

УДК 636:612.32:636.087.7

<https://doi.org/10.31279/2949-4796-2025-15-3-8-22>

Оптимизация рубцового пищеварения у коров с использованием кормовой добавки NCG-N-карбамил глутамат

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:

Евгений Михайлович Цыганков
E-mail: e-tsygankov@bk.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Цыганков Е.М., Менькова А.А. Оптимизация рубцового пищеварения у коров с использованием кормовой добавки NCG-N-карбамил глутамат. *Аграрный вестник Северного Кавказа*. 2025;15(3):8-22. <https://doi.org/10.31279/2949-4796-2025-15-3-8-22> EDN XENLUG

ПОСТУПИЛА: 02.07.2025

ДОРАБОТАНА: 13.08.2025

ПРИНЯТА: 13.09.2025

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ:

Исследования выполнены в рамках реализации субсидии из федерального бюджета на финансовое обеспечение выполнения государственного задания на оказание государственных услуг (выполнение работ) от 25 апреля 2024 г. № 082-03-2024-220/3

COPYRIGHT: © 2025 Цыганков Е.М., Менькова А.А.



Е.М. Цыганков , А.А. Менькова 

Брянский государственный аграрный университет, Брянская область, Выгоничский район, село Кокино, Россия

АННОТАЦИЯ

ВВЕДЕНИЕ. Полноценное питание животных является основным условием для протекания обменных процессов и создания высокой продуктивности животных. Большая часть животноводческих предприятий за основу в кормовом рационе берут значительное количество концентратов, что может негативно сказываться на работе пищеварительной системы и снижать усвояемость питательных веществ. В связи с этим возникает необходимость в применении кормовых добавок, способствующих повышению высвобождения питательных компонентов рациона.

ЦЕЛЬ. Изучить влияние скармливания кормовой добавки NCG-N-карбамил глутамат на показатели рубцового пищеварения лактирующих коров.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Объектом для исследований служили лактирующие коровы голштинизированной черно-пестрой породы 3-й лактации. Группы животных формировались по методу пар-аналогов. В течение 10 месяцев опытной группе ($n = 5$) в дерть концентратов добавлялась кормовая добавка NCG-N-карбамил глутамат в дозе 20 г на голову в сутки. Через 3 часа после кормления при помощи пищеводного зонда отбирали рубцовое содержимое. Видовую, функциональную динамику, показатели азотистых веществ, летучих жирных кислот определяли согласно принятым методикам проведения лабораторных исследований.

РЕЗУЛЬТАТЫ. За опытные периоды нами установлено достоверное увеличение количества инфузорий с 6,47 до 15,06 %, бактерий с 7,40 до 18,75 %, амилитической активности с 7,50 до 18,83 %, протеолитической активности с 5,80 до 9,30 %, аммиака с 5,40 до 12,00 %, белкового азота с 7,88 до 17,09 %. Отмечалось достоверное снижение небелкового азота с 5,52 до 20,53 %.

ВЫВОДЫ. Скармливание кормовой добавки оказывало повышение популяций микроорганизмов, их ферментативной активности, что способствовало непрерывному катаболизму питательных веществ корма, их накоплению и использованию в анаболических целях.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: лактирующие коровы, кормовая добавка, инфузории, бактерии, амилитическая активность, протеолитическая активность, аммиак, небелковый азот, летучие жирные кислоты

<https://doi.org/10.31279/2949-4796-2025-15-3-8-22>

Optimization of Ruminant Digestion in Cows Using the Feed Additive NCG-N Carbonyl Glutamate

CORRESPONDENCE:

Evgeny M. Tsygankov

E-mail: e-tsygankov@bk.ru

FOR CITATION:

Tsygankov E.M., Menkova A.A.
Optimization of Ruminant Digestion
in Cows Using the Feed Additive
NCG-N Carbonyl Glutamate.
*Agrarian Bulletin of the North
Caucasus*. 2025;15(3):8-22.
<https://doi.org/10.31279/2949-4796-2025-15-3-8-22> EDN XEHLUG

RECEIVED: 02.07.2025

REVISED: 13.08.2025

ACCEPTED: 13.09.2025

DECLARATION OF COMPETING INTEREST:

none declared.

FUNDING:

The research was carried out as part of the implementation of a subsidy from the federal budget for financial support of the state assignment for the provision of public services (performance of work) dated April 25, 2024 No. 082-03-2024-220/3

COPYRIGHT: © 2025 Tsygankov E.M.,
Menkova A.A.



Evgeny M. Tsygankov , Anna A. Menkova 

Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Vygonichsky district, Kokino village, Russia

ABSTRACT

INTRODUCTION. Complete nutrition of animals is the main condition for the flow of metabolic processes and the creation of high productivity of animals. Most livestock enterprises use a significant amount of concentrates as the basis for the feed ration, which can negatively affect the functioning of the digestive system and reduce the digestibility of nutrients. In this regard, there is a need to use feed additives that promote an increase in the release of nutritional components of the diet.

AIM. To study the effect of feeding the feed additive NCG-N-carbonyl glutamate on the indices of rumen digestion in lactating cows.

MATERIALS AND METHODS. The object of the study was lactating cows of the Holsteinized black-and-white breed of the 3rd lactation. Animal groups were formed using the pair-analog method. For 10 months, the experimental group (n=5) was supplemented with the feed additive NCG-N-carbonyl glutamate in a dose of 20 g per head per day. Three hours after feeding, the rumen contents were collected using an esophageal umbrella. Species, functional dynamics, indicators of nitrogenous substances, volatile fatty acids were determined according to the accepted methods of conducting laboratory studies.

RESULTS. During the experimental periods, we established a reliable increase in the number of ciliates from 6.47 to 15.06 %, bacteria from 7.40 to 18.75 %, amylolytic activity from 7.50 to 18.83 %, proteolytic activity from 5.80 to 9.30 %, ammonia from 5.40 to 12.00 %, protein nitrogen from 7.88 to 17.09 %. A reliable decrease in non-protein nitrogen was noted from 5.52 to 20.53 %.

CONCLUSIONS. Feeding the feed additive resulted in an increase in the population of microorganisms, their enzymatic activity, which contributed to the continuous catabolism of feed nutrients, their accumulation and use for anabolic purposes.

KEYWORDS: lactating cows, feed additive, ciliates, bacteria, amylolytic activity, proteolytic activity, ammonia, non-protein nitrogen, volatile fatty acids

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных показателей, определяющих рентабельность и эффективность использования животноводческой отрасли является кормовой фактор. С увеличением продуктивности животных возрастают требования к качеству и питательности кормов, что влияет на количество их потребления животными [1]. Анализируя современные исследования по рациональному использованию белка в различных отраслях науки, можно сформировать ряд направлений, по которым наиболее эффективно разрешается проблема кормового протеина, в том числе широкое использование небелковых азотистых соединений в кормлении крупного рогатого скота [2; 3]. Обеспеченность высокопродуктивных животных в протеине имеет большое значение в системе полноценного кормления. За рубежом и в нашей стране в последние годы особое внимание уделяется вопросам протеинового питания жвачных животных [4; 5]. Это обусловлено тем, что дефицит кормового белка остается нерешенной проблемой в кормлении животных. Немаловажное значение наряду с увеличением производства качественных белковых кормов имеет разработка способов повышения эффективности их использования. Научные исследования показали, что решение вопросов рационального питания жвачных животных невозможно без знания процессов распада кормового протеина и синтеза микробного белка в рубце [6–8].

Активность рубцовой жидкости связана с процессами пищеварения жвачных животных. В состав рубцовой жидкости входит слюна, вода, аминокислоты, липиды, мочевины, грубый остаток корма, видовое разнообразие микроорганизмов [10–12]. Известно, что процесс распада азотистых соединений в рубце жвачных животных происходит за счет ферментативных процессов микроорганизмов. Сначала белки гидролизуются и расщепляются до аминокислот [13–15]. Затем аминокислоты дезаминируются с образованием аммиака и жирных кислот. Часть аммиака используется микроорганизмами в качестве источника азота для синтеза аминокислот, в том числе тех, которых недостает в протеине кормов. Другая часть аммиака всасывается в венозную кровь, поступает в печень и превращается в мочевины, которая выделяется с мочой [16–18].

Микроорганизмы рубца способны усваивать небелковый азот, поэтому в кормлении жвачных живот-

ных можно использовать синтетические азотистые добавки. Например, часть белка в рационе можно заменить синтетической мочевиной, которая содержит до 45 % азота. В рубце синтетические азотсодержащие добавки расщепляются ферментом – уреазой, до аммиака и двуокиси углерода [18; 19].

Применение небелковых азотсодержащих одновалентных веществ в составе кормосмеси концентратов позволяет высвободить значительное количество питательных веществ рациона [20].

В литературных источниках отражено недостаточное количество научных данных о влиянии небелковых азотистых веществ на показатели рубцового пищеварения коров.

Цель научной работы заключалась в изучении влияния скармливания кормовой добавки NCG-N-карбамил глутамат на показатели рубцового пищеварения лактирующих коров.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Этические аспекты

Все аспекты проведенного исследования выполнены в соответствии с Директивой 2010/63/EU Европейского парламента и совета Европейского союза по охране животных, используемых в научных целях.

Материалы

Научные исследования проводились на базе племенного завода «СПК Зимницкий» Брянской области Дубровского района, Россия. По методу пар-аналогов было отобрано 10 голов голштинизированной черно-пестрой породы коров 3-й лактации (с учетом живой массы, возраста, продуктивности, срока отела). Удой за предыдущую лактацию составил более 9500 кг молока, средняя масса животных – 630 кг. Период проведения опыта: зимне-стойловый (1–7-й опытный период, 210 дней) и летне-стойловый (8–9-й опытный период, 60 дней). Рацион кормления зимне-стойлового периода состоял из сена клеверо-тимофеечного, силоса кукурузного, дерти концентратов (пшеничной, овсяной, ячменной, гороховой), жмыха подсолнечного, соли поваренной, монокальцийфосфата, премикса ПКК 60-3. Рацион летне-стойлового периода состоял из травяной резки, сена клеверо-тимофеечного, дерти концентратов (пшеничной, овсяной, ячменной, гороховой), жмыха подсолнечного, соли поваренной, монокальций-

фосфата, премикса ПКК 60-3. Рационы кормления сбалансированы по энергетической, протеиновой, минеральной и витаминной питательности и соответствовали нормам кормления ВИЖа (2018). Основные показатели питательности рациона: сухое вещество – 22,24, протеин сырой – 3765, сырая клетчатка – 130, сахар – 3016, сырой жир – 708 г. Показатели питательности рациона корректировались с учетом фаз лактации. Согласно схеме опыта, представленной в таблице 1, опытной группе в дерти концентратов скармливали кормовую добавку NCG-N-карбамил глутамат в количестве 20 грамм на голову в сутки. Продолжительность скармливания – 10 месяцев (300 дней). Учетный период – 9 месяцев (270 дней), 30 дней – подготовительный период. Система содержания – стойлово-выгульная. Поение осуществлялось вволю из автоматических поилок. Распорядок дня и зоогиенические нормы строго соблюдались. Материалом для исследований служила рубцовая жидкость, которую отбирали при помощи пищеводного зонда, через 3 часа после утреннего кормления.

Таблица 1
Схема проведения опыта

Table 1
Scheme of the experiment

Группа	Количество животных	Условия кормления
Контрольная	5	Основной рацион (ОР)
Опытная	5	Основной рацион (ОР) + NCG – N- карбамил глутамат 20 г на голову в сутки

Методы

В рубцовом содержимом по общепринятым методикам определяли: число бактерий и инфузорий – подсчетом в камере Горяева; pH – электрометрическим методом; амилолитическую и протеолитическую активность – фотоэлектроколориметрическим; целлюлозолитическую активность – путем проверки на способность целлюлолитической микрофлоры переваривать хлопчатобумажную нить; концентрацию аммиака – микродиффузным методом, общий азот и небелковый азот – методом Кьельдаля; белковый азот – по разнице общего и небелкового азота; общее содержание летучих жирных кислот (уксусная, пропионовая, масляная) – путем титрования

раствором щелочи; уксусную, пропионовую, масляную кислоты – хроматографическим методом.

Процедура исследований

Предварительно смазанный вазелиновым маслом рубцовый конец зонда вводили на корень языка и осторожно продвигали в пищевод, слегка двигая вперед и назад, чтобы вызвать у животного акт глотания. При попадании зонда в рубец ощущался запах содержимого или его вытекание. Для лучшего извлечения рубцового содержимого голову животного максимально опускали вниз, при этом массировали левую голодную ямку и подвигали зондом вперед и назад. Для исследований отбирали 100 мл рубцового содержимого в стерильную стеклянную баночку с притертой крышкой и направляли в аккредитованную лабораторию.

Характеристика кормовой добавки. Использование NCG-N-карбамил глутамат повышает эффективность утилизации аммиака в цикле мочевины (орнитиновый цикл). Таким образом повышается синтез аргинина, NO (окись азота) и полиаминов (путресцин, спермидин и спермин), что приводит к повышению продуктивности животных. Орнитиновый цикл есть у большинства животных (свиньи, коровы, овцы и др.), кроме птицы.

NCG является структурным аналогом N-ацетилглутамата (NAG) в цикле мочевины. NAG является аллостерическим катализатором карбамилфосфат-синтетазы-1 (CPS1), которая является существенным фактором синтеза аргинина. Но экзогенная добавка NAG разрушается в тонкой кишке и не может быть использована. NCG в отличие от NAG очень стабилен и имеет длинный период полувыведения, не разрушается ферментами и может заменить NAG для того, чтобы активировать CPS-1 (рисунок 1).

Аргинин – незаменимая аминокислота, дефицит которой возникает в рационах для свиноматок, высокопродуктивных коров, молодняка и при использовании низкопротеиновых рационов на откорме. NO стимулирует рост капилляров, плаценты, улучшает работу кровеносной системы. Полиамины – улучшают биосинтез и обмен веществ. Аммиак – токсичное вещество, вызывающее судороги, отеки и гипоксию. Кормовая добавка выпускается в России.

Статистическую обработку провели посредством стандартных (математических и статистических) функций приложения на персональном компьютере

с применением программы Microsoft Excel. Рассчитывали среднюю арифметическую (M), ошибку средней арифметической ($\pm m$), критерий достоверности (t) – Стьюдента, уровень вероятности разности (p).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В рубце жвачных существует множество различных микроорганизмов. Благодаря их активной деятельности питательные вещества корма подвергаются сложным превращениям, вследствие чего образуются летучие жирные кислоты, аммиак, аминокислоты, используемые организмом в процессе обмена.

Скармливание кормовой добавки лактирующим коровам отразилось на показателях рубцового пищеварения, которые представлены в таблицах 2–5.

В рубце обычно обитает огромное количество бактерий и инфузорий. Попадают они через корм, а также контактным путем. Видовой и количественный состав бактерий и инфузорий зависит от качества корма [1; 4]. В таблице 2 отражена динамика показателей микрофлоры и кислотности рубца.

Реакция среды рубца – важный показатель, который определяет состояние ферментативных процессов, образование метаболитов, их всасывание и использование в организме. За опытные периоды отмечалось снижение водородного показателя,

в 1–3-й периоды – на 1,43; 4-й и 5-й – на 2,85; 6-й и 7-й – на 2,89, 8-й – на 2,94; 9-й – на 4,41 % по сравнению с контрольной группой. Можно утверждать, что колебание реакции pH взаимосвязано с поступлением в рубец легкоусвояемых углеводов (зерновые концентраты) и образованием углеводных соединений, которые напрямую связаны с синтезом молока.

Наличие в рубце большого количества инфузорий свидетельствует о нормальном и эффективном течении ферментативных процессов. Инфузии участвуют в обмене углеводов, гидролизе белков и механической обработке корма. За опытные периоды их количество изменялось в сторону достоверного увеличения: 1-й период на – 6,47; 2-й – 8,41; 3-й – 10,40; 4-й – 11,56; 5-й – 12,30; 6-й – 13,63; 7-й – 14,30; 8-й – 14,78; 9-й – 15,06 % соответственно. Данное изменение можно обосновать тем, что кормовая добавка способствовала увеличению численного состава инфузорий. В свою очередь инфузии благодаря своему активному движению создавали в рубце своеобразную микросистему, которая участвовала в разрыхлении и измельчении корма, он становился более доступным для действия бактериальных ферментов (участвующих в расщеплении крахмала и целлюлозы). Можно утверждать, что в опытной группе гидролиз белков, небелковых синтетических веществ протекал с большей пользой, чем в контрольной.

Таблица 2

Динамика показателей микрофлоры и кислотности рубца

Table 2

Dynamics of rumen microflora and acidity indicators

Показатель	Референсные значения	Группа	
		Контрольная (n = 5)	Опытная (n = 5)
Подготовительный период (до скармливания)			
pH	6,5–7,2	7,00±0,08	7,0±0,05
Количество инфузорий, тыс/мл	500–1,2 милл.	610,00±17,10	610,00±13,20
Количество бактерий, млрд/мл	–	25,00±1,00	25,00±0,50
1-й опытный период (30-е сутки после скармливания)			
pH	6,5–7,2	7,00±0,09	6,90±0,10
Количество инфузорий, тыс/мл	500–1,2 милл.	620,00±15,40	660,00±10,20*
Количество бактерий, млрд/мл	–	26,00±1,10	29,00±0,60*
2-й опытный период (60-е сутки после скармливания)			
pH	6,5–7,2	7,00±0,10	6,90±0,15
Количество инфузорий, тыс/мл	500–1,2 милл.	618,00±12,10	670,00±16,40*

Продолжение

Показатель	Референсные значения	Группа	
		Контрольная (n = 5)	Опытная (n = 5)
Количество бактерий, млрд/мл		28,00±1,10	31,00±0,60*
3-й опытный период (90-е сутки после скармливания)			
pH	6,5-7,2	7,00±0,15	6,90±0,20
Количество инфузорий, тыс/мл	500-1,2 милл.	625,00±10,85	690,00±10,00*
Количество бактерий, млрд/мл	-	30,00±1,10	33,00±0,60*
4-й опытный период (120-е сутки после скармливания)			
pH	6,5-7,2	7,00±0,20	6,80±0,15
Количество инфузорий, тыс/мл	500-1,2 милл.	631,00±11,55	704,00±14,40*
Количество бактерий, млрд/мл	-	30,00±1,40	34,00±0,80*
5-й опытный период (150-е сутки после скармливания)			
pH	6,5-7,2	7,00±0,20	6,80±0,15
Количество инфузорий, тыс/мл	500-1,2 милл.	642,00±12,35	721,00±12,40*
Количество бактерий, млрд/мл	-	31,00±1,00	35,00±0,70*
6-й опытный период (180-е сутки после скармливания)			
pH	6,5-7,2	6,90±0,50	6,70±0,85
Количество инфузорий, тыс/мл	500-1,2 милл.	660,00±14,65	750,00±13,40*
Количество бактерий, млрд/мл	-	32,00±1,20	37,00±0,80*
7-й опытный период (210-е сутки после скармливания)			
pH	6,5-7,2	6,90±0,80	6,70±0,50
Количество инфузорий, тыс/мл	500-1,2 милл.	700,00±12,35	750,00±10,40**
Количество бактерий, млрд/мл	-	32,00±1,50	37,00±0,90*
8-й опытный период (240-е сутки после скармливания)			
pH	6,5-7,2	6,80±0,50	6,60±0,70
Количество инфузорий, тыс/мл	500-1,2 милл.	710,00±10,85	815,00±15,80*
Количество бактерий, млрд/мл	-	31,00±1,00	37,00±1,10*
9-й опытный период (270-е сутки после скармливания)			
pH	6,5-7,2	6,80±0,50	6,50±0,80
Количество инфузорий, тыс/мл	500-1,2 милл.	730,00±15,85	840,00±15,00*
Количество бактерий, млрд/мл	-	32,00±1,10	38,00±1,30*

Примечание: - ($p \leq 0,05$) *; * - ($p \leq 0,01$) **.

Note: - ($p \leq 0,05$) *; - ($p \leq 0,01$) **.

Бактерии играют важную роль в процессах пищеварения жвачных животных. Они подвергают ферментному расщеплению целлюлозу, крахмал, моносахариды, липиды, участвуют в превращении азотистых соединений. Так, количество бактерий за опытные периоды достоверно изменялась в 1-й период на 7,40; 2-й - на 10,71; 3-й - на 10,00; 4-й -

на 13,33; 5-й - на 13,00; 6-й - на 15,62; 7-й - на 15,63; 8-й - на 19,35; 9-й - на 18,75 % по сравнению с контрольной группой. Данное изменение можно обосновать тем, что в опытной группе расщепление и переваривание клетчатки, растительных белков, сбраживание углеводов, синтез летучих жирных кислот и витаминов группы В протекало более ак-

тивно, в связи с чем защитные функции организма лактирующих и беременных коров были выше, чем в контрольной группе.

На функциональную активность микрофлоры рубца влияют такие факторы, как структура и питательность рациона, качество кормов и влияние окружающей среды (стрессы). Отклонение от оптимальных условий нарушает экосистему рубца, изменяет активность и состав микроорганизмов. Динамика функциональной активности рубцовой жидкости представлена в таблице 3.

Амилолитическая активность за опытные периоды изменялась в сторону достоверного увеличения, в 1-й период – на 7,50; 2-й – на 9,50; 3-й – на 10,09; 4-й – на 13,60; 5-й – на 13,75; 6-й – на 15,41; 7-й – на 15,50; 8-й – на 19,85; 9-й – на 18,83 % по сравнению с контрольной группой данного периода. Данное увеличение связано с активной деятельностью амилолитических бактерий, его можно обосновать тем, что расщепление углеводов и образование промежуточных продуктов (декстринов – мальтозы – глюкозы – летучих жирных кислот) в рубце протекало с более продуктивной пользой для животных.

Таблица 3
Динамика функциональной активности рубцовой жидкости

Table 3
Dynamics of functional activity of scar fluid

Показатель	Референсные значения	Группа	
		Контрольная (n = 5)	Опытная (n = 5)
Подготовительный период (до скармливания)			
Амилолитическая активность, е/мг	-	35,50±0,95	35,60±0,60
Целлюлолитическая активность	+ -	+	+
Протеолитическая активность, мкмоль/л	15,0-25,0	14,30±0,25	14,40±0,30
1-й опытный период (30-е сутки после скармливания)			
Амилолитическая активность, е/мг	-	36,45±6,00	39,20±3,50*
Целлюлолитическая активность	+ -	+	+
Протеолитическая активность, мкмоль/л	15,0-25,0	15,50±0,50	16,40±0,55*
2-й опытный период (60-е сутки после скармливания)			
Амилолитическая активность, е/мг	-	37,35±5,30	40,90±4,00*
Целлюлолитическая активность	+ -	+	+
Протеолитическая активность, мкмоль/л	15,0-25,0	16,84±0,80	17,90±0,90*
3-й опытный период (90-е сутки после скармливания)			
Амилолитическая активность, е/мг	-	38,15±2,60	42,00±3,00*
Целлюлолитическая активность	+ -	+	+
Протеолитическая активность, мкмоль/л	15,0-25,0	17,00±0,90	18,20±0,85*
4-й опытный период (120-е сутки после скармливания)			
Амилолитическая активность, е/мг	-	38,95±5,40	44,25±4,30*
Целлюлолитическая активность	+ -	+	+
Протеолитическая активность, мкмоль/л	15,0-25,0	17,20±0,65	18,45±0,75*

Продолжение

Показатель	Референсные значения	Группа	
		Контрольная (n = 5)	Опытная (n = 5)
5-й опытный период (150-е сутки после скармливания)			
Амилолитическая активность, е/мг	-	40,18±3,30	45,70±6,00*
Целлюлолитическая активность	+ -	+	+
Протеолитическая активность, мкмоль/л	15,0-25,0	17,55±0,80	18,90±0,90*
6-й опытный период (180-е сутки после скармливания)			
Амилолитическая активность, е/мг	-	41,20±4,30	47,55±2,50*
Целлюлолитическая активность	+ -	+	+
Протеолитическая активность, мкмоль/л	15,0-25,0	18,30±0,95	19,80±1,10*
7-й опытный период (210-е сутки после скармливания)			
Амилолитическая активность, е/мг	-	41,80±5,30	48,30±3,20*
Целлюлолитическая активность	+ -	+	+
Протеолитическая активность, мкмоль/л	15,0-25,0	19,20±0,55	21,00±1,30
8-й опытный период (270-е сутки после скармливания)			
Амилолитическая активность, е/мг	-	42,30±4,70	50,70±4,10*
Целлюлолитическая активность	+ -	+	+
Протеолитическая активность, мкмоль/л	15,0-25,0	20,00±0,40	21,95±0,60*
9-й опытный период (270-е сутки после скармливания)			
Амилолитическая активность, е/мг	-	43,10±3,10	51,00±2,45
Целлюлолитическая активность	+ -	+	+
Протеолитическая активность, мкмоль/л	15,0-25,0	20,95±1,10	22,90±0,90*

По способности микрофлоры рубца расщеплять грубый корм можно судить о целлюлолитической активности бактерий. Целлюлолитическая активность за период исследований – положительная. Это свидетельствует о том, что расщепление грубого корма в опытной группе протекало активнее с образованием летучих жирных кислот, которые служили источником энергии для животных.

Микроорганизмы рубца могут усваивать небелковые азотистые вещества. Поэтому важным показателем его усвоения является протеолитическая активность. В рубцовом содержимом опытной группы данный показатель за опытные периоды имел достоверное увеличение: 1-й период – на 5,80; 2-й – на 6,29; 3-й – на 7,00; 4-й – на 7,30; 5-й – на 7,70; 6-й – на 8,20; 7-й – на 9,40; 8-й – на 9,80; 9-й – на 9,30 % соответственно. Можно утверждать, что под действием протеолитических ферментов микроорганизмов раститель-

ные белки корма, небелковые азотистые вещества активнее расщеплялись до пептидов, аминокислот и аммиака в рубце подопытных животных.

Динамика азотистых веществ представлена в таблице 4. Аммиак является источником азота для бактерий и используется для производства аминокислот, которые в свою очередь служат для синтеза бактериального белка. За опытные периоды концентрация аммиака в рубцовом содержимом имела достоверное увеличение: 1-й период – на 5,40; 2-й – на 7,00; 3-й – на 8,68; 4-й – на 9,00; 5-й – на 9,64; 6-й – на 10,14; 7-й – на 10,82; 8-й – на 11,00; 9-й – на 12,00 % соответственно. По-видимому, концентрация аммиака в рубцовой жидкости варьировала в зависимости от соотношения количества бактерий, которые использовали легко- и тяжелорастворимый протеин корма, азотсодержащие небелковые соединения, необходимые для репликации бактериального белка.

Таблица 4
Динамика азотистых веществ рубца

Table 4
Dynamics of nitrogenous substances in the rumen

Показатель	Референсные значения	Группа	
		Контрольная (n = 5)	Опытная (n = 5)
Подготовительный период (до скармливания)			
Аммиак, мг/100 мл	5-40	16,70±0,85	16,70±1,35
Общий азот, мг/100 мл	100-300	116,50±2,51	116,45±1,40
Небелковый азот, мг/100 мл	15-60	26,40±0,40	26,45±0,65
Белковый азот, мг/100 мл	-	109,40±0,85	109,00±0,55
1-й опытный период (30-е сутки после скармливания)			
Аммиак, мг/100 мл	5-40	17,70±0,90	18,65±1,20*
Общий азот, мг/100 мл	100-300	180,10±4,20	190,35±1,50*
Небелковый азот, мг/100 мл	15-60	29,85±0,45	28,25±0,60*
Белковый азот, мг/100 мл	-	150,25±0,75	162,10±0,65*
2-й опытный период (60-е сутки после скармливания)			
Аммиак, мг/100 мл	5-40	19,10±0,70	20,45±1,00*
Общий азот, мг/100 мл	100-300	185,00±3,30	196,45±1,90*
Небелковый азот, мг/100 мл	15-60	30,90±0,80	29,10±0,65*
Белковый азот, мг/100 мл	-	154,10±1,30	167,45±1,50*
3-й опытный период (90-е сутки после скармливания)			
Аммиак, мг/100 мл	5-40	20,15±0,90	21,90±1,20*
Общий азот, мг/100 мл	100-300	194,30±4,20	206,75±2,40*
Небелковый азот, мг/100 мл	15-60	31,40±0,95	28,90±1,00*
Белковый азот, мг/100 мл	-	162,90±1,50	177,85±2,00*
4-й опытный период (120-е сутки после скармливания)			
Аммиак, мг/100 мл	5-40	21,00±0,55	22,90±1,00*
Общий азот, мг/100 мл	100-300	200,00±6,20	216,00±4,20*
Небелковый азот, мг/100 мл	15-60	31,85±1,30	28,20±0,80*
Белковый азот, мг/100 мл	-	168,15±2,00	187,80±2,30*
5-й опытный период (150-е сутки после скармливания)			
Аммиак, мг/100 мл	5-40	21,80±0,35	23,90±1,40*
Общий азот, мг/100 мл	100-300	211,00±5,20	228,00±3,30*
Небелковый азот, мг/100 мл	15-60	31,00±1,10	27,35±1,00*
Белковый азот, мг/100 мл	-	180,00±3,65	200,65±4,10*
6-й опытный период (180-е сутки после скармливания)			
Аммиак, мг/100 мл	5-40	22,20±0,55	24,75±0,75*
Общий азот, мг/100 мл	100-300	219,00±4,80	239,00±5,20*
Небелковый азот, мг/100 мл	15-60	30,10±1,00	25,85±1,40*
Белковый азот, мг/100 мл	-	188,90±2,65	213,15±3,20*

Продолжение

Показатель	Референсные значения	Группа	
		Контрольная (n = 5)	Опытная (n = 5)
7-й опытный период (210-е сутки после скармливания)			
Аммиак, мг/100 мл	5–40	23,10±0,85	25,60±1,10*
Общий азот, мг/100 мл	100–300	223,00±3,60	246,00±4,20*
Небелковый азот, мг/100 мл	15–60	30,25±1,30	25,20±1,90*
Белковый азот, мг/100 мл	–	192,75±3,10	220,80±3,80*
8-й опытный период (270-е сутки после скармливания)			
Аммиак, мг/100 мл	5–40	25,30±1,10	28,10±0,95*
Общий азот, мг/100 мл	100–300	231,00±4,00	257,00±3,80*
Небелковый азот, мг/100 мл	15–60	30,45±1,10	24,70±1,50*
Белковый азот, мг/100 мл	–	200,55±3,45	232,30±4,10*
9-й опытный период (270-е сутки после скармливания)			
Аммиак, мг/100 мл	5–40	27,40±1,45	30,70±2,00*
Общий азот, мг/100 мл	100–300	242,00±2,65	272,00±3,35
Небелковый азот, мг/100 мл	15–60	30,20±0,95	24,00±2,30*
Белковый азот, мг/100 мл	–	211,80±4,30	248,00±4,85*

Общий азот является одним из показателей степени усвояемости азота корма, а также общей направленности процессов рубцового пищеварения. Концентрация общего азота за опытные периоды имела достоверное увеличение: 1-й период – на 5,70; 2-й – на 6,80; 3-й – 6,40; 4-й – на 8,00; 5-й – на 8,00; 6-й – на 9,13; 7-й – на 10,31; 8-й – на 11,31; 9-й – на 12,40 %. Данное увеличение можно обосновать тем, что концентрация общего азота определялась количеством принятого с кормом белка и небелковых азотсодержащих веществ, соответственно степень усвояемости в опытной группе была выше и зависела от направленности процессов рубцового пищеварения.

Небелковый азот является источником питательных веществ для бактерий в рубце жвачных. Количество небелкового азота по опытным периодам имело достоверное снижение: 1-й период – на 5,52; 2-й – на 5,83; 3-й – на 7,96; 4-й – на 11,46; 5-й – на 12,00; 6-й – на 14,12; 7-й – на 16,69; 8-й – на 18,88; 9-й – на 20,53 % по сравнению с контрольной группой. Данное снижение можно обосновать тем, что кормовая добавка служила источником небелкового азотсодержащего вещества и свободно усваивалась бактериями рубца.

У жвачных животных до 75 % белков и амидов корма расщепляется в рубце под действием протеолитических ферментов микроорганизмов до аммиака. Около

90 % его расходуется на синтез микробного протеина, 10 % на румено-гепатическую циркуляцию. За период скармливания добавки в рубцовом содержимом отмечалось достоверное повышение содержания белкового азота: 1-й период – на 7,88; 2-й – на 8,59; 3-й – на 9,17; 4-й – на 11,68; 5-й – на 11,50; 6-й – на 12,83; 7-й – на 14,55; 8-й – на 15,83; 9-й – на 17,09 %. В связи с этим можно утверждать, что расщепление протеина корма, азотсодержащих небелковых соединений и интенсивность их использования при синтезе микробного белка в опытной группе протекала более эффективно.

Дисахариды и моносахариды в рубце подвергаются брожению с образованием летучих жирных кислот и газов. Летучие жирные кислоты используются организмом как энергетический материал и для синтеза жира. Динамика летучих жирных кислот представлена в таблице 5. Образование летучих жирных кислот в рубце жвачных происходит в процессе переваривания клетчатки. Количество летучих жирных кислот имело достоверное увеличение за опытные периоды: 1-й – на 5,73; 2-й – на 6,34; 3-й – на 6,94; 4-й – на 7,30; 5-й – на 9,85; 6-й – на 10,06; 7-й – на 10,85; 8-й – на 12,00; 9-й – на 13,00 % по сравнению с контрольной группой. Данное увеличение можно обосновать тем, что гидролиз клетчатки, а также сбраживание и усвоение ди- и моносахаридов в рубце опытной группы протекало с более

эффективной и выгодной пользой для организма лактирующих коров.

Уксусная кислота (ацетат) синтезируется в процессе ферментации углеводов. Так, за опытный период в рубцовом содержимом установлено достоверное увеличение ее содержания: 1-й период – на 4,42; 2-й – на 5,20; 3-й – на 5,20; 4-й – на 5,49; 5-й – на 5,63; 6-й – на 4,72; 7-й – на 5,30; 8-й – на 5,00; 9-й – на 6,40 % по сравнению с контрольной группой. Данное изменение характеризуется тем, что в организме лактирующих коров процессы окисления, синтеза липидов в жировой ткани и жирных кислот в молочной железе протекали активнее, что способствовало увеличению молочной продуктивности и жирности молока.

Пропионовая кислота (пропионат) – одна из летучих жирных кислот, которая образуется в рубце жвачных животных в процессе ферментативного расщепления корма. Содержание ее в рубцовой жидкости за опытные периоды имела тенденцию к увеличению: на 1,50 % – в 1-й и 2-й периоды; 3-й и 4-й периоды – на 2,80; 5-й – на 2,70; 6-й – на 3,23; 7-й – на 3,73; 8-й – на 3,25; 9-й – на 4,00 %. Можно предположить, что в рубцовом содержимом опытной группы активнее преобразовывался лактат в пропионат, который играет важную роль в формировании продуктивных и качественных показателей получаемой продукции, а также здоровья лактирующих коров и их плода.

Таблица 5
Динамика летучих жирных кислот

Table 5
Dynamics of volatile fatty acids

Показатель	Референсные значения	Группа	
		Контрольная (n = 5)	Опытная (n = 5)
Подготовительный период (до скармливания)			
Летучие жирные кислоты, ммоль/л	80–150	82,00±1,50	82,00±1,20
Уксусная кислота, %	45–55	44,50±0,50	44,80±0,45
Пропионовая кислота, %	20–30	20,00±0,30	20,00±0,20
Масляная кислота, %	15–20	14,80±0,55	14,80±0,60
1-й опытный период (30-е сутки после скармливания)			
Летучие жирные кислоты, ммоль/л	80–150	83,00±1,60	87,80±2,10*
Уксусная кислота, %	45–55	45,20±0,45	47,20±1,20*
Пропионовая кислота, %	20–30	20,30±0,65	20,60±0,85
Масляная кислота, %	15–20	15,10±0,40	15,30±0,75
2-й опытный период (60-е сутки после скармливания)			
Летучие жирные кислоты, ммоль/л	80–150	85,00±1,00	90,90±1,50*
Уксусная кислота, %	45–55	46,00±0,60	48,40±1,30*
Пропионовая кислота, %	20–30	21,10±0,70	21,40±1,15
Масляная кислота, %	15–20	15,40±0,30	15,70±0,90
3-й опытный период (90-е сутки после скармливания)			
Летучие жирные кислоты, ммоль/100 л	80–150	87,00±2,45	93,40±3,20*
Уксусная кислота, %	45–55	46,70±0,90	49,90±1,50*
Пропионовая кислота, %	20–30	21,90±1,10	22,50±1,65
Масляная кислота, %	15–20	15,80±0,30	16,10±0,70
4-й опытный период (120-е сутки после скармливания)			
Летучие жирные кислоты, ммоль/100 л	80–150	89,00±1,65	95,50±2,00*

Продолжение

Показатель	Референсные значения	Группа	
		Контрольная (n = 5)	Опытная (n = 5)
Уксусная кислота, %	45-55	47,30±0,40	49,90±1,00*
Пропионовая кислота, %	20-30	22,00±0,70	22,60±0,95
Масляная кислота, %	15-20	16,30±0,50	16,75±0,70
5-й опытный период (150-е сутки после скармливания)			
Летучие жирные кислоты, ммоль/100 л	80-150	91,30±2,30	100,30±3,00*
Уксусная кислота, %	45-55	48,00±1,00	50,70±1,70*
Пропионовая кислота, %	20-30	22,40±0,90	23,00±1,50
Масляная кислота, %	15-20	16,80±0,90	17,30±1,20
6-й опытный период (180-е сутки после скармливания)			
Летучие жирные кислоты, ммоль/100 л	80-150	95,40±2,00	105,00±3,20*
Уксусная кислота, %	45-55	48,70±1,00	51,00±1,90*
Пропионовая кислота, %	20-30	23,15±1,10	23,90±1,50
Масляная кислота, %	15-20	17,20±1,00	17,80±1,50
7-й опытный период (210-е сутки после скармливания)			
Летучие жирные кислоты, ммоль/100 л	80-150	102,30±1,55	113,40±2,20*
Уксусная кислота, %	45-55	49,30±1,20	51,90±2,00*
Пропионовая кислота, %	20-30	24,10±1,30	25,00±1,70
Масляная кислота, %	15-20	17,60±1,40	18,30±1,90
8-й опытный период (270-е сутки после скармливания)			
Летучие жирные кислоты, ммоль/л	80-150	110,12±2,20	123,20±3,00*
Уксусная кислота, %	45-55	50,40±1,40	52,90±2,20*
Пропионовая кислота, %	20-30	24,60±1,80	25,40±2,20
Масляная кислота, %	15-20	18,00±1,80	18,70±2,00
9-й опытный период (270-е сутки после скармливания)			
Летучие жирные кислоты, ммоль/л	80-150	124,12±2,80	139,90±3,40*
Уксусная кислота, %	45-55	50,00±1,00	53,20±2,50*
Пропионовая кислота, %	20-30	25,00±2,00	26,00±2,20
Масляная кислота, %	15-20	18,60±1,80	19,15±2,20

Масляная кислота (бутират) выполняет немаловажную роль в энергетическом метаболизме и регулирует геномную активность, которая влияет на усвоение питательных веществ и функционирование рубца. В рубцовом содержимом отмечалась тенденция к увеличению содержания масляной кислоты по периодам скармливания: 1-й – на 1,32; 2-й – на 1,95; 3-й – на 1,90; 4-й – на 2,70; 5-й – на 3,00; 6-й – на 3,50; 7-й – на 4,00; 8-й – на 4,00; 9-й – на 4,64 %. Данное изменение связано с активной ферментативной деятельностью рубцовой микрофлоры,

участвующей в расщеплении белков корма, соответственно это повлияло на продуктивность лактирующих коров и качественные показатели молока.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье были изучены показатели активности рубцовой жидкости лактирующих коров при скармливании кормовой добавки NCG-N-карбамил глутамат. Скармливание кормовой добавки высокопродуктив-

ным коровам за опытные периоды способствовало достоверному увеличению количества инфузорий – с 6,47 до 15,06 %, бактерий – с 7,40 до 18,75 %, амилолитической активности – с 7,50 до 18,83 %, протеолитической активности – с 5,80 до 9,30 %, аммиака – с 5,40 до 12,00 %, белкового азота – с 7,88 до 17,09 %, снижению небелкового азота – с 5,52 до 20,53 %, повышению летучих жирных кислот – с 5,73 до 13,00 %, уксусной кислоты – с 4,22 до 6,40 %, что способствовало положительному влиянию на продукты промежуточного и конечного обмена веществ.

Вклад авторов

Е. М. Цыганков: концептуализация, методология исследования, работа с программным обеспечением, проведение исследований, создание черновика рукописи.

А. А. Менькова: формальный анализ, администрирование данных, визуализация, администрирование проекта.

Рекомендуем на протяжении всей лактации вводить в рацион кормления высокопродуктивных коров кормовую добавку NCG-N-карбамил глутамат в исследуемой дозе, которая позволит высвободить из корма больше питательных веществ (за счет активации ферментативной деятельности микробных сообществ), которые используются организмом, как пластический и энергетический материал для формирования продуктивных показателей и репродуктивных функций.

Contributions

E. M. Tsygankov: conceptualization, methodology, software, investigation, writing-original draft.

A. A. Menkova: formal analysis, data curation, visualization, project administration.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Кузнецов А.С., Харитонов Е.Л., Остренко К.С. Влияние добавок N-карбомилглутамата на показатели рубцового пищеварения, утилизацию аммиака, метаболизм азота и молочную продуктивность. *Молочное и мясное скотоводство*. 2021;1:29-32. <http://doi.org/10.33943/MMS.2021.56.67.006> EDN SOTROY
Kuznetsov A.S., Charitonov E.L., Ostrenko K.S. The Influence of N-carbomilglutamate Additives in the Diet on Indicators of Rumen Digestion, Utilization of Ammonia, Nitrogen Metabolism and Milk Productivity of Cows. *Dairy and Beef Cattle Breeding*. 2021;1:29-32. (In Russ.). <http://doi.org/10.33943/MMS.2021.56.67.006> EDN SOTROY
2. Трухачев В.И., Буряков Н.П., Бурякова М.А., Лаптев Г.Ю., Комарова О.Е., Нарежная А.А. Особенности рубцового пищеварения коров при включении в основной рацион ферментной кормовой добавки. *Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство*. 2023;1(210):26-36. <https://doi.org/10.33920/sel-05-2301-03> EDN SFDQPE
Trukhachev V.I., Buryakov N.P., Buryakova M.A., Laptev G.Yu., Komarova O.E., Narezhnaya A.A. Features of Rumen Digestion of Cows when an Enzyme Feed Additive is Included in the Basic Ration. *Feeding of Farm Animals and Forage Production*. 2023;1(210):26-36. (In Russ.) <https://doi.org/10.33920/sel-05-2301-03> EDN SFDQPE
3. Трухачев В.И., Буряков Н.П., Махнырева О.Е. Использование отечественной ферментной кормовой добавки в период раздоя коров. *АгроЗоо Техника*. 2023;6(4):1-11. <https://doi.org/10.15838/alt.2023.6.4.1>
Trukhachev V.I., Buryakov N.P., Makhnyreva O.E. Use of Domestic Enzyme Feed Additive During Weaning of Cows. *AgroZoo Technique*. 2023;6(4):1-11. (In Russ.). <https://doi.org/10.15838/alt.2023.6.4.1>
4. McCoard S.A., Pacheco D. The significance of N-carbamoylglutamate in ruminant production. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2023;13:14(1):48:1023-1035. <https://doi.org/10.1186/s40104-023-00854-z>
5. Wang C., Shang L., Guo Q. et al. Effectiveness and Safety Evaluation of Graded Levels of N-carbamylglutamate in Growing-finishing Pigs. *Journal Nutrition*. 2022;412-418. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2022.04.012>

6. Zhou J., Yue S., Du J., Xue B., Wang L., Peng Q., Zou H., Hu R., Jiang Y., Wang Z. and Xue B. Integration of Transcriptomic and Metabolomic Analysis of the Mechanism of Dietary N-carbamoylglutamate in Promoting Follicle Development in Yaks. *Frontiers in Veterinary Science*. 2022;9:946893. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.946893>
7. Gu F., Miao C., Jiang L. et al. Dietary supplementation with N-carbamoylglutamate Initiated from the Prepartum Stage Improves Lactation Performance of Postpartum Dairy Cows. *Animal Nutrition*. 2021;7(1):232-238. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.07.002>
8. Wu G., Bazer F.W., Johnson G.A. et al. Metabolism and Nutrition of L-Glutamate and L-Glutamine in Ruminants. *Animals*. 2024;14(12):1788. <https://doi.org/10.3390/ani14121788>
9. Zhang W., Sun S., Zhang Y. et al. Benzoic Acid Supplementation Improves the Growth Performance, Nutrient Digestibility and Nitrogen Metabolism of Weaned Lambs. *Frontiers in Veterinary Science*. 2024;9:11:1351-1394. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1351394>
10. Шаабан М., Бельшклина М.Е. Нетрадиционные источники белка в кормлении животных. *Аграрная наука*. 2025;(3):69-75. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-392-03-69-75> EDN EXSGRH
Shaaban M., Belyshkina M.E. Unconventional Sources of Protein in Animal Feeding. *Agrarian Science*. 2025;(3):69-75. (In Russ.). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-392-03-69-75> EDN EXSGRH
11. Мунгин В.В., Гибалкина Н.И., Цыплов А.Н., Сазанова Е.В. Влияние пробиотика «битацел» в рационе дойных коров на видимую переваримость кормов и состав рубцовой жидкости. *Известия Дагестанского государственного аграрного университета*. 2025;1(25):114-118. https://doi.org/10.52671/26867591_2025_1_114 EDN ESNOCKG
Mungin V.V., Gibalkina N.I., Tsyplov A.N., Sazanova E.V. Effect of the Probiotic «Bitacel» in the Diet of Dairy Cows on the Apparent Digestibility of Feed and the Composition of Rumen Fluid. *News of the Dagestan State Agrarian University*. 2025;1(25):114-118. (In Russ.). https://doi.org/10.52671/26867591_2025_1_114 EDN ESNOCKG
12. Камирова А.М., Сизова Е.А., Шошин Д.Е., Иванищева А.П. Влияние различных доз кобальта на рубцовое пищеварение крупного рогатого скота. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2023;53(10):85-92. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-10-10> EDN AVLZBW
Kamirova A.M., Sizova E.A., Shoshin D.E., Ivanishcheva A.P. Effect of Different Doses of Cobalt on Rumen Digestion of Cattle. *Siberian Bulletin of Agricultural Science*. 2023;53(10):85-92. (In Russ.). <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-10-10> EDN AVLZBW
13. Мирошников С.А., Дускаев Г.К., Шейда Е.В., Рязанов В.А. Влияние преобразованной лузги подсолнечника на ферментативные процессы в рубце жвачных животных in vitro. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2022;52(3):71-78. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-3-8> EDN UTDALT
Miroshnikov S.A., Duskaev G.K., Sheida E.V., Ryazanov V.A. Effect of Transformed Sunflower Husk on Enzymatic Processes in the Rumen of Ruminants in Vitro. *Siberian Bulletin of Agricultural Science*. 2022;52(3):71-78. (In Russ.). <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-3-8> EDN UTDALT
14. Цыганков Е.М., Менькова А.А. Переваримость питательных веществ рациона и баланс азота у бычков на откорме. *Аграрный вестник Северного Кавказа*. 2025;16(2):37-47. <https://doi.org/10.31279/2949-4796-2025-16-2-37-47> EDN APMDYA
Tsygankov E.M., Menkova A. A. The Digestibility of Nutrients in the Diet and Nitrogen Balance in Fattened Bulls. *Agrarian Bulletin of the North Caucasus*. 2025;16(2):37-47. (In Russ.). <https://doi.org/10.31279/2949-4796-2025-16-2-37-47> EDN APMDYA
15. Камирова А.М., Сизова Е.А. Комплексная оценка влияния минеральных веществ в ультрадисперсной форме на рубцовое пищеварение. *Пермский аграрный вестник*. 2023;1(41):88-98. https://doi.org/10.47737/2307-2873_2023_41_88 EDN PFBDRZ
Kamirova A.M., Sizova E.A. Comprehensive Assessment of the Influence of Mineral Substances in Ultradispersed form on Rumen Digestion. *Perm Agrarian Bulletin*. 2023;1(41):88-98. (In Russ.). https://doi.org/10.47737/2307-2873_2023_41_88 EDN PFBDRZ
16. Ситчихина А.В., Сайтханов Э.О., Герцева К.А., Никулова Л.В. Коррекция некоторых показателей обмена веществ у коров в период раздоя с помощью кормовой добавки. *Международный вестник ветеринарии*. 2023;(4):498-506. <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2023.4.498> EDN HTANEL

- Sitchikhina A.V., Saitkhanov E.O., Gertseva K.A., Nikulova L.V. Correction of Some Metabolic Indices in Cows During the Milking Period Using a feed Additive. *International Bulletin of Veterinary Medicine*. 2023;(4):498-506. (In Russ.). <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2023.4.498> EDN HTAHEL
17. Bachman C., Colombo P., Jaggi K. N-acetylglutamate Synthetase (NAGS) Deficiency: Diagnosis, Clinical Observation and Treatment. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 2022;(153):39-45. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2022.05.102>
18. Chacher B., Zhu. W., Ye. J. Effect of Dietary N-carbamoyl Glutamate on Milk Production and Nitrogen Utilization in High Yielding Dairy Cows. *Indianapolis*. 2023;(90):215-225. <https://doi.org/10.3390/ind156838>
19. Hall L.M., Metzberg R.L., Cohen P.P. Isolation and Characterization of a Naturally Occurring Co-Factor of Carbamyl Phosphate Biosynthesis. *Journal of Biological Chemistry*. 2025;230(2):1013-1021. <https://doi.org/10.3389/journal.2025.1313444>
20. Daniotti M., Marca G., Fiorini P., Filippiet L. New Developments in the Treatment of Hyperammonemia: Emerging use of Carglumic Acid. *International Journal of General Medicine*. 2011;(4):21-28.

Сведения об авторах

Цыганков Евгений Михайлович –

кандидат биологических наук,
доцент кафедры эпизоотологии, микробиологии,
паразитологии и ветеринарно-санитарной
экспертизы, Брянский государственный
аграрный университет, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-6615-2440>

SPIN-код: 3913-1327

e-tsygankov@bk.ru

Менькова Анна Александровна –

доктор биологических наук, профессор,
профессор кафедры нормальной и патологической
морфологии и физиологии животных,
Брянский государственный аграрный университет,
Россия

<https://orcid.org/0009-0003-3065-163X>

SPIN-код: 7886-2817

aamenkova@mail.ru

About the authors

Evgeny M. Tsygankov –

Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof., Department
of Epizootology, Microbiology, Parasitology
and Veterinary and Sanitary Expertise,
Bryansk State Agrarian University, Russia

<https://orcid.org/0000-0002-6615-2440>

e-tsygankov@bk.ru

Anna A. Menkova –

Dr. Sci. (Biol.), Prof., Department of Normal
and Pathological Morphology and Animal Physiology,
Bryansk State Agrarian University, Russia

<https://orcid.org/0009-0003-3065-163X>

aamenkova@mail.ru