

медь, ванадий и другие; витамины: В1, В2, В3, В5, В6, В9, Е, F, биотин, углеводы, аминокислоты и пектины, которые способствуют нормализации работы мозга и сердца, желудочно-кишечного тракта, улучшают состояние кожи и волос, облегчают последствия стрессов.

Вывод. Таким образом, при проращивании происходит синтез необходимых животному организму недостающих микроэлементов и витаминов, облегчается усвоение жира и белка. Поэтому проращивание пшеницы в течение 2–4 дней на корм животным целесообразно.

Список литературы

1. Иванова М. И. Проростки – функциональная органическая продукция (обзор) / М. И. Иванова, А. И. Кашлева, А. Ф. Разин // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки, Экономические науки. – 2016. – Т. 2. – № 3 (7). – С. 19–30.

2. Полезные свойства проростков // [Электронный ресурс] <https://sektascience.com/articles/pitanie/svoystva-prorostkov/> (дата обращения 31.05.23).

3. Пророщенная пшеница // [Электронный ресурс] <https://foodandhealth.ru/zdorovoe-pitanie/-proroshchennaya-pshenica/> (дата обращения 31.05.23).

DOI: 10.48612/sbornik-2023-1-26

УДК 612.32:579:636.2/.3:[636.22/.28.084+636.32/.38.084]

УПРАВЛЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ФОРМИРОВАНИЕ СБАЛАНСИРОВАННОГО МИКРОБИОМА В РУБЦЕ КРС ПУТЕМ ВВЕДЕНИЯ В РАЦИОН КОРМОВЫХ ФАКТОРОВ С ОПРЕДЕЛЕННЫМИ БИОЛОГИЧЕСКИМИ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Ермаков Игорь Юрьевич¹, канд. с.-х. наук

Боголюбова Надежда Владимировна², д-р биол. наук

Фомичев Юрий Павлович², д-р биол. наук

¹СКЗНИВИ-филиал ФГБНУ ФРАНЦ, г. Новочеркасск, Российская Федерация

²ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К.Эрнста», г. Подольск, п. Дубровицы, Российская Федерация

В физиологических и производственных исследованиях на интактных и фистулированных коровах было изучено влияние на ферментативные и микробиологические процессы в рубце при включении в стандартный рацион коров жидкого энергокорма на основе пропиленгликоля, глицерина и сахаров, отдельно и в композиции с комплексом целлюлозолитических ферментов, состоящего из целлюлазы, глюкоаминолазы, ксиланазы и β-глюконазы (ЖЭК+ЦФК). В результате применения данных кормовых факторов произошли изменения в показателях пищеварения в рубце коров. У коров под влиянием ЖЭК в химусе рубца по отношению к контролю повысилась целлюлозолитическая активность на 75,4 %, а амилолитическая снизилась на 17,0 %, повысилось содержание ЛЖК на 3,9 % и ацетата на 2,2 %, а содержание пропионата, бутирата и аммиака снизилось на 5,6, 6,2 и 3,3 % соответственно.

Ключевые слова: молочные коровы; рубец; химус; показатели пищеварения; микроорганизмы; окислительно-восстановительный потенциал

THE MANAGEMENT OF PHYSIOLOGICAL PROCESSES AND THE FORMATION OF A BALLANCED MICROBIOME IN THE RUMEN OF COWS BY INTRODUCING FEED FACTORS WITH CERTAIN BIOLOGICAL AND FUNCTIONAL PROPERTIES IN THE DIET

Ermakov Igor Yurievich¹, PhD Agr. Sci.

Bogolyubova Nadezhda Vladimirovna², Dr. Biol. Sci.

Fomichev Yurii Pavlovich², Dr. Biol. Sci.

¹NCZRVI - branch of the FSBSI "FRARC", Novocherkassk, Russian Federation

²FSBSI "Federal Research Center for Animal Husbandry-VIZh named after academician L. K. Ernst", Podolsk, Dubrovitsy, Russian Federation

In physiological and production research on intact and fistulated cows, the effect on enzymatic and microbiological processes in the rumen was studied when energy feed based on propylene glycol, glycerin and sugars was included in the standard diet of cows, separately and in combination with a complex of cellulolytic enzymes, consisting from cellulase, glucoaminolase, xylanase and β -gluconase (EF + CCE). As a result of the use of these feed factors, there were changes in the indicators of digestion in the rumen of cows. In cows under the influence of EF in the rumen chyme, in relation to the control, cellulolytic activity increased by 75.4%, and amylolytic activity decreased by 17.0%, the content of VFA increased by 3.9% and acetate by 2.2%, and the content of propionate, butyrate and ammonia decreased by 5.6, 6.2 and 3.3%, respectively.

Key words: dairy cows; rumen; chyme; digestion indicators; microorganisms; oxidation-reduction potential

На современном этапе развитие молочного скотоводства в России характеризуется как интенсивное, которое базируется на достижениях генетики, физиологии, биохимии, питания, технологии кормов и кормопроизводства и других смежных и фундаментальных наук, которые позволяют создавать высокопродуктивные генотипы, формировать продуктивное здоровье, разрабатывать системы питания, технологии содержания и доения коров. В то же время считается, что высокая чрезмерная продуктивность (биосинтез) животного – это своего рода «патология», закреплённая генетически в организме животного. Здоровье продуктивных животных непосредственно связано с интенсивным течением процессов обмена веществ и потому главным критерием оценки состояния их здоровья являются показатели интенсивности процессов всех видов обмена веществ, выявление ранних доклинических (донозологических) нарушений их течения, определения истинных причин для их своевременного устранения и восстановления здоровья. В то же время, следует отметить, что селекция коров на высокую продуктивность не оказала никакого влияния на размер и физиологию желудочно-кишечного тракта коров, а также на физиолого-биохимические показатели организма, которые с точки зрения продуктивного здоровья животных остались в прежних референтных значениях (пределах) [1, 8].

Таким образом, реализация генетически обусловленного потенциала продуктивности и сохранение продуктивного (прежде всего

метаболического) здоровья животных может обеспечиваться только совершенствованием структуры и повышением питательной ценности рациона, технологией кормов, а также применением кормовых добавок и биологически активных веществ с различными функциональными свойствами, позволяющими управлять процессами пищеварения в рубце и повышать эффективность использования нутриентов рациона.

В пищеварительной системе жвачных первостепенную роль играет рубец, который рассматривается как броидильная камера с подвижными стенками [3, 6]. В рубце за счет ферментов микроорганизмов удовлетворяется до 80 % потребности в энергии, 30–50 % в белке, в значительной мере в макро- и микроэлементах и витаминах, в основном, группы В. В нём переваривается от 50 до 70 % сырой клетчатки.

Субстраты с высоким содержанием азота, протеина, жира, БЭВ оказывают большой стимулирующий эффект на рост и размножение микрофлоры рубца по сравнению с субстратами с меньшим содержанием этих нутриентов. Субстратный состав рациона также оказывает влияние на состояние среды рубца. Оптимальной для размножения микроорганизмов рубца кормовым субстратам характерен уксуснокислый тип брожения и pH среды ближе к нейтральной – от 6,6 до 6,9 [7]. Менее оптимальным кормовым субстратам свойственен пропионово-масляный тип брожения и более кислый pH среды от 6,2 до 6,5. При этом большая дополнительная нагрузка по

нейтрализации рубцового содержимого ложиться на слюнные железы.

Состояние микробиома рубца тесно связано с состоянием гомеостаза организма, что полностью согласуется с решением подобных проблем в эндоэкологии. Имеется тесная взаимосвязь между составом микробиома рубца и молочной продуктивностью коров [8, рис. 1], а также с состоянием продуктивного здо-

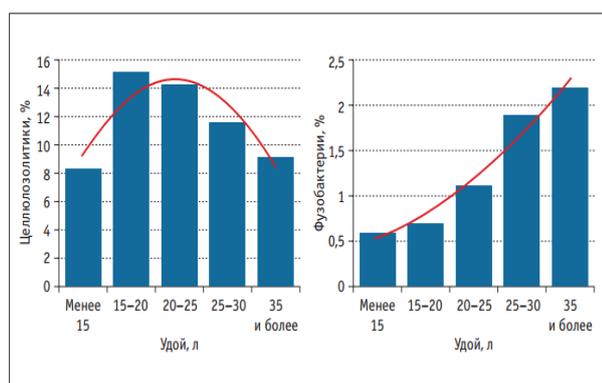


Рисунок 1 – Взаимосвязь с молочной продуктивностью и составом микробиома рубца коров (Карпук Д. 2019)

В последнее время предпочтение отдается природным биологически активным веществам, таким как фитобиотики, в качестве альтернативы применению антибиотиков [2, 3], а также водорослям [11]. Применение в питании коров кормовых добавок особенно важно в транзитный период технологического цикла.

Цель исследования заключается в изучении ферментативно-микробиологических и окислительных процессов в рубце коров и овец при внесении в стандартные рационы энергетических и биологически активных кормовых факторов и в сравнительном анализе результатов этих исследований для их использования в коррекции энерго-протеинового отношения в рационах, придания им определённых функциональных свойств направленного действия и создания физиологически нормативной среды для жизнедеятельности микроорганизмов, повышающих переваримость и использование питательных веществ кормов и опосредовано поддержание продуктивного здоровья коров.

Материал и методы. Исследование рубцового пищеварения проводили на коровах и на овцах. Исследования на коровах были проведены как непосредственно в производственных условиях, так и в условиях физдво-

ровья [рис. 2]. В практике кормления высокопродуктивных коров с целью создания оптимальной среды в рубце для жизнедеятельности микроорганизмов и переваривания различных кормовых субстратов рациона применяют кормовые добавки с различными биологическими свойствами таких, как эрготропики [4, 9, 2], антиоксиданты [10], пробиотики, ферменты.



Рисунок 2 – Содержание бактерий в рубце здоровых и выбракованных по состоянию здоровья коров (Лаптев Г. Ю. 2020)

ра отдела физиологии ВНИИФБ и П – филиала ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста. Исследования на овцах были проведены в условиях физдвора отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста.

В опытах на 6 фистулированных коровах исследовали влияние энергокорма на основе пропиленгликоля, глицерина и сахаров (ЖЭК), производства ООО «Еврокорм» с содержанием обменной энергии (ОЭ) 23,6 МДж/кг на физиологические и микробиологические процессы в рубце. Коровам опытной группы в ОР вносили ЖЭК по 0,5 кг/гол/сут. в течение опытного периода.

В другом опыте на коровах в условиях фермы было изучено влияние комплекса целлюлолитических ферментов Фекард 2004 производства ООО «Фермент», включающего четыре фермента: целлюлазу, глюкоамилазу, ксиланазу и β-глоканазу (ЦФК), который вносили в ОР в составе ЖЭК в концентрации 2 л/т по 0,3 кг гол/сут. в течение 60 дней исследования.

Опыты на 6 фистулированных овцах в возрасте 2 лет, 3 из которых были романовской породы и 3 – гибриды романовской с архаром, проводили методом групп-периодов – контрольного и опытного продолжительно-

стью 14 дней каждого. В конце каждого периода для изучения показателей желудочного пищеварения и видового состава микрофлоры рубца отбирали пробы химуса за час до утреннего кормления и через три часа после кормления. В содержимом рубца изучали: pH, ОВП (мВ), общее количество летучих жирных кислот (ЛЖК) – методом паровой дистилляции в аппарате Маргхама; аммиачный азот – микродиффузным методом по Конвею; амилитическую активность – фотометрическим методом; количество биомассы простейших и бактерий в рубцовом содержимом – методом дифференцированного центрифугирования на центрифуге ВЕКМАН (Германия); model J2-21 Centrifuge экспозицией 20 минут при 15000 обо/мин и ТБК – активные продукты.

Видовой состав микроорганизмов и их основных групп (молочнокислых, кишечной палочки, энтерококков, общее количество) определяли методом высева десятикратных разведений на накопительные и дифференциально-диагностические среды промышленного производства (ФБУН ГНЦ ПМБ г. Оболенск, Россия. «HiMedia Laboratories Pvt.Ltd» глубинным и поверхностным способом с последующим подсчетом их количества (КОЕ/г) по группам микроорганизмов. У коров отбор рубцового содержимого проводили также спустя 3 часа после кормления с помощью пищевого зонда. Анализ показателей рубцовой ферментации проводили в лаборатории кормления и физиологии пищеварения ВНИИФБ и П, и отделе физиологии и биохимии с/х животных ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста.

Результаты исследований и их обсуждение. Введение в рацион ЖЭК оказало

положительное влияние на процессы брожения и микробиоценоз рубца. У коров опытной группы в рубце снизилось содержание аммиака на 0,2 мг/% и повысилось содержание ЛЖК на 0,4 мМоль/100 мл. В основном за счет ацетата (на 1,6 %) и снижения содержания пропионата (на 0,9 %) и бутирата (на 0,8 %), что является положительным фактором. ЖЭК благотворно повлиял на микрофлору рубца. Количество бактерий и инфузорий в рубце опытной группы коров было значительно больше и составило соответственно 8,8 млрд/мл и 416,6 тыс/мл против 8,3 млрд/мл и 405,3 тыс/мл у коров контрольной группы ($p < 0,05$).

В свою очередь, изменения в микробиологическом составе рубца оказали влияние на амилитическую и целлюлозолитическую активность, которая у опытной группы коров была ниже на 4,9 Е/мл и выше на 4,6 %, соответственно (таблица 1).

Включение в рацион молочных коров опытной группы ЖЭК-ФК оказал значительное влияние на показатели рубцового пищеварения. В химусе коров опытной группы произошло незначительное повышение pH, которое составило 7,3 против 7,2. в контроле. Однако в обоих случаях значение pH превышает желательное для молочных коров, равную 6,5–7,0.

Некоторое превышение нормативного значения pH возможно связано с попаданием слюны при отборе проб химуса пищевым зондом. В химусе опытной группы коров наблюдалось незначительное повышение содержания ЛЖК и снижение аммиака, что может свидетельствовать о лучшем использовании протеина корма.

Таблица 1 – Показатели ферментативно-микробиологических процессов в рубце коров ($M \pm m$, $n=3$) через 3 часа после утреннего кормления

Показатели	Рационы	
	1 контроль	2 опыт
pH	6,82±0,03	6,85±0,07
Аммиак, мг%	6,1±1,67	5,9±0,7
ЛЖК, мМоль/100мл	10,2±0,25	10,6±0,72
Ацетат, %	70,8±0,33	72,4±0,30**
Пропионат, %	16,2±0,16	15,3±0,63
Бутират, %	12,9±0,28	12,1±0,54
Число бактерий, млрд/мл	8,3±0,26	8,8±0,63
Число инфузорий, тыс/мл	405,3±12,4	416,6±18,5
Амилитическая активность, Е/мл	28,9±1,91	24,0±1,4
Целлюлозолитическая активность, %	6,1±1,1	10,7±1,3

** $P < 0,05$

Основные изменения в химусе под действием ЖЭК ФК произошли в количестве и видовом составе микроорганизмов при относительно равной биомассе. Так, количество

бактерий в химусе коров опытной группы увеличилось по отношению к контролю на 27,8%, ($P < 0,02$), а простейших снизилось на 23,5%. (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели рубцового пищеварения у коров ($M \pm m$, $n=3$)

Показатели	Группы коров;		Опытной к контрольной:	
	Контрольная	Опытная	\pm	%
pH	7,20 \pm 0,0671	7,30 \pm 0,064	+0,1	101,3
ЛЖК, ммоль/100 мл	6,82 \pm 0,396	7,07 \pm 0,464	+0,25	103,6
Аммиак, мг%	10,5 \pm 0,7	10,1 \pm 2,41	-0,4	96,2
Микробиальная масса химуса, г/100 мл	0,2961 \pm 0,0263	0,2936 \pm 0,0220	-0,0025	99,1
в.т.ч. бактерии	0,1305 \pm 0,0007	0,1668 \pm 0,0147**	+0,0363	127,8
простейшие	0,1656 \pm 0,0185	0,1267 \pm 0,0220	-0,0389	76,50

** $P < 0,02$;

Интенсивность и направленность процессов пищеварения в рубце жвачных, а, следовательно, и эффективность использования корма, неразрывно связаны с составом водной среды химуса, которая определяется кислотно-щелочным балансом – значениями pH и ОВП и зависит от структуры и питательности рациона, качества питьевой воды, интенсивности секреции слюнных желез и состоянием микробиоценоза.

В свою очередь, жизнеспособность микроорганизмов значительно зависит от ОВП. С повышением ОВП воды улучшаются ее биэнергетические, метаболические и иммуностимулирующие свойства, что обеспечивает благоприятные условия для развития микроорганизмов [5]. В данных исследованиях было изучено влияние факторов питания на окислительно-восстановительный потенциал молока (ОВП), которое можно представить, как водный «раствор» органических и минеральных веществ. Широко известны антисептические, бактерицидные свойства водных растворов с повышенным ОВП, например, при обработке воды в анодных камерах и понижении ОВП при той же электрохимической активации воды, но проведенной в катодных камерах. В последнем случае, по данным медиков и биологов, это приводит к улучшению ее биэнергетических, метаболических и иммуностимулирующих свойств, что обеспечивает благоприятные условия для развития микроорганизмов и растений. При регулярном употреблении такой воды с пониженным ОВП улучшается, в частности у человека, со-

стояние внутренних органов, кожных покровов, слизистых оболочек и волос. Стимулируется развитие нормальной микрофлоры организма, и, как следствие, уменьшаются негативные последствия дисбактериоза. Так, например, ОВП (редокс-потенциал) ионизированной воды равен $-100-300$ мВ, кровь человека – от -50 до -100 мВ, молоко матери около -70 мВ, молоко сырое коровье – около $+150$ мВ.

Выводы. Исследования кормовых факторов различной биологической и химической природы по влиянию на пищеварительные процессы в рубце показали широкий спектр их специфического действия на микробиом и среду рубца, что может стать основой для разработки специфических кормовых смесей как с моно-, так и с плеiotропными свойствам для повышения эффективности использования кормов рациона и опосредовано поддержание продуктивного здоровья коров.

Список литературы

1. Артемьева О. А. Биологически активный препарат как альтернатива использования антибиотиков против патогенной микрофлоры / О. А. Артемьева, Д. А. Переселкова, Ю.П. Фомичев // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – №34. – С. 513–519.
2. Багно О. А. Фитобиотики в кормлении сельскохозяйственных животных / О. А. Багно, О. Н. Прохоров, С. А. Шевченко, Т. В. Дядичкина // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т.53. – №4. – С. 687–697.

3. Боголюбова Н. В. Регуляция рубцового пищеварения у молочных коров / Н. В. Боголюбова, В. В. Зайцев, С. А. Шаламова, О. Ш. Гизатуллин, М. С. Сентов // Известия Оренбургского ГАУ. – 2019. – №6 (80).

4. Буряков Н. Жидкие полисахариды в кормлении высокопродуктивных коров / Н. Буряков, А. Косолапов // Российский ветеринарный журнал. – 2013. – №3. – С. 33–36.

5. Зацепина О. В. Особенности изменений электрохимических параметров воды, активированной структурно напряженным карбонатом кальция в мицеллярной форме / О. В. Зацепина, А. А. Стехин, Г.В. Яковлева // Гигиена и санитария. – 2013. – №5. – С. 37–39.

6. Ильина Л. А. Микробиом сельскохозяйственных животных, его связь со здоровьем и продуктивностью // автореф. дисс.канд. биол. наук. Дубровицы, 2022.

7. Карагодина Н. рН и микроорганизмы

рубца жвачных. – 2020 // ok.ru.newoflife/topic/is1062652845527.

8. Карпук Д. Микробиом рубца жвачных: современные представления. – 2019. z-ferma/by/article/mikrobiom - rubca-zhvachnyh-sovremennye/predstavkeniy

9. Кокаева М. Антиоксиданты в рационах лактирующих коров / М. Кокаева // Комбикорма. – 2018. – №7–8. – С. 82–84.

10. Лаптев Г. Ю. Микробиом рубца – основа здоровья коров / Г.Ю. Лаптев, Е. Йылдырым, Л. Ильина // Животноводство России. – 2020. – №4. – С. 42–45.

11. Лаптев Г. Ю. Биоразнообразие и метаболические функции микробиома рубца у молочных коров в разные физиологические периоды / Г.Ю. Лаптев, Е. Йылдырым, Л. Ильина [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2021. – Том 56. – № 4. – С. 619–640.

DOI: 10.48612/sbornik-2023-1-27

УДК 639.31:639.3.043.2

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «ГЛИНМОЛ» И ГЛИЦЕРИНА НА ПОКАЗАТЕЛИ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ

Максим Екатерина Александровна^{1,2}, канд. биол. наук

Юрин Денис Анатольевич¹, канд. с.-х. наук

Данилова Александра Александровна¹, аспирант

Гнеуш Анна Николаевна^{1,2}, канд. с.-х. наук

Ёжкин Михаил Александрович³, аспирант

¹ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии»,

г. Краснодар, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»,

г. Краснодар, Российская Федерация

³ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», г. Москва, Российская Федерация

В статье приводятся результаты изучения влияния новой кормовой добавки и глицерина на показатели продуктивности лососевых рыб. Согласно схеме опыта, 1 (контрольная) группа рыбы получала полнорационные комбикорма (ПК) без добавок. В ПК для 2 опытной группы включали 2 % глицерина по массе корма. В рацион для форели 3 группы включали молоки с глицерином в соотношении 1 : 1 в количестве 2,0 % по массе корма. На основании полученных данных установлено, что использование кормовых добавок, полученных из молок рыб и глицерина, в рационе янтарной форели оказало достоверное положительное влияние на ее валовой и среднесуточный приросты. При этом рентабельность производства повышалась на 2,8–4,4 %.

Ключевые слова: янтарная форель; приросты живой массы; глицерин; молоки прудовой рыбы; коэффициент упитанности; длина тела рыбы