

**НАПРАВЛЕННОСТЬ И ИНТЕНСИВНОСТЬ ФЕРМЕНТАТИВНЫХ
И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В РУБЦЕ ОВЕЦ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ
В РАЦИОН ПРИРОДНЫХ КОРМОВЫХ ДОБАВОК С РАЗЛИЧНЫМИ БИОЛОГИЧЕСКИМИ
СВОЙСТВАМИ**

Ю.П. Фомичев, Н.В. Боголюбова

ФНЦ животноводства ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы. Россия

В пищеварительной системе жвачных первостепенную роль играет рубец, который рассматривается как бродильная камера с подвижными стенками. 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 нем переваривается от 50 до 70 % сырой клетчатки. Имеется тесная связь между химическим составом и питательностью кормового субстрата, численностью микроорганизмов рубца и продуктивностью животных. 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 рН среды ближе к нейтральной – от 6,6 до 6,9. Менее оптимальным кормовым субстратам свойственен пропионово-масляный тип брожения и более кислый рН среды от 6,2 до 6,5. При этом большая дополнительная нагрузка по нейтрализации рубцового содержимого ложится на слюнные железы. 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, грибковые культуры, модификаторы, антиоксиданты, ферменты, и др., [1–4]. В последнее время предпочтение отдается природным биологически активным веществам, как альтернатива применению антибиотиков [5–7].

В данных исследованиях был изучен характер влияния на ферментативно-микробиологические процессы в рубце, овец кормовых добавок (КД) с различными биологическими свойствами с целью их использования в питании жвачных для управления пищеварительными процессами в рубце, повышения переваримости и использования нутриентов рационов путем придания им определенных функциональных свойств [8]. В данном исследовании были изучены дигидрокверцетин (ДКВ), органический йод (ОЈ), мицеллат-Са (М-Са), спирулина и шунгит.

ДКВ получаемый из лиственницы Даурской, обладает широким спектром биологических свойств; регулирует метаболические процессы, оказывает положительное влияние на функциональное состояние внутренних органов организма, создает механизмы защиты здоровых клеток организма от патологий, вызываемых химическими отравлениями, воздействием электромагнитного излучения и радиации, путем нейтрализации радикальной активности, процессов вирусной и бактериальной природы, не токсичен. Признан как эталонный антиоксидант и широко применяется в медицине, пищевой промышленности и других отраслях народного хозяйства [6]. Дигидрокверцетин применяли в форме КД Экостимул 2 АО «Аметис» содержащей 80 % дигидрокверцетина.

Также перспективным для нужд животноводства является кормовая добавка «Прост», ООО «ИНБИОТЕХ» изготавливаемая на основе ОЈ и представляющая из себя смесь полноценных белков сыворотки молока, содержащих 2,5 % ковалентно-связанных с ними атомов йода. Йод встроен в молекулу аминокислоты тирозина или гистидина и имеет положительную валентность (J^+), в которой он проявляет свои свойства. Благодаря ковалентной связи йода с белками биоiod обладает высокой стабильностью при нагреве до 300[°]С, устойчивостью к свету и нагреванию при длительном хранении, что гарантирует его содержание при производстве различных премиксов и стартерных кормов для животных. В основе физиологического действия тиреоидных гормонов лежит регуляция интенсивности дыхания клеток, их непосредственное влияние на поглощение кислорода митохондриями и другими частями клеток, усиление окислительных реакций и основного обмена в организме. Они оказывают значительное воздействие на активность ферментов и генный аппарат клеток, оказывают влияние на морфогенез и воспроизводительную функцию [9, 10].

М-Са ЗАО «Петрохим» является комплексным препаратом в форме суспензии, содержащим в качестве основного компонента карбонат кальция и является одним из регуляторов его обмена в организме. При поступлении коллоидного раствора в желудочно-кишечный тракт он нейтрализуется соляной кислотой с образованием ионов кальция (восполнению дефицита кальция способствует только его ионизированная форма), а также активных форм кислорода (АФК). АФК формируются в небольшом количестве в водной среде, их концентрация не выходит за рамки физиологической нормы. АФК способствуют образованию большого количества свободных электронов. Внесение М-Са в воду инициирует электронную активацию, что приводит к коррекции нарушений, вызванных различными патологическими факторами. При этом нормализуется работа системы окислительного фосфорилирования и повышается антиоксидантный статус клеток. Это обеспечивает нормализацию работы ранее ослабленных функций органов и тканей, в том числе ответственных за процессы костного ремоделирования и регенерацию поврежденных костей: замедляются деструктивные процессы в костной ткани, изменяется соотношение регуляторов остеокластогенеза в сторону их сбалансированности, стимулируется регенерация эпителиальной ткани, улучшается периферическая микроциркуляция [11–16]. Микроводоросль спирулины (*Spirulina platensis*) НПО МГУ «Биосоляр» является уникальным продуктом природы. Биомасса спирулины содержит абсолютно все вещества, которые необходимы человеку и животным для нормальной жизнедеятельности. Ряд особых веществ – биопротекторов, биокорректоров и биостимуляторов – не встречается больше ни в одном продукте натурального происхождения. Спирулина обладает широким спектром биологической активности: стимулирует обмен веществ, укрепляет костяк, нормализует состояние кожно-волосного покрова и слизистых оболочек, нейтрализует токсины, улучшает функции пищеварительной системы. Поликислоты в составе спирулины оказывают положительное действие на репродуктивную систему организма и ее функцию. Увеличивает количественный и улучшает качественный состав лактобацилл и бифидобактерий в кишечнике. Способствует поддержанию на высоком уровне содержание гемоглобина и эритроцитов в крови. Соотношение между аминокислотами, витаминами и микроэлементами является оптимальным, физиологически сбалансированным, что приводит к нормализации окислительно-восстановительных реакций в организме животного, благодаря чему спирулина является самодостаточным препаратом и исключает необходимость использования аналогичных средств (белковые добавки, витаминные комплексы и т. д.). За счет содержания высокого качества протеинов и витаминов сокращает потребность в корме. Оказывает на организм общее оздоравливающее действие за счет гамма-линолевой кислоты. В результате этого повышается продуктивность животных и их устойчивость к различным заболеваниям. Среди биологически активных соединений, особенно важными являются изопреноиды, положительно влияющие на активность различных ферментов, а также на синтез нуклеиновых кислот и фотосинтез. Антиоксидантные характеристики цианобактерии связаны с фитогормонами и ферментами. Синий пигмент фикоцианина из сине-зеленых водорослей стимулирует нервную и иммунную системы. [17, 18]. Шунгит Карельского месторождения – уникальный природный минерал, необычен по происхождению, структуре, входящего в его состав углерода и структуре самих пород. Шунгитовый углерод – это окаменевшая древнейшая нефть, или аморфный, фуллереноподобный углерод. Шунгитовый углерод – элементарный углерод со специфичной шунгитовой структурой. Основу ее представляет многослойная глобула размером около 10 нм. Такая структура очень активна в окислительно-восстановительных реакциях, обладающая сорбционными и каталитическими свойствами. Содержание углерода в породе около 30 %, а 70 % составляют силикатные минералы. В минеральной части содержатся окиси более 20 макро- и микроэлементов. Основным представителем которых является кремний. Минеральная часть шунгита (углерод, силикаты), также как и цеолиты и бентониты, обладает адсорбционными, связывающими, буферными и ионообменными свойствами, дисперсностью и влагопоглощаемостью. Окиси кремния способствуют повышению усвоения кальция, фосфора, магния, железа, марганца, цинка и др., влияют на показатели естественной резистентности животного организма, на метаболизм витаминов А, К, Д3 и каротина. Фуллерены в составе шунгита повышают устойчивость мембран клеток к повреждающим факторам; имеют антиоксидантные свойства и обладают радиопротекторными свойствами за счет подавления избыточного уровня свободных радикалов [19–21].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены на 6 фистулированных овцах в возрасте 2-х лет, 3 из которых романовской породы и 3 – гибриды романовской с архаром методом групп–периодов – контрольного и опытного продолжительностью 14 дней каждого. В контрольный период овцы получали основной рацион (ОР), состоящий из 1,5 кг сена, 0,4 кг концентратов, общей питательностью 13,2 МДж ОЭ (1,32 ЭКЕ) с содержанием 180 г. протеина, 40 г. жира, 380 г. клетчатки. В опытный период овцам к ОР добавляли ДКВ по 100 мг/гол/сут+ОJ по 1,05 мг/гол/сут), или ДКВ по 100 мг/гол/сут.; спирулину (сухой порошок) по 1,25 г./гол/сут в смеси с 23,75 г. наполнителя; М-Са по 50 мкл/гол/сут. в форме рабочего раствора, который вводили непосредственно в рубец через фистулу, или – шунгит в количестве 0,3; 0,9 и 1,5 % от сухого вещества ОР. Биологически активные вещества давали овцам в форме смесей. Смесь 1, состояла из наполнителя – сухих размолоченных ростков, КД «Экостимул -2» (ДКВ 80 %) и КД «Прост» (7 мг йода в 1 г), а смесь 2 из наполнителя и КД «Экостимул -2». Смесей давали овцам по 10 г./гол/сут. В конце каждого периода для изучения показателей желудочного пищеварения и видового состава микрофлоры рубца отбирали пробы рубцового содержимого за час до утреннего кормления и через 3 часа после кормления. В содержимом рубца изучали: рН, ОВП (мВ), общее количество летучих жирных кислот – методом паровой дистилляции в аппарате Маркгама; аммиачный азот – микродиффузным методом по Конвею; амилитическую активность – фотометрическим методом, количество биомассы простейших и бактерий в рубцовом содержимом методом дифференцированного центрифугирования на центрифуге BECKMAN (Германия) modelJ2–21 Centrifuge экспозицией 20 минут при 15000 оборотах, видовой состав микроорганизмов и ТБК – активные продукты.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

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 рН и ОВП и зависит от структуры и питательности рациона, качества питьевой воды, интенсивности секреции слюнных желез и состоянием микробиоценоза. [11]. 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 [15, 16].

Сравнительное изучение кормовых добавок природного происхождения, включающих дигидрокверцетин, органический йод, мицеллат-Са, спирулину и шунгит, при добавлении в рацион овец показало их специфическое действие на окислительно-восстановительные и ферментативно-микробиологические процессы в рубце, что может быть использовано в практике кормления жвачных животных для придания рационам определенных функциональных свойств. В размножении и жизнеспособности микроорганизмов в средах важную роль играет ОВП. В контрольный период ОВП химуса равнялось -272 мВ, в 1-й опытный + 107, а в 2-й опытный -404 мВ. Данные значения показывают степень и направленность окислительно-восстановительных процессов. Включение ОJ в рацион овец привело к усилению окислительных процессов, в то время как ДКВ, наоборот, усилило восстановительные процессы, что хорошо согласуется с данными по окисленности и рН химуса и является характерным проявлением окислительных у йода и восстановительных у дигидрокверцетина как антиоксиданта свойств. Добавление к рациону овец ДКВ отдельно и совместно с органическим йодом оказало значительное влияние на физико-химические показатели химуса, на ферментативные и микробиологические процессы. В контрольный период рН химуса рубца был равен 5,69 при окисленности 0,146 ед. эк. В 1-й опытный период при включении в рацион ДКВ с ОJ рН химуса повысился до 5,85 на фоне значительного в 2,8 раза увеличения его окисленности. Во 2-м опытном периоде под действием ДКВ рН химуса повысился до 6,41 при значительном снижении в 1,8 и 5,08 раза окисленности соответственно по отношению к контрольному и 1-у опытному периоду. В размножении и жизнеспособности микроорганизмов в средах важную роль играет ОВП. В контрольный период ОВП химуса равнялось -272 мВ, в 1-й опытный + 107, а в 2-й опытный -404 мВ. Данные значения показывают степень и направленность окислительно-восстановительных процессов.

Включение ОJ в рацион овец привело к усилению окислительных процессов, в то время как ДКВ, наоборот, усилило восстановительные процессы, что хорошо согласуется с данными по окисленности и рН химуса и является характерным проявлением окислительных у йода и восстановительных у дигидрокверцетина как антиоксиданта свойств. Так, по действию на рН содержимого рубца наиболее эффективными были ДКВ и спирулина. При их добавлении к рациону рН химуса повысился на 12,6 и 9,5 %, соответственно в то время, как действие остальных КД в применяемых дозировках было на уровне 100–103,6 %. По действию на образование ЛЖК наиболее эффективными были шунгит при всех дозировках и М-Са. При их включении в рацион увеличение содержания ЛЖК в химусе составило 119,9; 126,3, 122,8 и 106,6 % соответственно. Действие ДКВ+ОJ, ДКВ и спирулины на содержание ЛЖК в химусе было негативным и составило 93,5, 81,2 и 81,8 % по отношению к контрольному периоду. Включение в рацион изучаемых КД за исключением ДКВ+ОJ привело к снижению содержания аммиака в химусе. Наибольшее снижение, на 23,7 и 26,4 %, произошло под влиянием ДКВ и М-Са. Шунгит также оказал значительное влияние на содержание аммиака в химусе, но оно зависело от его дозы применения. С увеличением дозы повышалось и содержание аммиака, которое по отношению к контрольному периоду составило 81,3, 85,1 и 91,6 %, соответственно его включению в количестве 0,3, 0,9 и 1,5 % СВ. Включение в рацион ДКВ+ ОJ оказало противоположное действие на содержание аммиака в химусе, что выразилось увеличением его содержания на 16,5 % по отношению к контрольному периоду, что возможно связано с повышением окислительных процессов под действие йода и снижением в связи с этим образования ЛЖК. Действие изучаемых КД на амилолитическую активность химуса также было различным. Её повышение на 6,1, 1,7 и 1,4 %, отмечалось при применении соответственно спирулины, М-Са и ДКВ+ОJ. Под действие шунгита произошло значительное её снижение, которое зависело от дозы применения и составило 18,0, 17,2 и 19,1 % по отношению к контрольному периоду соответственно при дозировке 0,3, 0,9, 1,5 % СВ. Под действием ДКВ это снижение было минимальным и составило 7,3 %. Состояние ферментативных процессов и их изменение под действием изучаемых КД непосредственно отразилось на микробиоте как количественно, так и на ее видовом составе. Наибольший эффект в увеличении микробной массы в химусе был получен при включении в рацион шунгита, но этот эффект зависел от его дозировки. С повышением содержания шунгита в СВ рациона наблюдалось снижение общего количества микроорганизмов и менялось процентное соотношение инфузории / бактерии, которое составило 200,0, 147,7 и 125,2 % по отношению к контрольному периоду и 75,2/24,5, 78,9/21,1, 54,4/45,6 соответственно при включении в рацион 0,3, 0,9 и 1,5 % шунгита в СВ. Включение в рацион овец ДКВ+ОJ, ДКВ и М-Са также оказало влияние на увеличение микробиальной массы в химусе, но оно было значительно меньшим по сравнению с действием шунгита и соответственно составило 115,4, 102,3 101,3 % по отношению к контрольному уровню при соотношении инфузории / бактерии 125,3/108,7, 72,7/122,5 и 100,6/102,2. Под действием спирулины произошло снижение общего количества микроорганизмов на 24,9 % за счет как инфузорий, так и бактерий соответственно на 19,2 и 8,6 %, что может быть связано с неадекватным содержанием энергии в рационе. Так, в опыте на молочных коровах чернопестрой породы при добавлении к рациону 20 г. /гол/сут премикса, содержащего 2г биомассы спирулины оказало положительное влияние на физиологические и микробиологические процессы в рубце, поддерживая его состояние в физиологической норме. При этом было установлено повышение образования ЛЖК на 32,95 % в начале и на 9,4 % в конце опыта, увеличение количества инфузорий на 37,7 % в начале и на 11,29 % в конце опыта, а также наблюдалось и увеличение количества МАФанМ на 5,2 %, а лактобацилл на 6,9 % по сравнению с коровами контрольной группы, что свидетельствует о пробиотических свойствах спирулины [18]. При анализе влияния различных КД на микробиоценоз рубца прослеживается положительная связь с индексом отношения аммиак/ЛЖК, который может характеризовать степень конверсии корма в микробный протеин. Однако в случае применения ДКВ+ОJ и спирулины данный индекс имел отрицательное значение, что может быть обусловлено как рН, так и значением ОВП химуса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чернышев Н.И., Панин И.Г., Шумский Н.И., Гречишников В.В. Антипитательные факторы кормов. Справочная книга. – Воронеж, ОАО «Воронежская областная типография». – 2013. – 206 с.
2. Ward J., Probiotic yeast for optimal rumen balance. – All About feed, – 2017, – Vol. 25, – № 8, – р. 24–25.
3. Понамаренко Ю.А. Питательные и антипитательные вещества в кормах. Монография. Минск, 2007, – 948 с
4. Романов В.Н., Боголюбова Н.В., Лаптев Г.Ю., Ильина Л.А. Современные способы улучшения здоровья и роста продуктивности жвачных животных. – Подольск, 2018. – 128 с.
5. Максимов Р.Т. Новые кормовые добавки // Ветеринария сельскохозяйственных животных, -2008, – № 3, – С. 64–65
6. Фомичев Ю.П., Никанова Л.А., Дорожкин В.И. и др., Дигидрокверцетин и арабиногалактан – природные биорегуляторы: применение в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. Монография. М.: «Научная библиотека» -700 с.
7. Артемьева О.А., Переселкова Д.А., Фомичев Ю.П. Биологически активный препарат как альтернатива использования антибиотиков против патогенной микрофлоры. // Сельскохозяйственная биология. -2015, – № 34, – С. 513–519.
8. Кормовые добавки, термины и определения.
9. Тохметов Т.М., Профилактика дефицита йода в рационах коров // Сельское, лесное и водное хозяйство, -2013. № 3, [Электронный ресурс] – URL <http://agro.snauka.ru/2011/12/75>.
10. Шантыз А.Х., Перспективы применения йодсодержащих препаратов в ветеринарии: Автореф. дис. док. вет. наук, – Краснодар, 2014, -40 с.
11. Block, E. Manipulation of dietary cation-anion difference on nutritionally related production disease, productivity and metabolic responses of dairy cows. – J. Dairy Sci. -1994. -77: 1437–1450.
12. Рахманин Ю.А., Стехин А.А., Яковлева Г.В. Биофизика воды; Квантовая нелокальность в технологиях водоподготовки; регуляторная роль ассоциированной воды в клеточном метаболизме, нормирование биоэнергетической активности питьевой воды. – М.: Ленард/URSS, – 2016, – 352 с.
13. Зацепина О.В., Стехин А.А., Яковлева Г.В. Особенности изменений электрохимических параметров воды, активированной структурно напряженным карбонатом кальция в мицеллярной форме. // Гигиена и санитария, -2013, – № 5, – С. 37–39.
14. Аметов А.С., Доскина Е.В., Капустина Н.В. Роль модифицированной формы кальция к подготовке к проведению патогенетической антирезорбтивной терапии у пациентов. больных остеопорозом с гипо- или нормокальциемией. // Эндокринология, – 2016, – № 4, – С. 65–72 .
15. Шибильскис П. Активированная вода, <http://woter-ionizer.ru-infjrmaition/aktivirovannaya-voda>, 16.03.2019.
16. Рекомендации по использованию ионизированной воды. <https://akvalive.club/ru/rekomendatsii-po-primeneniyu-ionizirovannoj-vody.html>
17. Кедик, С.А., Ярцев, Е.И. Гульятеева. Н.В. Спирулина – пища XXI века – Москва «Фарма Центр», 2006, 166 с.
18. Rimkus M., Simkus A., Syvys R., Birutis S. Dry powdery fodder additive, supplement or fodder containing algae spirulina platensis. Патент. WO2010106468A1
19. Калинин Ю.К. Экологический потенциал шунгита. // Шунгит и безопасность жизнедеятельности человека. Материалы 1-й Всерос. науч.-прак. конф. Петрозаводск, 3–5 окт. 2006 г., – С. 51–53.
20. Ветров С.И., Ленкова Н.И., Харчевников М.Е. // Шунгит Российский минерал. М., -2–10, -37 с.
21. Боголюбова Н.В., Романов В.Н., Девяткин В.А., Калинин Ю.К. Оптимизация процессов пищеварения и обмена веществ в организме овец при использовании комплекса эрготропных веществ в составе минерала шунгита. // Ветеринария и кормление. – 2014. – № 5. – С. 88–90.