

УДК 636.085.53:636.085.25

DOI: 10.33284/2658-3135-102-3-94

Влияние технологии подготовки концентратной части рационов на рубцовое пищеварение молодняка крупного рогатого скота

Б.Х. Галиев¹, Н.М. Ширнина¹, И.А. Рахимжанова², А.С. Байков², И.С. Мирошников¹, Н.Н. Докина¹

¹ *Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (г. Оренбург)*

² *Оренбургский государственный аграрный университет (г. Оренбург)*

Аннотация. В статье изучена эффективность использования в кормовых рационах кавитированных концентратов (зерносмесь, пшеничные отруби) на синтез летучих жирных кислот (ЛЖК) и их количественного превращения в другие энергетические соединения в преджелудках бычков красной степной породы при выращивании и откорме.

На основании проведенных исследований установлено, что при скармливании кавитированных зерносмеси и пшеничных отрубей подопытным бычкам синтезируемое количество летучих жирных кислот (ЛЖК) стало выше на 0,18 и 0,64 кг или 8,4 и 29,8 % соответственно.

Разница по энергетической ценности анализируемых ЛЖК в пользу I и II опытных групп составила 3,2 и 11,73 МДж или 8,36 и 29,88 % соответственно.

Если рассматривать отдельно летучие жирные кислоты, то они составили по ацетату – 1,43; 5,07 МДж (8,45; 29,95 %), пропионату – 0,77; 2,73 (8,43; 29,90 %), бутирату – 0,81; 2,93 (8,27; 29,93 %) и высшим жирным кислотам – 0,28; 1,03 МДж (7,98; 34 %).

При выращивании и откорме подопытных бычков красной степной породы в контрольной группе, где использовалась зерносмесь традиционного приготовления, поступило энергии за счёт преджелудочного пищеварения 54,58 МДж (58,50 %), с применением в рационах кавитированных зерносмеси и пшеничных отрубей эти показатели были выше на 4,97 и 17,02 МДж (8,46-30,01 %).

Следует отметить, что во II группе этот показатель был выше на 12,05 МДж (19,87 %) в сравнении с аналогами из I опытной, получавших в рационе кавитированную зерносмесь.

Введение кавитированных концентрированных кормов в рацион молодняка на откорме положительно влияет на рубцовое пищеварение.

Ключевые слова: бычки, красная степная порода, кормовой рацион, кавитация, рубцовое содержание, летучие жирные кислоты (ЛЖК), синтез и превращение энергетических соединений, высшие жирные кислоты (ВЖК), микробная масса.

UDC 636.085.53:636.085.25

The influence of preparation technology of a concentrated portion of diets on the cecotrial digestion of young cattle

BKh Galiev¹, NM Shirnina¹, IA Rakhimzhanova², AS Baykov², IS Miroshnikov¹, NN Dokina¹

¹ *Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences (Orenburg, Russia)*

² *Orenburg State Agrarian University (Orenburg, Russia)*

Summary. The article studies the effectiveness of the use of cavitated concentrates (grain mix, wheat bran) on the synthesis of fats of volatile fatty acids (VFAs) and their quantitative conversion into other energy compounds in fore-stomachs of red steppe bulls during rearing and fattening.

Based on the studies, it was found that after feeding with cavitated grain mixtures and wheat bran, the synthesized amount of volatile fatty acids (VFA) became higher by 0.18 and 0.64 kg or 8.4 and 29.8%, respectively.

The difference in energy value of the analyzed VFA was 3.2 and 11.73 MJ or 8.36 and 29.88% in favor of experimental groups I and II, respectively.

If we consider separately volatile fatty acids, then they amounted to acetate – 1.43; 5.07 MJ (8.45; 29.95%), propionate – 0.77; 2.73 (8.43; 29.90%), butyrate – 0.81; 2.93 (8.27; 29.93%) and higher fatty acids – 0.28; 1.03 MJ (7.98; 34 %).

During rearing and fattening of experimental calves of the Red Steppe breed in the control group, where grain mixtures of traditional preparation were used, 54.58 MJ (58.50%) of energy was received through pre-gastric digestion, after use of cavitated grain mixtures and wheat bran in the diets these figures were higher 4.97 and 17.02 MJ (8.46-30.01%).

It should be noted that in group II this indicator was higher by 12.05 MJ (19.87%) in comparison with the analogues from group I which received cavitated grain mix in the diet.

The introduction of cavitated concentrated feed into the diet of young fattening positively affects ruminal digestion.

Key words: bulls, Red Steppe breed, feed allowance, cavitation, ruminal content, volatile fatty acids (VFA), synthesis and conversion of energy compounds, higher fatty acids (HFA), microbial mass.

Введение.

Для обеспечения наилучшего использования питательных веществ кормовых рационов сельскохозяйственными животными проводятся многочисленные изыскания, направленные на повышение питательной ценности и биодоступности кормовых средств, входящих в их структуру. Включающие в том числе совершенствование технологий кормопроизводства и кормоприготовления (Радчиков В.Ф. и др., 2010; Косолапов В.М. и др., 2010; Лемешевский В.О., 2011; Фисинин В.И. и др., 2012; Мирошников С.А. и др., 2012; Леонов А.В. и др., 2016; Богословская О.А. и др., 2009; Goularte SR et al., 2010).

Одним из распространённых современных методов подготовки кормовых средств (концентрированных, частично грубых) надо считать кавитационную обработку. В последние годы уже накапливается определённый новый материал по изучению влияния кавитационной обработки на питательность и продуктивное действие кормовых средств, в особенности концентрированных (Аксёнов В.В., 2008; Левахин В.И. и др., 2013; Yamamoto M et al., 2007; Wildman CD et al., 2007)

Анализ научной литературы показал, что ещё недостаточно накоплены знания для рекомендации широкого использования животным с многокамерным желудком кавитированных концентратов в структуре рационов, в частности молодняка при выращивании и откорме.

Следует помнить, что подготовка кормовых средств рациона, которые мы подаём на кормовой стол животным, воздействует на физиологическое состояние их организма, в частности на синтез и превращение энергетических соединений желудочно-кишечного тракта. В связи с этим выработка оптимальных условий подготовки кормовых средств разрешает более результативно употреблять применяемые корма и повышать продуктивный потенциал животных (Галиев Б.Х. и др., 2018).

Учитывая, изложенное, мы полагаем, что сравнительное изучение влияния кавитированных концентратов, используемых в составе рациона при выращивании и откорме молодняка крупного рогатого скота, с традиционно подготовленными в виде дробления на работу желудочно-кишечного тракта испытуемых бычков представляет научный и практический интерес.

Цель исследования.

Сравнительное изучение влияния испытуемых рационов при выращивании и откорме молодняка крупного рогатого скота на синтез и превращение энергетических соединений в преджелудках, а также их продуктивное действие.

Материал и методы исследования.

Объект исследования. Модели бычков красной степной породы (возраст – 13-14 месяцев, живая масса в начале научно-хозяйственного опыта – 269,0-271,5 кг).

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the

USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington. D.C. 1996). При выполнении исследований были предприняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения количества образцов.

Схема эксперимента. Экспериментальная часть практического или научно-хозяйственного опыта была выполнена на скотном дворе Покровского сельскохозяйственного колледжа-филиала ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет» Оренбургского района Оренбургской области в 2017-2018 годах.

Были подобраны 30 бычков красной степной породы в возрасте 13 мес. (по принципу пар-аналогов), выращенных по технологии, принятой в молочном скотоводстве, и поделены на три равные группы.

Схема эксперимента включала два периода – подготовительный и основной. В первом животных кормили одинаковым рационом, в состав которого включали сено злаковое 18,9 %, бобовое – 19,1, силос кукурузный – 28,5, зерносмесь дроблёная в том числе жмых из семян подсолнечника и балансирующие добавки – 33,5 %.

Основной период опыта предполагал кормление следующим образом: бычки, которые учитывались как контрольные, продолжали получать тот же рацион, что и в подготовительном. В I опытной группе дроблёная зерносмесь была полностью заменена на ту же самую зерносмесь, только кавитационно обработанную. Во II опытной группе концентратная часть рациона была заменена на кавитированные пшеничные отруби по питательности зерносмеси. При этом все рационы были идентичными по уровню питания и по основным питательным веществам согласно детализированных норм при планируемой продуктивности (Калашников А.П. и др., 2003).

Во время проведения балансового опыта (Овсянников А.И., 1976), который состоял из двух периодов, подготовительного (не менее 10 суток) и опытного (7 суток – учётный и 3 суток – переходный), при общем количестве 9 голов животных по 3 в каждой группе, выполняли взятие рубцовой жидкости по методике (Тараканов Б.В., 1998).

Кавитационная обработка зерносмеси и пшеничных отрубей проводилась с использованием гидродинамической установки УЖК-1000, оборудованной диспергатором-кавитатором, мощность привода рабочего органа – 18,5 кВт, число оборотов электродвигателя – 2900 об./мин, температура доводится до +58 °С, рабочий объём ёмкости – 1000 л. Время приготовления одной партии (зерносмесь, пшеничные отруби) занимала 2,5 часа, расход электроэнергии – 50 кВт, соотношение испытуемых растительных продуктов и воды составляло 35:65 %.

При окончании обработки насос отключался, и корм выдерживался в ёмкости установки не менее 1 часа. Раздача данного кавитированного кормового продукта животным осуществлялась сразу после его охлаждения, впрок подготовка такого корма не осуществлялась в виду довольно высокой влажности (свыше 50 %).

Отбор рубцовой жидкости исполнялся через пищевод с помощью резиновых зондов соответствующей длины и диаметра, соединённых с колбами Бунзена, в которых создаётся вакуум с помощью насоса Комовского.

Для того чтобы извлечённый материал как можно меньше соприкасался с воздухом, колбу наполняют содержимым доверху и закрывают резиновой пробкой или заливают стерильным вазелиновым маслом.

Оборудование и технические средства. Химический состав кормов определяли по методикам зоотехнического анализа в Испытательном центре ЦКП ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.).

Содержание сухого вещества, сырого протеина – по ГОСТ 13496.4-93, сырого жира – по ГОСТ 13496.15-97, сырой клетчатки – по ГОСТ 12396.2-91, сырой золы – по ГОСТ 26226-95, кальция – по ГОСТ 26570-95, фосфора – по ГОСТ 26657-97 и т. д.

Количество микробной массы – методом дифференцированного центрифугирования, ЛЖК – методом паровой дистилляции в аппарате Маркгама.

Хроматографическое разделение летучих жирных кислот в рубцовой жидкости проводили на газожидкостном хроматографе «Кристаллюкс-4000» (Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, Россия) методом, разработанным в лаборатории межзачерного обмена ВНИИФБиП.

Для кавитирования зерносмеси и пшеничных отрубей использовали гидродинамическую установку УЖК-1000 (ООО «Энергия Плюс», г. Бердск).

Статистическая обработка. Статистический анализ результатов исследований проводился с использованием пакета программ «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Статистические сравнения результатов проводились с использованием критерия Манна-Уитни и Стьюдента. Параметр $P \leq 0,05$ принимался как предел достоверности.

Результаты исследования.

Известно, что при выращивании и откорме молодняка крупного рогатого скота как молочных, так и мясных пород наиболее важными являются послемолочный и подсосный периоды. В это время животные – более чувствительны к питанию и условиям их нахождения. Поэтому нами были максимально учтены эти моменты.

Для получения запланированных приростов подопытных бычков (800-900 г) рационы балансировались в соответствии с разработанными нормами (Калашников А.П. и др., 2003) и возрастным периодом. В рационы входили корма, произведённые в хозяйстве с учётом питательности и химического состава (табл. 1).

Таблица 1. Рационы подопытных бычков при проведении физиологического опыта (по поедаемости)
Table 1. Diet of experimental bulls during a physiological experiment (by palatability)

Показатель/Indicator	Группа/Group		
	контрольная/control	I	II
1	2	3	4
Сено злаковое, кг/Grass hay	0,815	0,853	0,867
Сено бобовое кг/Lehume hay	1,69	1,78	1,80
Силос кукурузный, кг/Corn silage, kg	9,3	9,6	9,7
Зерносмесь дроблёная, кг/Crushed grain mix, kg	3,2	-	-
Зерносмесь кавитированная, кг/Cavity grain mixture, kg	-	3,2	-
Отруби пшеничные (кавитированные), кг/Wheat bran (cavitated), kg	-	-	4,8
Жмых из подсолнечниковых семян, г/Cake of sunflower seeds, g	0,5	0,5	0,5
Патока кормовая, г/Molasses feed, g	0,6	0,5	0,2
Соль кормовая, г/Feed salt, g	50	50	50
Фосфат, г/Phosphate, g	15	15	-
Премикс, г/Premix, g	32	32	48
В рационе содержится: корм. ед., кг/The diet contains: feed. units, kg	8,13	8,17	7,91
сухого вещества, кг/dry matter, kg	8,3	8,2	9,7
обменной энергии, МДж/exchange energy, MJ	86,6	87,2	91,1
протеина: сырого, г/protein: crude, g	1159,6	1217,5	1371,2
переваримого, г/digestible, g	816,4	854,3	939,1
клетчатки, г/fiber, g	1463	1468	1633
сахаров, г/sugar, g	496,0	498,5	477,6
крахмала, г/starch, g	1229	1287	786
жира, г/fat, g	261	277	329
кальция, г/calcium, g	52,4	54,8	56,4

Продолжение 1 таблицы

1	2	3	4
фосфора, г/phosphorus, g	31,1	31,6	59,1
серы, г/sulfur, g	29,7	31,1	31,9
йода, мг/iodine, mg	2,9	2,9	9,5
кобальта, мг/cobalt, mg	5,7	5,7	5,8
меди, мг/copper mg	77	78	84
цинка, мг/zinc mg	415	419	494
марганца, мг/manganese, mg	347	356	788
железа, мг/iron mg	1066	1098	1780
каротина, мг/carotene, mg	111	115	117
витамина Е, мг/vitamin E, mg	624	715	779
витамина А, тыс., МЕ/vitamin A, thousand, ME	27	27	27
витамина Д, тыс., МЕ/vitamin D, thousand, ME	7,22	7,27	6,82

Предложенные рационы относятся к концентратно-силосно-сенному типу кормления и включают следующую структуру кормов: в контроле – 53,5 % концентрированных кормов, 26,7 % – силоса кукурузного и 20,24 % – сена из злаковых и бобовых культур, I и II опытные группы – 52,8 и 53,3; 26,6 и 26,8; 20,2 и 20,4 % соответственно.

Во время проведения эксперимента уровень кормления и условия содержания всех групп бычков, были равными, рационы сбалансированы по детализированным нормам согласно заданным параметрам и возрасту.

Данные таблицы показывают, что животные во время проведения балансового опыта съедали сена злакового и бобового – 81,5; 85,3; 86,7 % и 84,5; 89,0; 90,0 % и силоса, приготовленного из кукурузы, – 84,5; 87,1; 88,2 %, при полной поедаемости всех концентрированных кормов, включая балансирующие добавки по всем трём группам соответственно.

Из анализа следует, что у опытных бычков, получавших в составе рациона кавитированные зерносмесь и пшеничные отруби, повышалась поедаемость по сравнению с контролем сена суданской травы на 3,8; 5,2 %, бобового сена – на 4,5; 5,5 % и кукурузного силоса соответственно – на 2,5; 3,6 %. Причём наибольшая разница по поедаемости была сена суданки и бобового (5,2 % и 5,5), кукурузного силоса (3,6 %) между контрольной группой и II опытной.

Полученные данные свидетельствуют, что потребление переваримого протеина в I и II опытных группах по сравнению с контролем было выше на 37,9 и 122,7 г (4,6 и 15,0 %), сырого жира – на 16, 0 и 68 г (6,1 и 26,05 %), кальция – 2,4 и 4,0 г (4,58 и 7,63 %) и фосфора – на 0,5 и 27,9 г (1,61 и 90,03 %). Что касается крахмала, то оно было более высоким по сравнению с контролем в I опытной группе на 58 г (4,7 %), во II группе ввиду низкого его содержания в пшеничных отрубях и частичного превращения в сахара этот показатель был ниже на 443 г (36 %). Среди опытных групп более высоким по этому показателю питательных и минеральных веществ, кроме крахмала, были подопытные бычки II группы, получавшие в рационе кавитированные пшеничные отруби.

Так, бычки этой группы по сравнению с I опытной потребили больше сырого и переваримого протеина на 154 г (12,7 %) и 85 г (9,9 %), сырого жира – на 52 г (18,8 %), сахаров – на 145 г (64,7 %), макроэлементов кальция и фосфора – на 1,6 г (3,0 %) и – на 27,5 г (87,1 %).

Научными исследованиями по питанию крупного рогатого скота установлено, что для нормального пищеварения в их организме необходимо поступление сухого вещества в расчёте на 100 кг живой массы от 2 до 4 кг.

Следует напомнить, что при выращивании или откорме молодняка крупного рогатого скота существует зависимость их организма в потребности сухого вещества от интенсивности роста и живой массы.

В нашем опыте расчёты показали, что при живой массе 362,8 кг – в контроле и 372, 9 кг – в I опытной группе на 100 кг их массы приходилось 2,15 и 2,09 кг сухого вещества, тогда как во II опытной этот показатель был равен 2,55 кг, при живой массе – 373,0 кг. Данные по живой массе исполь-

зовались на основании ранее опубликованного материала проведённых исследований по кавитационной обработке концентрированных кормов (Галиев Б.Х., 2018).

Исследования рубцового содержимого позволили нам определить показатели интересующих нас энергетических соединений и количественные их превращения в преджелудках подопытных животных, при этом был проведён сравнительный анализ полученных данных в зависимости от технологии подготовки зерносмеси и отрубей, включённых в их рационы.

Так, в расчёте на 1 кг ферментируемого органического вещества в преджелудках бычков контрольной группы образовалось 31,1 моль ЛЖК, I опытной – 33,7 моль и II опытной – 40,4 моль.

Что касается молярного соотношения ЛЖК (ацетата, пропионата, бутирата) и высших жирных кислот (ВЖК) в рубцовом содержимом подопытного молодняка, оно было почти одинаковым во всех группах и составляло в контрольной 62,09; 19,10; 14,31; 4,50, в I и II опытных группах – 62,11; 19,11; 14,30; 4,48 и 62,10; 19,11; 14,31 соответственно.

Основываясь, на данные молекулярного соотношения и молекулярную массу ЛЖК рубцовой жидкости, были рассчитаны количество и энергетическая ценность каждой из изучаемых кислот (рис. 1, 2).

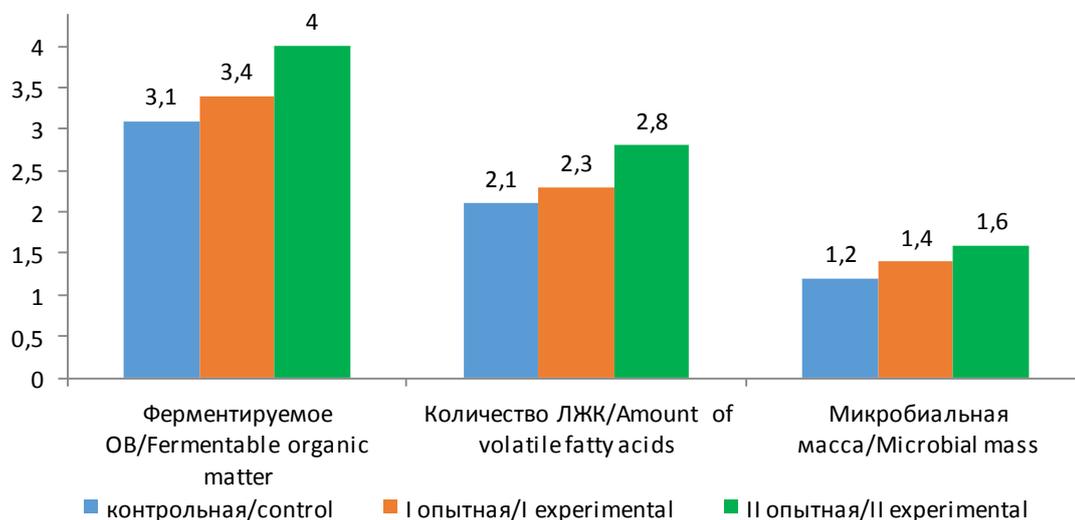


Рис. 1 – Показатели рубцового содержимого подопытных бычков, кг
Figure 1 – Indicators of ruminal content of experimental bulls, kg

Из 1 рисунка следует, что в преджелудках контрольной группы бычков образовалось 2,1 кг летучих жирных кислот (ЛЖК), из них 1,2 кг или 54,4 % – уксусной; 0,44 или 20,7 – пропионовой; 0,39 или 18,4 – масляной и 0,14 кг или 6,6 % – высших жирных кислот.

В I опытной комплекс ЛЖК составил 2,3 кг, из них 1,3 кг или 54,4 % – уксусной; 0,48 или 20,7 – пропионовой; 0,42 или 18,4 – масляной и 0,15 кг или 6,5 % – высших жирных кислот. Во II опытной – 2,8 кг ЛЖК, из них 1,5 кг или 54,4 % – уксусной; 0,57 или 20,7 – пропионовой; 0,51 или 18,4 – масляной и 0,18 кг или 6,6 % – высших жирных кислот.

Полученные данные свидетельствуют, что при скармливании в составе рационов кавитированных кормовых средств (зерносмесь и пшеничные отруби) бычкам I и II опытных групп количество синтезируемых летучих жирных кислот увеличилось около 0,2 кг; 0,6 кг (8,4; 29,8 %) в сравнении с контрольными животными.

Разница по энергетической ценности анализируемых ЛЖК в пользу I и II опытных групп составила 3,2; 11,73 МДж или 8,36; 29,88 % (рис. 2).

Если рассматривать отдельно летучие жирные кислоты, то они составили по ацетату 1,43; 5,07 МДж (8,45; 29,95 %), пропионату – 0,77; 2,73 (8,43; 29,90 %), бутирату – 0,81; 2,93 (8,27; 29,93 %) и высшим жирным кислотам – 0,28; 1,03 МДж (7,98; 34 %).

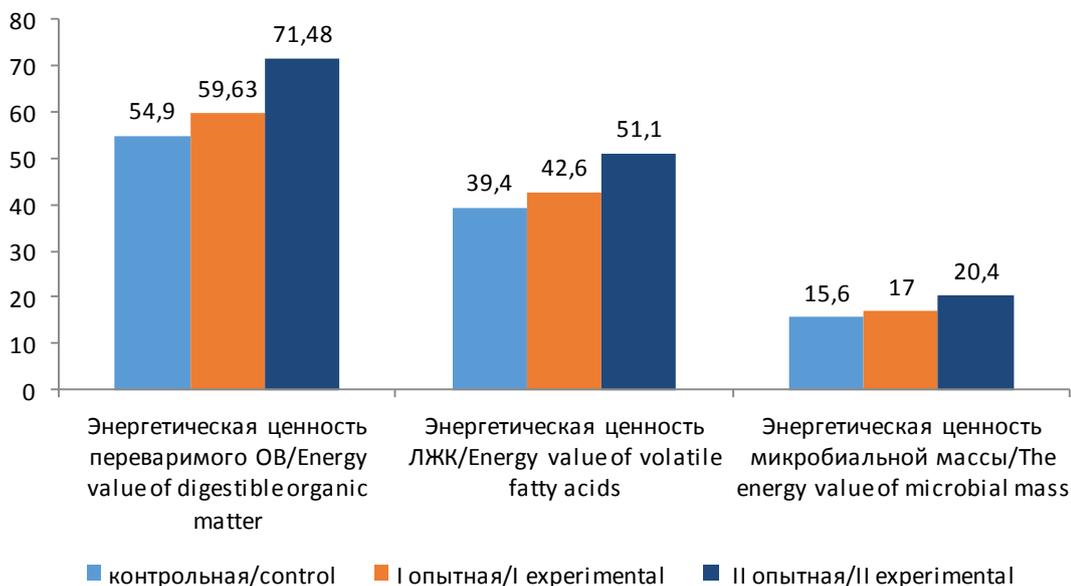


Рис. 2 – Энергетическая ценность показателей рубцового содержимого подопытных бычков, МДж
Figure 2 – The energy value of the indicators of ruminal content of experimental bulls, MJ

На 1 кг ферментируемого органического вещества (ФОВ) в преджелудках молодняка крупного рогатого скота синтезируется примерно 0,342 кг сырой микробальной массы (Алиев А.А., 1997).

Наши данные согласуются с вышеуказанным значением, так, в рубце всех подопытных групп молодняка в 1 кг ФОВ в преджелудках синтезировалось в среднем 0,4 кг сырой микробальной массы. Исходя из этого, расчёты показали, что в контрольной группе образовывалось 1240 г микробальной массы или 15,62 МДж энергии; I опытной – 1350 г или 16,98 МДж энергии и II опытной – 1620 г или 20,36 МДж энергии.

Общее содержание переваримой энергии в органическом веществе рациона даёт возможность подсчитать, что при коэффициенте переваримости 64,85 % в контроле количество поступившей в организм переваримой энергии составляет 93,98 МДж, в I опытной группе соответственно – 68,75 % или 102,15 МДж и во II опытной – 69,80 % кг или 122,73 МДж. Коэффициенты переваримости питательных веществ приведены из ранее опубликованного материала разбираемых исследований (Ширнина Н.М. и др., 2018).

Анализ показывает, что при выращивании молодняка крупного рогатого скота с последующим откормом, в составе рациона которых использовались кавитационно обработанные зерносмесь и пшеничные отруби, поступает энергии за счёт желудочного пищеварения в контрольной группе 54,98 МДж или 58,50 % и двух последних – 59,63 МДж (58,37 %); 71,48 МДж (58,24 %) соответственно.

Показатели энергии, поступившей за счёт преджелудочного пищеварения, были выше в опытных группах на 4,65 и 16,50 МДж (8,46 и 30,0 %) в сравнении с контролем, а среди опытных групп лучшие показатели имели бычки II группы – на 11,85 МДж (19,87 %).

Положительные результаты превращения энергетических соединений в преджелудках подопытных бычков при скормливании в составе кормовых рационов кавитированных кормовых средств (зерносмесь, пшеничные отруби) оказали соответствующее влияние на их продуктивность.

Обсуждение полученных результатов.

В последние годы внимание научных работников всё больше привлекает в качестве перспективной технологии подготовки кормовых средств к скормливанию кавитационная обработка (Никитина А., 2011; Быков А.В. и Назарова Е.С., 2013).

При такой обработке кормов происходит разрушение, в первую очередь, структурных углеводов (сырая клетчатка, крахмал) с образованием сахаров, липидов и других питательных веществ, что сопровождается увеличением биодоступности и продуктивного действия использованных кормов (Быков А.В. и др., 2011).

В литературе также встречаются публикации положительного воздействия на организм молодняка крупного рогатого скота кавитационной обработки отдельных компонентов рациона (Быков А.В. и Муслюмова Д.М., 2013).

В определённой степени это послужило поводом проведения исследований по использованию кавитированных зерносмеси и пшеничных отрубей в составе рационов молодняка крупного рогатого скота при выращивании и откорме на мясо. Ожидаемые результаты положительного влияния использования кавитационной обработки концентратной части в составе рационов бычков на синтез и превращение энергетических соединений в преджелудках и их продуктивное действие полностью подтвердились.

Установлено, что введение в структуру рационов молодняка крупного рогатого скота при выращивании и откорме на мясо зерносмеси и пшеничных отрубей, подготовленных путём кавитирования, обеспечивает поступление энергии за счёт преджелудочного пищеварения в I опытной группе – 59,55 МДж (58,37 %) и во II опытной – 71,60 МДж (58,24 %). Тогда как в контрольной группе этот показатель был равен 54,58 МДж (58,50 %).

Показатели энергии, поступившей за счёт преджелудочного пищеварения, в сравнении с контролем были выше в опытных группах на 4,97; 17,02 МДж (8,5; 30,0 %), а среди опытных групп более высокие значения имели животные II группы – на 12,05 МДж (19,9 %).

Выводы.

Скармливание в составе рационов кавитированных зерносмеси и пшеничных отрубей молодняку на откорме по сравнению с базовым вариантом способствует повышению количества синтезируемых летучих жирных кислот на 0,18 кг и 0,64 кг (8,35 и 29,85 %), показателей энергии, поступившей за счёт преджелудочного пищеварения – на 4,65 и 16,50 МДж (8,46 и 30,0 %).

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2019-2021 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2019-0005)

Литература

1. Аксёнов В.В. Системный подход к интенсификации процессов биоконверсии нативных крахмалов и крахмалосодержащего сырья. Сообщение I. Проведение биоконверсии нативных крахмалов в условиях газовыхревого перемешивания // Вестник КрасГАУ. 2008. № 5. С. 315-320. [Aksenov VV. Sistemnyi podkhod k intensivatsii protsessov biokonversii nativnykh krakhmalov i krakhmalosoderzhashchego syr'ya. Soobshchenie I. Provedenie biokonversii nativnykh krakhmalov v usloviyakh gazovikhrevogo peremeshivaniya. Vestnik KrasGAU. 2008;5:315-320. (In Russ)].
2. Алиев А.А. Обмен веществ у жвачных животных: монография. М.: НИЦ «Инженер», 1997. С. 65-68. [Aliiev AA. Obmen veshchestv u zhvachnykh zivotnykh: monografiya. Moscow: NITs «Inzhener»; 1997:65-68. (In Russ)].
3. Быков А.В., Муслюмова Д.М. Влияние кавитационного способа повышения питательности подсолнечного фуза и цеолита на физиологические особенности и продуктивность цыплят-бройлеров // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 1. С. 108-111. [Bykov AV, Muslyumova DM. The effect of cavitation processing sunflower fuzz with the addition of zeolite to the diet of broiler chickens. Bulletin Samara State Agricultural Academy. 2013;1:108-111. (In Russ)].
4. Быков А.В., Назарова Е.С. К вопросу использования кавитации в перерабатывающей промышленности сельскохозяйственного сырья // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. науч.-метод. конф. (с междунар. участием). Оренбург, 2013. С. 934-935. [Bykov AV, Nazarova ES. K voprosu ispol'zovaniya kavitatsii v

pererabatyvayushchei promyshlennosti sel'skokhozyaistvennogo syr'ya. Universitetskii kompleks kak regional'nyi tsentr obrazovaniya, nauki i kul'tury: materialy Vseros. nauch.-metod. konf. (s mezhdunar. uchastiem). Orenburg, 2013. P. 934-935. (*In Russ*).

5. Влияние кавитационной обработки концентрированных кормов на поступление и переваримость питательных веществ рациона при выращивании молодняка крупного рогатого скота / Н.М. Ширнина, Б.Х. Галиев, К.Ш. Картекинов, И.С. Мирошников, В.И. Корнейченко, И.А. Рахимжанова, А.С. Байков // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. № 3. С. 66-75. [Shirnina NM, Galiyev BKh, Kartekenov KSh, Miroshnikov IS, Korneichenko VI, Rakhimzanova IA, Baykov AS. Effect of concentrated feeds cavitation treatment on the intake and digestibility of diet nutrients in rearing of young stock. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2018;101(3):66-75. (*In Russ*).

6. Изучение безопасности введения наночастиц меди с различными физико-химическими характеристиками в организм животных / О.А. Богословская, Е.А. Сизова, В.С. Полякова и др. // Вестник Оренбургского государственного университета. 2009. № 2. С. 124-127 [Bogoslovskaya OA, Sizova EA, Polyakova VS, et al. The study of safe introduction of copper nanoparticles with different physical-chemical characteristics into organisms of animals. *Vestnik Orenburg State University*. 2009;2:124-127. (*In Russ*).

7. Инновационные технологии выращивания телят с использованием стартерных комбикормов и новых биологически активных веществ: метод. рекомендации / А.В. Леонов, С.Н. Воропаев, А.В. Аксенов и др. Тамбов. 2016. 67 с. [Leonov AV, Voropaev SN, Aksekov AV, et al. *Innovatsionnye tekhnologii vyrashchivaniya telyat s ispol'zovaniem starternykh kombikormov i novykh biologicheski aktivnykh veshchestv: metod. rekomendatsii*. Tambov. 2016. 67 p. (*In Russ*).

8. Косолапов В.М., Фицев А.И., Гаганов А.П. Качество и эффективность кормов // Животноводство России. 2010. № 11. С. 50-52. [Kosolapov VM, Fitsev AI, Gaganov AP. *Kachestvo i effektivnost' kormov*. *Zhivotnovodstvo Rossii*. 2010;11:50-52. (*In Russ*).

9. Лемешевский В.О. Энергетическое питание бычков белорусской чёрно-пёстрой породы при выращивании на мясо: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Горки, 2011. 22 с. [Lemeshevskii VO. *Energeticheskoe pitanie bychkov belorusskoi cherno-pestroi porody pri vyrashchivanii na myaso: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk*. Gorki, 2011. 22 p. (*In Russ*).

10. Никитина А. Кавитационная технология приготовления кормов // Свиноводство. 2011. № 3. С. 64-65. [Nikitina A. *Kavitatsionnaya tekhnologiya prigotovleniya kormov*. *Svinovodstvo*. 2011;3:64-65. (*In Russ*).

11. Новое в кормлении животных: справ. пособие / В.И. Фисинин и др. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. 612 с. [Fisinin VI, et al. *Novoe v kormlenii zhivotnykh: sprav. posobie*. Moscow: Izd-vo RGAU-MSKhA; 2012. 612 p. (*In Russ*).

12. Новые подходы к созданию кормовых продуктов на основе поликомпонентных растительно-минеральных смесей, подвергнутых кавитационной обработке / С.А. Мирошников, Д.М. Муслюмова, А.В. Быков, Ш.Г. Рахматуллин, Л.А. Быкова // Вестник мясного скотоводства. 2012. № 3(77). С. 7-11. [Miroshnikov SA, Muslyumova DM, Bykov AV, Rakhmatullin ShG, Bykova LA. *New approaches for the establishment of feed on the base of plant and mineral mixtures treated by cavitation*. *Herald of Beef Cattle Breeding*. 2012;3(77):7-11. (*In Russ*).

13. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие / А.П. Калашников и др. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 2003. 456 с. [Kalashnikov AP, et al. *Normy i ratsiony kormleniya sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh: sprav. posobie*. 3-e izd., pererab. i dop. Moscow: Agropromizdat; 2003. 456 p. (*In Russ*).

14. Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве: учеб. пособие. М.: Колос, 1976. 304 с. [Ovsyannikov AI. *Osnovy opytnogo dela v zhivotnovodstve: ucheb. posobie*. Moscow: Kolos; 1976. 304 p. (*In Russ*).

15. Повышение питательности труднопереваримых углеводов и использование полученного продукта в кормлении птицы / А.В. Быков, С.А. Мирошников, Л.В. Межуева, Ш.Г. Рахматуллин, Л.А. Быкова // Вестник Оренбургского государственного университета. 2011. № 15(134). С. 35-38. [Bykov AV, Miroshnikov SA, Mezhueva LV, Rakhmatullin ShG, Bykova LA. *Povyshenie pi-*

tatel'nosti trudnoperevarimykh uglevodov i ispol'zovanie poluchennogo produkta v kormlenii ptitsy. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2011;15(134):35-38. (*In Russ*).

16. Приёмы повышения продуктивности молодняка крупного рогатого скота: монография / В.Ф. Радчиков, В.К. Гурин, А.Н. Кот и др. Жодино: РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». 2010. 244 с. [Radchikov VF, Gurin VK, Kot AN, et al. Priemy povysheniya produktivnosti molodnyaka крупного rogatogo skota: monografiya. Zhodino: RUP «Nauchno-prakticheskii tsentr Natsional'noi akademii nauk Belarusi po zhivotnovodstvu»; 2010. 244 p. (*In Russ*)].

17. Продуктивное действие рационов бычков, выращиваемых на мясо, в зависимости от технологии подготовки концентрированных кормов / Б.Х. Галиев, Н.М. Ширнина, К.Ш. Картекинов, И.С. Мирошников, А.С. Байков, В.Л. Королёв // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. № 3. С. 83-92. [Galiyev BKh, Shirnina NM, Kartekenov KSh, Miroshnikov IS, Baykov AS, Korolyov VL. Effect of concentrated feeds cavitation threatment on the intake and digestibility of diet nutrients in rearing of young stock. Animal Husbandry and Fodder Production. 2018;101(3):83-92. (*In Russ*)].

18. Тараканов Б.В. Методы исследования микрофлоры пищеварительного тракта сельскохозяйственных животных и птицы. Боровск: ВНИИФБиП с.-х. животных, 1998. С. 62-64. [Tarakanov BV. Metody issledovaniya mikroflory pishchevaritel'nogo trakta sel'skokhozyaistvennykh zhyvotnykh i ptitsy. Borovsk: VNIIFBiP s.-kh. zhyvotnykh; 1998:62-64. (*In Russ*)].

19. Эффективность использования комбикормов различного состава в рационах молодняка крупного рогатого скота / В.И. Левахин, Б.Х. Галиев, И.А. Рахимжанова, М.М. Поберухин, А.Н. Шубин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 1. С. 42-44. [Levakhin VI, Galiev BKh, Rakhimzhanova IA, Poberukhin MM, Shubin AN. Efficiency of vaios composition mixed foddors in the rations of young cattle. Doklady Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk. 2013;1:42-44. (*In Russ*)].

20. Goularte SR, Itavo LCV, Morais MG, Itavo CCBF, Santos GT, Dias AM, Bezerra FS, Júnior Azevedo NP, Calvis DS. Intake of nutrients and ruminal parameters of cows fed different energy levels in the diet. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. 2010;62(2):357-364. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352010000200016>

21. Wildman CD, West JW, Bernard JK. Effect of dietary cation-anion difference and dietary crude protein on performance of lactating dairy cows during hot weather. Journal of Dairy Science. 2007;90(4):1842-1850. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2006-546>

22. Yamamoto M, Saleh F, Tahir M, Ohtsuka A, Hayashi K. The effect of Koji-feed (fermented distillery by-product) on the growth performance and nutrient metabolizability in broiler. The Journal of Poultry Science. 2007;44(3):291-296. doi: <https://doi.org/10.2141/jpsa.44.291>

References

1. Aksyonov VV. A systematic approach to the intensification of the processes of bioconversion of native starches and starch-containing raw materials. Message I. Bioconversion of native starches under gas-vortex mixing. Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University. 2008;5:315-320.

2. Aliev AA. Metabolism of ruminants: a monograph. Moscow: SIC «Engineer»; 1997. P. 65-68.

3. Bykov AV, Muslyumova DM. The effect of cavitation processing sunflower fuzz with the addition of zeolite to the diet of broiler chickens. Bulletin Samara State Agricultural Academy. 2013;1:108-111.

4. Bykov AV, Nazarova ES. To the question of the use of cavitation in the processing industry of agricultural raw materials. (Conference proceedings) University complex as a regional center of education, science and culture: All-Russian materials. scientific method. conf. (with international participation). Orenburg, 2013. P. 934-935.

5. Shirnina NM, Galiyev BKh, Kartekenov KSh, Miroshnikov IS, Korneichenko VI, Rakhimzhanova IA, Baykov AS. Effect of concentrated feeds cavitation threatment on the intake and digestibility of diet nutrients in rearing of young stock. Animal Husbandry and Fodder Production. 2018;101(3):66-75.

6. Bogoslovskaya OA, Sizova EA, Polyakova VS, et al. The study of safe introduction of copper nanoparticles with different physical-chemical characteristics into organisms of animals. *Vestnik Orenburg State University*. 2009;2:124-127. (*In Russ*).
7. Leonov AV, Voropaev SN, Aksenov AV. et al. Innovative technologies for growing calves using starter feed and new biologically active substances: method. recommendations. Tambov. 2016. 67 p.
8. Kosolapov VM, Fitsev AI, Gaganov AP. The quality and effectiveness of feed. *Livestock of Russia*. 2010;11:50-52.
9. Lemeshevsky VO. Energy nutrition of gobies of the Belarusian black-and-white breed when grown for meat: abstract dis. ... cand. s.-kh. sciences. Gorki, 2011. 22 p.
10. Nikitina A. Cavitation technology for the preparation of feed. *Pig production*. 2011;3:64-65.
11. Fisinin VI, et al. New in animal feeding: Ref. allowance. Moscow: Publishing House of RGAU-MSHA; 2012. 612 p.
12. Miroshnikov SA, Muslyumova DM, Bykov AV, Rakhmatullin ShG, Bykova LA. New approaches for the establishment of feed on the base of plant and mineral mixtures treated by cavitation. *Herald of Beef Cattle Breeding*. 2012;3(77):7-11.
13. Kalashnikov AP, et al. Standards and diets of farm animals: Ref. book. 3rd ed., rework. and add. Moscow: Agropromizdat; 2003: 456 p.
14. Ovsyannikov AI. Fundamentals of experimental work in animal husbandry: textbook. allowance. Moscow: Kolos, 1976. 304 p.
15. Bykov AV, Miroshnikov SA, Mezhueva LV, Rakhmatullin ShG, Bykova LA. Increasing the nutritional value of indigestible carbohydrates and the use of the resulting product in poultry feeding. *Vestnik Orenburg State University*. 2011;15(134):35-38.
16. Radchikov VF, Gurin VK, Kot AN. et al. Techniques for increasing the productivity of young cattle: monograph. Zhodino: RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry»; 2010. 244 p.
17. Galiyev BKh, Shirnina NM, Kartekenov KSh, Miroshnikov IS, Baykov AS, Korolyov VL. Effect of concentrated feeds cavitation threatment on the intake and digestibility of diet nutrients in rearing of young stock. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2018;101(3):83-92. (*In Russ*).
18. Tarakanov BV. Methods of research of the microflora of the digestive tract of farm animals and poultry. Borovsk: VNIIFBiP s.kh. Animals; 1998:62-64.
19. Levakhin VI, Galiev BKh, Rakhimzhanova IA, Poberukhin MM, Shubin AN. Efficiency of vaious composition mixed foddors in the rations of young cattle. *Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. 2013;1:42-44.
20. Goularte SR, Itavo LCV, Morais MG, Itavo CCBF, Santos GT, Dias AM, Bezerra FS, Júnior Azevedo NP, Calvis DS. Intake of nutrients and ruminal parameters of cows fed different energy levels in the diet. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2010;62(2):357-364. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352010000200016>
21. Wildman CD, West JW, Bernard JK. Effect of dietary cation-anion difference and dietary crude protein on performance of lactating dairy cows during hot weather. *Journal of Dairy Science*. 2007;90(4):1842-1850. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2006-546>
22. Yamamoto M, Saleh F, Tahir M, Ohtsuka A, Hayashi K. The effect of Koji-feed (fermented distillery by-product) on the growth performance and nutrient metabolizability in broiler. *The Journal of Poultry Science*. 2007;44(3):291-296. doi: <https://doi.org/10.2141/jpsa.44.291>

Галиев Булат Хабдулеевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-79, e-mail: vniims.or@mail.ru

Ширнина Надежда Михайловна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-79, e-mail: vniims.or@mail.ru

Рахимжанова Ильмира Агзамовна, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой электротехнологии и электрооборудования, Оренбургский государственный аграрный университет, 460000, г. Оренбург, ул. А.В. Коваленко, 4, тел.: 8(3532)57-81-52, e-mail: kaf36@orensau.ru

Байков Алексей Сергеевич, преподаватель кафедры электротехнологии и электрооборудования, Оренбургский государственный аграрный университет, 460000, г. Оренбург, ул. А.В. Коваленко, 4, тел.: 8(3532)57-81-52, e-mail: kaf36@orensau.ru

Мирошников Иван Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-79, e-mail: vniims.or@mail.ru

Докина Нина Николаевна, научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-79, e-mail: vniims.or@mail.ru

Поступила в редакцию 11 сентября 2019 г.; принята после решения редколлегии 16 сентября 2019 г.; опубликована 30 сентября 2019 г. / Received: 11 September 2019; Accepted: 16 September 2019; Published: 30 September 2019