

УДК 636.22/.28.088.31:[636.085.57+612.3

## ХАРАКТЕР РУБЦОВОГО ПИЩЕВАРЕНИЯ У БЫЧКОВ, ПОЛУЧАВШИХ ГРАНУЛИРОВАННЫЕ КОРМА, ПРИ ИНТЕНСИВНОМ ВЫРАЩИВАНИИ ИХ НА МЯСО

БРАКИН В. Ф., ПАВЛОВА Л. П., МЕЛЬНИК И. М.

(Кафедра анатомии, гистологии и эмбриологии сельскохозяйственных животных)

Переход на промышленное производство говядины требует пересмотра традиционного типа кормления выращиваемых и откармливаемых животных. В последнее время внимание отечественных и зарубежных исследователей привлекает вопрос о влиянии размола, гранулирования, брикетирования грубого корма на его питательную ценность.

Цель нашей работы изучить характер рубцового метаболизма при скармливании молодняку крупного рогатого скота полнорационных гранул в качестве единственного источника корма; гранул, в составе которых часть концентрированных кормов заменена травяной мукой, и гранул, состоящих из сухого жома и мочевины.

### Методика исследований

Для опыта были отобраны 80 6-месячных бычков лебединской породы, аналогов по времени рождения и живой массе, которые были разделены на 4 группы (по 20 гол. в каждой). Опыт проводили совместно с кафедрой кормления сельскохозяйственных животных Тимирязевской академии.

Животные I группы (контрольной) получали солому пшеничную озимую (9,4% общей питательности рациона), силос кукурузный (34,4%) и концентраты (56,2%), в натуральном виде; II группы — те же корма и в том же количестве, что и в I, но в измельченном и гранулированном виде; III группы — кукурузный силос (34,4%) в натуральном виде, концентраты (32,4%), солому озимую пшеничную (9,4%) и травяную муку (23,8%) в гранулированном виде (65,6%), в рационе 40% концентратов (по массе) заменено травяной мукой с участка, удобренного азотом; IV группы — силос кукурузный (34,4%) в натуральном виде, жом свекольный сухой (36,6%), концентраты (19,6%), солому пшеничную озимую (9,4%) и мочевину (40% переваримого протеина рациона) в гранулированном виде (65,6%).

В дни опыта через 3 ч после утреннего кормления 3 дня подряд через фистулу, наложенную по Басову 8 животным (по 2 гол. из каждой группы), отбирали пробы содержимого рубца. Для получения рубцовой жидкости содержимое рубца отжимали через 4 слоя марли. В рубцовой жидкости определяли общий и небелковый азот, аммиак, общее количество летучих жирных кислот, сухое вещество и рН.

Пробы крови брали у 10 животных из каждой группы, в них определяли содержание сахара, летучих жирных кислот (ЛЖК), мочевины и резервную щелочность.

## Результаты исследований и их обсуждение

Постоянство биологической среды в рубце обуславливается избирательной всасывающей способностью его стенок и проникновением метаболитов через стенки в рубцовую среду, а также приспособительной реакцией слюнных желез к изменению рН среды в преджелудках. Следовательно, в создании постоянства химического состава содержимого рубца участвуют как принятый корм, так и собственные ресурсы организма, и поэтому можно предположить, что от характера процессов переваривания корма в рубце зависит обмен веществ, состояние организма животных и их продуктивность.

Концентрация водородных ионов рубцовой жидкости в определенной мере является показателем интенсивности и направленности микробиологических процессов в рубце жвачных животных, с которыми связаны уровень и соотношение летучих кислот, скорость расщепления белков корма, концентрация аммиака и синтез микробного белка.

Гранулированный корм поедается быстрее, чем обычные корма, при менее длительном пережевывании и пониженной секреции слюны. Уменьшение выделения слюны влияет на прохождение ферментативных процессов в преджелудках и последующих отделах пищеварительного тракта. Поступление в рубец пониженного количества бикарбонатных солей вызывает значительное уменьшение рН в содержимом рубца [1].

Исследования показали [1, 2, 5], что при кормлении животных гранулированными и измельченными кормами рН рубцового содержимого значительно ниже, чем при даче кормов в натуральном виде.

В наших опытах величина рН содержимого рубца у бычков всех групп на протяжении всего периода исследования колебалась от  $5,83 \pm 7,45$  (табл. 1). У животных II группы, получавших в качестве единственного корма полнорационные гранулы, рН содержимого рубца во все периоды опыта была достоверно ниже (в январе, марте и мае — соответственно на 18,8; 20,8 и 27,1%), чем в контрольной группе. Это, по-видимому, можно объяснить тем, что гранулированный корм быстро увлажняется, питательные вещества легко растворяются и быстро сбраживаются в рубце по мере образования большого количества летучих жирных кислот, которые сдвигают реакцию содержимого рубца в кислую сторону.

При кормлении бычков гранулами, в которых 40% концентрированных кормов (по массе) заменены травяной мукой (III группа), во все периоды интенсивного доращивания молодняка величина рН в рубце достоверно снижалась — в среднем на 0,9; 1,07; 1,2 по сравнению с контролем (табл. 1).

Реакция рубцового содержимого близка к нейтральной при скармливании животным силоса кукурузного в натуральном виде и гранул, состоящих из жомы свекольного и мочевины (IV группа), но все же она была ниже, чем в контроле, в отдельные периоды на 0,71; 0,76 и 0,59.

Т а б л и ц а 1

Концентрация водородных ионов в рубцовой жидкости (г-ион/л)

Группа	Январь	Март	Май
I	$7,31 \pm 0,012$	$7,30 \pm 0,008$	$7,45 \pm 0,005$
II	$6,15 \pm 0,036^{\circ}$	$6,04 \pm 0,006^{\circ}$	$5,83 \pm 0,006^{\circ}$
III	$6,37 \pm 0,026^{\circ+}$	$6,23 \pm 0,013^{\circ+}$	$6,25 \pm 0,003^{\circ+}$
IV	$6,60 \pm 0,019^{\circ-}$	$6,54 \pm 0,003^{\circ-}$	$6,86 \pm 0,004^{\circ-}$

П р и м е ч а н и е. Во всех таблицах<sup>o</sup> — разница достоверна по сравнению с I группой; + — между II и III группой; — — между III и IV группой.

Содержание сухого вещества в рубцовой жидкости (%)

Группа	Январь	Март	Май
I	3,31±0,0025	3,20±0,003	3,11±0,0036
II	2,92±0,004°	2,889±0,005°	2,87±0,004°
III	2,94±0,003°+	2,90±0,0025°+	2,89±0,002°+
IV	2,99±0,0036°-	2,97±0,004°-	2,90±0,005°-

Таким образом, значение рН в рубце было самым низким при включении в рацион гранулированных кормов, а также гранул, в которых часть концентратов заменена травяной мукой.

Реакция рубцового содержимого на всем протяжении опыта у бычков в контроле была слабощелочной, во II и III группах — слабокислой, к концу доращивания у животных II группы она существенно снижалась (с 6,15 до 5,83), а у бычков IV группы реакция рубцовой жидкости была менее кислой, чем во II и III группах, но кислее, чем в I группе.

Самый низкий уровень сухого вещества в рубцовой жидкости поддерживался у бычков II группы, в январе он был на 13,3% ниже, чем в контроле, в марте — на 11,1 и мае — на 8,3% ниже.

У животных III группы, получавших гранулы, в состав которых входила травяная мука, в рубцовой жидкости в январе, марте и мае содержалось соответственно на 12,5; 10,4 и 7,6% сухого вещества меньше, чем в контроле. Концентрация сухого вещества в рубцовой жидкости животных, получавших корма в натуральном виде, была достоверно выше, чем у бычков остальных групп. Из приведенных данных следует, что сухие вещества гранулированного корма быстрее ферментируются в рубце, чем сухие вещества натурального корма.

С возрастом отмечена незначительная тенденция к снижению этого показателя у подопытных животных (табл. 2).

Считая, что соотношение азотистых фракций рубцовой жидкости складывается в результате проявления ферментативной активности микроорганизмов рубца и характеризует обмен азота в рубце в целом, мы

Таблица 3

Содержание различных форм азота в рубцовой жидкости (мг%)

Азот	Группа			
	I	II	III	IV
	Январь			
Общий	159,4±3,64	126,7±3,67°	132,2±5,78°	140,3±3,66°
Белковый	126,6±4,26	105±3,51°	91,9±2,60°	81,7±3,71°
Небелковый	32,8±0,477	21,7±0,35°	40,3±0,37°	58,6±0,34°-
Аммиачный	13,09±0,37	10,69±0,33°	15,88±0,36°+	20,4±0,45°-
	Март			
Общий	156,2±3,6	114,5±3,65°	129,3±5,77°	140,7±3,6°
Белковый	124,5±3,79	93,8±1,13°	92,1±2,905°	85,3±3,54°
Небелковый	31,6±0,32	20,8±0,60°	37,2±0,405°+	55,4±1,04°-
Аммиачный	15,17±0,37	12,5±0,39°	19,66±0,237°+	28,5±0,477°-
	Май			
Общий	152,4±3,65	112,2±4,47°	124,7±3,87°+	140,0±3,47°
Белковый	121,7±4,43	92,7±2,71°	85,9±3,22°+	83,0±3,67°
Небелковый	30,7±0,28	19,5±0,15°	38,8±0,33°+	57,0±0,27°-
Аммиачный	15,03±0,438	12,47±0,45°	18,08±0,38°+	25,23±0,43°-

определяли содержание различных форм азота в рубцовой жидкости (табл. 3).

Концентрация общего и белкового азота в рубцовой жидкости бычков всех опытных групп и небелкового азота в рубцовой жидкости бычков, получавших корма в гранулированном виде, достоверно снизилась по сравнению с контролем. Это свидетельствует о том, что белки гранулированных кормов, вероятно, интенсивнее разрушаются микроорганизмами рубца до аммиака, в результате усиливается румено-гепатическая циркуляция азота и увеличиваются потери его с мочой. Аналогичная картина наблюдалась в опытах, проведенных на бычках, которым скармливали грубый корм различной степени измельчения [3]. Самая высокая доля белкового азота в рубцовой жидкости была у бычков II, затем I и III групп, что указывает на активную синтетическую деятельность микроорганизмов рубца у этих животных. Синтез белка микрофлорой рубца в значительной степени зависит от уровня углеводов в рационе, их доступности, соотношения азотистых фракций в рационе, технологии заготовки и подготовки кормов. На синтез микробного белка положительно влияет включение в рацион травяной муки, полученной путем искусственного обезвоживания свежей растительной массы, переработанной в гранулы. Быстрое обезвоживание растений позволяет сохранить питательные и вкусовые качества зеленого корма, а последующее измельчение улучшает поедаемость жвачными животными всей вегетативной массы. С возрастом бычков концентрация общего азота в рубцовой жидкости незначительно снижается, видимо, вследствие усиленной диссимилиации азотистых веществ микрофлорой рубца.

При скармливании полнорационных сбалансированных гранул в качестве единственного корма (II группа) концентрация небелкового азота в рубцовой жидкости снизилась на 35% по сравнению с контролем. Одновременно достоверно уменьшилась концентрация аммиачного азота (в январе — на 23,5%, марте — на 20,8 и мае — на 20,9%). Это, по-видимому, связано со снижением активности дезаминаз, наблюдаемым при уменьшении величины рН в результате скармливания гранулированных кормов (активность дезаминаз максимальная при высоком значении рН — 7—8). Все это обуславливает равномерное образование аммиака, что важно для удержания азота в организме животного.

Важную роль в процессах превращения питательных веществ в рубце играет аммиак, так как через него осуществляется связь между распадом кормового протеина и синтезом бактериального белка. Интенсивное образование аммиака в рубце зависит от количества принятого с кормом белка и других азотсодержащих веществ, их растворимости, кратности кормления, уровня в рационе легкоферментируемых углеводов, содержания макро- и микроэлементов [4, 7]. Однако в большей степени оно определяется величиной рН. Чем ближе этот показатель к нейтральной реакции, тем лучше условия для действия бактериальных дезаминаз в рубце и, следовательно, больше образуется аммиака [4]. Ограничивая повышенное содержание аммиака в рубце, можно снизить потери азота из организма и улучшить его использование для синтеза бактериального белка. Это достигается подготовкой кормов к скармливанию, соответствующим подбором их в рационе и обеспечением достаточного количества легкопереваримых углеводов.

В нашем опыте количество небелкового и аммиачного азота в рубцовой жидкости животных III и IV групп было значительно повышено, особенно у последних, что, по-видимому, связано с содержанием в их рационах большего количества водорастворимых белков и небелковых соединений, которые усиленно расщепляются микроорганизмами рубца до аммиака.

## Концентрация ЛЖК в рубцовой жидкости (ммоль/л)

Группа	Январь	Март	Май
I	121,4±3,57	121,6±3,69	120,4±3,72
II	146,8±3,75°	147,41±2,84°	147,7±2,62°
III	139,51±3,60°	139,7±2,62°	140,2±3,597°
IV	127,2±4,05-	127,8±3,65-	128,31±3,59-

Концентрация летучих жирных кислот (ЛЖК) в рубцовой жидкости бычков, получавших полнорационные гранулы, повысилась в среднем на 20%, а при скармливании гранул, в которых часть концентрированных кормов была заменена травяной мукой, — на 10% по сравнению с контролем, разница достоверна (табл. 4). Значительное содержание ЛЖК в рубце II и III групп объясняется тем, что углеводы гранулированного корма лучше перевариваются микрофлорой рубца. Аналогичные данные имеются в литературе [3, 6].

Форма использования мочевины в составе гранулированных кормов оказала определенное влияние на содержание ЛЖК в рубцовой жидкости. У бычков, получавших гранулы, в которых часть концентрированных кормов заменена травяной мукой, содержание ЛЖК в рубцовой жидкости в среднем было на 9,4% выше, чем при скармливании гранул, содержащих жом свекольный и мочевину. В период 6—13 мес у животных не было отмечено существенных возрастных изменений в содержании ЛЖК в рубцовой жидкости.

В наших опытах во все месяцы исследований прослеживается слабая тенденция к снижению резервной щелочности крови у животных II группы по сравнению с контролем, разница по этому показателю была достоверной только в мае. У бычков, получавших гранулы, в состав которых входили жом свекольный и мочевина, резервная щелочность крови повысилась в среднем на 8% по сравнению с контролем (табл. 5).

Снижение резервной щелочности крови у бычков II группы, веро-

Таблица 5

## Биохимические показатели крови у животных

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Январь				
Резервная щелочность	334,6±5,25	327,16±1,92	341,9±3,84+	360±3,16-
ЛЖК, ммоль/л	2,15±0,035	2,54±0,04°	2,38±0,08°	2,22±0,03
Глюкоза, мг%	51,3±0,242	43,4±0,41°	47,29±0,47°+	49,2±0,67°-
Мочевина, мг%	18,53±0,305	18,4±0,207	18,62±0,43°+	18,89±0,385°
Март				
Резервная щелочность	340±3,65	331±2,56	373±3,73	396±5,57
ЛЖК, ммоль/л	2,19±0,039	2,66±0,07°	2,40±0,05°+	2,23±0,035
Глюкоза, мг%	50,2±0,42	41,7±0,30°	45,3±0,45+	47,8±0,27-
Мочевина, мг%	18,7±0,58	18,45±0,359	19,84±0,362+	20,26±0,42
Май				
Резервная щелочность	350±3,09	330±3,65°	365±3,87°+	383±3,06°-
ЛЖК, ммоль/л	2,18±0,036	2,69±0,04°	2,41±0,02°+	2,25±0,038-
Глюкоза, мг%	49,8±0,27	40,4±0,46°	44,2±0,399°+	46,3±0,348°-
Мочевина, мг%	18,61±0,345	18,41±0,285	18,81±0,38	19,49±0,46

Таблица 6

Коэффициент корреляции ( $r$ )  
между некоторыми показателями  
рубцовой жидкости и крови  
в начальный период доращивания  
молодняка

Группа	Аммиак рубцовой жидкости — мочевины крови	ЛЖК рубцовой жидкости — ЛЖК крови	Сахар крови — ЛЖК крови
I	0,788	0,004	0,463
II	0,666	0,961	0,527
III	0,545	0,529	0,084
IV	0,816	0,481	0,423

вом ЛЖК в рубцовой жидкости и в крови существует прямо пропорциональная зависимость (рис. 1, табл. 6).

Следует обратить внимание на несколько повышенный уровень глюкозы в крови бычков контрольной группы. По-видимому, углеводы кормов в натуральном виде не успевают полностью ферментироваться в рубце и, поступая в кишечник, под действием группы углеводов ферментов распадаются до глюкозы, которая, всасываясь в кровь, обуславливает повышенную их концентрацию [1].

Концентрация ЛЖК в крови у животных с возрастом несколько возрастает, тогда как содержание сахара, наоборот, уменьшается (рис. 2).

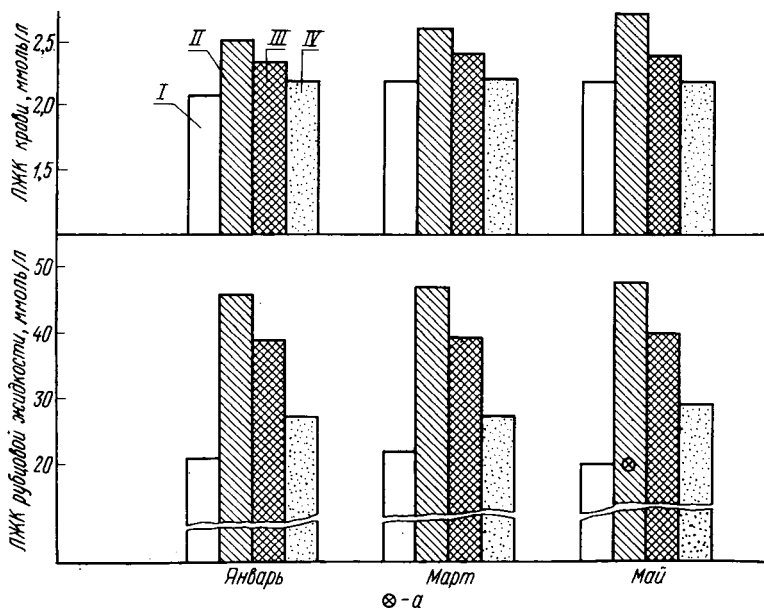


Рис. 1. Содержание ЛЖК в рубцовой жидкости и крови бычков I—IV групп.  
а — разница по сравнению с январем достоверна.

В наших опытах отмечена тесная связь между содержанием аммиака в рубцовой жидкости и концентрацией мочевины в крови (рис. 3). По концентрации мочевины в крови можно судить об интенсивности ее синтеза в организме. При скормливании мочевины животным IV группы ее содержание в крови несколько возросло (18,89; 20,26 и 19,49 про-

ятно, вызвано более интенсивными процессами брожения в рубце, для нейтрализации которых требуется много щелочи крови. У животных III группы резервная щелочность крови в среднем на 5% ниже, чем у бычков IV группы, и на 4% выше, чем, во II.

Достоверное увеличение по сравнению с контролем концентрации ЛЖК в крови бычков II и III групп (соответственно на 13,4 и 10,7%) еще раз убеждает нас в том, что питательные вещества гранулированного корма быстрее и полнее сбраживаются в рубце (табл. 5). Между общим количеством

тив 18,53; 18,7 и 18,61 мг% в контроле). Большая часть аммиака из рубца поступает в кровь, превращается в печени в мочевины и непродуктивно используется организмом. С возрастом уровень мочевины в крови животных III и IV групп незначительно возрастает. Это, по-видимому, связано с тем, что адаптация организма к скормливаемой дозе мочевины не закончилась (табл. 5).

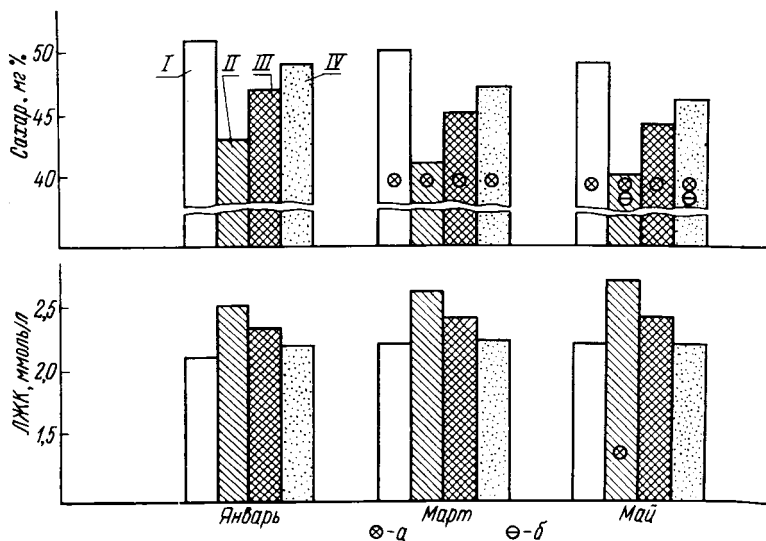


Рис. 2. Содержание ЛЖК и сахара в крови бычков I—IV групп.  
а — разница по сравнению с январем достоверна; б — разница между мартом и маем достоверна.

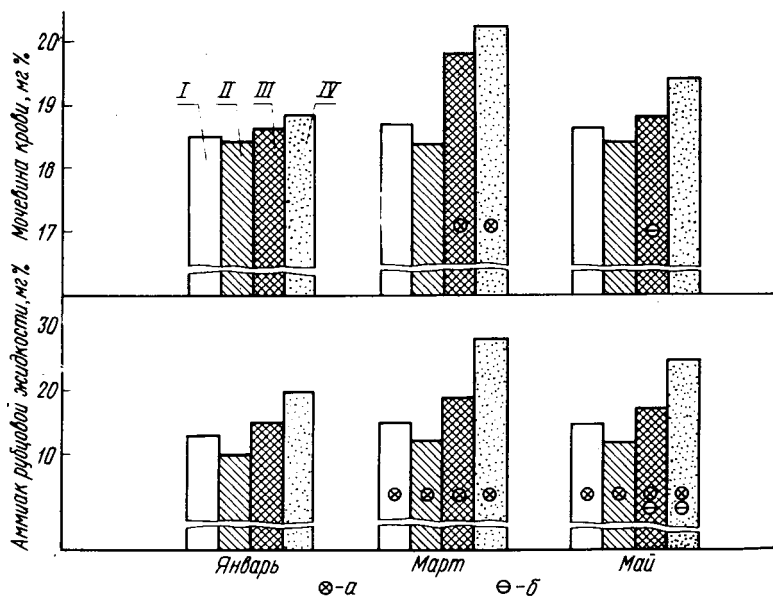


Рис. 3. Содержание аммиака в рубцовой жидкости и мочевины в крови бычков.  
Обозначения те же, что на рис. 2.

Отмечена положительная корреляционная связь между содержанием в рубцовой жидкости аммиака и мочевины в крови, содержанием ЛЖК в рубцовой жидкости и крови и между содержанием сахара и ЛЖК в крови (табл. 6).

## Выводы

1. Скармливание бычкам полнорационных сбалансированных гранул в качестве единственного корма (II группа) приводит к снижению рН и содержания сухих веществ в рубцовой жидкости, что указывает на усиление ферментации питательных веществ, при этом повышается концентрация ЛЖК в рубце и крови. У бычков при таком кормлении по сравнению с животными, получавшими натуральные корма (I группа), концентрация общего, белкового, небелкового азота и аммиака в рубцовой жидкости снижается, но доля белкового азота в общем азоте повышается, что говорит об интенсивном использовании небелкового азота и аммиака для синтеза бактериального белка.

2. При включении в рацион бычков гранулированного корма (65,6% общей питательности), в котором 40% концентратов (по массе) заменено травяной мукой, полученной с участков, удобренных азотом (III группа), в рубцовой жидкости снижаются концентрация водородных ионов, содержание сухих веществ, общего и белкового азота, но повышается количество небелкового азота, аммиака и ЛЖК по сравнению с контролем.

3. У бычков IV группы, которым скармливали гранулированные корма (65,6% общей питательности), содержащие жом свекольный сухой и мочевины (40% переваримого протеина), реакция рубцовой жидкости приближается к нейтральной. Количество сухого вещества и общего азота в рубце несколько ниже, чем у контрольных, но выше, чем у животных II и III групп, а общее количество ЛЖК — несколько выше, чем в контроле, но достоверно ниже, чем во II и III группах. Концентрация небелкового азота и аммиака в рубцовой жидкости почти в 2 раза превышает эти показатели у животных I и II групп.

4. При включении в рацион гранул, содержащих жом свекольный сухой и мочевины, довольно значительно повышаются резервная щелочность и содержание мочевины в крови.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вракин В. Ф. Влияние методов подготовки грубых кормов к скармливанию на продуктивность крупного рогатого скота (обзор). М., ВНИИТЭИСХ, 1971. — 2. Вракин В. Ф., Ковальчук И. С. Значение физической формы грубого корма для жвачных животных. «Сельск. хоз-во за рубежом». Животноводство, 1966, № 3, с. 2—12. — 3. Вракин В. Ф., Раденко В. Н. Характер рубцового метаболизма крупного рогатого скота в зависимости от степени измельчения грубого корма. «Докл. ТСХА», 1969, вып. 151, с. 169—

175. — 4. Жеребцов П. И., Солнцев А. И., Вракин В. Ф. Обмен и биосинтез белка. М., «Колос», 1968. — 5. Зельнер В. Р., Коноплева А. Г. Приготовление и использование полнорационных кормов в промышленном животноводстве. М., 1972. — 6. Короткова А. М., Гиреев Г. И. Значение технологической обработки кормов в рационах животных. Тр. Азерб. НИИЖ. Кировабад, 1962, с. 320—324. — 7. Курилов Н. В., Короткова А. П. Физиология и биохимия пищеварения жвачных. М., «Колос», 1971.

*Статья поступила 9 ноября 1977 г.*

## SUMMARY

If full ration pellets or pellets containing urea are included into the young cattle ration, pH and the amount of dry substances in rumen liquor are reduced.

When animals are given pelletized feed, the concentration of ammonia, total protein and non-protein nitrogen in their rumen liquor is reduced, while the level of volatile fatty acids becomes considerably higher. When pellets with urea are included into ration, the concentration of ammonia and non-protein nitrogen in the rumen liquor sharply increases, while the amount of protein nitrogen is reduced.

In blood of the animals that were given pellets the concentration of volatile fatty acids becomes higher, and the amount of glucose is reduced, while in case of feeding urea containing pellets the level of urea gets higher.