

УДК 636.2.084.52:612.320:612.398:636.085.25
DOI: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2023.1.63-73

**ВЛИЯНИЕ РАЗНОГО УРОВНЯ РАСПАДАЕМОГО ПРОТЕИНА В РАЦИОНАХ
С НАТИВНЫМ И ГРАНУЛИРОВАННЫМ ПОДСОЛНЕЧНЫМ ШРОТОМ
НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРОДУКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ У БЫЧКОВ,
ВЫРАЩИВАЕМЫХ НА МЯСО**

¹Василевский Н.В., Березин А.С., Лысова Е.А.¹, Ушаков А.С.¹,
Сметанина И.В.¹, Демьянов А.В.²

¹ВНИИ физиологии, биохимии и питания животных – филиал ФИЦ
животноводства – ВИЖ им. Л.К. Эрнста, Борзовск, Калужская обл.;

²Белгородский ГАУ, Белгород, Российская Федерация

При разработке систем рационального питания крупного рогатого скота большое значение имеет наличие надёжных данных о распадаемости протеина корма в рубце и поступлении в кишечник микробного белка. Цель исследования – определить параметры рубцового пищеварения, переваримость и усвоение питательных веществ у бычков, выращиваемых на мясо, на рационах с разным уровнем распадаемого протеина (РП). На трёх группах бычков чёрно-пестрой породы (n=3), сформированных в возрасте 8 мес., проведено два опыта в периоды выращивания и откорма на рационах с нативным и гранулированным подсолнечным шротом. В предварительном исследовании величины РП и переваримости нераспавшейся части в кишечнике для нативного подсолнечного шрота были на уровне 82 и 84%, а для гранулированного шрота – 47 и 87% соответственно. Продолжительность исследования на бычках 155 сут. Расчётные величины РП рационов в период доращивания на силосном рационе в I, II и III группах – 65, 60 и 55% и в период откорма (на зелёной массе) – 69, 65 и 62% соответственно. Во II и III группах в период откорма уровень аммиака рубце был ниже, чем в I группе (P<0,05). Не выявлено межгрупповых различий по рН, составу и концентрации ЛЖК в рубцовом содержимом в опытных группах во все периоды опыта. Отложение азота в теле возрастало при снижении РП в рационах, наиболее существенные изменения отмечены во II группе в период откорма (P<0,05), в основном, за счёт сниженного выделения азота с мочой. Заключение, что снижение уровня РП в рационах с 65 до 60% за счёт замены части нативного подсолнечного шрота на гранулированный обеспечивает увеличение прироста живой массы (P<0,05), а снижение РП 55% нивелирует полученный эффект.

Ключевые слова: бычки, рубцовое пищеварение, протеиновое питание, кукурузный шрот, распадаемость протеина

Проблемы биологии продуктивных животных, 2023, 1:63-73

Введение

Производство говядины в большинстве стран с развитым скотоводством базируется на интенсивном выращивании и откорме 2. При этом оптимальным считается количество зерновых концентратов в рационе, соответствующее 50-55% обменной энергии (ОЭ) рациона. В этих условиях в рубце интенсивно протекают микробиологические процессы, что обеспечивает наращивание микробной массы, которая после переваривания в кишечнике, наряду с переваримым нераспавшимся протеином корма (НРП), служит источником аминокислот (обменного белка, ОБ) для обеспечения метаболических процессов в организме. При высокой интенсивности роста в периоды выращивания и интенсивного накопления мышечной массы (начальный период откорма), требуется повышенное количество НРП и микробного белка для удовлетворить потребности растущего организма в аминокислотах (Aldrich, 1997; Olson, 1999; Bandyk, 2001). Учитывая, что возможности синтеза микробного белка в рубце ограничены, для получения высоких привесов

необходимо увеличивать количество ОБ за счёт поступления в кишечник нераспавшегося переваримого протеина.

В периоды интенсивного выращивания потребность в ОБ обусловлена тем, что молодые животные обладают высокой способностью к белковому синтезу, хорошо используют протеин корма для формирования мышечной ткани, дают высокие приросты ЖМ при относительно небольших затратах энергии и эффективном использовании протеина корма, и приросты ЖМ в большей мере обусловлены накоплением белка и в меньшей степени – жира (Галочкина, 2006).

На заключительных стадиях откорма интенсивность отложения белка в мышцах снижается (Матвеев, Галочкина и др., 2002); при этом возрастает количество энергии, отложенной в жире, и, наоборот, уменьшается удельный вес энергии протеина (Алиев и др., 1997), но из-за большой мышечной массы увеличиваются количество отложенного белка и потребность на поддержание, поэтому потребность в обменном белке с возрастом может и не снижаться.

Молодняк мясных пород при интенсивном выращивании и откорме способен проявить высокие показатели скорости роста и качества мяса (Фомичев, 1998; Акчурина, 2000). В условиях одинакового содержания в рационе энергии и сырого протеина, использование кормов с пониженной распадаемостью протеина и крахмала в рубце позволяет получить дополнительно высококачественную говядину от бычков молочных пород. В частности, в условиях 3,5-месячного дифференцированного питания от каждого бычка было получено дополнительно 11,9 кг мяса (Галочкина, 2006).

При включении в рацион 0,25 кг рыбной муки в сочетании с 0,75 кг кормовой патоки, интенсивность роста бычков была на 4% выше по сравнению с дачей животным 0,4 кг подсолнечного шрота с кормовой патокой и на 11% выше, чем в контроле, при скормливании ячменной дерти (Мещеряков и др., 2008). Установлено, что использование труднодеградируемых источников протеина в рационах интенсивно растущих бычков в разные периоды откорма способствует увеличению живой массы животных на 6,5-20% и выходу мякоти в тушах на 4% (Погосян, 1997; Матвеев., 2003; Галочкина, 2004; Leupp, 2006).

Постоянно совершенствуются технологии обработки известных белковых кормовых средств (в том числе, подсолнечного шрота), в результате которой происходит снижение уровня распадаемого протеина и повышается доля нераспадаемого протеина (Orias, 2002; Shain, 1998; Zinn, 1998). В связи с этим, необходимо проведение исследований по оптимизации протеинового питания бычков в период интенсивного дорастивания и откорма с целью обеспечения оптимального уровня распадаемого и нераспадаемого протеина в рационе и повышения эффективности производства говядины за счёт повышения продуктивности животных и снижения себестоимости использованных кормов.

Целью данной работы было изучить процессы ферментации в преджелудках, переваримость и усвоение питательных веществ у бычков в периоды выращивания и откорма на рационах с разным уровнем распадаемого протеина при включении в рацион гранулированного подсолнечного шрота.

Материал и методы

В опытах использованы бычки чёрно-пестрой породы в возрасте 8 мес. Из 9 животных методом триплетов – аналогов было сформировано 3 группы животных. Содержание животных в одинаковых условиях, освещенность, уровень влажности и температуры в соответствии требованиями ветеринарно-санитарного надзора. Продолжительность исследования 155 сут. Животные всех групп получали основной рацион, сбалансированный по питательным веществам согласно существующих норм для молодняка при интенсивном выращивании и откорме (Калашников и др., 2003). Различия между группами по содержанию распадаемого протеина достигались путём введения в состав зерновой смеси различного количества нативного и гранулированного подсолнечного шрота.—Нативный шрот был подвергнут гранулированию, параметры которого производителем не разглашались, а настоящее исследование проводилось на

коммерческой основе с целью проверки разрабатываемого продукта. В процессе проведения исследований рацион корректировали в соответствии с достигнутой средней живой массой животных (табл. 1).

Таблица 1. Состав рационов в периоды выращивания и откорма

Корма (кг)	Группы		
	I (РСП 65%)	II (РСП 60%)	III (РСП 55%)
1 период (48 суток)			
Силос кукурузный	10,0	10,0	10,0
Сено	1,0	1,0	1,0
Комбикорм	3,5	3,5	3,5
Шрот подсолнечный (нативный)	0,50	0,25	-
Шрот подсолнечный (обработанный)	-	0,25	0,50
2 период (46 суток)			
Зеленая смесь	12,0	12,0	12,0кг
Сено	1,0	1,0	1,0
Комбикорм	3,5	3,5	3,5
Шрот подсолнечный (нативный)	0,80	0,4	-
Шрот подсолнечный (обработанный)	-	0,4	0,80
3 период (62 суток)			
Зеленая смесь	16,0	16,0	16,0кг
Сено	1,0	1,0	1,0
Комбикорм	5,2	5,2	5,2
Шрот подсолнечный (нативный)	1,0	0,5	0
Шрот подсолнечный (обработанный)	0	0,5	1,0
4 период (30 суток)			
Зеленая смесь	18,0	18,0	18,0
Сено	1,0	1,0	1,0
Комбикорм	6,0	6,0	6,0
Шрот подсолнечный (нативный)	2,4	1,2	0
Шрот подсолнечный (обработанный)	0	1,2	2,4

Характеристика рационов на период проведения балансовых исследований приведена в табл. 2. Для оценки интенсивности роста животных ежемесячно проводили взвешивание и промеры бычков. В начале и конце периода выращивания проведены балансовые опыты для определения переваримости питательных веществ. В конце каждого балансового опыта проведен отбор проб крови из яремной вены и рубцового содержимого через 3 часа после утреннего кормления. В образцах крови определяли показатели биохимического состава: глюкозу, суммарные триглицериды, мочевины, АЛТ, АСТ, билирубин, фракции холестерина (ЛПВП, ЛПНП), анализировали клеточный состав крови. В пробах содержимого рубца определяли параметры рубцового метаболизма: рН, уровень и соотношение ЛЖК, концентрацию аммиака, количество бактерий и инфузорий, а также амилазную и целлюлозолитическую активность (Курилов Н.В. Методы исследования пищеварения. 1975). Распадаемость сырого протеина изучаемых кормов определяли в лабораторных условиях после взятия проб рубцового содержимого через зонд (Курилов 1978).

Результаты и обсуждение

Изучение распадаемости сырого протеина кормов методом инкубации в содержимом рубца показало, что распадаемость протеина нативного подсолнечного шрота была на уровне 82% при переваримости в кишечнике нераспавшейся части 84%, а гранулированного – на уровне 47% при переваримости в кишечнике 87%. С учётом ранее оцененных показателей распадаемости протеина других кормов рациона, определена распадаемость протеина рационов в период выращивания на силосном рационе – 65% в первой группе, 60% во второй и 55 в третьей. В период откорма (на зелёной массе) распадаемость протеина рационов снижалась в трёх группах с 69% до 65 и 62%, соответственно.

Таблица 2. Состав рационов в период проведения балансовых опытов, г/сутки.

Вид корма	СВ	зола	ОВ	ВЭ, МДж	СП	СЖ	СК	БЭВ
1-й период выращивания. I группа.								
Силос	3420	161	3259	59	321	425	968	1545
Сено	844	47	797	14	79	105	239	374
Комбикорм	3061	81	2980	50	376	312	730	1305
Шрот нативный	439	30	409	8	155	37	106	111
Шрот гранулированный								
Всего	7764	319	7445	130	931	878	2043	3335
1-й период выращивания. II группа.								
Силос	3420	161	3259	59	321	425	968	1545
Сено	844	47	797	14	79	105	239	374
Комбикорм	3061	81	2980	50	376	312	730	1305
Шрот нативный	219	15	204	4	78	18	53	55
Шрот гранулированный	219	15	203	4	77	17	45	64
Всего	7763	319	7444	130	930	876	2035	3344
1-й период выращивания. III группа.								
Силос	3420	161	3259	59	321	425	968	1545
Сено	844	47	797	14	79	105	239	374
Комбикорм	3061	81	2980	50	376	312	730	1305
Шрот нативный								
Шрот гранулированный	438	31	407	8	153	34	91	129
Всего	7762	319	7443	130	929	875	2028	3353
2-й период выращивания. I группа.								
Зелёная масса	2880	252	2628	47	366	98	741	1423
Сено	844	47	797	14	107	29	217	444
Комбикорм	5248	140	5108	85	646	534	1251	2237
Шрот подс. нативный	2106	144	1962	36	372	176	509	531
Шрот подс. гранулированный								
Всего	11077	582	10495	183	1491	838	2718	5448
2-й период выращивания. II группа.								
Зелёная масса	2880	252	2628	47	366	98	741	1423
Сено	844	47	797	14	107	29	217	444
Комбикорм	5248	140	5108	85	646	534	1251	2237
Шрот подс. нативный	1053	72	981	18	186	88	254	265
Шрот подс. гранулированный	1050	74	976	18	183	81	217	309
Всего	11074	584	10491	183	1488	831	2681	5491
2-й период выращивания. III группа.								
Зелёная масса	2880	252	2628	47	366	98	741	1423
Сено	844	47	797	14	107	29	217	444
Комбикорм	5248	140	5108	85	646	534	1251	2237
Шрот подс. нативный								
Шрот подс. гранулированный	2100	148	1952	37	366	162	435	619
Всего	11071	586	10486	183	1485	824	2644	5553

В табл. 3 приведены результаты измерения живой массы и обхвата грудины за лопатками у бычков на протяжении всего периода исследований. Ввиду большой погрешности измерения живой массы из-за вариаций в потреблении корма, воды, в выделениях кала и мочи, статистический анализ не выявил существенных различий между опытными группами по живой массе и по промерам (обхват грудины). Применение двухвыборочного t -критерия для зависимых выборок (сопряжённых по показателю начальной живой массы) выявило различие по приросту живой массы между I и III группами ($P < 0.05$). Хорошие результаты обеспечило также сопряжение выборок по средней живой массе за опыт; при этом выявлены различия между I и II, а также между II и III группами ($P < 0.05$).

Изучение показателей рубцовой ферментации показало, что в рубце бычков по мере снижения в рационе распадаемости протеина снижается уровень аммиака; статистически значимый эффект зафиксирован в период откорма (табл. 8). Величины концентрации ЛЖК и их

состав, а также рН в рубце во все периоды опыта в опытных группах находились на одном уровне. Эти данные косвенно свидетельствуют об отсутствии различий в процессах микробного синтеза и, соответственно, одинаковом вкладе микробного белка в общий фонд обменного белка во всех периодах в обоих опытах. Это подтверждается данными по количеству микроорганизмов в рубце подопытных бычков и их активности (табл. 5).

Таблица 3. Живая масса и обхват грудины за лопатками у бычков в разные периоды исследования (n=3; M± m).

Сроки эксперимента, сут. (0 – в возрасте 8 мес.)	Группы					
	I (РСП 65%-68%)		II (РСП 60%-65%)		III (РСП 55%-62%)	
	Живая масса, кг	Обхват грудины, см	Живая масса, кг	Обхват грудины, см	Живая масса, кг	Обхват грудины, см
0	199±7	142±7	197±8	141±5	199±4	142±3
31	255±13	150±3	235±16	149±4	246±5	149±3
64	291±14	155±3	268±17	156±6	277±3	158±1
93	333±12	160±2	305±18	159±3	312±10	165±4
122	368±12	168±3	365±14	167±3	360±7	168±3
155	400±7		410±13		407±5	

Среднесуточный прирост ЖМ в группах (табл. 4) оценивали по наклону линейного тренда, построенного по данным пятикратного взвешивания за весь период выращивания и откорма.

Таблица 4. Среднесуточный прирост живой массы за весь период выращивания (M± m; n=3)

Группы	Начальная ЖМ, кг	Конечная ЖМ, кг	Ср. прирост за 155 суток	Ср. сут. прирост по линии тренда ⁺
I (РСП 65-69%)	199±7	400±7	1.30±0.01	1.28
II (РСП 60-64%)	197±8	410±5	1.37±0.03	1.38*
III (РСП 55-62%)	199±4	407±13	1.34±0.05	1.31

Примечания: *P<0.05 по *t* –критерию при сравнении с группами I и III/ ⁺ Расчёт среднесуточного прироста как отношения разницы между конечной и первоначальной ЖМ к длительности всего периода недостаточно отражает реальную ситуацию, поскольку дисперсия значений ЖМ большая, так как при вычитании значений ЖМ в конце и начале периода величины стандартной ошибки складываются.

Таблица 5. Показатели ферментации рубцового содержимого в период балансовых опытов (n=3; M± m)

Показатели	Периоды опыта					
	Выращивание, группы			Откорм, группы		
	I	II	III	I	II	III
рН	6,93±0,03	6,84±0,11	7,06±0,11	6,88±0,02	6,78±0,05	6,68±0,07
Концентрация аммиака, мг/100 мл	9,73±2,14	9,05±0,91	11,3±1,0	16,87±1,3	14±0,8 ¹	13,2±1 ¹
ЛЖК, ммоль/100 мл	10,8±0,9	9,57±1,49	8,73±0,96	11,2±0,6	11,0±0,3	11,3±0,3
Ацетат, %	70,2±0,3	70,7±0,1	72,4±0,3	66,9±0,6	64,3±1,3	65,8±0,9 ²
Пропионат, %	15,4±0,3	15,1±0,2	14,8±0,1	20,3±0,8	22,3±1,5	21,1±0,3
Бутират, %	14,4±0,3	14,3±0,2	12,8±0,2	12,8±0,5	13,4±0,2	13,1±1,2
Количество микроорганизмов, млрд/мл	4,65±0,27	4,88±0,21	3,82±0,46	7,7±0,2	8,5±0,3	7,6±0,5
Количество простейших, тыс/мл	512±16	313±15	413±17	593±6,7	595±5	667±17 ^{1,2}
Амилитическая активность, ед./мл	21,1±1,0	20,4±1,4	20,0±1,1	27,8±1,8	27,2±0,2	25,6±1,6
Целлюлолитическая активность, %	8,75±2,17	8,69±1,72	10,1±2,4	9,8±1,8	9,3±1,4	10,3±1,6

Примечания: здесь и далее в таблицах: ¹ P<0.05 по *t* –критерию при сравнении с группой I, ² P<0.05 при сравнении различия с группой II.

По переваримости питательных веществ в ЖКТ в периоды выращивания и откорма существенных межгрупповых различий не выявлено (табл. 6, 7).

Таблица 6. *Переваримость питательных веществ в ЖКТ в период выращивания* (M±m; n=3)

Показатели	Группы					
	I		II		III	
	Переварено, г	Переваримость, %	Переварено, г	Переваримость, %	Переварено, г	Переваримость, %
Сухое вещество	5618±229	72,3±2,5	5656±162 ^{1,3}	72,8±1,8	5588±305	72,0±2,8
Органическое вещество	5499±139	73,8±1,8	5516±117	74,1±1,5	5479±195	73,6±2,1
Сырой протеин	595,4±17	63,6±1,1	585,9±37	63,0±2,3	575,2±44	61,9±2,6
Сырая клетчатка	1273±57	62,3±2,6	1276±38	62,7±1,7	1308±72	64,5±2,9
Сырая зола	433±96	27,3±6,0	280±46*	18,0±3,0*	328±127	22,2±8,5
Сырой жир	649±19	73,9±5,5	667,4±22	76,1±6,5	660,5±21	75,5±3,9
БЭВ	2985±78	83±0,8	2986±32	82,8±1,8	2934±102	81,2±2,5

Для оценки использования протеина кормов в организме бычков, во все периоды выращивания определяли баланс азота. При практически идентичном фактическом потреблении сырого протеина, в двух периодах наблюдалось разное количество азота, выделенного с мочой, из-за разной распадаемости протеина в рубце и образовании аммиака при его распаде. При снижении распадаемости происходило снижение выделения азота с мочой на фоне одинакового выделения азота с калом в абсолютном выражении и в процентах от принятого и переваренного. Наиболее выраженные изменения отмечены в период откорма. В период выращивания потери азота с мочой были минимальными в III группе, в период откорма наилучшие показатели отмечены для II группы. Отложение азота в теле возрастало при снижении распадаемости протеина в рационах, наиболее существенные изменения отмечены во II группе в период откорма ($P<0.05$), в основном, за счёт сниженного выделения азота с мочой (табл. 8).

Таблица 7. *Переваримость питательных веществ в ЖКТ в период откорма* (M±m; n=3)

Показатели	Группы					
	I		II		III	
	Переварено, г	Переваримость, %	Переварено, г	Переваримость, %	Переварено, г	Переваримость, %
Сухое вещество	7122±233	64,3±1,7	7065±234	63,8±1,6	7074±370	63,9±2,1
Органическое вещество	6863±247	65,4±1,9	6724±231	64,1±1,8	6732±363	64,2±2,2
Сырой протеин	920±67	61,7±4,5	919±35	61,8±1,8	910±74	61,3±3,4
Сырая клетчатка	1451±43	53,4±3,6	1412±33	52,7±2,4	1409±54	53,3±2,8
Сырая зола	242±13	41,6±3,5	243±11	42,7±2,5	230±7	39,2±1,8
Сырой жир	638±26	76,1±3,9	6411±9,1	77,1±2,5	644,3±18	78,2±1,7
БЭВ	3977±167	73±2	3909±237	71,2±3,3	4120±251	74,2±3,8

В целом, скармливание комбикормов с пониженной распадаемостью протеина способствует увеличению отложения азота в организме животных и снижению потерь азота с мочой от общего их количества принятого с кормами, что свидетельствует о целесообразности использования этого технологического приёма в кормлении молодняка крупного рогатого скота.

Анализ материалов респираторных исследований и данные по балансу энергии (табл. 9) не выявил сдвигов в показателях, которые могут указывать на избыток протеина у бычков опытных групп в период выращивания (снижение вентиляции легких, повышение теплопродукции);

полученные данные свидетельствуют о достаточном его уровне в период откорма (эффективность использования обменной энергии на прирост сохраняется на уровне контроля).

Таблица 8. *Баланс азота бычков в период выращивания и откорма* (n=3; M± m)

Показатели / группы	Период выращивания, группы			Период откорма, группы		
	I	II	III	I	II	III
Принято азота с кормом, г	149,0±0,5	148,8±0,2	148,6±0,3	238,5±0,8	238,1±0,4	237,6±0,2
Выделено азота с калом, г	54,2±2,2	55,5±1,4	56,6±0,9	91,2±3,1	91,0±2,8	92,0±3,4
Выделено азота с мочой, г	31,0±2,3	28,3±1,9	26,1±2,4 ¹	73,0±2,7	62,0±3,4 ¹	65,0±2,1 ¹
% от принятого	20,8	19,05	17,53	30,6	26,0	27,3
% от переваренного	32,7	30,2	28,3	49,5	42,1	44,6
Переварено в ЖКТ, г	94,7±2,4	93,7±1,6	92,0±2,1	147±4	147±3	146±2
Использовано на отложение, г	63,4±1,4	65,4±2,2	65,4±1,8	74,3±2,7	85,1±3,4 ¹	80,6±4,2
% от принятого	42,6	43,9	44,3	31,1	35,7	33,9
% от переваренного	66,9	69,7	71,7	50,4	57,8	55,3

Данные по балансу энергии показывают, что потребление валовой энергии во всех группах во все периоды опыта было фактически одинаковым. Энергия перевариваемых питательных веществ во II и III группах различалась незначительно и не превышала уровень её в контрольной группе. Потери энергии с мочой во II и III группах были меньше, чем в контроле, на 27%. Уровень обменной энергии у бычков II и III групп был выше в сравнении с контролем на 3,2%. Таким образом, включение в состав рациона кормов с пониженной распадаемостью протеина не влияет на распределение энергии и её использования в организме бычков, но способствует снижению потерь энергии с мочой, что свидетельствует о более эффективном использовании азота.

В период откорма отмечены те же тенденции в газообмене и обмене энергии, как и в период выращивания (табл. 10).

Таблица 9. *Баланс энергии у бычков в период выращивания* (n=3; M± m)

Показатели, МДж/сут	Группы		
	I	II	III
Валовая энергия корма	130±1	130±0,4	130±1
Энергия кала	36,4±0,9	36,6±0,6	37,3±1,4
Энергия перевариваемых питательных веществ	93,9±0,9	93,8±0,5	93,1±1,5
Потери энергии с метаном и теплотой ферментации	15,2±0,1	15,8±0,9	15,9±0,6
Энергия мочи	1,5±0,5	1,1±0,7	1,1±0,3
Обменная энергия	92,4±1,1	92,7±1,4	91,9±1,2
Литраж, л/мин	70±1	68±4	69±2,5
Поглощение O ₂ , л/мин	1,53±0,05	1,60±0,02	1,58±0,3
Выделение CO ₂ , л/мин	1,48±0,06	1,54±0,07	1,52±0,05
Дыхательный коэффициент	0,96±0,01	0,96±0,01	0,95±0,01

Таблица 10. *Баланс энергии у бычков в период откорма* (n=3; M± m)

Показатели, МДж/сут	Группы		
	I	II	III
Валовая энергия корма	181±2	182±2	182±7
Валовая энергия кала	60,8±2,5	52,2±3,1	59,3±0,5
Энергия перевариваемых питательных веществ	120±4	130±5	123±7
Потери энергии с метаном и теплотой ферментации	19,5±0,7	21,1±0,8	20±1
Энергия мочи	4,5±0,4	3,4±0,1	3,8±0,3
Обменная энергия	96,2±3,3	106±4	99,4±5,6
Литраж, л/мин	87±1	86±4	87±2,5
Поглощение O ₂ , л/мин	2,60±0,11	2,47±0,04	2,58±0,30
Выделение CO ₂ , л/мин	2,51±0,15	2,34±0,05	2,42±0,04
Дыхательный коэффициент	0,96±0,02	0,95±0,01	0,96±0,02

Изученные показатели крови находились в пределах физиологической нормы (табл. 11). Снижение распадаемости протеина в рационах сопровождалось снижением концентрации мочевины в крови, особенно в III группе, в оба периода опыта.

Таблица 11. Биохимические показатели крови бычков через 3 часа после утреннего кормления в период выращивания и откорма ($M \pm m$, $n=3$)

Показатели	Периоды опыта					
	Выращивание, группы			Откорм, группы		
	I	II	III	I	II	III
Общий белок, г/л	53,3±0,5	55,3±2,1	53,7±0,7	55,9±1,6	56,4±2,9	53,6±2,5
Мочевина, М	3,21±0,2	3,61±1,3	2,73±1,1	10,2±1,4	9,0±1,4	7,25±0,7
Креатинин, М	81,0±9,3	68,9±0,7	69,5±3,7	97,3±0,9	90,0±4,9	91,8±0,5
Глюкоза, мМ	5,64±0,30	5,56±0,17	5,11±0,16	5,18±0,21	5,51±0,60	4,71±0,27
Триглицериды, мМ	0,27±0,02	0,32±0,03	0,27±0,01	±	±	±
Холестерин, мМ	1,84±0,24	1,78±0,12	1,88±0,13	2,06±0,23	2,45±0,04	2,06±0,05
ХЛПВП, мМ	0,74±0,02	0,69±0,04	0,66±0,09	0,55±0,02	0,49±0,1	0,68±0,15
ХЛПНП, мМ	0,94±0,14	0,92±0,08	1,04±0,06	1,24±0,18	1,51±0,06	1,28±0,10
Билирубин прямой, мМ	0,23±0,05	0,35±0,01	0,63±0,04	0,42±0,16	0,57±0,09	0,49±0,02
Билирубин общий, мМ	0,64±0,07	0,63±0,11	0,63±0,16	0,64±0,12	0,4±0,18	0,57±0,12
АЛТ, мкат/л	25,0±3,8	24,4±1,3	24,4±0,6	26,8±2,9	25,3±1,2	23,8±2,6
АСТ, мкат/л	63,7±4,7	63,3±5,3	65,7±3,1	60,9±4,1	60,4±9,2	56,0±3,7
Щелочная фосфатаза, мкат/л	251±22	195±10	179±24,	±	±	±

У животных опытных групп был повышен гематокрит (повышенное содержание в крови эритроцитов и гемоглобина) и что свидетельствует о лучшем обеспечении потребности в ОП у этих животных (табл. 12).

Таблица 12. Показатели клеточного состава крови в период выращивания и откорма бычков ($M \pm m$, $n=3$)

Показатели	Периоды опыта					
	Выращивание, группы			Откорм, группы		
	I	II	III	I	II	III
Лейкоциты, $\times 10^9$	85,1±18,2	98,7±7,2	87,8±6,4	73,5±6,9	90,5±4,1	87,8±11,2
Лимфоциты, $\times 10^9$	66,2±16,4	80,6±7,4	73,8±11,7	61,7±10,0	75,4±14,2	69,8±8,9
Моноциты, $\times 10^9$	3,5±2,0	4,6±1,4	2,0±1,2	1,67±0,76	2,0±1,4	1,6±0,17
Гранулоциты, $\times 10^9$	10,4±0,1	13,4±1,6	9,6±1,8	8,6±1,3	10,3±2,9	7,1±2,9
Эритроциты, $\times 10^{12}$	6,50±0,02	7,7±0,7 ¹	7,2±0,6	7,0±0,1	7,6±0,3 ¹	7,7±0,6
Гемоглобин, г/л	107±4	119±6 ¹	118±4 ¹	106±3	118±1 ¹	123±8 ¹
гематокрит	29,3±1,1	34,5±2,3	32,3±2,3	30,8±1,3	31,5±0,7	34,4±2,1
Тромбоциты, $\times 10^9$	347±29	645±78	286±34	387±70	370±35	522±86
тромбоцит	0,14±0,01	0,31±0,04	0,14±0,02	0,18±0,03	0,13±0,06	0,25±0,04

Результаты разделки туш бычков показали, что туши имели равномерный жировой облив. Патологических изменений во внутренних органах не установлено. По выходу мяса и по его технологическим свойствам существенных межгрупповых различий не выявлено.

Заключение

Установлено, что снижение распадаемости протеина до уровня 60% за счёт замены части нативного подсолнечного шрота на гранулированный обеспечивает существенное повышение среднесуточного прироста живой массы (до 100 г/сут.) в сравнении с уровнем распадаемости 65% СП в основном рационе. Отложение азота в теле было максимальным при распадаемости протеина рациона 60% в период откорма за счёт сниженного выделения азота с мочой. Уменьшение распадаемости протеина рациона до у 55% снижает выраженность этого эффекта.

Список литературы

1. Акчурина Ф. Влияние генотипа и пола молодняка на выход и качество говядины. // Молочное и мясное скотоводство. 2000. №7. С. 4-5.
2. Алиев А.А. Обмен липидов. // В кн.: Обмен веществ и продуктивность жвачных животных (А.А. Алиев, Димов В., ред.). М.: НИЦ Инженер. 1997. 419 с.
3. Асатиани В.С. Новые методы биохимической фотометрии. М.: Наука. 1965. 543 с.
4. Харитонов Е.Л. Комплексные исследования процессов рубцового и кишечного пищеварения у жвачных животных в связи с прогнозированием образования конечных продуктов переваривания кормов: автореф. дисс. ... д.б.н. Боровск, ВНИИФБиП, 2003. 51 с.
5. Галочкина В.П. Влияние факторов питания на интенсивность роста и качество продукции бычков, выращиваемых на мясо. // Сб. научных трудов ВНИИ физиологии, биохимии и питания с.х. животных. Боровск. 2006. Т. XLV. С. 85-108.
6. Галочкина В.П. Влияние кормов с низкой распадаемостью протеина в рубце на продуктивность откармливаемых бычков. // Зоотехния. 2006, № 9. С. 12-14.
7. 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 их рационе. // Сб. научных трудов ВНИИФБиП. 2004. Т. 43. С. 176- 183.
8. Калашников А.П., Фисинин В.И., Щеглов В.В и др. Нормы и рационы кормления с.-х. животных. Москва: 2003. 456 с.
9. 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. научных трудов ВНИИФБиП, 2002. Т. XLI. С. 97-105.
10. 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. // Перспективные направления в производстве и использовании комбикормов и балансирующих добавок: Материалы III научно-практической конференции. Подольск-Дубровицы, ВИЖ, 2003. С. 97-99.
11. Мещеряков А.Г. Научные и практические подходы рационального использования кормового протеина в рационах мясного скота с учётом особенностей его метаболизма; автореф. дисс... д.б.н. Оренбург, 2008. с.128.
12. Погосян Д.Г. Переваримость нерасщепляемого в рубце протеина различных кормов в кишечнике растущих бычков: автореф. дис... к.б.н. Боровск, ВНИИФБиП, 1997. 25 с.
13. Фомичев Ю.П. Эффективность выращивания и интенсивного откорма молодняка крупного рогатого скота. // Молочное и мясное скотоводство. 1998. №4. С. 14-16.
14. 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. Vol. 75. nr 11. P. 3046-3051.
15. 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. Vo32 nr 4 P. 356-363.
16. 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 J microbial efficiency in steers fed forage-based diets. // J. Anim. Sci. 2006. Vol. 84. nr 2. P. 499-507.
17. Olson K.C., Cochran R.C., Jones T.J., Vanzant E.S., Titgemeyer E.C., Johnson D.E. Effects of ruminal administration of supplemental degradable intake protein and starch on utilization of low-quality warm season grass hay by beef steers. // J. Anim. Sci. 1999. Vol. 77. nr 4. P. 1016-1025.
18. 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. nr 9. P. 2493-2501.
19. 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. nr 1. P. 242-248.
20. 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. nr 9. P. 2239-2246.

References (for publications in Russian)

1. Akchurina F. [Effect of the genotype and sex of young animals on the yield and quality of beef]. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* (Dairy and beef cattle breeding). 2000. 7: 4-5.
2. Aliev A.A. [Lipid metabolism]. In: *Obmen veshchestv i produktivnost' zhvachnykh zivotnykh* (Metabolism and productivity of ruminants (A. Aliev, V. Dimov, eds). Moscow: NITs Inzhener, 1997. 419 p.
3. Asatiani V.S. *Novye metody biokhimicheskoi fotometrii* (New methods of biochemical photometry). Moscow: Nauka Publ., 1965. 543 p.
4. Fomichev Yu.P. [Efficiency of growing and intensive fattening of young cattle]. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* (Dairy and beef cattle husbandry). 1998. 4: 14-16.
5. Galochkina V.P. [Influence of nutritional factors on the intensity of growth and product quality of bull-calves grown for meat]. In: *Sbornik nauchnykh trudov VNII fiziologii, biokhimii i pitaniya zivotnykh* (Proceedings of Institute of Animal Physiology, Biochemistry and Nutrition). Borovsk, 2006. Vol. XLV. P. 85-108.
6. Galochkina V.P. [Effect of feeds with low protein degradability in the rumen on the productivity of fattening bulls]. *Zootekhnika* (Zootechnics). 2006. 9: 12-14.
7. Galochkina V.P., Matveev V.A., Korovyatskii A.M., Dvoretzkaya T.N. [Blood levels of glucose, hormones and productivity of bulls growing for meat against the background of different levels of diet protein]. *Sbornik nauchnykh trudov VNII fiziologii, biokhimii i pitaniya* (Proceedings of Institute of Animal Physiology, Biochemistry and Nutrition). Borovsk, 2004. 43: 176-183.
8. Kharitonov E.L. *Kompleksnye issledovaniya protsessov ruvtsovogo i kischechnogo pishchevareniya u zhvachnykh zivotnykh v svyazi s prognozirovaniem obrazovaniya konechnykh produktov perevarivaniya kormov* (Comprehensive studies of the processes of cecotricial and intestinal digestion in ruminants in connection with the prediction of the formation of end products of feed digestion). Extended Abstr. Diss. Dr. Sci. Biol. Borovsk, 2003. 51 p.
9. Kalashnikov A.P., Fisinin V.I., V.V. Sheglov V.V et al. *Normy i ratsiony kormleniya s.-kh. zivotnykh* (Norms and diets of animals feeding). Moscow: 2003. 456 p.
10. Matveev V.A., Galochkina V.P., Baranova I.A., Dvoretzkaya T.N., El'cheninov G.M. [Effect of protein with low ruminal degradability on the functional activity of some endocrine glands and the productivity of fattening bulls]. *Sbornik nauchnykh tudov VNII fiziologii, biokhimii i pitaniya* (Proceedings of Institute of Animal Physiology, Biochemistry and Nutrition). Borovsk, 2002. Vol. XLI. P. 97-105.
11. Matveev V.A., Galochkina V.P., Korovyatskii A.M., Dvoretzkaya T.N. [The concentration of hormones and indicators of meat productivity in fattening bulls when using feed with different protein disintegration in the rumen]. In: *Materialy III nauchno-prakticheskoi konferentsii: "Perspektivnye napravleniya v proizvodstve i ispol'zovanii kombikormov i balansiruyushchikh dobavok* (Proc. III Sci. Pract. Conf.: Promising directions in the production and use of compound feed and balancing additives). Podolsk-Dubrovitsy, Moskow oblast, 2003. P. 97-99.
12. Meshcheryakov A.G. *Nauchnye i prakticheskie podkhody ratsional'nogo ispol'zovaniya kormovogo proteina v ratsionakh myasnogo skota s uchetom osobennosti ego metabolizma* (Scientific and practical approaches to the rational use of feed protein in the diets of beef cattle, taking into account the peculiarities of its metabolism). Extended Abstract of Diss. Dr. Sci. Biol. Orenburg, 2008. 24 p.
13. Pogosyan D.G. *Perevarimost' nerasshcheplyaemogo v ruvtse proteina razlichnykh kormov v kischechnike rastushchikh bychkov* (Digestibility of non-rumen-degradable protein of various feeds in the intestines of growing bulls). Extended Abstract of Diss. Cand. Sci. Biol. Borovsk, VNNIFBiP, 1997. 25 p.

UDC: 636.2.084.52:612.320:612.398:636.085.25

Effect of different level of degradable protein in diets with native and granulated sunflower meal for physiological and productive traits in bulls grown for meat

¹Vasilevskii N.V., ¹Berezin A.S., ¹Lysova E.A.1, ¹Ushakov A.S.,
¹Smetanina I.V., ²Demyanov A.V.

¹*Institute of Animals Physiology, Biochemistry and Nutrition, branch of Federal Research Center of animal husbandry, Ernst VIZh., Borovsk, Kaluga oblast;*
²*Belgorod State Agrarian University, Belgorod, Russian Federation*

ABSTRACT. When developing systems for the rational nutrition of cattle, it is of great importance to have reliable data on protein degradable in the rumen and absorption of feed amino acids in intestine. The aim of study was to determine the parameters of ruminal digestion, protein degradable and nutrient absorption in bulls raised for meat on diets with different levels of degradable protein (DP). On three groups of Black-and-White bulls (n=3), formed at the age of 8 months, two experiments were carried out during the growing and fattening periods on diets with native and granulated sunflower meal. In a preliminary study, the values of DP and the digestibility of the undecayed protein in the intestine for native sunflower meal were at the level of 82 and 84%, and for granulated meal 47 and 87%, respectively. The duration of the study on bulls was 155 days. The calculated values of DP in diets during the growing period on a silage diet in groups I, II and III are 65, 60 and 55% and during the fattening period (on green mass) – 69, 65 and 62%, respectively. In groups II and III during the fattening period, the level of ammonia in the rumen was lower than in group I (P<0.05). There were no intergroup differences in pH, composition and concentration of VFAs in the rumen contents in the experimental groups in all periods of the experiment. The deposition of nitrogen in the body increased with a decrease in DP in diets, the most significant changes were noted in group II during the fattening period (P<0.05), mainly due to reduced nitrogen excretion in the urine. Concluded that a decrease in the level of DP in diets from 65 to 60% due to the replacement of a part of native sunflower meal with granulated one provides an increase in live weight gain (P<0.05), and a decrease in DP by 55% neutralizes the effect obtained.

Keywords: bulls, cicatricial digestion, granulated sunflower meal, degradable protein, live weight gain

Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh (Productive Animal Biology), 2023, 1: 63-73

Поступило в редакцию: 30.01.2023

Получено после доработки: 13.03.2023

Сведения об авторах:

Василевский Николай Владимирович, к.б.н., с.н.с., vasilevskii.n@mail.ru

Березин Александр Сергеевич, н.с., learnedcat@yandex.ru

Лысова Елена Андреевна, к.б.н., м.н.с.

Ушаков Александр Сергеевич, к.б.н., с.н.с., тел. 8(48438)4-30-02; asu2004@bk

Сметанина Ирина Геннадьевна, к.б.н., с.н.с., 8(961)006-90-49; sme.irina2011@yandex.ru

Демьянов Александр Викторович, аспирант