

DOI 10.33952/2542-0720-2020- 5-9-10-127

УДК 636.2/3:577.121/126:576.311.344

Галочкина Валентина Петровна, Агафонова Анастасия Викторовна, Остренко Константин Сергеевич, Колоскова Елена Михайловна

Митохондриальные и пероксисомальные процессы – единая метаболическая система в организме жвачных животных и влияние на них процессов рубцовой ферментации

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных»

e-mail: bifip@kaluga.ru

Жвачные животные имеют сложный четырехкамерный желудок. Рубец (Р) – первая камера, желудка объемом до 100 л, более заселена микроорганизмами. Животное получает полноценный белок (микробную массу), летучие жирные кислоты, витамины и т.д. У коровы средней продуктивности в процессе Р-ой ферментации образуется и поступает в метаболизм до 2500 г ацетата (Ац), 1000 г пропионата (Пр) и 700 г бутирата (Б). Корова с годовым удоем 9000 кг ежедневно выделяет с молоком в среднем 1200 г жира, 1000 г белка и 1400 г лактозы. После гидролиза углеводов корма в обмен веществ поступает не более 10% глюкозы. Для синтеза компонентов молока и других потребностей организма, практически вся она образуется *de novo*. У высокопродуктивных жвачных (ВПЖ) органические кислоты, образующиеся в большом количестве в Р-е, поступают в обмен веществ через цикл Кребса (ЦТК). Пр – через сукцинатдегидрогеназу (СДГ), Ац – через изоцитратдегидрогеназу (ИДГ), корректируя специфику и направленность энергопроизводящих и энергопотребляющих процессов и перегружая его. Впервые нами была выдвинута гипотеза о постоянном функционировании глиоксилатного цикла (ГЦ) у жвачных животных [1]. Затем, в печени определена активность его ключевых ферментов: изоцитратлиазы (ИЦЛ) и малатсинтазы (МС), работающих при рН выше 8 [2]. В ГЦ отсутствуют два фермента (ИДГ и альфа-кетоглутаратдегидрогеназа), лимитирующих скорость ЦТК, что позволяет ГЦ выступать в роли главного «помощника» ЦТК (основного, энергию производящего и метаболически объединяющего процессы в организме), и брать на себя часть его функций, а, следовательно, и ускорение обмена веществ, и повышение продуктивности животных. Возможно, организм ВПЖ функционирует в несколько иной ситуации их метаболизма. Напряженный обмен веществ требует от него адекватного субстратного обеспечения за счет продуктов гидролиза пищи в желудочно-кишечном тракте и в первую очередь в содержимом рубца (СР). В связи с этим, необходимо при разработке рационов кормления для ВПЖ учитывать потребность в питательных веществах не только организма животного с учетом его продуктивности, но и потребность микроорганизмов, населяющих Р. Сказанное диктует необходимость поддержания высокого уровня использования потенциальных возможностей организма животного к увеличению не только продуктивных качеств как ответной реакции на их кормление, адекватного более высокому уровню метаболических возможностей, но и хорошей воспроизводительной функции и продуктивного долголетия животного. Это требует необходимости постоянного, профессионально грамотного подхода к технологическим процессам кормления высокопродуктивных животных.

Цель исследований – выявить у ВПЖ влияние высококонцентратного кормления (ВКК) на процессы рубцовой ферментации, процентное содержание жира в молоке, на биохимические процессы в печени бычков при откорме, а именно, на активность не только ферментов ЦТК, но и ГЦ.

В совхозе «Архангельский», Московской области на двух группах высокопродуктивных коров черно-пестрой породы проведено определение в

содержимом рубца рН, молярного процента Ац, Пр в сумме летучих жирных кислот (Σ ЛЖК), показатели, характеризующие процессы ферментации в содержимом рубца, удой и процент жира в молоке, в печени бычков холмогорской породы, находящихся в условиях вивария ВНИИФБиП, определены активности ферментов ЦТК (ИДГ, СДГ, МДГ) и ключевых ферментов ГЦ (ИЦЛ и МС).

Исследование проводили на двух группах коров (по 5 голов) на 90-м дне лактации с удоём $39,0 \pm 0,73$ и $40,5 \pm 0,66$ кг/сут (103,9%); с жирностью молока $4,15 \pm 0,10$ и $2,85 \pm 0,01\%$ (68,7%, $P < 0,001$); с его суточным выходом 1624 ± 66 и 1153 ± 34 г (71,0%) соответственно в 1-й и 2-й группах. Кормление одинаковое в виде кормовой смеси. Для балансирования рациона по обменной энергии и сухому веществу в зависимости от продуктивности коровы получали по 15,0–16,5 кг концентрированных кормов (ККр), что повлияло на процессы ферментации в содержимом рубца: рН – $6,95 \pm 0,21$ и $6,61 \pm 0,20$ (91,5%); Σ ЛЖК – $9,24 \pm 1,38$ и $10,26 \pm 0,78$ ммоль/100 мл (111,0%), Ац – $65,48 \pm 1,31$ и $63,48 \pm 1,78\%$ (97,0%), Пр – $18,81 \pm 0,57$ и $25,27 \pm 1,28\%$ (134,3%, $P < 0,05$), Ац/Пр $3,5 \pm 0,13$ и $2,53 \pm 0,26$ (72,3%, $P < 0,05$), число инфузорий $320 \pm 4,1$ и $303 \pm 1,60$ тыс./мл (94,7%, $P < 0,05$). Представленные данные характеризуют процесс закисления в содержимом рубца у коров второй группы, что сказалось на процентном содержании и суточном выходе жира с молоком. ВПЖ не только дают больше продукции и лучшего качества, но они более эффективно используют питательные вещества на ее производство. Их обмен характеризуется другой скоростью и другой направленностью потоков метаболизма, а чтобы они обладали еще и высоким долголетием и хорошей воспроизводительной функцией. В опыте на бычках в период откорма в их рацион вводимые подсолнечный и соевый жмыхи обогащали рацион не только протеином и нераспадаемой его фракцией, но и незаменимыми аминокислотами метионином и лизином с расчетом на получение прироста 1200-1400 г/сутки. При убое в возрасте 14 месяцев были взяты образцы печени, в которых определяли активности ферментов ЦТК ИДГ – $2,68 \pm 0,03$, СДГ – $186,12 \pm 5,95$, малатдегидрогеназы – $3,10 \pm 0,13$ и ферменты ГЦ ИЦЛ – $1,91 \pm 0,07$ и МС – $0,52 \pm 0,04$ мкмоль/мин/г ткани. Из представленных данных следует, что ацетил-КоА, образующийся при окислении жирных кислот, и ацетат, образующийся в процессе рубцовой ферментации, может в ГЦ превращаться в четырехуглеродные соединения (сукцинат, малат, оксалоацетат), которые в дальнейшем могут использоваться для синтеза глюкозы. Сукцинат может также синтезироваться из пропионата рубцового происхождения с использованием в синтезе глюкозы и выработке энергии. При ВКК Пр активизируется (Пр-КоА) и ингибируется СДГ, а Пр в виде малонил-КоА идет не на синтез молочного жира, а откладывается в жировых депо (жирдепрессующее действие Пр) [3].

Высококонцентратное кормление приводит к закислению рубцового содержимого (рН – $6,95 \pm 0,21$ и $6,61 \pm 0,20$; Ац $65,48 \pm 1,31$ и $63,48$ и Ац/Пр $3,5 \pm 0,13$ и $2,53 \pm 0,26$). Наличие глиоксилатного цикла у жвачных животных обеспечивает синтез глюкозы из ацетата; оптимум работы ферментов при рН выше 8.

Литература

1. Галочкина В. П., Галочкин В. А. Возможная роль пероксисом и глиоксилатного цикла в регуляции обмена веществ в организме жвачных животных // Успехи физиологических наук. 2009. Т. 40. № 1. С. 66–76.
2. Агафонова А.В., Галочкина В.П. Активность ферментов изоцитратлиазы, малатсинтазы, малатдегидрогеназы и сукцинатдегидрогеназы в клеточных фракциях гомогената печени жвачных животных // 19-я Международная школа-конференция молодых ученых. Пушино, 2015. С. 125–124.
3. Schoonmaker J.P., Fluharty F.L., Loerch S.C. Effect of source and amount of energy and rate of growth in the growing phase on adipocyte cellularity and lipogenic enzyme activity in the intramuscular and subcutaneous fat depots of Holstein steers // J Anim Sci. 2004. Vol. 82. No. 1. P. 137–148.

UDC 636.2/3:577.121/126:576.311.344

Galochkina V. P., Agafonova A. V., Ostrenko K. S., Koloskova E. M.

Mitochondrial and peroxisomal processes – a single metabolic system in the body of ruminants. Influence of rumen fermentation processes on productive parameters of highly productive ruminants

Summary. High-concentration feeding of ruminants leads to acidification of the rumen content and tissue fluids. The decrease of rumen content pH by 8.5%, ratio propionate/acetate – by 27.7% ($P < 0.05$) and the increase of propionate content by 34.3% ($P < 0.05$) have caused a decrease in the fat content of milk. The retention of rumen content pH higher than 8% is very important for ruminants because the alkaline environment is an essential condition for optimal work of the glyoxylate cycle that occurs in the peroxisomes. This cycle supports the synthesis of glucose from acetate.

Keywords: rumen content acidification, fat content of milk decrease, enzymes of the Krebs cycle and the glyoxylate cycle.

DOI 10.33952/2542-0720-2020- 5-9-10-128

УДК 633.81: 543.8

Данилова Ирина Львовна, Тимашева Лидия Алексеевна, Пехова Ольга Антоновна

Определение содержания индивидуальных фенольных соединений в эфирных маслах растений семейства Lamiaceae

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»
e-mail: isocrimea@gmail.com

Характерной особенностью представителей растительного мира является способность их к синтезу и накоплению огромного количества соединений фенольной природы. Природные фенолы проявляют высокую биологическую активность.

Современные исследования природных фенолов эфиромасличных растений нашли широкое применение в фармации, парфюмерии и ветеринарии. Большой интерес представляют растения семейства Яснотковых: *Thymus vulgaris* L., *Monarda fistulosa* L., *Origanum vulgare* L., *Satureja hortensis* L., *Satureja montana* L. в состав которых входят фенольные соединения (тимол, карвакрол и др.). Эти вещества определяют широкий спектр фармакологического действия эфирных масел, оказывающих противовоспалительный, антибактериальный, фунгицидный, потогонный, спазмолитический и мочегонный эффекты.

В настоящее время большое внимание уделяется оценке качества лекарственных растений и эфирных масел из них по уровню содержания простых фенольных соединений – тимола и карвакрола, т.к. эти индивидуальные вещества определяют эффективность их применения.

Существующие методы количественного определения фенольных соединений можно разделить на химические, спектрофотометрические, электрохимические и хроматографические.

В соответствии с химическим методом содержание фенолов определяют в объемных процентах по убыли объема эфирного масла, взятого для исследования, после удаления из него фенолов (в форме растворимых в воде фенолятов при встряхивании эфирного масла с 5 % раствором натрия гидроксида). Определение проводится в колбе Кассиа и основано на образовании щелочных сложных эфиров фенола, растворимых в воде. Содержание фенола рассчитывают с помощью измерения объема неабсорбированного эфирного масла, полученного при взаимодействии фенольных соединений, содержащихся в известном объеме эфирного масла, с раствором гидроксида калия [1]. Для получения информации о содержании фенольных соединений в лекарственных растениях (эфирное масло, экстракт)