

УДК 636.22/.28.087.2:612.3

ПРОЦЕССЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ В РУБЦЕ И ПЕРЕВАРИМОСТЬ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ РАЦИОНА ПРИ ОТКОРМЕ БЫЧКОВ НА БАРДЕ

В. Ф. ВРАКИН, А. А. ХОДЫРЕВ, И. Ф. ДРАГАНОВ, Н. Д. ПИПО
(Кафедра анатомии, гистологии и эмбриологии с.-х. животных)

Отличительными особенностями пищеварения у жвачных животных являются сбраживание, переваривание и синтез некоторых питательных веществ микроорганизмами в преджелудках, где происходят превращение углеводов в летучие жирные кислоты (ЛЖК), разложение белков и небелковых азотистых веществ (за исключением аммиака), синтез витаминов группы В и др.

Общее количество микробиальной массы и продуктов брожения в рубце зависит от концентрации и общей численности микроорганизмов. Важное значение имеют также состав микробной популяции и поступление ее в сычуг. У разных животных, находящихся в одинаковых условиях кормления и содержания, микробная популяция в рубце весьма различная [7, 9, 14]. Даже у одного и того же животного при постоянных условиях содержания состав рубцовой микрофлоры время от времени может меняться [7, 9]. Уменьшение количества одних видов микроорганизмов в рубце компенсируется увеличением численности других [2, 4]. Объем потребленного корма мало влияет на концентрацию микроорганизмов в рубце [7, 14]. Однако при большей даче корма возрастают объем рубцового содержимого [6] и скорость поступления слюны в рубец [15]. При более частом кормлении увеличивается скорость эвакуации содержимого рубца и соответственно микроорганизмов и продуктов ферментации. Наряду со снижением уровня бактериальной ферментации уменьшается коэффициент переваримости питательных веществ корма, в том числе клетчатки, сахара, крахмала и других органических веществ. Кормовые факторы влияют не только на количество микроорганизмов, но и на степень их активности.

Очень важную роль выполняют целлюлозоразлагающие микроорганизмы, разрушающие клетчатку в рубце жвачных животных. Однако особенности пищеварения и целлюлозолитическая активность микрофлоры содержимого рубца при даче животным различных кормов еще недостаточно изучены. Это, в частности, относится к молодняку крупного рогатого скота, рацион которого состоит преимущественно из барды.

Нами изучались целлюлозолитическая активность в рубце, динамика содержания в нем ЛЖК и переваримость питательных веществ рациона при откорме бычков на зерно-картофельной барде.

Методика исследований

Научно-хозяйственный опыт проводили в 1979—1980 гг. в совхозе «Заря» Торжокского района Калининской области на бычках черно-пестрой породы в возрасте 10 мес (90 гол.). Животные были разделены по принципу аналогов на 3 группы (по 30 гол. в каждой).

Рационы бычков практически не различались по питательности, их составляли ежемесячно по нормам ВИЖ из расчета получения 800 г прироста живой массы в сутки.

Основным кормом животных всех групп служила свежая зерно-картофельная барда, которую скармливали вволю. Главная

задача сводилась к тому, чтобы животным за период откорма скормить как можно больше барды — самого дешевого корма.

Бычки I (контрольной) группы получали концентраты, солому озимой пшеницы, хвояную муку, соль и мел; II — те же корма, но вместо соломы озимой пшеницы эквивалентное количество (по содержанию клетчатки) необработанных смешанных древесных опилок; III группы — тот же рацион, но без грубого корма. Во время опыта объем кормов рациона увеличивали с учетом живой массы и возраста животных но структура рациона оставалась прежней.

Пробы содержимого рубца брали через фистулу трижды за опыт (начало, середина, конец) в течение 3 дней подряд до кормления, через 2, 4 и 6 ч после него. В жидкости рубца определяли общее коли-

чество ЛЖК и их соотношение, целлюлозолитическую активность микрофлоры и общее количество инфузорий, переваримость питательных веществ рациона и баланс азота.

Результаты исследований

Скармливание бычкам барды с соломой и древесными опилками оказало существенное влияние на целлюлозолитическую активность микроорганизмов рубца (табл. 1).

Т а б л и ц а 1
Целлюлозолитическая активность
рубцовой жидкости бычков (%)

Группа бычков	До кормления	Время взятия проб после кормления, ч		
		через 2	через 4	через 6
Начало откорма				
I	15,1±2,1	18,3±1,8	22,1±2,4	18,4±1,7
II	14,1±1,7	16,0±2,6	20,2±2,2	16,6±1,5
III	11,2±1,4	14,3±2,1	13,6±2,0	11,6±1,6
Середина откорма				
I	17,2±0,8	21,3±2,1	25,4±1,9	21,6±1,8
II	16,0±1,1	19,1±1,2	23,2±1,6	20,1±1,4
III	13,0±1,2	18,4±0,9	15,0±0,9	14,3±1,3
Конец откорма				
I	12,0±1,1	16,6±2,4	18,9±2,2	16,1±1,2
II	10,6±0,9	14,4±2,2	17,1±2,0	12,7±1,4
III	9,2±1,3	13,5±1,9	12,8±2,1	9,9±1,6

В конце откорма целлюлозолитическая активность микроорганизмов в рубце животных всех групп снизилась, особенно у бычков III группы. Следовательно, откорм молодняка на зерно-картофельной барде с использованием в качестве грубого корма соломы или древесных опилок способствовало повышению целлюлозолитической активности, в то же время исключение грубого корма из рациона приводило к значительному ее снижению.

В начале откорма существенно изменялись как численность инфузорий в рубце, так и их родовой состав. У животных, получавших солому озимой пшеницы, самое высокое общее количество инфузорий было через 4 ч после кормления — на 36,8 % выше, чем до него (табл. 2).

Во II группе через 4 ч после кормления также отмечалось наибольшее количество инфузорий, однако их численность была на 5,9 % ниже, чем в I группе, а через 6 ч их численность снизилась на 14,4 %. В то же время у бычков, получавших барду без грубого корма, максимум инфузорий наблюдался через 2 ч после кормления. Через 4 ч их численность была на 68,0—81,0 тыс/мл меньше общего количества инфузорий в рубцовой жидкости у бычков I и II групп.

Максимальное количество инфузорий рода *Entodinium* содержалось в рубце животных I и II групп через 4 ч после кормления, однако у первых численность была на 9,2 % больше, чем у последних, через 6 ч после кормления она снизилась соответственно на 9,5 и 4,2 %. По количеству инфузорий рода *Entodinium* бычки III группы уступали своим аналогам I и II групп, причем больше всего инфузорий этого рода было у животных, не получавших грубого корма, через 2 ч после кормления; через 6 ч их количество уменьшилось на 10 %.

Количественный и родовой состав инфузорий в рубцовой жидкости бычков в начале откорма (тыс./мл)

Группа бычков	Общее количество	Entodinium	Diplodinium	Isotricha	Epidinium	Orhyso-colex	Другие
До кормления							
I	161,5±6,1	120,0±6,3	22,5±2,4	12,0±1,4	0,6	0,4	6,0
II	143,0±5,3	111,0±5,6	16,5±2,0	8,0±2,0	0,5	0,5	7,0
III	129,0±7,2	102,5±7,0	12,0±2,0	7,5±1,6	1,0	—	6,0
Через 2 ч							
I	174,0±5,8	128,5±5,2	25,2±2,0	12,0±1,6	0,5	0,5	6,0
II	153,0±7,1	119,0±6,0	19,0±2,3	10,0±1,0	—	0,5	5,0
III	161,0±6,0	125,0±5,8	15,5±1,9	11,5±1,1	1,1	—	8,0
Через 4 ч							
I	221,0±6,8	158,0±5,2	32,0±2,2	20,0±1,7	—	1,0	10,0
II	208,0±7,6	143,5±7,0	30,0±1,8	22,0±1,2	1,5	—	11,0
III	140,0±5,4	117,5±5,2	10,0±2,0	6,0±1,0	1,0	0,5	5,0
Через 6 ч							
I	189,0±7,2	143,0±6,8	24,5±2,3	13,0±1,3	0,5	—	8,0
II	178,0±6,9	137,5±6,0	20,0±2,1	12,0±1,2	0,5	1,0	7,0
III	130,0±5,3	112,5±5,0	8,0±1,5	6,0±0,8	0,5	—	3,0

Численность инфузорий родов *Diplodinium* и *Isotricha* у бычков I и II групп была наибольшая через 4 ч после кормления, а через 6 ч она снизилась соответственно на 23,4; 35,0 и 33,3 и 45,5 %. У животных III группы наибольшее количество инфузорий отмечено через 2 ч после кормления.

Следовательно, в начале откорма у животных, получавших древесные опилки (II группа) и солому (I группа), численность инфузорий практически не различалась, тогда как исключение из рациона грубого корма отрицательно сказалось как на родовом составе инфузорий, так и на их общем количестве.

Таблица 3

Количественный и родовой состав инфузорий в рубцовой жидкости бычков в середине откорма (тыс./км)

Группа бычков	Общее количество	Entodinium	Diplodinium	Isotricha	Epidinium	Orhyso-colex	Другие
До кормления							
I	183,5±7,1	130,5±6,6	27,5±1,6	15,0±0,6	0,5	0,5	9,5
II	160,0±4,1	116,0±4,4	20,4±1,5	12,0±1,5	0,5	1,0	10,0
III	143,5±8,1	108,0±8,5	16,5±0,6	9,5±1,4	0,5	0,5	8,5
Через 2 ч							
I	190,0±4,1	132,5±4,2	29,0±1,4	16,5±1,1	1,0	0,5	10,5
II	167,0±7,7	119,5±7,2	23,0±1,1	12,0±2,1	0,5	1,0	11,0
III	176,5±7,0	128,5±6,9	20,0±2,3	13,3±1,5	1,0	0,5	13,0
Через 4 ч							
I	246,5±7,1	167,0±5,2	38,5±3,5	23,5±2,1	1,5	1,0	15,0
II	230,0±6,2	152,5±7,3	36,5±4,3	26,6±2,6	1,0	1,5	12,0
III	153,0±4,3	114,5±4,3	18,0±2,5	10,5±2,0	0,5	0,5	9,0
Через 6 ч							
I	213,0±8,1	144,5±7,8	33,0±3,6	21,5±1,5	1,0	1,0	12,0
II	196,5±7,1	133,5±6,9	30,5±2,2	20,5±2,1	1,0	1,0	10,0
III	150,0±6,0	114,5±6,5	16,5±3,3	10,0±1,1	0,5	0,5	8,0

Количественный и родовой состав инфузорий рубцовой жидкости бычков в конце откорма (тыс./мл)

Группа бычков	Общее количество	Entodinium	Diplodinium	Isotricha	Epidinium	Ostrycotex	Другие
До кормления							
I	147,0±5,2	117,0±0,5	15,0±2,0	10,5±1,2	0,5	—	4,0
II	132,5±4,8	109,0±4,6	11,0±1,5	6,0±1,0	—	0,5	6,0
III	117,0±5,6	98,0±5,0	7,0±1,2	6,0±0,9	1,0	—	5,0
Через 2 ч							
I	160,0±5,8	124,0±5,4	18,0±1,8	11,0±0,6	1,0	1,0	5,0
II	142,0±5,0	113,0±5,0	13,0±1,4	8,0±0,7	1,0	—	7,0
III	149,0±5,4	121,0±5,3	11,0±1,0	9,0±1,0	1,0	1,0	6,0
Через 4 ч							
I	200,0±6,0	147,5±6,2	26,0±2,0	17,0±0,9	1,0	0,5	8,0
II	182,0±5,2	139,0±5,4	20,0±1,6	13,0±1,0	1,0	—	9,0
III	134,0±5,8	104,0±6,0	12,0±1,2	10,0±1,2	1,0	—	7,0
Через 6 ч							
I	163,0±6,5	123,5±5,0	20,0±1,5	12,0±1,3	0,5	1,0	6,0
II	150,0±4,6	118,0±4,8	15,5±1,2	8,5±0,9	1,0	—	7,0
III	114,0±4,2	100,0±4,0	6,0±8,8	5,0±0,5	—	—	3,0

В середине откорма наиболее заметно изменялись общее количество инфузорий в жидкости рубца и их видовой состав у бычков, получавших солому озимой пшеницы и древесные опилки. Увеличение численности инфузорий можно отнести за счет приспособления микроорганизмов к кормам, которые поступали в рубец. Наибольшее количество инфузорий в этих группах отмечено через 4 ч после кормления — на 10,3 и 9,6 % больше, чем в начале откорма. У молодняка III группы максимум инфузорий наблюдался через 2 ч после кормления; через 6 ч содержание их снизилось на 15,0 %. Наибольшее количество инфузорий Entodinium, Diplodinium и Epidinium содержалось у животных I группы, наименьшее — в III группе, промежуточное положение занимали бычки II группы (табл. 3).

В конце откорма по сравнению с серединой численность инфузорий в рубцовой жидкости у животных всех групп снизилась (табл. 4). Большое количество инфузорий Diplodinium и Isotricha содержалось у бычков I и II групп через 4 ч после кормления, а у животных III группы их численность в этот период самая низкая. Результаты исследования рубцовой жидкости показывают, что длительный (165 дней) откорм бычков на барде отрицательно влияет на микрофлору рубца. К концу откорма снижается общее количество инфузорий и ухудшается их видовой состав.

Использование древесных опилок и соломы при скармливании молодняку крупного рогатого скота барды стимулировало процесс пищеварения в рубце (табл. 5).

Концентрация ЛЖК в рубцовой жидкости бычков до кормления была одинаковой. Через 2 ч после него у всех животных этот показатель несколько повысился: в I и II группах — на 2,4—3,4 мэвк/100 мл, в III — на 1,7 мэвк/100 мл. Наибольшее количество ЛЖК в рубцовой жидкости у всех бычков было через 4 ч после кормления, что можно объяснить, по-видимому, усиленным развитием микробиологической флоры рубца. Животные III группы по концентрации ЛЖК уступали контрольным ($P < 0,05$). Через 6 ч после кормления содержание ЛЖК у всего подопытного молодняка снижалось. Наименьший уровень кислот характерен для III группы ($P < 0,05$), что, по-видимому, связано с недостатком грубого корма в рационе.

Концентрация ЛЖК в рубцовой жидкости в середине откорма (мэкв./100 мл)

Время взятия	Группа бычков		
	I (контроль)	II	III
До кормления	8,2±0,6	8,3±0,4	7,9±0,8
Через 2 ч	11,6±1,0	10,7±0,6	9,6±0,9
» 4 ч	14,0±1,0	13,8±1,1	11,7±0,7***
» 6 ч	11,2±0,9	10,3±0,6	9,0±0,5***

Примечание. Здесь и в последующих таблицах одной звездочкой обозначена достоверность разницы по сравнению с I группой при $P < 0,001$; двумя — при $P < 0,01$; тремя — при $P < 0,05$.

Т а б л и ц а 6

Содержание отдельных кислот в рубцовой жидкости в середине откорма (%)

Группа	Уксусная	Пропионовая	Масляная	Высшие
До кормления				
I	61,4±0,6	20,8±0,6	12,3±0,4	2,5±0,6
II	61,2±0,9	21,6±0,5***	14,2±0,8	3,0±0,8
III	63,2±0,8	16,5±0,7	16,1±0,4	4,2±0,9
Через 2 ч				
I	60,8±0,6	22,6±0,6	13,6±0,5	3,0±0,7
II	59,2±0,9	22,2±0,7	15,0±0,7	3,6±1,0
III	61,7±0,8	18,5±0,7***	16,3±0,5	3,5±1,0
Через 4 ч				
I	57,6±0,9	23,7±0,7	15,2±0,6	3,5±0,9
II	65,5±0,9	23,1±0,8	16,4±0,7	4,0±0,7
III	58,9±0,8	19,6±0,5	17,8±0,5	3,7±0,8
Через 6 ч				
I	58,2±0,6	21,9±0,8	16,3±0,8	3,6±1,0
II	59,3±0,6	19,6±0,8	17,1±0,9	3,8±1,0
III	60,6±0,8	16,6±0,8***	18,4±0,4	4,5±0,8

Разный состав рациона сказался и на содержании отдельных кислот в рубце (табл. 6).

При откорме бычков на барде с использованием в качестве грубого корма древесных опилок (II группа) количество уксусной кислоты в рубцовой жидкости до кормления было меньше, чем в контроле, а уровень пропионовой кислоты наибольшим (21,6%). Через 2 ч после кормления количество уксусной кислоты у всех животных несколько снизилось (на 1—3,6%), а пропионовой и масляной — несколько повысилось (на 1,8—2%). Через 4 ч после кормления уменьшился уровень содержания уксусной кислоты в рубце и увеличилось до максимума содержание пропионовой кислоты. В рубцовой жидкости через 6 ч после кормления несколько возросла доля уксусной и масляной кислот и снизилась доля пропионовой кислоты. Причем уровень содержания масляной кислоты был большим (18,4%) у животных III группы.

Таким образом, откорм бычков на барде с включением в рацион древесных опилок приводит к уменьшению в рубце доли уксусной кислоты и несколько большему образованию пропионовой и масляной кислот.

Переваримость питательных веществ рациона, как известно, зависит от многих факторов: полноценности кормов, уровня потребления и скорости прохождения кормовой массы через пищеварительный тракт, качества и вида кормов.

Переваримость питательных веществ рациона (%)

Показатель	Группа бычков		
	I	II	III
Сухое вещество	68,32±0,73	68,77±0,32	72,25±0,69***
Органическое вещество	70,28±1,57	69,94±1,08	70,62±2,34
Протеин	69,38±1,29	68,79±2,33	65,97±2,12
Клетчатка	52,17±3,15	29,43±2,37**	41,31±1,19**
Жир	81,42±4,12	81,11±3,75	80,87±2,17
БЭВ	68,75±1,86	68,18±2,09	72,34±2,41

Результаты обменных опытов показали, что переваримость сухого и органического вещества у бычков III группы была соответственно на 3,93 и 0,34 % больше, чем в контроле, и на 3,48 и 0,68 % больше, чем во II группе (табл. 7).

Включение в рацион с бардой древесных опилок не оказало отрицательного влияния на переваримость питательных веществ. Разница по всем показателям переваримости (кроме клетчатки) по сравнению с I группой недостоверна. Переваримость протеина у бычков, получавших солому, была на 0,59 и 3,41 % выше, чем соответственно у бычков II и III групп.

По переваримости сырой клетчатки животные, которым скармливали древесные опилки, существенно уступали молодняку I и III групп — разница составила соответственно 22,74 и 11,88 %. Низкая переваримость клетчатки объясняется в основном ускоренным прохождением мелких древесных опилок через рубец и сетку, а следовательно, уменьшением времени воздействия на них целлюлозолитической микрофлоры рубца, а также высоким содержанием лигнина в опилках.

Многие авторы [1, 3, 8, 10, 12, 13] указывают на снижение переваримости клетчатки при скармливании животным измельченных и гранулированных грубых кормов.

Следует отметить, что при откорме на барде содержание жира в рационах находится на очень низком уровне, поэтому заметной разницы между группами в его переваримости не наблюдалось. Наибольший процент переваривания БЭВ характерен для бычков III группы, у животных I и II групп этот показатель был на 3,59 и 4,16 % ниже.

В связи с большей поедаемостью барды и других кормов бычки III группы фактически потребляли на 4,26 и 2,06 г больше азота, чем животные в I и II группах (табл. 8). У последних с калом выделилось азота на 9,9 и 25,8 % больше, чем у молодняка I и III групп.

Между количеством азота, принятого с кормом и выделенного с мочой, имеется высокодостоверная корреляция [5, 11]. Наибольшее количество азота с мочой выделялось у бычков III группы — на 15,20 и 16,16 г больше, чем соответственно у животных I и II групп.

Таблица 8

Среднесуточный баланс азота у бычков

Показатель	Группа бычков		
	I	II	III
Потреблено, г	112,36±0,47	114,58±2,45	116,62±3,12
Выделено, г:			
с калом	41,63±1,82	45,76±3,41	36,36±4,16
с мочой	47,34±1,79	46,38±2,49	62,54±3,57***
Переварено, г	70,73±0,56	68,82±2,18	80,26±3,22***
Коэффициент переваримости, %	62,95±1,13	60,06±1,24	68,82±2,52
Баланс, г	23,39±0,15	22,44±0,11**	17,72±0,21*
Использовано, %:			
от принятого	20,8	19,6	15,2
от переваренного	33,1	32,6	22,1

Баланс азота у животных всех групп был положительным, но бычки, получавшие солому озимой пшеницы и древесные опилки, лучше использовали азот корма, чем животные, в рационе которых грубые корма отсутствовали. Это подтверждается данными о приросте живой массы: среднесуточный прирост у бычков I группы составил 838 г, II — 804, III группы — 622 г. У животных I группы количество усвоенного азота в процентах от принятого с кормом и от переваренного было больше, чем у молодняка II и III групп.

Таким образом, эффективное использование азота, лучшая переваримость питательных веществ и максимальные среднесуточные приросты у бычков, откармливаемых на барде, наблюдаются при включении в их рацион соломы озимой пшеницы или древесных опилок. Животные, получавшие древесные опилки, по этим показателям несколько уступали бычкам, которым скармливали солому озимой пшеницы. Отсутствие грубого корма в рационе при откорме бычков на барде приводит к снижению использования азота корма и эффективности его усвоения.

Заключение

Включение в рацион бычков, откармливаемых на барде, древесных опилок ведет к незначительному снижению общего количества ЛЖК (на 7,8—8,0 %) и целлюлозолитической активности микроорганизмов в рубце по сравнению с аналогичными показателями у молодняка, получавшего солому. Кроме того, древесные опилки отрицательно сказываются на численности инфузорий в рубце и их родовом составе, переваримости органического вещества (на 0,34 %) и протеина (на 0,59 %), а также усвоении азота.

При откорме бычков на барде без грубого корма значительно снижаются общее количество ЛЖК (на 4,2—19,6 %), целлюлозолитическая активность, количество инфузорий в рубцовой жидкости и переваримость протеина (на 2,82—3,41 %). При этом увеличивается содержание масляной и высших кислот в жидкости рубца.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мухамедянов В. Использование древесных кормов при откорме молодняка крупного рогатого скота. — В кн.: Проблема межхозяйственного кооперирования в условиях северо-востока Нечерноземной зоны РСФСР. Киров, 1977, с. 53—57. — 2. Bryant M., Small N. — J. Dairy Sci., 1960, vol. 43, p. 654—667. — 3. Campling R. C., Feer M. — Brit. J. Nutrit., 1966, vol. 20, N 2, p. 229—244. — 4. Eadie J., Hobson P. — Nature, 1962, vol. 193, p. 503—505. — 5. Elliot R. C., Topps J. H. — Brit. J. Nutrit., 1964, vol. 18, N 2, p. 245—252. — 6. Emery R. et al. — J. Dairy Sci., 1958, vol. 41, p. 647—650. — 7. Gilchrist F., Kistner A. — J. Agr. Sci., 1962, vol. 59, p. 77—83. — 8. Journet M., Demarguilly C. — Ann. Zootechn., 1967, vol. 16, N 4, p. 307—321. — 9. Kistner A. et al. — J. Agr. Sci., 1962, vol. 59, p. 89—91. — 10. Milne J. A., Camling R. G. — J. Agr. Sci., 1972, vol. 78, N 1, p. 79—86. — 11. Robinson J. J., Forbes T. J. — Brit. J. Nitrit., 1966, vol. 20, N 2, p. 263—272. — 12. Rodriguez C. B., Allen N. N. — Canad. J. Anim. Sci., 1960, vol. 40, N 1, p. 23—29. — 13. Wallenius R. W. et al. — J. Dairy Sci., 1966, vol. 49, N 10, p. 1266—1269. — 14. Warner A. — J. Gen. Microbiol., 1962, vol. 28, p. 129—146. — 15. Wilson A., Tribe D. — Austral. J. Agr. Res., 1963, vol. 14, p. 670—679.

Статья поступила 24 июня 1984 г.

SUMMARY

The experiment was carried out on the state farm "Zarya" of the Torzhok district, Kalinin region, with 10-month old Black-and-White bulls fattened on grain and potato distillery wastes. The animals were given straw (I group), wood saw-dust (II) as roughages. Group III had no roughages at all. While feeding saw-dust cellulolytic activity of microorganisms and percentage of nitrogen assimilation were only slightly lower as compared to the same indices of the animals fed with straw. The III group had a considerable decrease in all these indices.