

А.И. САХАНЧУК, Е.Г. КОТ, М.Г. КАЛЛАУР, Т.А. БУРАКЕВИЧ

**ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ РАЦИОНОВ В ТРАНЗИТНЫЙ ПЕРИОД НА ВНУТРЕННИЮ СРЕДУ РУБЦА И ЭФФЕКТИВНОСТИ ЕГО РАБОТЫ**

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

Транзитный период занимает особое место в содержании дойной коровы, поскольку от него зависят её продуктивность коровы и последующее здоровье. В связи с этим необходимо следить за состоянием рубца животного. В статье приведены результаты исследований по изучению качественного и количественного состава микробиоты рубца в транзитный период, указывающие на изменение количества некоторых групп микроорганизмов в связи со сменой рационов. Показатели рубцового пищеварения в опытных образцах при стабильных показаниях внутренней среды рубца ( $t = 38,5-38,9$  °C, pH 6,35-6,63) указывают на положительное влияние рациона на микробиоту рубца, поскольку нормализуется качественный состав микроорганизмов.

**Ключевые слова:** рацион, pH рубца, температура, транзитный период, микрофлора рубца, состав микробиоты, концентраты, кукурузный силос, сенаж.

A.I. SAKHANCHUK, E.G. KOT, M.G. KALLAUR, T.A. BURAKEVICH

**STUDY OF THE INTERNAL ENVIRONMENT OF THE RUMEN AND ITS WORKING EFFICIENCY IN CONNECTION WITH CHANGES IN DIETS DURING THE TRANSITION PERIOD**

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

The transition period has a special place in the dairy cow management, since the productivity of the cow and its subsequent health depend on it. In this regard, it is necessary to monitor the condition of the animal's rumen. The paper contains the results of studies on the qualitative and quantitative composition of the rumen microbiota during the transition period, indicating changes in the number of some groups of microorganisms in connection with the change of diets. Indicators of rumen digestion in experimental samples at stable readings of internal rumen environment ( $t = 38.5-38.9$  °C, pH 6.35-6.63) show a positive effect of the diet on the rumen microbiota, since the qualitative composition of microorganisms is normalized.

**Keywords:** diet, rumen pH, temperature, transition period, rumen microflora, microbiota composition, concentrates, corn silage, haylage.

**Введение.** Транзитный период (продолжительность 21 день до и 21

день после отёла) является одним из важнейших периодов в содержании дойной коровы. В это время организм животного претерпевает множество гормональных и метаболических изменений, связанных с подготовкой к отёлу, самим отёлом и дальнейшим началом лактации. От транзитного периода зависят продуктивность коровы и её последующее здоровье, поэтому необходимо следить за состоянием рубца животного. Существует несколько факторов, оказывающих влияние на функцию рубца: естественная структура кормов и их компонентов, расщепляемость кормов, микробные процессы, внутрирубцовые условия, стенки рубца. Помимо этого, на микробиоту рубца оказывает влияние время и частота кормления [1].

В транзитный период рубец должен адаптироваться к новым потребностям животного в энергии и питательных веществах. Так, если резко изменить рацион коровы, состоящий из большого количества фуража, на рацион, состоящий из концентрированных кормов, то с большой долей вероятности может развиваться рубцовый ацидоз, так как лактат-производящие бактерии размножаются гораздо быстрее, нежели лактат-потребляющие. В результате вырастет концентрация молочной кислоты, а уровень pH резко упадёт. При длительном падении pH рубцовой жидкости происходит уничтожение простейших и бактерий, нарушается соответственно их баланс.

Таким образом, изучение типичных изменений внутренней среды рубца и эффективности его работы (t, pH рубца) в связи с изменением рационов в транзитный период, а также определение изменений состава микрофлоры рубца при зимнем кормлении являются актуальными. Это и стало целью нашей работы.

**Материал и методика исследований.** Для решения поставленных задач проведён научно-хозяйственный опыт на высокопродуктивных коровах голштинской породы молочного скота отечественной селекции живой массой 600–650 кг, отобранных по принципу пар-аналогов согласно методике Овсянникова А.И [2] в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области МТФ «Березовица» и в условиях физиологического корпуса РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству».

Для каждого опыта (таблица 1) сформированы по две группы животных: опытная и контрольная. Основной рацион по набору кормов обеих групп был одинаковым и состоял из объёмистых (сенаж, сено, силос) и концентрированных кормов. Для восполнения дефицита питательных веществ и витаминов скармливали добавку кормовую балансирующую-2 (белок, энергия, минералы).

Зоотехнический анализ кормов проводили в лаборатории технологии кормопроизводства и биохимических анализов РУП «Научно-

практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» по общепринятым методикам.

Таблица 1 – Схема научно-хозяйственных опытов на животных

Группа	Количество голов	Продолжительность, суток	Основной компонент рациона
Научно-хозяйственный опыт 1 (II фаза сухостоя)			
Контрольная	10	21	ОР (основной рацион), принятый в хозяйстве
Опытная	10	21	Оптимальный рацион при зимнем кормлении
21 день после отела			
Контрольная	10	21	ОР (основной рацион), принятый в хозяйстве
Опытная	10	21	Оптимальный рацион при зимнем кормлении

Для изучения рН и определения температуры рубца коров проведён физиологический опыт с использованием болусов, которые вставлялись в рубец с помощью специального инструмента – металлического аппликатора после предварительной калибровки рН-датчиков [3]. Данные считывались пять раз в день один раз в неделю по радиосигналу.

Для изучения рубцового пищеварения у коров проведены операции по канюлированию рубца. Пробы содержимого рубца отбирались через фистулу спустя 2-2,5 часа после утреннего кормления в течение двух дней четыре раза в месяц [4, 5].

Для изучения качественного и количественного состава микробиома рубца у фистульных коров голштинской популяции проведён отбор рубцовой жидкости с её фильтрацией через несколько слоев марли. Высеивали на питательные среды с разведением  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$  методом Дригальского и инкубировали при температуре  $39 \pm 0,5$  °C в течение 24 часов, после чего получали изолированные колонии. Идентификацию микроорганизмов проводили методом масс-спектрометрии (MALDI) на приборе серии Microflex LRF (Bruker Daltonik, Германия) в институте биоорганической химии.

Цифровые данные обработаны биометрическим методом вариационной статистики по П.Ф. Рокицкому [6].

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Нормирование кормления молочных коров по протеину основывается на балансировании рациона по содержанию расщепляемого (РП) и нерасщепляемого (НРП) протеина в рубце [7, 8].

Изученный химический состав силоса и сенажа (таблицы 2 и 3) в

период сухостя второй фазы и период новотельности показал, что корма соответствовали I классу качества.

Таблица 2 – Химический состав исследуемых кормов

Показатель	Масса СВ, г	СК, СП, %	Содержание СК, СП в исходном продукте	Масса после инкубации, г	СК, СП, %	Содержание СК, СП, г	Нерасщепляемый СК, СП, %	Расщепляемость СК, СП, %
21 день до отёла								
Силос (СК)	11,76	22,88	2,690	3,798	47,0	1,785	66,36	33,64
Силос (СП)	11,76	9,500	1,120	3,798	8,4	0,319	28,48	71,52
Сенаж (СК)	6,596	27,00	1,781	2,535	40,8	1,034	58,07	41,93
Сенаж (СП)	6,600	14,56	0,961	2,535	9,7	0,246	25,59	74,41

Расщепляемость протеина силосов в послеотельный периоды составила 72,19 %, что на 0,67 п. п. больше, чем во вторую фазу сухостя (71,52 %). По содержанию сырого протеина силос, используемый в кормлении животных до отёла, оказался лучше на 2,26 п. п. Расщепляемость сырой клетчатки силоса до отёла составила 33,64 %, что на 10,04 п. п. выше, чем после (23,60 %). По содержанию сырой клетчатки в послеотельный период силос был выше на 0,33 п. п., чем содержание его в доотельный период.

Таблица 3 – Химический состав исследуемых кормов

Показатель	Масса СВ, г	СК, СП, %	Содержание СК, СП в исходном продукте	Масса после инкубации, г	СК, СП, %	Содержание СК, СП, г	Нерасщепляемый СК, СП, %	Расщепляемость СК, СП, %
21 день после отела								
Силос (СК)	10,41	23,21	2,415	3,944	46,5	1,834	76,4	23,60
Силос (СП)	10,41	7,24	0,753	3,944	5,31	0,209	27,81	72,19
Сенаж (СК)	11,12	24,5	2,723	4,329	43,4	1,879	69,0	31,0
Сенаж (СП)	11,12	14,0	1,556	4,329	8,45	0,366	23,5	76,5

Расщепляемость протеина сенажей в после отельный период составила 76,5 %, что на 2,09 п. п. выше, чем во вторую фазу сухостоя (74,41 %). По содержанию сырого протеина сенаж, используемый в кормлении животных до отёла, оказался лучше на 0,56 п. п. Расщепляемость сырой клетчатки сенажа до отёла составила 41,93 %, что на 10,9 п. п. выше, чем после отёла (31,0 %). По содержанию сырой клетчатки в послеотельный период сенаж был ниже на 2,7 п. п.

Среднесуточный рацион кормления коров в транзитный период во вторую фазу сухостоя (21 день до отёла) состоял из 2 кг сена злакового, 23 кг сенажа злаково-бобового и 2 кг комбикорма КК61-С собственного приготовления. В контрольной группе: сенаж злаковый – 21 кг, сено злаковое – 2 кг, комбикорм – 3 кг.

Анализ полученных в ходе эксперимента данных показал, что во вторую фазу сухостоя в опытной группе концентрация обменной энергии в сухом веществе составила 9,9 МДж/кг, сырого протеина – 156,3 г, сырой клетчатки – 27,9 %, сырого жира – 3,5 %. В контрольной группе КОЭ составила 9,9 МДж/кг, сырого протеина – 152,9 г, сырой клетчатки – 27,6 %, сырого жира – 3,3 %.

В первые 21 день после отёла в опытной группе рацион состоял из: сенажа злакового 12 кг, сена злакового – 1,0 кг, силоса кукурузного – 19,5 кг, комбикорма – 5 кг. В контрольной группе: сенажа злакового – 12 кг, силоса кукурузного 19 кг, комбикорма – 6 кг. Особых различий по питательным веществам в группах обнаружено не было. Концентрация обменной энергии в сухом веществе в опытной группе составила 11,5 МДж/кг, сырой клетчатки – 19,5 %, сырого жира – 4,6 %. В контрольной группе КОЭ составила 11,2 МДж/кг, сырой клетчатки – 18,9 %, сырого жира – 4,5 %.

Образование молока – это сложный биологический процесс, который регулируется нервной и эндокринной системами организма. При анализе молочной продуктивности коров (таблица 4) проводился учёт изменений удоев и жирности молока за 21 день после отёла. Среднесуточный удой молока в опытной группе составил 25,9 кг, что на 2,3 % (0,6 кг) выше, чем в контрольной группе.

Таблица 4 – Молочная продуктивность и химический состав молока

Группа	Удой, кг	Удой (3,6% молоко)	Жир, %	Белок, %
Контроль	25,3±0,26	26,1±0,28	3,71±0,01	3,14±0,01
Опыт	25,9±0,14	26,8±0,16	3,72±0,01	3,16±0,04

В пересчёте на 3,6%-ное молоко этот показатель составил 26,8 кг молока и был выше по сравнению с контролем на 2,7 % (0,7 кг). Содержание массовой доли жира оказалось выше относительно контрольной

группы на 0,01 п. п., белка соответственно выше на 0,02 п. п.

Во время проведения научно-хозяйственного опыта были также изучены типичные изменения внутренней среды рубца (t, рН рубца) и эффективность его работы в транзитный период при зимнем кормлении, а также их влияние на микробиоту рубца.

В проведённых исследованиях в период за 21 день до отёла (таблица 5) рН рубцовой жидкости коров составил 6,35-6,52, однако этот показатель находился на оптимальном уровне для деятельности микрофлоры и в количественном отношении особых изменений не наблюдалось. Колебания относительно контрольной группы составили -0,05-0,08.

Таблица 5 – Показатели рубцового пищеварения

Показатель	Научно-хозяйственный опыт				Норма
	21 день до отёла		21 день после отёла		
	контроль	опыт	контроль	опыт	
рН рубцовой жидкости	6,30±0,05	6,35±0,06	6,35±0,06	6,46±0,03	5,6-6,9
	6,44±0,02	6,52±0,05	6,54±0,04	6,63±0,02	
t° рубца	38,1±0,17	38,5±0,14	38,2±0,13	38,6±0,17	38,0-40,0
	38,4±0,09	38,5±0,12	38,5±0,20	38,9±0,17	

В период новотельности (21 день после отёла) в контрольной группе этот показатель был на уровне 6,35-6,54, отклонения составили -0,19 внутри группы. В опытной группе соответственно - 6,46-6,63, отклонения – -0,17 в сторону понижения кислотности рубца при допустимой норме измерения рН 0,40-0,60. Между контрольной и опытной группами отклонения составили 0,11-0,09. Достоверной разницы, однако, получено не было.

Согласно исследованиям ряда авторов [9, 10], существует тесная связь между рН рубца и его температурой. Температура рубца у опытных животных за 21 день до отёла соответствовала принятой норме. Отклонения относительно контрольной группы составили 0,4-0,1 градусов, однако достоверной разницы получено не было. В период новотельности (21 день после отёла) отклонения температуры опытной группы относительно контрольной группы составили 0,2-0,4 °С, температурный показатель находился на уровне 38,6-38,9 °С.

Таким образом, в зимне-стойловый период при температурном режиме в диапазоне 38,2-38,9 °С рН рубца находился в пределах нормы и его скачки были минимизированы и находились ближе к слабокислой среде (6,46-6,63).

Основную роль в ферментативных процессах, происходящих в рубце, выполняют бактериальные ферменты. Фермент – это катализатор определённых химических реакций белковой природы и для каждого типа реакций существуют свои ферменты.

Реальность такова, что при относительно постоянной температуре в рубце в  $39,5 \pm 1$  °С оптимальная температура большинства ферментов, участвующих в катализе кормов, не попадает в этот диапазон и находится несколько выше для растительного субстрата, однако это не мешает проходить реакциям, поскольку допустимый диапазон температур для этих ферментов очень широк.

При колебаниях температур в несколько градусов в рубце катализ различных веществ будет различаться, но незначительно. При правильном кормлении рН остаётся в пределах 6,2–6,8. Оптимальный уровень рН для бактерий, обитающих в рубце, совпадает с этими значениями (6,2–7,4 для 90 % бактерий) и скорость катализа пищевого субстрата в норме также варьирует незначительно.

Для изучения качественного и количественного состава микробиоты рубца фистульных коров голштинской популяции проведён отбор рубцовой жидкости. Как показали полученные данные, изменились количественные соотношения микроорганизмов различных таксонов в рубце коров (таблица 6).

Таблица 6 – Содержание микроорганизмов в рубце,  $10^9$  (КОЕ/мл)

Сочлен биоценоза	21 день до отёла		21 день после отёла	
	контроль	опыт	контроль	опыт
<i>Bacillaceae</i>	10,2±0,2	10,6±0,2	10,8±0,2	11,0±0,09
<i>Bacteroidaceae</i>	4,5±0,2	4,8±0,2	4,6±0,21	4,8±0,34
<i>Bifidobacteriales</i>	0,81±0,02	0,89±0,02	0,77±0,04	0,82±0,02
<i>Lactobacillaceae</i>	0,78±0,02	0,75±0,02	0,79±0,01	0,74±0,22
<i>Enterobacteriaceae</i>	9,1±0,05	9,7±0,06	8,4±0,06	8,9±0,03
<i>Streptococcaceae</i>	2,8±0,05	3,2±0,04	2,6±0,07	2,8±0,06
<i>Actinomycetales</i>	6,1±0,06	6,0±0,07	6,3±0,10	6,1±0,05
Простейшие (клетки)	0,0024±0,0001	0,0026±0,0001	0,0018±0,0003	0,0019±0,0002

Количественное увеличение бактерий семейства *Lactobacillaceae* приводит к снижению рН за счёт выработки молочной кислоты, что в потенциале может привести к лактатному ацидозу. Небольшое их увеличение наблюдается после отёла в связи с естественными причинами. Однако в нашем случае у животных до отёла количество *Lactobacillaceae* в рубце было на 3,8 %, а *Actinomycetales* – на 1,6 % ниже, что способствовало улучшению эффективности работы рубца рН на 1,2 % и составило 6,52.

В случае увеличения актиномицетов могут развиваться такие заболевания, как актиномикоз, послеотельный эндометрит, а также возникать проблемы с копытами, однако в проведённых опытах их количество несколько снизилось.

Бактерии семейств *Bacteroidaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Streptococcaceae* и особенно *Bacillaceae* способны синтезировать различные метаболиты (аминокислоты, антибиотики, витамины), сдерживающие рост патогенной или условно-патогенной микробиоты в рубце и благотворно влияющие на здоровье животного в целом. В опытных группах их количество всегда возрастало, что говорит нам о более сбалансированных рационах. Небольшое уменьшение *Enterobacteriaceae*, *Streptococcaceae* после отёла связано с естественными причинами, такими как послетельный стресс, и некоторыми физиологическими нарушениями.

Уменьшение количества простейших, которые делают корм более доступным для ферментативного катализа, может ухудшить его переваримость. Также они переваривают белки, сахара, крахмал и клетчатку, что имеет большую биологическую ценность. В опытных группах их количество было выше.

Бактерии порядка *Bifidobacteriales* также обладают антимикробной и ферментативной активностями. В опытных группах, как до отёла, так и после отёла, отмечено их увеличение на 9,9-6,5 %.

**Заключение.** При изучении типичных изменений внутренней среды рубца и эффективности его работы (t, pH рубца) в связи с изменением рационов в транзитный период установлено, что типичные изменения внутренней среды рубца оказались следующими: для II фазы сухостоя  $t^{\circ}$  находилась в пределах 38,5 °C, pH рубца – 6,35-6,54. В новотельный период (21 день после отёла) – 38,2-38,9 ° и 6,46-6,63 соответственно.

Среднесуточный удой молока в новотельный период оказался выше на 2,3 %. В пересчёте на 3,6%-ное молоко этот показатель составил 26,3 кг молока и был выше по сравнению с контролем на 2,7 %.

Изучение состава микрофлоры рубца в период 21 день до отёла показало увеличение количества микроорганизмов рода *Bacillaceae* на 3,9 %, *Bacteroidaceae* – на 6,7 %, *Streptococcaceae* – на 14,3 %, способных сдерживать рост патогенной или условно-патогенной микробиоты в рубце, при этом произошло уменьшение таких нежелательных для организма животных микроорганизмов как *Lactobacillaceae* на 3,8 % и *Actinomycetales* на 1,6 %, что улучшает эффективность работы рубца в зимний период.

В период новотельности (21 день после отёла) при показателях  $t^{\circ}$  38,6-38,9 °C и pH 6,46-6,63 увеличилось количество микроорганизмов *Bacillaceae* на 1,8 %, *Bacteroidaceae* – на 4,3 %, *Streptococcaceae* – на 7,7 %, а таких микроорганизмов как *Lactobacillaceae* и *Actinomycetales* уменьшилось соответственно на 6,3 и 3,2 %.

#### Литература

1. Харитонов Е. Анализ кормовых рационов для высокопродуктивного молочного



скота различных регионов страны / Е. Харитонов // Молочное и мясное скотоводство. – 2012. - №. 4. – С. 11-15.

2. Овсянников, А. И. Основы опытного дела в животноводстве / А. Т. Овсянников. – Москва : Колос, 1976. – 163 с.

3. Владимиров, Ф. Е. Исследования рН и температуры рубца для диагностики ацидоза у дойных коров / Ф. Е. Владимиров, В. В. Кирсанов, Д. Ю. Павкин // Вестник ВНИИМЖ. – 2019. - № 4(36). – С. 196-199.

4. Саймон Тернер А., Уэйн Макилрайт К., Леа и Фебигер. Методы хирургии крупных животных. 1982.

5. Канюлирование рубца. / UniversityIdaho. – комитет по уходу и использованию животных. – 2006. 3 с.

6. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3 испр. – Минск : Высшая школа, 1973. – 320 с.

7. Фаттахова, З. Ф. состояние рубцового пищеварения у коров при разной расщепляемости протеина / З. Ф. Фаттахова // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2013. – Т. 213. – С. 300-303.

8. Матяев, В. И. Расщепление сырого протеина кормов рациона в рубце высокопродуктивных дойных коров / В. И. Матяев., И. С. Андриян // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2015. - № 1. – С. 102-105.

9. Температура и уровень рН рубца КРС как показатели вероятности репродуктивного успеха / А. С. Дорохов [и др.] // Вестник НГИЭИ. - 2019. - №6 (97). – С. 117-126.

10. Температура и уровень рН рубца как показатели вероятности репродуктивного успеха / А. С. Дорохов [и др.] // Вестник НГИЭИ. - 2019. - № 6. – С. 117-125.

*Поступила 16.03.2023 г.*

УДК 636.2.087.7

**Б.С. УБУШАЕВ, А.К. НАТЫРОВ, Н.Н. МОРОЗ, А.И. ХАХЛИНОВ**

### **МИНЕРАЛЬНАЯ ДОБАВКА «БИШОФИТ» ПРИ ОТКОРМЕ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА\***

*Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова,  
г. Элиста, Россия*

Одним из эффективных методов увеличения количества и улучшения качества говядины является применение различных кормовых добавок природного происхождения, которые оказывают комплексное воздействие на обменные процессы, регулируют гормональный и иммунный статус животного, стимулирующих рост мясной продуктивности. В связи с этим, целью работы стало

---

\* Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№ 075-03-2022-119/1 «Особенности организации генома крупного рогатого скота мясных пород, ассоциированных с высоким адаптивным и продуктивным потенциалом, на основе высокополиморфных генетических маркеров»).