

## Регуляция рубцового пищеварения у молочных коров

*Н.В. Боголюбова, к.б.н., ФГБНУ ФНЦ животноводства – ВИЖ; В.В. Зайцев, д.б.н., профессор, С.А. Шаламова, аспирантка, О.Ш. Гизатуллин, аспирант, ФГОУ ВО Самарский ГАУ; М.С. Сеитов, д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ*

Около 80 % всего объёма сложного желудка взрослых жвачных животных приходится на долю рубца, который можно рассматривать как большую бродильную камеру, обеспечивающую подходящую среду для непрерывного развития популяции микроорганизмов. Постоянство условий в рубце достигается благодаря регулярному поступлению субстрата для микроорганизмов с кормом, всасыванию через стенку рубца в кровь растворимых продуктов их жизнедеятельности, устойчивой температурой среды за счёт терморегулирующих механизмов организма, выработке большого количества слюны [1]. Показано, что 70–85 % переваримого сухого вещества рациона жвачных используется в рубце [2], что подчеркивает важность этого отдела сложного желудка. Главной функцией рубца является переваривание содержащейся в корме клетчатки, осуществляемой с помощью целлюлозолитической активности популяции микроорганизмов. За счёт микробиального белка обеспечивается значительная доля потребности жвачных в белке.

В практике кормления жвачных животных с целью создания оптимальной среды в рубце для жизнедеятельности микроорганизмов и переваривания кормовых субстратов рациона применяют кормовые добавки с различными биологическими свойствами, такие как эрготропики, грибковые культуры, модификаторы, антиоксиданты, ферменты, фитобиотики и др. [3, 4].

Так, N.V. Valenzuela-Grijalva et al и др. в своих исследованиях показали высокую биологическую активность фитобиотических кормовых добавок, направленную на поддержание и улучшение ферментативных процессов в рубце, стимуляцию развития микроорганизмов, улучшение пищеварения и усвоения питательных веществ за счёт увеличения активности пищеварительных ферментов, снижения окислительных процессов и роста патогенных бактерий [5]. Было обнаружено, что эти соединения оказывают специфическое антимикробное действие против некоторых патогенных организмов. Кроме того, выявлено, что некоторые растительные метаболиты особенно обладают избирательным подавлением функции некоторых микроорганизмов [6]. Многие исследователи сообщают о различных положительных влияниях вторичных метаболитов растений на

снижение эмиссии метана, выделяемого жвачными животными [7–9].

Биологически активные составляющие рациона молодняка крупного рогатого скота на основе натуральных компонентов являются альтернативой для применения антибиотиков и способны регулировать процессы рубцовой ферментации [1].

В летнее время организм коров очень подвержен тепловому стрессу, следствием которого становится значительный спад продуктивности. Воздействие высоких температур способствует возникновению оксидативного стресса и снижению антиоксидантной защиты организма животных [10]. В период теплового стресса у животных наблюдают снижение интенсивности жвачки и буферных свойств слюны, в связи с этим ацидоз можно наблюдать при скармливании рационов, содержащих даже оптимальный уровень клетчатки. Актуальным в этот период является использование в питании животных энергетических, минеральных и биологически активных компонентов [11, 12].

**Цель эксперимента** состояла в изучении особенностей ферментативных и микробиальных процессов в рубце молочных коров с использованием в питании отечественного кормового продукта, состоящего из пропиленгликоля, глицерина, льняного масла, активированного угля, сахара и хвойного экстракта (производство НТЦ «Химинвест», Нижний Новгород).

**Материал и методы исследования.** Научно-производственный эксперимент проведён в летний период на базе хозяйства ООО «АСТ-групп» (с. Верхние Белозёрки, Ставропольский район, Самарская область) на двух группах коров чёрно-пёстрой породы (контрольная и опытная) 2–3-го месяца лактации, по 10 гол. в каждой, подобранных по продуктивности. В качестве основного корма все группы получали рацион, принятый в хозяйстве и состоящий из 4 кг сена, 15 кг зелёной массы, 6 кг зерносмеси (ячмень, овёс, шрот подсолнечный). Животные опытной группы в дополнение к основному рациону получали 150 г комплексной добавки. Продолжительность опыта составляла 85 дней. В конце эксперимента у 5 животных из каждой группы через 3 часа после утреннего кормления, с помощью пищеводного зонда были отобраны образцы рубцового содержимого. В рубцовом содержимом определяли pH с помощью pH-метра Аквилон-410 (Россия). Затем содержимое отфильтровывали и в полученной рубцовой жидкости определяли общее количество летучих жирных кислот – методом паровой дистилляции в

аппарате Маркгама; содержание отдельных летучих жирных кислот – методом ГЖХ; аммиачный азот – микродиффузным методом по Конвею; содержание КМАФАнМ, лактозоположительные и лактозоотрицательные микроорганизмы группы кишечной палочки – общепринятыми методами.

**Результаты исследования.** В рубце жвачных животных протекают сложные микробиологические процессы, требующие определённых условий среды. От характера и интенсивности этих процессов зависит эффективность использования энергии и питательных веществ корма у жвачных. Реакция содержимого рубца в зависимости от рациона может быть слабокислой или слабощелочной, она поддерживается в пределах pH 6,5–7,4, что является важнейшим условием для развития микроорганизмов и для течения биохимических процессов в преджелудках. Повышение общей кислотности рубцового содержимого у опытных коров связано с интенсификацией процессов брожения и образования кислых метаболитов в рубце в виде летучих жирных кислот при скармливании комплексной добавки, содержащей энергетические и биологически активные компоненты. Известно, что оптимальная величина pH в рубце молочных коров равна 6,3–6,8, низкий уровень неблагоприятен для целлюлозолитических бактерий, которые максимально активны при значениях pH от 6,8 до 7,2. В нашем исследовании мы наблюдали, что в рубце животных опытной группы значения pH среды были близки к нейтральным, что наиболее благоприятно для развития и жизнедеятельности микроорганизмов (табл. 1).

#### 1. pH и концентрация аммиака в рубцовой жидкости коров (n = 3; $\bar{X} \pm S_x$ )

Показатель	Группа		Норма
	контрольная	опытная	
pH	7,26±0,07	6,94±0,01*	6,0–7,3
Аммиак, мг%	13,99±0,6	15,93±0,6	6,5–30

Примечание: \* P<0,05

Летучие жирные кислоты возникают в рубце преимущественно в результате сбраживания углеводов корма и составляют главный источник энергии для жвачных. Общая концентрация этих метаболитов и соотношение отдельных летучих жирных кислот зависят от рациона.

В рубце происходит как образование ЛЖК, так и их всасывание. Установлено, что отдельные летучие жирные кислоты всасываются с различной скоростью, которая частично зависит от концентрации кислоты и от значения pH в рубце.

Основная масса летучих жирных кислот (ЛЖК) приходится на долю уксусной и пропионовой, и их соотношение в химусе рубца зависит от структуры рациона, содержания в нём белка,

крахмала и легкопереваримых углеводов. Общее количество ЛЖК в преджелудках коров опытной гр. было выше на 44 % по сравнению с животными контрольной группы (рис. 1). Этот факт свидетельствует о более интенсивном протекании гидролиза углеводов у опытных животных. Возможно, что энергетические и фитобиотические составляющие добавки оказали влияние на образование этого метаболита. Подобные результаты были получены в исследованиях J.M. De Frairetal (2004) [4].

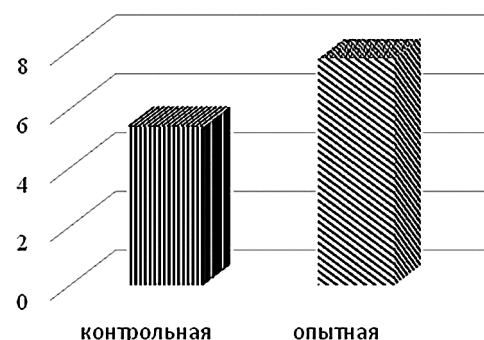


Рис. 1 – Содержание летучих жирных кислот в рубцовой жидкости, ммоль/100 мл

Рассматривая молярное соотношение отдельных короткоцепочных кислот, следует отметить, что их соотношение было в пределах физиологических норм, при некотором повышении у коров опытной группы доли уксусной кислоты и снижении доли пропионовой и масляной кислот.

Под действием протеолитических ферментов микроорганизмов рубца белковые компоненты корма расщепляются с образованием пептидов и аминокислот, которые подвергаются воздействию дезаминаз с образованием аммиака.

Последний используется микроорганизмами для синтеза белков из тела, имеющих высокую биологическую ценность для организма животного-хозяина. Излишки аммиака всасываются через стенки рубца и попадают в печень.

Концентрация аммонийного азота у животных, полученного в составе рациона, может свидетельствовать о более высокой протеолитической активности рубцовой микрофлоры и создании сбалансированных условий для интенсивного микробиального синтеза (табл. 1).

Последний факт могут также подтвердить данные, полученные в результате микробиологических исследований. В результате активной деятельности бактерий и простейших рубца питательные вещества корма подвергаются сложным превращениям [2]. Развитию обильной по численности и разнообразной по составу микрофлоры в рубце способствуют определённые условия среды. Наиболее благоприятны эти условия для распространения облигатных и факультативных анаэробов. Между отдельными видами микроор-

ганизмов существуют симбиотические отношения разделения функций, и при отсутствии условий для развития какой-либо группы и её вымирании происходят негативные изменения и дисбаланс. Поэтому регуляция процессов в рубце с целью создания оптимальных условий для развития микроорганизмов является залогом повышения усвоения питательных веществ кормов рационов.

Так, введение в рационы животных комплексной добавки в количестве 150 г благотворно повлияло на микрофлору рубца (табл. 2).

## 2. Микробиологические показатели рубцового содержимого (n = 3; X±Sx)

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
КМАФАнМ, КОЕ/г	4400000000± 4500000000	7300000000± 4200000000
Лактозоположительные, КОЕ/г	860±22,9	2800±1126
Лактозоотрицательные, КОЕ/г	300±25	410±125

В рубце коров опытной группы наблюдалась тенденция к повышению общего количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ). Такая же тенденция наблюдалась и в отношении лактозоположительных и лактозоотрицательных микроорганизмов, чему способствовали, по всей видимости, фитобиотические компоненты комплексной добавки. Подобные результаты были получены в экспериментах с растительными эфирными маслами, которые применяли для манипулирования ферментацией в рубце путём селективного подавления определённых видов микроорганизмов. В рубце крупного рогатого скота, получавшего в составе рациона иголки жёлтой сосны, отмечали увеличение уровня образования микробного белка. У этих живот-

ных наблюдалось также повышение содержания свободных аминокислот в сыворотке крови, по сравнению с особями контрольной группы [8].

**Вывод.** На основании полученных результатов следует, что включение в состав рационов лактирующих коров комплексной добавки, состоящей из энергетических, минеральных и фитобиотических компонентов, способствует регуляции пищеварительных процессов и приводит к усилению микробиальных и ферментативных процессов в рубце.

## Литература

1. Akbarian-Tefaghi M., Ghasemi E., Khorvash M. Performance, rumen fermentation and blood metabolites of dairy calves fed starter mixtures supplemented with herbal plants, essential oils or monensin // *Journal of animal physiology and animal nutrition*. 2018. <https://doi.org/10.1111/jpn.12842>.
2. Stover M.G., Watson R.R., Collier R. Pre- and probiotic supplementation in ruminant livestock production. 2016. [Электронный ресурс]. URL: <https://arizona.pure.elsevier.com/en/publications/pre-and-probiotic-supplementation-in-ruminant-livestock-productio>.
3. Современные способы улучшения здоровья и роста продуктивности жвачных животных / В.Н. Романов, Н.В. Боголюбова, Г.Ю. Лаптев [и др.]. Подольск, 2018 128 с.
4. Ward J., Probiotic yeast for optimal rumen balance // *All About feed*. 2017. Vol. 25. № 8. P. 24–25.
5. Dietary inclusion effects of phytochemicals as growth promoters in animal production / N.V. Valenzuela-Grijalva, A. Pinelli-Saavedra, A. Muhlia-Almazan et al. // *J AnimSci Technol*. 2017. Vol. 59. P. 8.
6. Determination of the effects of some plant extracts on rumen fermentation and protozoal counts by “in vitro” gas production technique / G. Yildiz, A. Tekeli, W. Drochner et al. // *J Anim Vet Adv*. 2015. № 7. P. 18–26.
7. Effects of coconut materials on in vitro ruminalmethanogenesis and fermentation characteristics / E. Kim, C. Park, D. Lim et al. // *Asian-Australas J Anim Sci*. 2014. № 27. P. 1721.
8. Oskoueian E., Abdullah N., Oskoueian A. Effects of flavonoids on rumen fermentation activity, methane production, and microbial population // *BioMed Res Int*. 2013. P. 1–8.
9. Patra A.K., Yu Z. Effects of essential oils on methane production and fermentation by, and abundance and diversity of, rumen microbial populations // *Appl Environ Microbiol*. 2012. № 78. P. 4271–4280.
10. Dietary antioxidants at supranutritional doses modulate skeletal muscle heat shock protein and inflammatory gene expression in sheep exposed to heat stress / S.S. Chauhan, P. Celi, F.T. Fahri et al. // *J. Anim. Sci*. 2014. № 92. P. 4897–4908.
11. West J.W. Effects of heat-stress on production in dairy cattle // *J. Dairy Sci*. 2003. Vol. 86. № 6. P. 3131–2144.
12. Feeding glycerol to transition dairy cows: effects on blood metabolites and lactation performance / J.M. De Frain, A.R. Hippen, K.F. Kalscheur et al. // *Journal of Dairy Science*. 2004. Volume 87. Issue 12. P. 4195–4206.