

**ПРОЦЕССЫ РУБЦОВОГО ПИЩЕВАРЕНИЯ У БЫЧКОВ
В ПЕРИОДЫ ВЫРАЩИВАНИЯ И ОТКОРМА ПРИ РАЗНОМ УРОВНЕ
ОБМЕННОГО ПРОТЕИНА В РАЦИОНЕ**

Харитонов Е.Л., Березин А.С.

*ВНИИ физиологии, биохимии и питания животных, филиал ФНЦ
животноводства – ВИЖ им. Л.К. Эрнста, Боровск Калужской обл.,
Российская Федерация*

Строгая координация процессов рубцового пищеварения и метаболизма у жвачных животных является необходимым условием для достижения высокой эффективности использования питательных веществ корма и улучшения качества продукции. Цель исследования – изучить процессы ферментации в преджелудках, переваримость и усвоение питательных веществ у откармливаемых бычков мясной абердин-ангусской породы в условиях стационарного содержания в зависимости от уровня в рационе нераспадаемого и обменного протеина. Проведено два опыта на 9 бычках, в период выращивания в возрасте 8-9 мес. с начальной живой массой 250 кг и в период откорма в возрасте 9-11 мес. с начальной ЖМ 360 кг. каждый. Во время опыта бычки получали рационы с учётом живой массы и уровня планируемого суточного прироста ЖМ 1500 г. Внутри каждого технологического периода (выращивание и откорм) в одной группе последовательно по трём периодам опыта повышали уровень обменного протеина в рационе за счет ввода кормовых добавок с пониженной распадаемостью протеина (соевый жмых). В период выращивания отношение обменного протеина к обменной энергии составляло 8,1, 9,3 и 9,5 по периодам опыта. В период откорма это отношение составляло 8,4, 9,0 и 9,2. В возрасте 8-9 мес. при средней живой массе 300 кг и среднесуточных приростах ЖМ 1500 г эффективное отложение азота отмечено при содержании обменного протеина 8,1 г/МДж ОЭ. При дальнейшем увеличении уровня обменного протеина эффективность использования азота снижается, что позволяет рекомендовать в этот период содержание обменного протеина на уровне 8,1 г/МДж ОЭ. В возрасте 9-11 мес. при средней живой массе 400 кг и среднесуточных приростах ЖМ 1500 г, эффективное отложение азота отмечено при содержании обменного протеина 8,4 г/МДж ОЭ. Повышение в рационе уровня обменного белка с 8,4 до 9,2 г/МДж ОЭ сопровождалось снижением эффективности использования протеина, что позволяет рекомендовать в этот период более высокое содержание обменного протеина в рационе по сравнению с периодом выращивания – на уровне 8,4 г/МДж ОЭ.

Ключевые слова: выращивание и откорм бычков, абердин-ангусская порода, рубцовое пищеварение, нормы распадаемого и обменного протеина

Проблемы биологии продуктивных животных, 4: 64-72

Введение

В настоящее время основным источником говядины в Российской Федерации является молодняк и выбракованные коровы из молочных стад. Однако на повестке дня постоянно ставится вопрос разведения и выращивания на мясо специализированного мясного скота.

Считается, что при выращивании и откорме бычков мясных пород применяют технологии использования естественных пастбищ. В странах Океании и Латинской Америки мясное скотоводство составляет основу пастбищной производственной системы, в которой подавляющее большинство хозяйств относится к типу ранчо. Основная технология –

круглогодичное пастбищное содержание скота без помещений, устройство корралей (рабочие площадки с загонами-накопителями скота), нагул перед убоем. Однако и в этих странах используется улучшение естественных пастбищ путем подсева пастбищных культур, внесение минеральных удобрений и других мероприятий. Относительно небольшой удельный вес – откармливание на площадках. Экстенсивное выращивание скота – покупка после отъема в 7-8 мес. и нагул до живой массы 400-450 кг в возрасте старше 2,5 лет. Приобретение в возрасте 1-1,5 лет и нагуливание его на культурных пастбищах. В Австралии Новой Зеландии и Аргентине наблюдается рост масштабов интенсивного откорма молодняка на фидлотах на зерновых рационах. В США и Канаде мясной скот откармливают на откормочных площадках на зерновых рационах до живой массы (ЖМ) 500-550 кг при среднесуточном приросте ЖМ 1300-1400 г. В Европейских странах наряду с экстенсивным производством практикуют интенсивный откорм в помещениях при среднесуточном приросте 1000 г и выше до живой массы 500 кг (Легошин, 1999). В нашей стране еще в 70-х годах прошлого столетия в Ростовской области в Зимовниковском совхозе были попытки выращивания мясного скота в беспастбищных условиях и проводили исследования по изучению эффективности круглогодичного беспастбищного содержания мясного скота. В Белгородской области имеются попытки применения этой технологии. В мясном скотоводстве в странах Северной Америки в последние десятилетия на племенных фермах среднесуточный прирост ЖМ бычков достигает 1500 г. В России также можно достичь высокой интенсивности в мясном скотоводстве, однако генетический потенциал сдерживается традиционно недостаточным уровнем кормления.

Основой интенсивного ведения животноводства, помимо генетической предрасположенности, является полноценное питание, основным критерием которого является сбалансированность рациона по питательным и биологически активным веществам, в первую очередь, по протеину с учётом доли нераспадаемого и распадаемого в рубце протеина, а также сбалансированность по основным лимитирующим обмен веществ аминокислотам и обменной энергии (Aldrich et al., 1995; Aldrich et al., 1997; Zinn et al., 1998; Orias et al., 2002; Cooper et al., 2002; Свиридова и др., 2002; Матвеев и др., 2002, 2003; Галочкина и др., 2004; Leurr et al., 2006; Харитонов и др., 2008; Рамазанов, 2010). Для обеспечения достаточного поступления аминокислот в кишечник, необходим определённый уровень переваривания поступающего в рубец протеина под воздействием микробных ферментов, а микроорганизмы, населяющие рубец, имеют свои потребности в аминокислотах для поддержания своего метаболизма и размножения. Так, показано, что рационы для завершающей фазы откорма бычков на основе сухого плющеного зерна кукурузы без добавок азотистых веществ являются дефицитными по распадаемому в рубце протеину (Shain et al., 1998). Обогащение таких рационов недорогими источниками распадаемого протеина повышает продуктивность. Рубцовая и пострубцовая инфузии казеината натрия (т.е. распадаемого в рубце протеина), способствовала у бычков улучшению использования кормов (Bandyk et al., 2001). Мочевина и биурет ($C_2H_5N_3O_2$, амид аллофановой кислоты) могут эффективно использоваться при откорме бычков на низкопротеиновом рационе. Такие исследования были проведены, в частности, во ВНИИФБиП (Курилов, Девяткин, 1989; Погосян, 1997; Свиридова и др., 2002; Матвеев и др., 2003; Галочкина и др., 2004).

Полученные данные подтверждают приспособленность метаболизма жвачных животных к усвоению значительных количеств продуктов рубцовой ферментации – летучих жирных кислот и аммиака. Летучие жирные кислоты в процессах метаболизма у жвачных выполняют функции источника не только энергии, но и глюкозы, липидов и даже аминокислот. При распаде аминокислот в рубце высвобождается в большом количестве аммиак, который метаболизируется в организме жвачного животного в реакциях аминирования. Важную роль в этих процессах играют кетокислоты — глутаминовая, пировиноградная, щавелевоуксусная. Пировиноградная кислота является стратегическим метаболитом в организме животных. У жвачных животных она играет большую роль не только как пункт переключения процессов окисления, глюконеогенеза, трансаминирования,

липогенеза, но и функцию поддержания одного из показателей неспецифического иммунитета – тиол-дисульфидного соотношения. Строгая координация процессов пищеварения и метаболизма у жвачных животных является необходимым условием для достижения высокой эффективности использования питательных веществ корма.

Учитывая, что основные потребители парной говядины – это, как правило, большие городские агломерации, вокруг которых имеются ограниченные площади сельхозугодий, особенно пастбищ, при высокой потребности в говядине и низких объёмах её производства, проблема разработки схем кормления молодняка мясных пород при их стационарном содержании является актуальной.

Цель данной работы – изучить процессы ферментации в преджелудках, переваримость и усвоение питательных веществ у откармливаемых бычков мясной абердин-ангусской породы в зависимости от уровня в рационе нераспадаемого и обменного протеина.

Материал и методы

Было проведено два опыта на 9 бычках мясной абердин-ангусской породы, в период выращивания в возрасте 8-9 мес. с начальной живой массой 250 кг и в период откорма в возрасте 9-11 мес. с начальной ЖМ 360 кг. Во время опыта бычки получали рационы с учётом живой массы и уровня планируемого суточного прироста ЖМ 1500 г. Обменный протеин (ОП) определяли суммированием переваренного нераспадавшегося протеина кормов и переваренного микробного белка, оцененного по параметрам рубцовой ферментации (Харитонов, 2001). В каждом технологическом периоде (выращивание и откорм) последовательно по трём периодам опыта в каждой из групп повышали уровень протеина в рационе за счёт ввода кормовой добавки с пониженной распадаемостью протеина (соевый жмых). В период выращивания уровень протеина (отношение обменного протеина к обменной энергии) в трёх группах составлял 8,1, 9,3 и 9,5 по периодам опыта. В период откорма это отношение по группам составляло 8,4, 9,0 и 9,2 (табл. 1). Количество в рационе мела, соли и пемикса ПК-60 по всем периодам было одинаковым – 0,1 кг.

Таблица 1. Рационы кормления бычков в периоды выращивания и откорма

Корма, кг	Выращивание			Откорм		
	Периоды опыта					
	1	2	3	1	2	3
Сено злаковое	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Сенаж вико-овсяный	10	10	10	10	10	10
Комбикорм	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	6,5
Жмых соевый	0	0,5	0,75	0	0,5	0,75
В рационе содержится:						
Сухого вещества, кг	8,87	9,48	10,0	8,87	9,48	10,96
Обменной энергии (ОЭ), МДж	84	93	99	85	94,8	109
Сырого протеина, г	1419	1644	1824	1419	1644	1976
Распадаемого протеина, г	762	771	815	762	771	891
Обменного протеина (ОП), г	731	872	946	723	858	1040
Сырой клетчатки, г	1391	1632	1866	1391	1632	1940
Сырого жира, г	235	265	299	235	265	324
ОП/ОЭ г/МДж (по фактическому потреблению)	8,1	9,3	9,5	8,4	9,0	9,2

Кормление двукратное, равными частями. В конце каждого периода проводили балансовый опыт и отбор проб рубцового содержимого через 3 ч после утреннего кормления. В пробах содержимого рубца определяли величину рН, уровень и соотношение ЛЖК,

концентрацию аммиака, количество бактерий и инфузорий, а также амилазную и целлюлозолитическую активность.

При изучении процессов пищеварения у бычков определяли потребление корма, переваримость основных питательных веществ рациона и эффективность использования азота в организме. В пробах корма и кала определяли содержание сухого и органического вещества, сырого протеина, клетчатки, общих липидов и золы. По анализу выделенного кала и мочи определены баланс азота и отложение азота у бычков опытных групп.

Результаты и обсуждение

В период выращивания, при средней ЖМ 260 кг бычки потребляли меньше сухого вещества, в сравнении с нормативными показателями (около 7 кг при норме 7,8 кг для бычков мясных пород при среднесуточных приростах ЖМ 1200 кг (Калашников и др., 2003), а также меньше сырой клетчатки и сырого жира; потребление обменной энергии и сырого протеина соответствовало нормам, потребление крахмала было значительно выше нормативного показателя. По потреблению сырого протеина различия наблюдались между первым и остальными периодами.

По периодам выращивания и откорма отмечена запланированная разница в потреблении протеина. К концу откорма бычки потребляли нормативные количества СВ, ОЭ, большее СП и жира и меньше сырой клетчатки. (табл. 2).

Таблица 2. Потребление питательных веществ в период выращивания (M±m, n=3).

Показатели, г/сут.	Выращивание				Откорм	
			Периоды опыта			
	1	2	3	3	4	
Сухое вещество	6579±826	7843±580	7385±130	8582±34	9330±41	10127±27
Сырой протеин	1056±170	1390±107	1391±2*	1392±11	1626±5*	1841±7*
Сырая клетчатка	886±76	1197±80	1062±115	1292±2	1577±14*	1669±6*
Липиды	174±27	238±16	227±0,6*	230±27	270,4±0,7	302±1*
Зола	448±69	673±64	472±19	611±5	843±4*	689±3
БЭВ	4014±483	4224±152	4231±7	5056±14	5013±16*	5625±9*

Примечание * P<0,05 по *t*-критерию при сравнении с первым периодом.

Изучение показателей рубцовой ферментации показало, что в содержимом рубца откармливаемых бычков по мере увеличения в рационе протеина существенно возрастал уровень аммиака (табл. 3). Содержание ЛЖК и значения рН в содержимом рубца у бычков всех опытных групп находились на одном уровне. Эти данные можно трактовать как косвенное свидетельство однотипности в исходном уровне микробного синтеза и, соответственно, одинаковом вкладе микробных аминокислот в общий фонд обменного белка.

Такая интерпретация подтверждается данными по количеству бактерий в содержимом рубца (табл. 4), которая во время откорма во всех периодах опыта находилась на одном уровне. Во втором и третьем периодах опыта отмечено увеличение амилитической активности микрофлоры.

По количеству переваренных питательных веществ (табл. 5) отмечено существенное увеличение переваренного протеина во втором и третьем периодах (P<0.05) за счёт его большего содержания в рационе и лучшего переваривания (табл. 6). По количеству других переваренных питательных веществ бычками отмечено увеличение по клетчатке и липидам.

Таблица 3. Показатели рубцовой ферментации у бычков в период откорма ($M \pm m$, $n = 3$).

Показатели	Периоды опыта		
	1	2	3
pH	6,55±0,13	6,77±0,10	6,56±0,21
Аммиак, мг/100 мл	14,7±0,3	21,5±1,6*	18,9±4,2*
ЛЖК ммоль/100 мл	16,3±0,1	16,9±0,7	11,2±1,2*
Ацетат, мол. %	69,1±4,4	74,3±0,9	69,6±1,6
Пропионат, мол. %	16,0±2,1	13,4±0,3	10,9±2,1
Бутират, мол. %	14,8±2,2	12,2±1,2	19,4±3,7

Таблица 4. Показатели микробной активности в рубце в период откорма ($M \pm m$, $n = 3$)

Показатели	Периоды опыта		
	1	2	3
Количество бактерий, 10^9 /мл	10,3±0,1	8,95±0,6	9,3±0,6
Количество инфузорий, тыс/мл	680±30	561±78*	520±55
Амилолитическая активность, Ед/мл	36,3±0,4	45,5±1,1*	44,0±5,7*
Целлюлозолитическая активность, %	8,3±0,3	11,9±0,3	10,2±0,3

По количеству переваренных питательных веществ (табл. 5) отмечено существенное увеличение переваренного протеина во втором и третьем периодах ($P < 0.05$) за счёт его большего содержания в рационе и лучшего переваривания (табл. 6). В эти же периоды отмечено увеличение количества переваренной клетчатки и липидов.

Таблица 5. Количество переваренных питательных веществ в периоды выращивания и откорма ($M \pm m$, $n = 3$).

Показатели, г/сут	Выращивание			Откорм		
	Периоды					
	1	2	3	1	2	3
Сухое вещество	4473±580	5652±411	5170±207	5654±118	6155±43*	6938±152*
Сырой протеин	742±97	958±66*	1040±50*	889±30	1021±21*	1322±27*
Сырая клетчатка	350±1	696±42*	464±121	608±7	802±11*	818±39*
Липиды	140±25	185±4*	180±3*	172±11	181±13	232±6*
Зола	172±5	269±3	174±60	193±2	271±32	244±16
БЭВ	3494±160	3646±198	3533±222	3684±116	3851±36	3977±345

Данные по переваримости питательных веществ у бычков в периоды выращивания и откорма существенно не различались. Отмечено увеличение переваримости клетчатки при повышении уровня протеина при выращивании и откорме, что наблюдали и в других подобных экспериментах ранее. Остальные показатели больше зависели не от уровня протеина в рационе, а от потребления отдельных кормов рациона и существенно не различались (табл. 6).

Так, более высокая переваримость протеина в период выращивания связана с повышенным потреблением концентрированных кормов и низким потреблением грубых, имеющих потенциально более низкую переваримость.

По данным балансовых измерений отмечено более высокое потребление азота по периодам опыта при откорме бычков, а при выращивании - только в сравнении с первым периодом опыта (табл. 7). В период откорма выделение азота с калом и мочой у бычков опытной группы было более высоким, чем во время выращивания.

Таблица 6. *Переваримость питательных веществ в желудочно-кишечном тракте в периоды выращивания и откорма, % (M±m, n=3).*

Показатели	Выращивание			Откорм		
	Периоды опыта					
	1	2	3	1	2	3
Сухое вещество	67,9±0,3	72,0±0,1*	69,9±1,6	65,8±1,1	66,0±0,8	68,5±1,3*
Сырой протеин	70,6±2,1	68,9±0,5	74,7±0,1*	63,8±1,6	62,8±1,5*	71,9±1,2*
Сырая клетчатка	39,7±3,5	58,2±0,4	42,9±6,8*	47,0±0,6	50,9±0,5*	49,0±2,2
Липиды	80,2±1,7	77,9±3,4	79,3±1,0	75,0±4,1	67,0±4,9	77,0±1,8
Зола	39,2±4,8	40,3±3,3	36,5±11,3	31,6±0,1	32,1±3,6	35,5±2,2
БЭВ	82,1±4,7	80,6±1,0	77,8±0,5	77,6±2,2	78,8±2,0	77,1±0,6

У откармливаемых бычков повышение уровня обменного протеина сопровождалось более высоким отложением азота только в третий период опыта за счёт более высокой переваримости сырого протеина.

Таблица 7. *Баланс азота у бычков в периоды выращивания и откорма (M±m, n=3).*

Показатели	Выращивание			Откорм		
	Периоды опыта					
	1	2	3	1	2	3
Принято, г	169±27	222±17	222,5±0,3*	223±2	260±1*	294±1*
Выделено с калом, г	50,1±11,7	69,2±6,5	56,2±0,2	80,4±3,1	96,9±4,2*	82,9±3,3
Выделено с мочой, г	56,7±6,9	86,4±13,1	99,9±19,8	69,3±2,2	112±5*	128±10*
Отложено, г	62,1±8,6	66,8±2,5	66,4±1,2	73,0±2,6	50,9±8,3*	84±15

В периоды выращивания и откорма эффективность использования азота бычками при повышении уровня протеинового питания снижалась как по показателям отложения от принятого и переваренного, так и по выделению азота с мочой (табл. 8).

Таблица 8. *Показатели эффективности использования азота в периоды выращивания и откорма (M±m, n= 3).*

Показатели	Выращивание			Откорм		
	Периоды опыта					
	1	2	3	1	2	3
Отложено от принятого	36,9±0,8	30,3±3,4	29,8±8,9	32,8±0,9	19,6±3,2*	28,5±4,9
Отложено от переваренного	52,2±0,4	43,9±4,6	39,9±11,9	51,3±0,1	31,1±4,4	39,6±6,2
Выделено с мочой от принятого	33,8±1,3	38,6±2,9	44,9±9,0	31,1±0,8	43,2±1,8	43,3±3,7
Выделено с мочой от отложенного	91,6±1,5	130±24,5	175±82,6	94,9±0,3	229±47	159±41
Выделено с мочой от переваренного	47,8±0,4	56,0±4,7	60,1±11,9	48,7±0,1	68,9±4,4	60,4±6,3

Это свидетельствует об избыточном поступлении азотистых веществ в организм при повышении уровня обменного протеина в рационе с 8,4 до 9,2 г/МДж ОЭ.

Закключение

По данным опытов, проведенных на растущих бычках мясной абердин-ангусской породы в возрасте 8-9 мес. при средней живой массе 300 кг и среднесуточных приростах ЖМ 1500 г, эффективное отложение азота наблюдалось при содержании обменного протеина 8,1 г на 1 МДж ОЭ. При дальнейшем увеличении уровня обменного протеина эффективность

использования протеина снижается, что позволяет рекомендовать в этот период содержание обменного протеина на уровне 8,1 г/МДж ОЭ.

По результатам опытов, проведенных на откармливаемых бычках в возрасте 9-11 мес. при средней живой массе 400 кг и среднесуточных приростах ЖМ 1500 г, эффективное отложение азота наблюдалось при содержании обменного протеина 8,4 г/МДж ОЭ. Повышение в рационе уровня обменного протеина с 8,4 до 9,2 г/МДж ОЭ сопровождалось снижением эффективности отложения азота, что позволяет рекомендовать в этот период более высокое содержание обменного протеина в рационе по сравнению с периодом выращивания – на уровне 8,4 г/МДж ОЭ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галочкина В.П., Матвеев В.А., Коровяцкий А.М., Дворецкая Т.Н. Концентрация глюкозы, гормонов в крови и продуктивность бычков при выращивании на мясо на фоне разного уровня протеина в рационе // Сб. трудов ВНИИФБиП. – 2004. – Т. 43. – С. 176-183.
2. Калашников А.П. (Ред.). Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. – М.: Агропромиздат, 2003. – 430 с.
3. Курилов П.Н., Девяткин В.А. Эффективность использования кормов в зависимости от различного соотношения легко и трудноращепляемого протеина в рационе коров // Сб. трудов ВНИИФБиП: «Протеиновое питание и продуктивность жвачных животных». – 1989. – Т. 36. – С. 79-84.
4. Легошин Г.П. Технология в производстве говядины в молочном скотоводстве // Аграрная Россия. – 1999. – № 4. – С. 13-19.
5. Матвеев В.А., Галочкина В.П., Баранова И.А., Дворецкая Т.Н., Ельченинов Г.М. Влияние протеина с низкой распадаемостью в рубце на функциональную активность некоторых желез внутренней секреции и продуктивность откармливаемых бычков // Сб. трудов ВНИИ физиологии, биохимии и питания с. - х. животных. – 2002. – Т. XLI. – С. 97-105.
6. Матвеев В.А., Галочкина В.П., Коровяцкий А.М., Дворецкая Т.Н. Концентрация гормонов и показатели мясной продуктивности у откармливаемых бычков при использовании кормов с разной распадаемостью в рубце протеина // Мат. III научно-практ. конф.: «Перспективные направления в производстве и использовании комбикормов и балансирующих добавок». – Подольск-Дубровицы, 2003. – С. 97-99.
7. Погосян Д.Г. Переваримость нерасщепляемого в рубце протеина различных кормов в кишечнике растущих бычков: автореф. дисс... к.б.н. – Боровск, 1997. – 25 с.
8. Свиридова С., Дмитриев И., Джуламанов Б. Протеино-минеральные концентраты – резерв увеличения производства говядины // Молочное и мясное скотоводство. – 2002. – № 5. – С. 16-18.
9. Харитонов Е.Л., Материкин А.М. Принципы расчёта образования субстратов и метаболитов в желудочно-кишечном тракте жвачных животных // Доклады РАСХН. – 2001. – № 3. – С. 33-37.
10. Aldrich C.G., Merchen N.R., Nelson D.R., Barmore J.A. The effects of roasting temperature applied to whole soybeans on site of digestion in steers: II. Protein and amino acid digestion // J. Anim. Sci. – 1995. – Vol. 73. – No. 7. – P. 2131-2140.
11. Aldrich C.G., Merchen N.R., Parsons C.M., Hussein H.S., Ingram S., Clodfelter J.R. Assessment of post-ruminal amino acid digestibility of roasted and extruded whole soybeans with the precision-fed rooster assay // J. Anim. Sci. – 1997. – Vol. 75. – No. 11. – P. 3046-3051.
12. Bandyk C.A., Cochran R.C., Wickersham T.A., Titgemeyer E.C., Farmer C.G., Higgins J.J. Effect of ruminal vs post-ruminal administration of degradable protein on utilization of low-quality forage by beef steers // J. Anim. Sci. – 2001. – Vol. 79. – No. 1. – P. 225-231.
13. Beermann D.H., Robinson T.F., Knaus W.F., Fox D.G. Formulation of protein supplements to provide ideal amounts of absorbed amino acids in growing cattle // In: Proc. Cornell Nutr. Conf. Feed Manufact. – NY: Cornell University Publ., 1997. – P. 172-180.
14. Cooper R.J., Milton C.T., Klopfenstein T.J., Scott T.L., Wilson C.B., Mass R.A. Effect of corn processing on starch digestion and bacterial crude protein flow in finishing cattle // J. Anim. Sci. – 2002. – Vol. 80. – No. 3. – P. 797-804.
15. Leupp J.L., Lardy G.P., Soto-Navarro S.A., Bauer M.L., Caton J.S. Effects of canola seed supplementation on intake, digestion, duodenal protein supply, and microbial efficiency in steers fed forage-based diets // J. Anim. Sci. – 2006. – Vol. 84. – No. 2. – P. 499-507.

16. Orias F., Aldrich C.G., Elizalde J.C., Bauer L.L., Merchen N.R. The effects of dry extrusion temperature of whole soybeans on digestion of protein and amino acids by steers // *J. Anim. Sci.* – 2002. – Vol. 80. – No. 9. – P. 2493-2501.
17. Shain D.H., Stock R.A., Klopfenstein T.J., Herold D.W. Effect of degradable intake protein level on finishing cattle performance and ruminal metabolism // *J. Anim. Sci.* – 1998. – Vol. 76. – No. 1. – P. 242-8.
18. Zinn R.A., Alvarez E.G., Montano M.F., Plascencia A., Ramirez J.E. Influence of tempering on the feeding value of rolled corn in finishing diets for feedlot cattle // *J. Anim. Sci.* – 1998. – Vol. 76. – No. 6. – P. 2239-2246.

REFERENCES

1. Aldrich C.G., Merchen N.R., Nelson D.R., Barmore J.A. The effects of roasting temperature applied to whole soybeans on site of digestion in steers: II. Protein and amino acid digestion. *J. Anim. Sci.* 1995, 73(7): 2131-2140.
2. Aldrich C.G., Merchen N.R., Parsons C.M., Hussein H.S., Ingram S., Clodfelter J.R. Assessment of postruminal amino acid digestibility of roasted and extruded whole soybeans with the precision-fed rooster assay. *J. Anim. Sci.* 1997, 75(11): 3046-3051.
3. Bandyk C.A., Cochran R.C., Wickersham T.A., Titgemeyer E.C., Farmer C.G., Higgins J.J. Effect of ruminal vs postruminal administration of degradable protein on utilization of low-quality forage by beef steers. *J. Anim. Sci.* 2001, 79(1): 225-231.
4. Beermann D.H., Robinson T.F., Knaus W.F., Fox D.G. Formulation of protein supplements to provide ideal amounts of absorbed amino acids in growing cattle. In: *Proc. Cornell Nutr. Conf. Feed Manufact.* NY: Cornell University Publ., 1997, P. 172-180.
5. Cooper R.J., Milton C.T., Klopfenstein T.J., Scott T.L., Wilson C.B., Mass R.A. Effect of corn processing on starch digestion and bacterial crude protein flow in finishing cattle. *J. Anim. Sci.* 2002, 80(3): 797-804.
6. Galochkina V.P., Matveev V.A., Korovyatskii A.M., Dvoretzkaya T.N. [Concentration of glucose, hormones in the blood and the productivity of calves when grown for meat on the background of different levels of protein in the diet]. In: *Sbornik trudov VNIIFBiP (Proc. Inst. Physiol., Biochem. Nutr. Farm. Anim.)*. 2004, 43, P. 176-183.
7. Kalashnikov A.P. (Ed.). *Normy i ratsiony kormleniya sel'skokhozyaistvennykh zivotnykh* (Norms and diets for feeding farm animals). Moscow: Agropromizdat Publ., 2003, 430 p.
8. Kharitonov E.L., Materikin A.M. [Principles for calculating the formation of substrates and metabolites in the gastrointestinal tract of ruminant]. *Doklady Rossiiskoi Akademii Sel'skokhozyaistvennykh Nauk - Reports of Russian Agricultural Sciences*. 2001, 3: 33-37.
9. Kurilov P.N., Devyatkin V.A. [Efficiency of feed use, depending on the different ratio of easily and difficult to break down protein in the diet of cows]. In: *Sbornik trudov VNIIFBiP: "Proteinovoe pitanie i produktivnost' zhvachnykh zivotnykh"* (Proc. Inst. Physiol., Biochem. Nutr. Farm. Anim.: «Protein nutrition and ruminant productivity»). 1989, 36, P. 79-84.
10. Legoshin G.P. [Beef production technology in dairy cattle husbandry]. *Agrarnaya Rossiya - Agrarian Russia*. 1999, 4: 13-19.
11. Leupp J.L., Lardy G.P., Soto-Navarro S.A., Bauer M.L., Caton J.S. Effects of canola seed supplementation on intake, digestion, duodenal protein supply, and microbial efficiency in steers fed forage-based diets. *J. Anim. Sci.* 2006, 84(2): 499-507.
12. Matveev V.A., Galochkina V.P., Baranova I.A., Dvoretzkaya T.N., El'cheninov G.M. [The effect of protein with low disintegration in the rumen on the functional activity of some endocrine glands and the productivity of fattened bulls]. In *Sbornik trudov VNIIFBiP (Proc. Inst. Physiol., Biochem. Nutr. Farm. Anim.)*. Borovsk, 2002, XLI, P. 97-105.
13. Matveev V.A., Galochkina V.P., Korovyatskii A.M., Dvoretzkaya T.N. [Effect of low degradable protein on the functional activity of some endocrine glands and the productivity in fattening bulls]. *Mat. III nauchno-prakt. konf.: «Perspektivnye napravleniya v proizvodstve i ispol'zova-nii kombikormov i balansiruyushchikh dobavok»* (Promising areas in the production and use of animal feed and balancing additives). *Podol'sk-Dubrovitsy*. 2003, P. 97-99
14. Orias F., Aldrich C.G., Elizalde J.C., Bauer L.L., Merchen N.R. The effects of dry extrusion temperature of whole soybeans on digestion of protein and amino acids by steers. *J. Anim. Sci.* 2002, 80(9): 2493-501.
15. Pogosyan D.G. *Perevarimost' nerasshcheplyamogo v rubtse proteina razlichnykh kormov v kishhechnike rastushchikh bychkov* (Digestibility of a undegradable protein of various feeds in the intestine of growing bulls). Extended Abstract of Diss. Cand. Sci. Biol., Borovsk, 1997, 25 p.

16. Shain D.H., Stock R.A., Klopfenstein T.J., Herold D.W. Effect of degradable intake protein level on finishing cattle performance and ruminal metabolism. *J Anim Sci.* 1998, 76(1): 242-248.
17. Sviridova S., Dmitriev I., Dzhulamanov B. [Protein-mineral concentrates are a reserve for increasing beef production.]. *Molochnoe i myasnnoe skotovodstvo - Dairy and Meat Cattle Husbandry.* 2002. 5: 16-18.
18. Zinn R.A., Alvarez E.G., Montano M.F., Plascencia A., Ramirez J.E. Influence of tempering on the feeding value of rolled corn in finishing diets for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 1998, 76(6): 2239-2246.

Rumen digestion in growing and fattening bulls at different levels of metabolizable protein in the diet

Kharitonov E.L., Berezin A.S.

*Institute of Animal Physiology, Biochemistry and Nutrition – Branch of Ernst
Federal Science Center of Animal Husbandry, Borovsk, Kaluga Region, Russian Federation*

ABSTRACT. Strict coordination of the processes of rumen digestion and metabolism in ruminants is a prerequisite for achieving high efficiency of the use of feed nutrients and improving product quality. The aim of the study was to study the processes of fermentation in the rumen, digestibility and assimilation of nutrients in growing and fattening bulls of Aberdeen-Angus breed in stationary conditions, depending on the level of undegradable and metabolizable protein in the diet. Two experiments were carried out by the method of group-periods on 9 bulls, during the growing period at the age of 8-9 mo with an initial live weight (LW) 250 kg and during fattening period at the age of 9-11 mo with an initial LW of 360 kg; in each age group there were three periods (n=3 in each period). During the experiment, the bulls fed diets taking into account LW and the level of the planned daily LWG 1500 g. Within each technological period group (growing and fattening), the level of metabolizable protein (MP) in the diet was sequentially increased in one of groups by the introduction of feed additives with reduced protein degradability (soybean meal). During growing period, the ratio MP/ME in three groups was 8.1; 9.3 and 9.5. During fattening period, this ratio was 8.4, 9.0, and 9.2. At the age of 8-9 mo, with an average LW 300 kg and an average daily LWG 1500 g, bulls effectively used protein with MP level 8.1 g/MJ ME. With a further increase in the level of MP, the efficiency of protein use decreases, which allows to recommend the MP level 8.1 g/MJ ME during this period. At the age of 9-11 mo, with an average LW 400 kg and an average daily LWG 1500 g, the calves effectively used protein with MP level 8.4 g/MJ ME. An increase in the dietary level of MP from 8.4 to 9.2 g/MJ ME was accompanied by a decrease in the efficiency of protein use, which allows to recommend a higher content of MP in the diet during this period compared with growing period, i.e. at the level 8.4 g/MJ ME.

Keywords: growing and fattening bulls, Aberdeen-Angus breed, rumenal digestion, norms of non-degradable and metabolic protein

Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh - Problems of Productive Animal Biology, 2019, 4: 64-72

Поступило в редакцию: 14.10.2019

Получено после доработки: 05.11.2019

Харитонов Евгений Леонидович, д.б.н., дир., тел. 8(495)546-41-51; evgenijkharito@yandex.ru;
Березин Александр Сергеевич, н.с.