1988bakr@gmail.com

Филева Нина Сергеевна
Аспирант
ninaistas@mail.ru
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», 350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

Fileva Nina Sergeevna
postgraduate
ninaistas@mail.ru
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin", Krasnodar, Russia

В статье рассматривается актуальность использования защищенных аминокислот (лизина и метионина) в животноводстве Краснодарского края, на примере хозяйства Учхоз «Краснодарское». Установили, что самый высокий надой молока получен на рационе с совмещенной добавкой лизина и метионина - 38,4 кг/сутки. Отмечено положительное влияние лизина и объединенной добавки на показатели белка и жира в молоке. Защищенный метионин не оказал влияния на выход жира и белка в молоке. Добавки защищенных аминокислот в группах с лизином и объединенными аминокислотами снизили затраты СВ и ОЭ на кг молока. Результаты наших исследований показали, что на продуктивный молочный ответ и его составляющие влияет количество первой лимитирующей аминокислоты в рационе. Также, поставки защищенного лизина изменили концентрацию плазмы крови животных и

The article discusses the relevance of the use of protected amino acids (lysine and methionine) in animal husbandry of the Krasnodar region, using the example of the farm "Krasnodar". The highest milk yield was obtained from cows with the combined addition of lysine and methionine in their diet. In relation to control (CR), the average daily milk yield in the group with combined additives (CR+L+M) was 38.4 kg/day. In addition, there was a positive effect of lysine and the combined additive (CR+L+M) on protein and fat in milk. Protected methionine (CRM) had no effect on the yield of fat and protein in milk. It was noted that additives of protected amino acids in groups with lysine and combined amino acids reduced the cost of dry matter (DM) and metabolizable energy (ME) per kg of milk. The results of our studies have shown that the productive milk response and its components are affected by the amount of the first limiting amino acid in the diet. Also, the supply of protected lysine changed the plasma concentration of

улучшили доступность аминокислот для синтеза молочного белка

animals and improved the availability of amino acids for milk protein synthesis

Ключевые слова: АМИНОКИСЛОТЫ, ЗАЩИЩЕННЫЕ АМИНОКИСЛОТЫ, ЛИЗИН, МЕТИОНИН, ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫЕ КОРОВЫ, ЛАКТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД, АМИНОКИСЛОТЫ ПЛАЗМЫ КРОВИ, ФАКТОРИАЛЬНЫЙ МЕТОД

Keywords: AMINO ACIDS, PROTECTED AMINO ACIDS, LYSINE, METHIONINE, HIGHLY PRODUCTIVE COWS, LACTATION PERIOD, PLASMA AMINO ACIDS, FACTORIAL METHOD

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-155-016>

Известно, что первыми лимитирующими незаменимыми аминокислотами в обменном белке кукурузно-соевых рационов жвачных являются лизин и метионин. По данным National Research Council [20] потребность в обменных лизине (ОЛ) и метионине (ОМ), на биосинтез белка молока и поддержание у лактирующих коров, составляет 7,2 и 2,4% от обменного белка. В других работах, потребность в ОЛ была от 6,8 до 7,5%, в ОМ от 2,3 до 2,5%. Обеспечение в столь высокой потребности в лизине и метионине, несмотря на большой вклад синтезируемого в рубце богатого лизином (до 8%) микробного белка, часто становится проблемой при кормлении высокопродуктивных коров [25]. Поэтому перед наукой практикой возник вопрос использования препаратов синтетических аминокислот для обогащения кормовых рационов, как это делается в практике свиноводства и птицеводства. Однако использование тех же самых препаратов аминокислот для жвачных, которые применяют для свиней и птиц, невозможно, поскольку они разрушаются бактериями рубца до аммиака и пользы не дают. Эти препараты могут действовать эффективно лишь при пострубцовом их введении в сычуг или дуоденум (через канюлю), где действия бактерий незначительно. За последние два десятилетия разработаны препараты, защищенные от микробного распада в рубце [9].

Их эффективность довольно интенсивно сейчас изучается в зависимости от компонентного состава рационов и уровня белка. Так

добавление защищенных лизина и метионина в рационы голштинских коров способствовало повышению надоя и выхода молочного белка. Обогащение высоколизинового рациона первотелок препаратом защищенного метионина способствовало значительному повышению надоя и содержанию в молоке белка, а также положительному улучшению функций печени и иммунной активности. Установлено положительное влияние обогащенных (лизином и метионином) рационов на возможность снижения расхода белковых кормов без ущерба для продуктивности коров. Вместе с тем, добавление защищенных аминокислот, в ряде опытов, не наблюдали какого-либо положительного действия добавок защищенных аминокислот на продуктивность коров. Так при оценке эффективности коммерческих препаратов защищенного лизина (PR-Lys) на значительное поголовье голштинских коров в ранней лактации (157 коров, надой 54 кг/д) и в середине лактации (230 коров, надой 42 кг/д) к рациону на кукурузной основе (силос кукурузный 22%, сено люцерновое 14,7%, силос люцерновый 7,1%, цельные семена хлопка-9,6%, сухие выжимки зерна кукурузы после переработки на спирт 9,9%, хлопья зерна кукурузы 15,6%, рапсовый шрот 8,2%, минералы, витамины, дрожжи, жировая добавка) добавляли чистый лизин из расчета на 9-10 г на голову в день. Добавка не оказала заметного влияния на молочную продуктивность. Эти данные свидетельствуют о необходимости внимательного подхода к вопросу использования препаратов аминокислот в рационах коров с точки зрения их возможного дефицита [25].

Обоснованность использования защищенных аминокислот (лизина и метионина) в типичных для нашего животноводства рационах, и установление величин их добавок, может реально обеспечить дальнейшее повышение продуктивности на лучших фермах Краснодарского края и России, что позволит снизить затраты на белковые компоненты рациона,

повысить рентабельность отрасли, и также, способствовать улучшению экологической ситуации, за счет снижения экскреции азота.

Цель настоящего исследования состоит в изучении влияние защищенных от распада в рубце лизина и метионина, на показатели молочной продуктивности и здоровья коров.

Материалы и методы исследования

Исследования выполнены в рамках поддержки фундаментальных научных исследований по гранту №19-416-233018 р_мол_а «Универсальная программа балансирования и оценки рационов коров по обменному белку и незаменимым аминокислотам (лизин и метионин)» Российского фонда фундаментальных исследований и администрации Краснодарского края.

Исследования проведены на базе учебно-опытного хозяйства «Краснодарское» (г. Краснодар). В опыте участвовали четыре высокопродуктивные коровы-первотелки голштинской породы, с канюлями на рубце, в период лактации - 150 дней после отела. Эксперимент был разделен на 4 периода и организован по методу 4 × 4 латинского квадрата. Общая длительность эксперимента 50 дней: 10 дней подготовительно-адаптационный период и 40 дней – опытный период. Через каждые 10 дней опытного периода животных переводили с предыдущего на последующий вариант рациона. Таким образом, каждая корова проходила все четыре варианта рациона обогащенного аминокислотами. Изучали эффективность добавок защищенных аминокислот к основному рациону: 1) контрольная группа без добавок аминокислот (ОР); 2) оновной рацион + лизин (ОРЛ); 3) оновной рацион + метионин (ОРМ); 4) оновной рацион + лизин + метионин (ОРЛМ) (таблица 1).

Таблица 1. Схема опыта.

№ Коровы	1	2	3	4
1 период	ОР	ОР+Л	ОР+ М	ОР+Л+М
2 период	ОР+Л+М	ОР	ОР+Л	ОР+ М
3 период	ОР+ М	ОР+Л+М	ОР	ОР+Л
4 период	ОР+Л	ОР+ М	ОР+Л+М	ОР

Примечание: ОР – основной рацион, Л – лизин, М - метионин

Эффективное использование препаратов аминокислот в качестве добавок в рационы возможно установить при наличии данных о потребности коров в обменных (усвояемых) аминокислотах (лизине и метионине) и их содержании в рационе. На момент проведения эксперимента среднесуточный надой молока на корову, в первой половине лактации, составлял 35 кг при потреблении сухого вещества 21-22 кг/день.

Согласно схеме опыта, все группы получали одинаковую по составу кормосмесь (основной рацион), используемую в учхозе «Краснодарское» для кормления коров в раннем и среднем периоде лактации (таблица 2).

Таблица 2. Состав основного рациона хозяйства.

Компоненты	% НВ	% СВ
Силос кукурузный	40,3	26,4
Сенаж люцерновый	12,5	12,3
Кукуруза	10,4	20,0
Белков (соевый жмых)	5,4	10,6
Шрот подсолнечный	5,2	10,2
Ячмень	2,6	5,0
Сено люцерновое	2,1	3,9
Сено суданки	1,6	3,0
Солома пшеничная	1,6	3,1
Глютен	1,2	2,4
Мегалак ¹	0,9	1,8
Премикс ²	1,0	1,0
ДС_Organico	0,18	0,1
Соль	0,16	0,1
Сода	0,2	0,1
Абсорбент	0,04	0,03
Окись магния	0,04	0,03
Дрожжи	0,009	0,006
Ниацин	0,009	0,006
Монензин	0,002	0,001
Итого	85*	100,0
Содержание питательных веществ в 1 кг СВ, г/кг:		

ОЭ, МДж	11,3
Сырой белок (СБ)	178,4
Нераспадаемый в рубце белок (НРБ)	71,3
Распадаемый в рубце белок (РРБ)	99,8
Обменный белок (ОБ)	114,5
Сырая клетчатка (СК)	149,7
Нейтрально-детергентная клетчатка (НДК)	325,8
Кислотно-детергентная клетчатка (КДК)	194,6
Неструктурные углеводы (НСУ)	378,2
Сырой жир (СЖ)	51,4
Сырая зола (СЗ)	55,3
Крахмал	210,7
Сахар	67,3
Кальций, общий	7,5
Кальций, доступный	3,8
Фосфор, общий	3,8
Фосфор, доступный	2,6
Магний	2,5
Калий	13,1
Сера	1,93
Натрий	1,1
Хлор	3,1

Примечание: *структура по НВ включает дополнительный процент влаги (содержание воды 14,2%), СБ – сухое вещество; НВ – натуральное вещество. 1. Защищенный жир 70%. 2. Содержится в 1 кг премикса: Вит. А МЕ 1,8млн; Вит. Д₃ МЕ 0,36млн; Вит. Е 10 г; Вит Н 0,1 г; Cu 3 г; Zn 8 г; Mn 3,5 г; Co 0,05 г; I 0,3 г; Se 0,05 г; Mg 175 г; P 21,7 г; Na 40 г; Ca 102,1 г; антиоксидант 2,5 г; отруби 130 г; известняк 242 г.

Добавки аминокислот, лизина, в составе препарата ЛизиПерл, и метионина (препарат Метасмарт), вносили в кормосмесь, путем тщательного перемешивания, из расчета 0,9 г лизина и/или 0,45 г метионина (чистого вещества) на 1 кг сухого вещества (СВ) рациона. Суточное количество добавки препарата ЛизиПерл, в рацион на голову/день, составило 47г, препарата Метасмарт – 21г. В группе с объединенными добавками лизин + метионин – 47г + 21г соответственно. Заданное количество защищенных аминокислот было основано на анализе данных зарубежных авторов [16, 25, 26, 28].

Оценивая состав кормовой добавки ЛизиПерл (содержащей 50 % L-лизин моногидрохлорид, 20 % приходится на HCl) рассчитали, что в 47 г препарата, вносимого в рацион коровы ежедневно, количество усвояемого чистого лизина составило 18,8 г. Из инструкции «Метасмарт Драйв»

следует, что в 1 кг кормовой добавки содержится 570 г (или 57 %) НМВi мономера (гидроксианалога метионина), что эквивалентно 444 г собственно метионина (44,4 %), из которых 222 г проникают в кровь через стенку рубца и 222г через стенку тонкого кишечника. При добавке в рацион 21 г препарата Метасмарта, в кишечнике абсорбируется порядка 9,3 г метионина.

Анализ химического состава кормов выполнен в лаборатории VlggAgroXpertus (Москва), аминокислотного состава - на кафедре физиологии и кормления с.-х. животных Кубанского ГАУ (таблица 3).

Расчет потребности каждой коровы в сухом веществе, НРБ и РРБ, обменном белке, и обеспеченности коров обменными лизином и метионином, произвели факториальным методом [5].

Ежедневно вели учет потребленного корма и остатков, надоенного молока и его состав. В конце каждого 10-ти дневного опытного периода брали кровь, для анализа на биохимические показатели (анализировали в лаборатории Краснодарского научно-исследовательского ветеринарного института) и аминокислотный состав (анализ проводили на кафедре физиологии и кормления с.-х. животных КГАУ). Подготовку проб плазмы крови крупного рогатого скота для определения состава свободных аминокислот производили по разработанной нами методике [3]. Химанализ молока исследовали на приборе милкоскан. рН рубцового содержимого и мочи определяли портативным рН-метром, сразу после взятия проб.

Таблица 3. Содержание незаменимых аминокислот в отдельных кормах, г/кг СВ.

Компоненты	Лизин	Метионин	Гистидин	Аргинин	Фенилаланин	Треонин	Лейцин	Изолей	Валин	Триптоф
Силос кукурузный	0,55	0,30	0,28	0,44	0,76	0,67	1,39	0,61	0,81	0,09
Сенаж люцерновый	0,77	0,30	0,35	0,63	0,77	0,83	1,72	0,91	1,11	0,18
Кукуруза	0,53	0,41	0,56	0,78	0,82	0,67	1,99	0,53	0,67	0,14
Белков (соевый жмых)	3,01	0,73	1,33	3,56	2,53	1,91	3,75	2,19	2,25	0,61
Шрот подсолнечный	1,35	0,87	0,98	3,10	1,75	1,41	2,43	1,55	1,87	0,45
Ячмень	0,23	0,10	0,14	0,30	0,33	0,24	0,42	0,18	0,28	0,07
Сено люцерновое	0,18	0,05	0,07	0,18	0,17	0,15	0,26	0,15	0,18	0,05
Суданка СЕНО	0,13	0,05	0,06	0,14	0,15	0,13	0,23	0,12	0,17	0,05
Солома пш	0,05	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	0,05	0,03	0,04	0,02
Глютен	0,25	0,35	0,32	0,48	0,95	0,50	2,51	0,61	0,69	0,08
Сумма НАК	7,05	3,18	4,11	9,62	8,25	6,57	14,74	6,89	8,08	1,74
Итого в суточном рационе	150,9	68,08	87,97	205,79	176,57	140,56	315,48	147,47	173,0	37,22

Результаты исследований

Результаты исследований показали, что добавки аминокислот не одинаково влияли на потребление корма сухого вещества. Наибольшее потребление корма было в группе с добавками лизина и метионина (OP + Л+М), наименьшее – в группе с метионином. Эти результаты частично согласуются с результатами исследований других авторов [26] и не согласуются с данными исследований Swaneroel N. et all [25] показавших положительное влияние защищенных добавок, как метионина, так и лизина на поедаемость СВ.

По сведениям ряда авторов [1, 20], наиболее лимитирующими аминокислотами в рационах высокопродуктивных коров являются лизин и метионин, потребности которых находятся на уровне 7,2 (лизин) и 2,5 % (метионин) от обменного белка. Результаты наших исследований показали, что содержание лизина и метионина в 100 г сырого белка находятся на уровне 5,44% и 2,19% соответственно. В пересчете на обменный белок – лизина 6,25% и метионина – 2,5%. Количество последней аминокислоты

согласуется с данными общеизвестных норм, что касается лизина, то в наших исследованиях его содержание в обменном профи белке оказалось ниже, что согласуется с проведёнными исследованиями ранее [7].

Последовательность незаменимых аминокислот после лизина и метионина неоднозначна. Некоторые авторы утверждают, что гистидин является третьей незаменимой аминокислотой [13, 18, 27]. Согласно отечественным источникам [2], лимитирующей аминокислотой после лизина и метионина, является триптофан. По нашим данным количество триптофана в сыром белке составило 1,43%, в обменном – 1,64. Количество гистидина было на уровне 3,05% в сыром белке и 3,5% в обменном белке. Количественная последовательность ряда других аминокислот (валин, изолейцин) согласуется с данными зарубежных авторов [14]. Однако нам известно, что эффективность использования белка определяется количеством первой лимитирующей аминокислоты. Поэтому установление степени дефицита первой лимитирующей аминокислоты в основном рационе хозяйства было важной задачей. Был произведен расчет обеспеченности коров усвояемыми аминокислотами, что позволило установить количество усвоенных в тонком кишечнике аминокислот и определить степень обеспеченности коров аминокислотами в соответствии с их потребностью (таблица 4).

Таблица 4. Количество истинно обменных (усвоенных) лизина и метионина из 1 кг СВ рациона коров в тонком кишечнике

Компоненты	РРБ,г	НРБ,г	Коэффициент переваримости НРБ	ОБ из НРБ, г	ИПНРБ, лизин, г	ИПНРБ, метионин г
Силос кукурузный	15,34	8,46	0,7	5,92	0,164	0,0906
Сенаж люцерновый	4,92	4,92	0,65	3,20	0,1215	0,048
Кукуруза	11,41	7,01	0,9	6,31	0,1767	0,1344
Белков (соев. жм.)	18,07	30,83	0,93	28,67	1,7977	0,4358
Шрот подсол.	32,55	5,32	0,9	4,79	0,1705	0,1096
Ячмень	4,9	1,3	0,85	1,11	0,0409	0,0172
Сено люцерновое	4,84	1,21	0,7	0,85	0,043	0,0132
Сено суданка	2,68	1,04	0,65	0,68	0,0236	0,0088
Солома пш	0,38	1,13	0,65	0,73	0,0239	0,0087
Глютен	4,68	10,04	0,92	9,24	0,1561	0,2189
итого	99,77	71,26		61,49	2,72	1,09

Образование микробного сырого белка (МСБ) и обменного белка (ОБ) в 1 кг потребленного сухого вещества рассчитывали при содержании в нем 95% органического вещества и 75% коэффициентов переваримости:

1. Сумма переваримых органических питательных веществ в 1 кг СВ:

$$\text{СППВ} = 0,95 \times 0,75 = 0,713 \text{ кг}$$

2. МСБ = $130 \times 0,713 \times 0,92 = 85,3 \text{ г}$

3. ОБ = $85,3 \times 0,64 = 54,6 \text{ г}$

Расчет образования МСБ и ОБ на основе распадаемого в рубце белка (РРБ): ОБ = $99,77 \times 0,49 = 48,88$

Цифры образования ОБ по потребленному сухому веществу и РРБ близкие, в среднем: ОБ = $(54,6 + 48,8) / 2 = 51,7$

Используя данные по содержанию аминокислот в микробном белке (табличные данные и формулы для расчета взяты из учебного пособия В.Г, Рядчикова,) рассчитали содержание истинно всосавшихся лизина и метионина из обменного белка микробного происхождения.

Количество истинно переваримого НРБ, в 1 кг СВ рациона, равняется 61,49 г, а суммарные количества обменных лизина и метионина – 2,72 г и 1,09 г, соответственно (см. таблица 5). С учетом обменных

лизина и метионина, микробного белка количество микробного сырого белка (МСБ) составило 85,3 г. Общее количество этих аминокислот при потреблении коровой одного кг сухого вещества составило: лизин: $4,18+2,72=6,9$ г; метионин: $1,30+1,09=2,39$ г. При потреблении коровой в день 21,4 кг сухого вещества в тонком кишечнике всосалось: лизина: $6,9 \times 21,4=147,6$ г; метионина $2,39 \times 21,4=51,2$ г. Общее количество обменного белка:

$$\text{ОБ} = (51,7 + 61,49) * 21,4 = 2422 \text{ г}$$

При определении потребности на поддержание и продукцию молока, использовали соответственно данные аминокислотного состава суммарного белка тела крупного рогатого скота и белка молока.

Рассчитав потребность ОБ на поддержание (926г) и лактацию (1764г), установили, что баланс лизина равен -23,1г, т.е. потребность в усвояемом лизине не удовлетворена. Недостаток метионина составил -5,9г.

Расчет потребности в усвояемом лизине (УЛ):

$$\text{УЛ}_{\text{нд}}(\text{г}) = (926 \times 0,67 \times 8 \times 0,01) / 0,83 = 59,7$$

$$\text{УЛ}_{\text{л}}(\text{г}) = (1764 \times 0,67 \times 7,8 \times 0,01) / 0,83 = 111,06$$

$$\text{УЛ}_{\text{общ}}(\text{г}) = 59,7 + 111,06 = 170,8$$

$$\text{Баланс лизина}(\text{г}) = 147,6 - 170,8 = -23,2\text{г} - \text{дефицит лизина.}$$

Потребность в усвояемом метионине (УМ):

$$\text{УМ}_{\text{нд}}(\text{г}) = (926 \times 0,67 \times 2,5 \times 0,01) / 0,83 = 18,68$$

$$\text{УМ}_{\text{л}}(\text{г}) = (1764 \times 0,67 \times 2,7 \times 0,01) / 0,83 = 38,4$$

$$\text{УМ}_{\text{общ}}(\text{г}) = 18,68 + 38,4 = 57,1$$

$$\text{Баланс метионина}(\text{г}) = 51,2 - 57,1 = -5,9\text{г} - \text{дефицит метионина}$$

Таким образом, из представленных выше расчетов можно заключить что питательность основного рациона не покрывает потребность лактирующих коров в лизине и метионине. Рацион не сбалансирован по лимитирующим аминокислотам.

Учитывая, что к составу основного рациона три группы получали дополнительную добавку защищенных аминокислот, можно заключить, что итоговое поступление незаменимых аминокислот (лизин и метионин) частично покрывало их дефицит. В группе с лизином (ОРЛ), добавка вносилась в количестве 47г, с учетом имеющегося дефицита (-23,2г) она ее компенсировала бы с избытком (+24г). Однако нам известно, что содержание чистого лизина (г/кг добавки) из 47г эквивалентно 18,8г. Таким образом используемая добавка частично покрывала дефицит лизина в рационе. Недостаток с учетом добавки, по нашим расчетам, составил - 4,4г.

Имеющийся незначительный дефицит метионина в рационе полностью покрыт добавкой защищенного метионина (группа ОРМ), более того есть его «излишек» + 7,9г.

Таким образом из приведенных расчетов видим, что основной рацион не сбалансирован по незаменимым аминокислотам лизину и метионину. Первой лимитирующей аминокислотой в рационе является лизин. С учетом вносимой добавки (ОРЛ) недостаток лизина не компенсируется. Метионин в составе основного рациона - 2-я лимитирующая аминокислота. В группе с защищенным метионином - недостаток покрывается с избытком.

Данные по молочной продуктивности за период эксперимента отличались. Самый высокий надой молока получен на рационе с совмещенной добавкой лизина и метионина (ОР+Л+М) (таблица 5), что согласуется с результатами работ зарубежных авторов [9, 26].

Таблица 5. Эффективность добавок препаратов аминокислот, защищенных от распада в рубце

Показатели	ОР	ОР + Л	ОР + М	ОР + Л + М	±SD	Значения (P)
Потребление корма, кг СВ/д	21,3	21,4	21,2	21,7		
Среднесуточный надой молока, кг	36,8 ^a	37,8 ^{ab}	37,1 ^b	38,4 ^a	0,42	0,0486
В % к контролю	100	102,7	100,8	104,3		
Содержание жира в молоке, %	3,5 ^c	3,6 ^b	3,5 ^c	3,7 ^a	0,04	0,0007
Молокостандарт жирности, кг	37,8	40,0	38,2	41,7		
Выход жира, г	1288	1361	1299	1421		
В % к контролю	100	105,6	100,8	110,3		
Содержание белка в молоке, %	3,2 ^b	3,4 ^a	3,2 ^b	3,4 ^a	0,03	0,0001
Молокостандарт белковости, кг	37,9	41,4	38,3	42,1		
Выход белка, г	1178	1285	1187	1306		
В % к контролю	100	109,1	100,8	110,8		
Затраты СВ/кг молока, кг	0,58	0,56	0,57	0,56		
Затраты ОЭ/кг молока, кг	6,37	6,23	6,29	6,22		

*молокостандарт жирности молока – 3,4%, молокостандарт белка – 3,1%

Добавки защищенных аминокислот в группах с лизином (ОРЛ) и объединенными аминокислотами (ОРЛМ) снизила затраты СВ и ОЭ на кг молока, при более высоком потреблении СВ. В группе контроля (ОР) и метионина (ОРМ), при не высокой поедаемости СВ, затраты на ОЭ и СВ на кг молока оказались выше. В наших исследованиях, защищенный метионин (ОРМ) не оказал влияния на выход жира и белка в молоке. Данные были аналогичны контрольной группе (ОР). При этом молокостандарт жирности и белка молока, равно как и среднесуточный надой, в группе с метионином, оказался выше на 0,8% по отношению к контролю. Поэтому не высокое влияние метионина на продуктивность имеется. К этому заключению пришли многие авторы [12, 17, 21, 29] хотя

некоторые ученые положительного влияния метионина на качество молока не отмечали [28].

Значительные различия по среднесуточному надою, содержанию жира и белка в молоке, наблюдали в группе с лизином (ОРЛ) и объединенными добавками (ОРЛМ). По отношению к контролю (ОР) среднесуточный надой молока в группе с лизином (ОРЛ) выше на 2,7%, содержание жира выше на 5,6%, белка на 9,1%. В группе с объединенными добавками (ОРЛМ) превышение уровня от стандарт-контроля (ОР) составило 4,3%, 10,3% и 10,8% соответственно. Эти результаты оказались вполне предсказуемы учитывая факт дефицита лизина в рационе, тем не менее ряд зарубежных авторов пришли к аналогичным результатам и заключениям [9, 11, 18, 19]. Авторы в своих исследованиях сообщают об эффективности использования объединенной добавки лимитирующих аминокислот, при условии снижения уровня сырого протеина в рационе.

Концентрация молочного белка более отзывчива на дополнительные порции защищенных аминокислот, чем производства молока [20]. Результаты наших исследований показали, что на продуктивный молочный ответ и его составляющие влияет количество первой лимитирующей аминокислоты в рационе. Так как первой недостающей аминокислотой был лизин, то в группах с защищенным лизином (ОРЛ) и объединенными добавками (ОРЛМ) мы наблюдали повышение молочной продуктивности, молочного белка и жира. В группе с защищенным метионином (ОРМ) влияние на качество молока не было отмечено.

Контроль кислотности рубцового содержимого и мочи проверяли на всего опытного периода (таблица 6). Показатели последних в пределах нормы.

Таблица 6. Показатели pH рубцового содержимого и мочи в среднем, за опытный период.

Показатели	ОР	ОР+Л	ОР+М	ОР+Л+М
pH мочи	8,5	8,5	8,4	8,3
pH рубца	6,6	6,5	6,6	6,5

Наблюдаются незначительные отклонения в показателях общего белка, глобулиновых фракций, холестерина, триглицеридов, как правило, в пределах 10 – 20 %. Снижение общего белка на 11,5 % в среднем у коров на всех группах от показателей нормы. Показатели β-глобулинов были понижены в рационах с защищенными добавками: ОР + Л – на 10 %, ОР + Л + М – 15 %, ОРМ – 35 % соответственно (таблица 7).

Таблица 7. Биохимический контроль крови.

	ОР	ОРЛ	ОРМ	ОРЛМ	Норма	±SD	Значения (P)
белок	70,38	71,65	70,78	69,78	79-89г/л	0,4630	0,2468
альбумины	41,23	43,18	46,93	43,53	40-52%	0,3892	0,0001
глобулины А	14,33	14,05	13,45	15,10	12,8-17%	0,2775	0,0037
глобулины В	10,27	9,02	6,56	8,56	10-17%	0,1307	0,0001
глобулины G	34,18	33,78	33,10	32,83	25-40%	0,6151	0,4234
глюкоза	3,93	3,88	3,95	3,98	2,2-3,9 ммоль/л	0,0904	0,8786
мочевина	8,33	7,98	8,85	8,95	3,3-8,8 ммоль/л	0,1693	0,0048
холестерин	6,68	6,30	7,33	7,40	4,7-6,2 ммоль/л	0,0711	0,0001
AST	153,75	146,50	119,75	164,50	45-110 Ед/л	2,5475	0,0001
ALT	42,50	41,75	44,25	44,50	6,9-35 Ед/л	0,6654	0,0269
Ca	2,28	2,20	2,20	2,28	2,48 -3,8 ммоль/л	0,1094	0,9235
P	2,18	2,08	1,95	1,98	1,4-2,3 ммоль/л	0,1810	0,8089
Ca/P	1,07	1,07	1,15	1,20		0,1084	0,8038
триглицериды	0,14	0,14	0,14	0,14	0,33-0,79 ммол/л	0,0149	0,9816
щелочная фосфатаза	142,25	138,00	133,75	156,00	17,5-152 ЕД/л	12,3352	0,6204
Zn	135,48	124,45	112,98	130,90	100-220 мкг%	4,3142	0,0165
Cu	108,50	117,70	111,15	117,63	80-155 мкг%	6,7554	0,7059
каротин	0,39	0,46	0,44	0,41	0,4-2,0 мг %	0,0539	0,7664

Повышение холестерина отмечено в группах с метионином (ОРМ) и совмещенной добавкой (ОРЛМ), на 17% и 19% соответственно.

Концентрация кальция в крови была одинаково снижена во всех группах на 0,2% от показателей нормы. Кальций-фосфорное отношение у всех коров на уровне 1-1,2:1. Показатели AST и ALT существенно повышены во всех группах, и превышают стандарт для AST на 40% в среднем по группам. Исключением оказались результаты группы животных, потребляющих защищенный метионин (ОРМ), повышение AST составило 9% от нормы. Превышение ферментов AST и ALT, в анализе сыворотке крови, указывает на некроз клеток печени. Соотношение AST:ALT в среднем по всем группам составило 3:1. В наших исследованиях наиболее низкая концентрация мочевины, в сыворотке крови, была в группе с защищенным лизином. В группе с объединёнными добавками (ОРЛМ) показатель мочевины превышен на 0,1% от нормы. Это частично согласуется с данными других авторов [29], в исследованиях которых, отмечается более низкая концентрация мочевины в группах, где использовались защищенные добавки аминокислот.

Анализ плазмы крови на свободные аминокислоты показал положительный ответ на добавки защищенных аминокислот. Исключением были концентрации треонина и изолейцина, во всех опытных группах по отношению к контролю, были понижены (таблица 9).

В группе с объединенными добавками положительно из 20 плазменных аминокислот повысились (от показателей группы контроля) – 18. Из них 8 – незаменимые (НАК): валин, метионин, лизин, лейцин, фенилаланин, триптофан, гистидин, аргинин. В группе с защищенным метионином (ОРМ) повышались 17 аминокислот из них НАК – 7: валин, метионин, лизин, лейцин, фенилаланин, триптофан, аргинин. Наименьший ответ от добавки защищенных аминокислот наблюдали в группе с лизином (ОРЛ) 9 аминокислот из них НАК – 6: метионин, лизин, лейцин, фенилаланин, триптофан, гистидин. Эти наблюдения согласуются с данными зарубежных авторов [10, 13], и частично согласуются с данными

N. Swanepoel et all [25], также отмечали увеличение ряда незаменимых аминокислот в плазме крови коров с добавкой защищенного лизина, однако большая часть аминокислот по отношению к контролю была снижена.

Таблица 9 - Общее содержание свободных аминокислот в плазме крови животных на различных рационах (ОР, ОРЛ, ОРМ, ОРЛМ), мг %

	ОР	ОРЛ	ОРМ	ОРЛМ	+/-	Значение (P)
НАК*						
Thr	1,13 a	0,93 b	0,86 c	0,89 c	0.0125	0.2199
Val	2,55 b	2,29 c	3,09 a	2,67 b	0.0690	0.0001
Met	0,22 d	0,26 c	0,30 b	0,36 a	0.0074	0.0001
Ile	1,52 a	1,24 d	1,43 b	1,35 c	0.0167	0.0001
Leu	1,63 c	1,66 c	2,33 a	2,15 b	0.0544	0.0001
Phe	0,78 c	1,15 a	1,04 ab	0,99 b	0.0413	0.0003
Trp	0,45 c	0,72 a	0,57 b	0,51 bc	0.0286	0.0001
Lys	0,91 c	1,19 a	1,05 b	0,97 bc	0.0310	0.0002
His	0,90	0,94	0,89	1,68 a	0.0351	0.0001
Arg	1,20	1,19	1,49 a	1,23	0.0359	0.0002
Lys: Met	4,1	4,6	3,5	2,7		
ЗАК*						
Tau	0,68 c	0,98 b	0,65 c	2,01 a	0.0377	0.0001
Asp	0,33 c	0,58 a	0,40 b	0,34 c	0.0178	0.0001
Opr	0,20 a	0,13 c	0,21 a	0,15 b	0.0040	0.0001
Ser	1,76 a	0,86 c	1,00 bc	1,07 c	0.0472	0.0001
Glu+Asn	1,74 a	1,17 c	1,37 b	1,67 a	0.0253	0.0001
Gln	3,01	3,01	3,17	2,93	0.1042	0.4602
Pro	1,31 b	1,93 a	1,21 b	1,11 b	0.0838	0.0002
Gly	2,41 c	2,16 d	2,91 b	3,61 a	0.0406	0.0001
Ala	3,20 b	2,69 c	3,46 ab	3,65 a	0.1316	0.0013
Cys	0,09 b	0,13 a	0,09 b	0,13 a	0.0085	0.0095
Tyr	0,91 b	0,95 b	0,98 b	1,23 a	0.0570	0.0073
Urea	0,63 b	0,50 c	0,72 a	0,54 c	0.0225	0.0600
Aba	0,68 b	0,51 c	1,03 a	0,69 b	0.0246	0.0001
Cysta	0,08 b	0,09 b	0,12 a	0,12 a	0.0103	0.0128
Orn	5,42 a	4,21 b	5,93 a	4,01 b	0.3008	0.0017
1Mhis	0,19 c	0,23 b	0,29 a	0,23 b	0.0077	0.0001
3Mhis	0,23 a	0,16 c	0,20 b	0,25 a	0.0076	0.0001

*НАК – незаменимые аминокислоты, ЗАК – заменимые аминокислоты

По сведениям W.R. Yang et all [28] добавка метионина к рациону не оказывала существенного влияния на концентрацию сывороточных аминокислот крови. Это не согласуется с результатами наших

исследованиях, в которых наблюдаем закономерность между добавкой защищенного метионина и повышение концентрации метионина в плазме крови коров. Аналогично, как и в группе с лизином (ОРЛ) – положительный ответ на концентрацию плазменного лизина крови.

Концентрация метионина, в группе ОРМ, и лизина, в группе ОРЛ, аналогично, как и в группе с объединенными добавки (ОРЛМ), повышалась. Это согласуется с результатами других исследований, в которых также описано повышение концентрации АА в плазме, в группах, где использовались защищенные добавки лизина и метионина, но не во всех случаях. Например, Trinácty, J. et all [26], изменения в концентрации лизина в плазме крови, с добавлением защищенного лизина не наблюдали.

В наших исследованиях, поставки защищенного лизина изменили концентрацию плазмы крови животных и улучшили доступность аминокислот для синтеза молочного белка. В группе с лизином (ОРЛ) ряд НАК по отношению к контрольной группе повысились: фенилаланин, лейцин, триптофан, лизин, метионин и гистидин. Возможно реакция на добавку лизина, в наших исследованиях, была вызвана ее недостаточностью в составе основного рациона.

Экономическая эффективность

На момент проведения исследований добавки стоили: ЛизиПерл - 490 рублей за 1 кг и Метасмарт - 500 рублей за 1 кг (таблица 10).

Таблица 10. Добавки ЛизиПерл и Метасмарт, ценовая характеристика.

Добавки	Цена за 1 кг	Цена за 1 г	Кол-во, за 1 день, гр	Цена за 1 день, руб.	Кол-во, за 43 дня, гр	Цена за 43 дня, руб.
ЛизиПерл	490	0,49	47	23,03	2021	990,29
Метасмарт	500	0,5	31	15,5	1333	666,5
Лизин+Метионин	990	0,99	78	38,53	3354	1656,79

Экономическая эффективность использования добавок показала удорожание себестоимости молока (таблица 11). Так, при использовании Метасмарта (ОРМ) удорожание каждого кг молока составило 0,64 руб,

ЛизиПерла (ОРЛ) – 0,42 руб, объединенной добавки (ОРЛМ) – 1,05 руб. При этом покрытие прибыли от молока, за счет увеличения надоев за 43 дня молока и соответственно дополнительной прибыли, составило для Метасмарта (ОРМ) минус 436,79 руб., т.е. использование данной добавки не оправданно, как и совмещенная добавки Лизин + Метионин (ОРЛМ) – минус 652,4 руб. Добавка лизина (ОРЛ) была оправданна, доходы от молока покрыли предполагаемые расходы.

Таблица 11. Экономическая эффективность от использования защищенных аминокислот

Удой за 43 дня, кг	ОР+М	ОР+Л	ОР+Л+М	ОР
Цена за 1 кг молока	20,5	20,5	20,5	20,5
Цена за молоко, полученное за 43 дня, руб	31877,5	32205,5	32328,5	31324,0
Прибыль за счет используемых добавок (за 43 дня), руб	553,5	881,5	1004	-
Цена добавки за 43 дня использования, (руб)	990,29	666,5	1656,79	
Покрытие прибыли от молока, руб	-436,79	+215	-652,4	
Цена добавки за кг молока, руб	0,64	0,42	1,05	
Цена за 1 кг молока с учетом добавки	21,14	20,92	21,55	
Удорожание молока составило, руб	0,64	0,42	1,05	

Выводы

Проведенный анализ и результаты исследований доказали положительное влияние защищенных аминокислот на стимуляцию молокоотдачи. В частности, добавление лизина и метионина к основному рациону позволило частично его сбалансировать и получить дополнительный надой молока. Однако покрытие прибыли молока за счет увеличения надоев за 43 дня молока и соответственно дополнительной прибыли от совмещенной добавки Лизин + Метионин (ОРЛМ) оказалось не оправданным.

Учитывая, что эффективность использования белка определяется количеством первой лимитирующей аминокислоты, в нашем случае

лизином, рекомендуется к составу основного рациона добавить защищенный лизин в количестве 63г натуральной добавки на голову (содержание чистого лизина г/кг добавки составит 24г), что позволит сбалансировать рацион по лимитирующим аминокислотам, увеличив выработку молока от каждой коровы. Экономическая эффективность добавка лизина (ОРЛ) была оправданна, доходы от молока покрыли предполагаемые расходы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агафонов В. И. Физиологические потребности в энергетических и пластических субстратах и нормирование питания молочных коров с учетом доступности питательных веществ / В. И. Агафонов, Б. Д. Кальницкий, А. В. Лысов, Е. Л. Харитонов, Л. В. Харитонов // ВНИИФБиП с.-х. животных. – Боровск, 2007. – С. 125 -134.
2. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие / под ред. А. П. Калашникова, В. И. Фисинина, В. В. Щеглова [и др.]. - М., 2003. – 320 с.
3. Пат. 2478949, Российская Федерация, МПК G 01 N № 30/06, G 01 N № 33/50. Способ подготовки пробы плазмы крови крупного рогатого скота для определения состава свободных аминокислот / В. Г. Рядчиков, А. П. Радуль, О. Г. Шляхова; Кубанский государственный аграрный университет. - № 2011135088/15; заяв. 22.08.2011; опуб.10.04.13, бюл. №10.
4. Рядчиков В. Г. Аминокислотный обмен у коров в переходный период при балансировании рационов по обменному белку и усвояемым аминокислотам / В. Г. Рядчиков, О. Г. Шляхова // Научный журнал КубГАУ – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №02 (096). С. 237 – 268. <http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/19.pdf>
5. Рядчиков В.Г. Нормы и рационы для молочного скота, гл. 18, с. 277-297. В кн.: «Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных», изд-во Лань, Санкт-Петербург. – 2015, 632 с.
6. Рядчиков В.Г. Шляхова О.Г., Тантави А.А., Филева Н.С. Потребность лактирующих коров в незаменимых аминокислотах / В. Г. Рядчиков, О. Г. Шляхова, А.А. Тантави, Н.С. Филева // [Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета](#). – Краснодар, 2019. №148(04). С. 1-39 <http://ej.kubagro.ru/2019/04/pdf/33.pdf>
7. Шляхова О.Г. Продуктивность, здоровье, обмен аминокислот у коров при балансировании рационов по обменному белку и усвояемым аминокислотам в переходный период и пик лактации. Автореф. дис. ... канд. биол. наук / О. Г. Шляхова // Боровск, 2013. – 23 с.
8. Arriola Apelo S. I., Bell A. L., Estes K., Ropelewski J., M. J. de Veth, and M. D. Hanigan. Effects of reduced dietary protein and supplemental rumenprotected essential amino acids on the nitrogen efficiency of dairy cows / S. I. Arriola Apelo, A. L. Bell, K. Estes, J. Ropelewski, M. J. de Veth, and M. D. Hanigan // *Journal Dairy Science*.– 2014; 97:5688-5699.

9. Awawdeh M. S. Rumen-protected methionine and lysine: effects on milk production and plasma amino acids of dairy cows with reference to metabolisable protein status / M. S. Awawdeh // *Journal of Dairy Research*. – 2016; 83:151–155.

10. Blauwiel R., Xu S., Harrison J. H., Loney K. A., Riley R. E., Calhoun M. C. Effect of whole cottonseed, gossypol, and ruminally protected lysine supplementation on milk yield and composition / R. Blauwiel, S. Xu, J. H. Harrison, K. A. Loney, R.E. Riley, M. C. Calhoun // *Journal Dairy Science*. – 1997; 80:1358–1365.

11. Cabrita A. R. J., Dewhurst R. J., Melo D. S. P., Moorby J. M., and Fonseca A. J. M. Effects of dietary protein concentration and balance of absorbable amino acids on productive responses of dairy cows fed corn silage-based diets / A. R. J. Cabrita, R. J. Dewhurst, D. S. P. Melo, J. M. Moorby, and A. J. M. Fonseca // *Journal of Dairy Research*. – 2011; 94:4647-4656.

12. Ferraretto L. F., Ballard C. S., Sniffen C. J., and Shinzato I. Influence of essential amino acid balancing post-partum on lactation performance by dairy cows through a meta-analysis / L. F. Ferraretto, C. S. Ballard, C. J. Sniffen, and I. Shinzato // *Journal Dairy Science*. – 2016; 99 (Suppl. 1): 718.

13. Giallongo F., Harper M. T., Oh J., Lopes J. C., Lapierre H., Patton R. A., Parys C., Shinzato I., and Hristov A. N. Effects of rumen-protected methionine, lysine, and histidine on lactation performance of dairy cows / F. Giallongo, M. T. Harper, J. Oh, J. C. Lopes, H. Lapierre, R. A. Patton, C. Parys, I. Shinzato, and A. N. Hristov // *Journal Dairy Science*. – 2016; 99:4437-4452.

14. Haque M. N., Rulquin H., and Lemosquet S. Milk protein responses in dairy cows to changes in postruminal supplies of arginine, isoleucine, and valine / M. N. Haque, H. Rulquin, and S. Lemosquet // *Journal Dairy Science*. – 2013; 96:420-430.

15. Higgs R. J., Chase L. E., and Van Amburgh M. E. Application and evaluation of the Cornell Net Carbohydrate and Protein System as a tool to improve nitrogen utilization in commercial herds / R. J. Higgs, L. E. Chase, and M. E. Van Amburgh // *The Professional Animal Scientist* – 2012; 28:370-378.

16. Lapierre H., Pacheco D., Berthiaume R., Ouellet D. R., Schwab C. G., Dubreuil P., Holtrop G., and Lobley G. E. What is the true supply of amino acids for a dairy cow? / H. Lapierre, D. Pacheco, R. Berthiaume, D. R. Ouellet, C. G. Schwab, P. Dubreuil, G. Holtrop, and G. E. Lobley // *Journal Dairy Science*. – 2006; 89:E1-14.

17. Lean I. J., Ondarza de M. B., Sniffen C. J., Santos J. E. P., and Griswold K. E. Meta-analysis to predict the effects of metabolizable amino acids on dairy cattle performance / I. J. Lean, M. B. de Ondarza, C. J. Sniffen, J. E. P. Santos, and K. E. Griswold // *Journal Dairy Science*. – 2018; 101:340-364.

18. Lee C., Hristov A. N., Heyler K. S., Cassidy T. W., Lapierre H., Varga G. A., and Parys C. Effects of metabolizable protein supply and amino acid supplementation on nitrogen utilization, milk production, and ammonia emissions from manure in dairy cows / C. Lee, A. N. Hristov, K. S. Heyler, T. W. Cassidy, H. Lapierre, G. A. Varga, and C. Parys // *Journal of Dairy Science*. – 2012; 95:5253-5268. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5581>.

19. Lee C., Hristov A. N., Cassidy T. W., Heyler K. S., Lapierre H., Varga G. A., Veth de M. J., Patton R. A., and Parys C. Rumen-protected lysine, methionine, and histidine increase milk protein yield in dairy cows fed a metabolizable protein-deficient diet / C. Lee, A. N. Hristov, T. W. Cassidy, K. S. Heyler, H. Lapierre, G. A. Varga, M. J. de Veth, R. A. Patton, and C. Parys // *Journal of Dairy Science*. – 2012; 95:6042-6056.

20. National Research Council. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Washington, DC: Natl. Acad. Sci.; 2001.

21. Osorio J. S., Jacometo C. B., Zhou Z., Luchini D., Cardoso F. C., and Looor J. J. Hepatic global DNA and peroxisome proliferator-activated receptor alpha promoter

methylation are altered in peripartur dairy cows fed rumen-protected methionine / J. S. Osorio, C. B. Jacometo, Z. Zhou, D. Luchini, F. C. Cardoso, and J. J. Looor // *Journal of Dairy Science*. – 2016; 99:234-244.

22. Robinson P.H., Swanepoel N., Evans E. Effects of feeding a ruminally protected lysine product, with or without isoleucine, valine and histidine, to lactating dairy cows on their productive performance and plasma amino acid profiles / P.H. Robinson, N. Swanepoel, E. Evans // *Animal Feed Science and Technology*. – 2010; 161: 75–84.

23. Socha M. T., Putnam D. E., Garthwaite B. D., Whitehouse N. L., Kierstead N. A., Schwab C. G., Ducharme G. A., and Robert J. C. Improving Intestinal Amino Acid Supply of Pre- and Postpartum Dairy Cows with Rumen-Protected Methionine and Lysine / Socha, M. T., D. E. Putnam, B. D. Garthwaite, N. L. Whitehouse, N. A. Kierstead, C. G. Schwab, G. A. Ducharme, and J. C. Robert // *Journal of Dairy Science*. – 2005; 88:1113-1126.

24. Socha, M. T., Putnam D. E., Garthwaite B. D., Whitehouse N. L., Kierstead N. A., Schwab C. G., Ducharme G. A., and Robert J. C. Improving Intestinal Amino Acid Supply of Pre- and Postpartum Dairy Cows with Rumen-Protected Methionine and Lysine / M. T. Socha, D. E. Putnam, B. D. Garthwaite, N. L. Whitehouse, N. A. Kierstead, C. G. Schwab, G. A. Ducharme, and J. C. Robert // *Journal of Dairy Science*. – 2005; 88:1113-1126.

25. Swanepoel N., Robinson P.H., Erasmus L.J. Amino acid needs of lactating dairy cows: Impact of feeding lysine in a ruminally protected form on productivity of lactating dairy cows / N. Swanepoel, P.H. Robinson, L.J. Erasmus // *Erasmus Animal Feed Science and Technology* 157 (2010) 79–94.

26. Třináci J., Křížová L., Richter M., Černý V., Říha J. Effect of rumen-protected methionine, lysine or both on milk production and plasma amino acids of high-yielding dairy cows / J. Třináci, L. Křížová, M. Richter, V. Černý, J. Říha // *Czech Journal Animal Science*, 54, 2009 (6): 239–248.

27. Vanhatalo A., Huhtanen P., Toivonen V. Response of dairy cows fed grass silage diets to abomasal infusions of histidine alone or in combinations with lysine and methionine/ A. Vanhatalo, P. Huhtanen, V. Toivonen // *Journal Dairy Science*.–1999; 82:2674-2685.

28. Yang W.R., Sun H., Wang Q.Y., Liu F.X. and Yang Z.B. Effects of Rumen-Protected Methionine on Dairy Performance and Amino Acid Metabolism in Lactating Cows / W.R. Yang, H. Sun, Q.Y. Wang, F.X. Liu, Z.B. Yang // *American Journal of Animal and Veterinary Sciences* 5 (1): 1-7, 2010 ISSN 1557-4555.

29. Wang, C., Liu H. Y., Wang Y. M., Yang Z. Q., Liu J. X., Wu Y. M., Yan T., and Ye H. W. Effects of dietary supplementation of methionine and lysine on milk production and nitrogen utilization in dairy cows / C. Wang, H. Y. Liu, Y. M. Wang, Z. Q. Yang, J. X. Liu, Y. M. Wu, T. Yan, and H. W. Ye // *Journal Dairy Science*.– 2010; 93:3661-3670.

REFERENCES:

1. Agafonov V. I. Fiziologičeskie potrebnosti v jenergetičeskikh i plastičeskikh substratah i normirovanie pitaniya molochnyh korov s uchetom dostupnosti pitatel'nyh veshhestv / V. I. Agafonov, B. D. Kal'nickij, A. V. Lysov, E. L. Haritonov, L. V. Haritonov // *VNIIFBiP s.–h. zhivotnyh*. – Borovsk, 2007. – S. 125–134.

2. Normy i raciony kormlenija sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh: sprav. posobie / pod red. A. P. Kalashnikova, V. I. Fisina, V. V. Shheglova [i dr.]. M., 2003. – 320 s.

3. Pat. 2478949, Rossijskaja Federacija, MPK G 01 N № 30/06, G 01 NN № 33/50. Sposob podgotovki proby plazmy krovi krupnogo rogatogo skota dlja opredelenija sostava

svobodnyh aminokislot / V. G. Rjadchikov, A. P. Radul', O. G. Shljahova; Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. № 2011135088/15; zajav. 22.08.2011; opub.10.04.13, bjul. №10.

4. Rjadchikov V. G. Aminokislotnyj obmen u korov v perehodnyj period pri balansirovanii racionov po obmennomu belku i usvojaemym aminokislotam / V. G. Rjadchikov, O. G. Shljahova // Nauchnyj zhurnal KubGAU – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №02 (096). S. 237 – 268. <http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/19.pdf>

5. Rjadchikov V.G. Normy i raciony dlja molochnogo skota, gl. 18, s. 277-297. V kn.: «Osnovy pitaniya i kormleniya sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh», izd-vo Lan', Sankt-Peterburg. – 2015, 632 s.

6. Rjadchikov V. G. Shljahova O.G., Tantavi A.A., Fileva N.S. Potrebnost' laktirujushhih korov v nezamenimyh aminokislotah / V. G. Rjadchikov, O. G. Shljahova, A.A. Tantavi, N.S. Fileva // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Krasnodar, 2019. №148(04). S. 1-39 <http://ej.kubagro.ru/2019/04/pdf/33.pdf>

7. Shljahova O.G. Produktivnost', zdorov'e, obmen aminokislot u korov pri balansirovanii racionov po obmennomu belku i usvojaemym aminokislotam v perehodnyj period i pik laktacii. Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk / O. G. Shljahova // Borovsk, 2013. – 23 s.

8. Arriola Apelo S. I., Bell A. L., Estes K., Ropelewski J., M. J. de Veth, and M. D. Hanigan. Effects of reduced dietary protein and supplemental rumenprotected essential amino acids on the nitrogen efficiency of dairy cows / S. I. Arriola Apelo, A. L. Bell, K. Estes, J. Ropelewski, M. J. de Veth, and M. D. Hanigan // Journal Dairy Science.– 2014; 97:5688-5699.

9. Awawdeh M. S. Rumen-protected methionine and lysine: effects on milk production and plasma amino acids of dairy cows with reference to metabolisable protein status / M. S. Awawdeh // Journal of Dairy Research. – 2016; 83:151–155.

10. Blauwiel R., Xu S., Harrison J. H., Loney K. A., Riley R. E., Calhoun M. C. Effect of whole cottonseed, gossypol, and ruminally protected lysine supplementation on milk yield and composition / R. Blauwiel, S. Xu, J. H. Harrison, K. A. Loney, R.E. Riley, M. C. Calhoun // Journal Dairy Science.– 1997; 80:1358–1365.

11. Cabrita A. R. J., Dewhurst R. J., Melo D. S. P., Moorby J. M., and Fonseca A. J. M. Effects of dietary protein concentration and balance of absorbable amino acids on productive responses of dairy cows fed corn silage-based diets / A. R. J. Cabrita, R. J.

Dewhurst, D. S. P. Melo, J. M. Moorby, and A. J. M. Fonseca // *Journal of Dairy Research*. – 2011; 94:4647-4656.

12. Ferraretto L. F., Ballard C. S., Sniffen C. J., and Shinzato I. Influence of essential amino acid balancing post-partum on lactation performance by dairy cows through a meta-analysis / L. F. Ferraretto, C. S. Ballard, C. J. Sniffen, and I. Shinzato // *Journal Dairy Science*. – 2016; 99 (Suppl. 1): 718.

13. Giallongo F., Harper M. T., Oh J., Lopes J. C., Lapierre H., Patton R. A., Parys C., Shinzato I., and Hristov A. N. Effects of rumen-protected methionine, lysine, and histidine on lactation performance of dairy cows / F. Giallongo, M. T. Harper, J. Oh, J. C. Lopes, H. Lapierre, R. A. Patton, C. Parys, I. Shinzato, and A. N. Hristov // *Journal Dairy Science*. – 2016; 99:4437-4452.

14. Haque M. N., Rulquin H., and Lemosquet S. Milk protein responses in dairy cows to changes in postruminal supplies of arginine, isoleucine, and valine / M. N. Haque, H. Rulquin, and S. Lemosquet // *Journal Dairy Science*. – 2013; 96:420-430.

15. Higgs R. J., Chase L. E., and Van Amburgh M. E. Application and evaluation of the Cornell Net Carbohydrate and Protein System as a tool to improve nitrogen utilization in commercial herds / R. J. Higgs, L. E. Chase, and M. E. Van Amburgh // *The Professional Animal Scientist* – 2012; 28:370-378.

16. Lapierre H., Pacheco D., Berthiaume R., Ouellet D. R., Schwab C. G., Dubreuil P., Holtrop G., and Lobley G. E. What is the true supply of amino acids for a dairy cow? / H. Lapierre, D. Pacheco, R. Berthiaume, D. R. Ouellet, C. G. Schwab, P. Dubreuil, G. Holtrop, and G. E. Lobley // *Journal Dairy Science*. – 2006; 89:E1-14.

17. Lean I. J., Ondarza de M. B., Sniffen C. J., Santos J. E. P., and Griswold K. E. Meta-analysis to predict the effects of metabolizable amino acids on dairy cattle performance / I. J. Lean, M. B. de Ondarza, C. J. Sniffen, J. E. P. Santos, and K. E. Griswold // *Journal Dairy Science*. – 2018; 101:340-364.

18. Lee C., Hristov A. N., Heyler K. S., Cassidy T. W., Lapierre H., Varga G. A., and Parys C. Effects of metabolizable protein supply and amino acid supplementation on nitrogen utilization, milk production, and ammonia emissions from manure in dairy cows / C. Lee, A. N. Hristov, K. S. Heyler, T. W. Cassidy, H. Lapierre, G. A. Varga, and C. Parys // *Journal of Dairy Science*. – 2012; 95:5253-5268. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5581>.

19. Lee C., Hristov A. N., Cassidy T. W., Heyler K. S., Lapierre H., Varga G. A., Veth de M. J., Patton R. A., and Parys C. Rumen-protected lysine, methionine, and histidine increase milk protein yield in dairy cows fed a metabolizable protein-deficient diet / C. Lee,

A. N. Hristov, T. W. Cassidy, K. S. Heyler, H. Lapierre, G. A. Varga, M. J. de Veth, R. A. Patton, and C. Parys // *Journal of Dairy Science*. – 2012; 95:6042-6056.

20. National Research Council. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Washington, DC: Natl. Acad. Sci.; 2001.

21. Osorio J. S., Jacometo C. B., Zhou Z., Luchini D., Cardoso F. C., and Loor J. J. Hepatic global DNA and peroxisome proliferator-activated receptor alpha promoter methylation are altered in periparturient dairy cows fed rumen-protected methionine / J. S. Osorio, C. B. Jacometo, Z. Zhou, D. Luchini, F. C. Cardoso, and J. J. Loor // *Journal of Dairy Science*. – 2016; 99:234-244.

22. Robinson P.H., Swanepoel N., Evans E. Effects of feeding a ruminally protected lysine product, with or without isoleucine, valine and histidine, to lactating dairy cows on their productive performance and plasma amino acid profiles / P.H. Robinson, N. Swanepoel, E. Evans // *Animal Feed Science and Technology*. – 2010; 161: 75–84.

23. Socha M. T., Putnam D. E., Garthwaite B. D., Whitehouse N. L., Kierstead N. A., Schwab C. G., Ducharme G. A., and Robert J. C. Improving Intestinal Amino Acid Supply of Pre- and Postparturient Dairy Cows with Rumen-Protected Methionine and Lysine / Socha, M. T., D. E. Putnam, B. D. Garthwaite, N. L. Whitehouse, N. A. Kierstead, C. G. Schwab, G. A. Ducharme, and J. C. Robert // *Journal of Dairy Science*. – 2005; 88:1113-1126.

24. Socha, M. T., Putnam D. E., Garthwaite B. D., Whitehouse N. L., Kierstead N. A., Schwab C. G., Ducharme G. A., and Robert J. C. Improving Intestinal Amino Acid Supply of Pre- and Postparturient Dairy Cows with Rumen-Protected Methionine and Lysine / M. T. Socha, D. E. Putnam, B. D. Garthwaite, N. L. Whitehouse, N. A. Kierstead, C. G. Schwab, G. A. Ducharme, and J. C. Robert // *Journal of Dairy Science*. – 2005; 88:1113-1126.

25. Swanepoel N., Robinson P.H., Erasmus L.J. Amino acid needs of lactating dairy cows: Impact of feeding lysine in a ruminally protected form on productivity of lactating dairy cows / N. Swanepoel, P.H. Robinson, L.J. Erasmus // *Erasmus Animal Feed Science and Technology* 157 (2010) 79–94.

26. Třináci J., Křížová L., Richter M., Černý V., Říha J. Effect of rumen-protected methionine, lysine or both on milk production and plasma amino acids of high-yielding dairy cows / J. Třináci, L. Křížová, M. Richter, V. Černý, J. Říha // *Czech Journal Animal Science*, 54, 2009 (6): 239–248.

27. Vanhatalo A., Huhtanen P., Toivonen V. Response of dairy cows fed grass silage diets to abomasal infusions of histidine alone or in combinations with lysine and methionine/ A. Vanhatalo, P. Huhtanen, V. Toivonen // Journal Dairy Science.–1999; 82:2674-2685.

28. Yang W.R., Sun H., Wang Q.Y., Liu F.X. and Yang Z.B. Effects of Rumen-Protected Methionine on Dairy Performance and Amino Acid Metabolism in Lactating Cows / W.R. Yang, H. Sun, Q.Y. Wang, F.X. Liu, Z.B. Yang //American Journal of Animal and Veterinary Sciences 5 (1): 1-7, 2010 ISSN 1557-4555.

29. Wang, C., Liu H. Y., Wang Y. M., Yang Z. Q., Liu J. X., Wu Y. M., Yan T., and Ye H. W. Effects of dietary supplementation of methionine and lysine on milk production and nitrogen utilization in dairy cows / C. Wang, H. Y. Liu, Y. M. Wang, Z. Q. Yang, J. X. Liu, Y. M. Wu, T. Yan, and H. W. Ye // Journal Dairy Science.– 2010; 93:3661-3670.