

новотельности, так и раздоя на 4,32 и 6,90 %, больший выход молочного белка (на 1,98 и 6,82 %); большую на 8,53 устойчивость лактации во времени, некоторую активизацию функции кроветворных органов и может стать одним из факторов по повышению биологической полноценности рационов.

#### Литература

1. Нормы кормления крупного рогатого скота : справочник / Н. А. Попков [и др.]. – Жодино, 2011. – 260 с.
3. Совершенствование технологических процессов производства молока на комплексах / Н.С. Мотузко [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2011. – 439 с.
3. Яковчик, Н. С. Кормление и содержание высокопродуктивных коров / Н. С. Яковчик, А. М. Лапотко ; под ред. С. И. Плященко. – Молодечно : Победа, 2005. – 287 с.
4. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справ. пособие / под ред. А. П. Калашникова [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва. 2003. – 456 с
5. Полноценное кормление молочного скота – основа реализации генетического потенциала продуктивности / В. И. Волгин [и др.]. – Москва : РАН, 2018. – 260 с.
6. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика: учебное пособие для биологических факультетов университетов / П. Ф. Рокицкий. – 3-е изд., испр. – Минск : Вышэйшая школа, 1973. – 320 с.

*Поступила 17.03.2022 г.*

УДК 636.2.085.15

<https://doi.org/10.47612/0134-9732-2022-57-2-71-77>

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

### **ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО И КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА МИКРОБИОТЫ РУБЦА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЦИОНОВ С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ КЛЕТЧАТКИ**

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

Клетчатка необходима жвачным животным для стимуляции деятельности рубца, сохранения здоровья и поддержания на определённом уровне жирности молока. Её дефицит или, наоборот, избыточное содержание оказывает негативное влияние на жвачных животных, поэтому при организации кормления необходимо учитывать не только уровень питания самого животного, но и микрофлору его преджелудков. В статье приведены результаты исследований по изучению качественного и количественного состава микробиоты рубца при использовании рационов с высоким уровнем клетчатки в зимний период. При использовании рационов с высоким уровнем клетчатки (23,0-26,11 %) установлено снижение среднесуточного удоя относительно предварительного периода. Также наблюдается некоторое количественное увеличение бактерий таких

родов, как *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Escherichia* и снижение количества бактерий родов *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, достаточно важных для поддержания оптимального уровня кормления.

**Ключевые слова:** рацион, продуктивность, коровы, микрофлора рубца, клетчатка, состав микробиоты, концентраты, кукурузный силос, сенаж.

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

## STUDY OF QUALITATIVE AND QUANTITATIVE COMPOSITION OF RUMINAL MICROBIOTA WHEN USING HIGH-FIBER DIETS

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

Fiber is necessary for ruminants to stimulate the activity of the rumen, keep healthy and maintain a certain level of milk fat content. Its deficiency or, on the contrary, its excess content has a negative effect on ruminants, therefore, when organizing feeding it is necessary to consider not only the level of nutrition of the animal itself, but also the microflora of its proventriculi. The article presents the results of studies on the qualitative and quantitative composition of the ruminal microbiota when using high-fiber diets in the winter. It was found that the average daily milk yield was lower when high-fiber diets (23.0-26.11%) were used compared to that of the preliminary period. There is also a quantitative increase in bacteria of such genera as *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Escherichia* and a decrease in the number of bacteria of the genera *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, which are important enough to maintain an optimal level of feeding.

**Keywords:** diet, productivity, cows, rumen microflora, fiber, microbiota composition, concentrates, corn silage, haylage.

**Введение.** Клетчатка необходима жвачным животным как источник энергетического материала для стимуляции деятельности рубца, сохранения здоровья и поддержания на определённом уровне жирности молока – для высокопродуктивных коров это составляет 16-18 %. Она оказывает механическое воздействие на стенки рубца и кишечника, вызывая моторную функцию и перистальтику, удлиняет процесс жвачки, в результате которого выделяется большое количество слюны, что обеспечивает кислотность рубца на уровне pH, равном 6,5-7,0 [1].

Дефицит клетчатки (снижение ниже 16 %) ведёт к нарушению перистальтики, жевательной активности, изменению соотношений ЛЖК, слюноотделения, повышению кислотности рубцового содержимого, что вредит полезной микрофлоре. Чем меньше в рационе клетчатки, тем больше в организме накапливается токсинов, тяжёлых металлов, радионуклидов [2].

Избыточное содержание клетчатки также отрицательно сказывается на животном. Снижается переваримость и использование других

питательных веществ, уменьшается концентрация энергии в сухом веществе корма, что, в конечном итоге, приводит к спаду молочной продуктивности. Основная причина избытка сырой клетчатки в рационах коров – заготовка кормов (силоса, сенажа и сена) из перестоявших трав, убранных в фазу цветения и даже позже. Установлено, что превышение в рационах для высокоудойных коров уровня сырой клетчатки всего на 1 % сверх порогового значения равнозначно потере 1 кг молока в сутки [3].

При организации кормления жвачных животных следует учитывать не только уровень питания самого животного, но и микрофлору его преджелудков. Поэтому необходимо направленное и более углубленное исследование качественного и количественного состава микробиоты рубца по изучению микробиологического разнообразия рубца в зависимости от уровня клетчатки в рационах.

Таким образом, изучение качественного и количественного состава микробиоты рубца при использовании рационов с высоким уровнем клетчатки является актуальной.

**Материал и методика исследований.** Научно-хозяйственный опыт пна высокопродуктивных коровах чёрно-пёстрой породы живой массой 600 кг с удоем 24 кг в основной цикл лактации, отобранных по принципу пар-аналогов согласно методике Овсянникова А.И [4] проведён в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области и в условиях физиологического корпуса РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству».

Зоотехнический анализ кормов и качества молока проведён в лаборатории технологии кормопроизводства и биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» по общепринятым методикам.

На фоне научно-хозяйственного опыта проведён физиологический опыт по сбору штаммов микроорганизмов согласно методикам [5, 6].

Среднесуточный рацион составлен на основании имеющихся кормов в хозяйстве. Все корма задавались в виде полнорационной кормосмеси. Контрольный рацион состоял из силоса кукурузного – 25 кг, сенажа злакового – 15 кг и комбикорма – 8 кг. В опытном рационе использовался сенаж злаково-бобовый в количестве 15 кг вместо злаково-сенажа.

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Анализ полученных данных показал, что в рационах содержалось в опытной и контрольной группах максимальное количество сырой клетчатки: в контрольной – 26,1 %, в опытной – 23,0 %. Разница составила 8,8 %.

В опытной группе этот показатель был немного выше нормы. Концентрация обменной энергии в обоих вариантах была на одном уровне

и составила 10,3 МДж/кг. Такая же ситуация отмечена и по содержанию сухого вещества – 20,2-20,3 %. В опытной группе было несколько выше содержание сырого протеина на 4,4 %, переваримого протеина – на 2,4%, сырого жира – на 3,2 %. Кальциево-фосфорное отношение составило в обеих группах 1,44:1,0 и 1,46:1,0.

Исследования молочной продуктивности коров проводились в основной период лактации при среднем удое 24 кг молока в сутки. Согласно полученным данным (таблица 1), в предварительный период среднесуточный удой молока был практически одинаковым в обеих группах.

Таблица 1 – Молочная продуктивность коров, кг в сутки

Показатель	Группа	
	контроль	опыт
Удой в предварительный период	24,8±0,12	24,9±0,08
Среднесуточный удой	23,9±0,09	24,6±0,34
Содержание жира в молоке, %	3,62	3,62
Удой 3,6%-ного молока	24,0±0,35	24,7±0,45
% к контролю	100	102,9

Среднесуточный удой молока в учётный период в опытной группе составил 24,6 кг, что на 2,9 % выше, чем в контрольной группе. В пересчете на 3,6%-ное молоко этот показатель составил 24,7 кг молока и был выше контрольного на 2,9 %.

На протяжении учётного периода наблюдалось снижение лактационной кривой в обеих группах, однако в опытной группе это снижение было несколько меньше. Так, снижение среднесуточного удоя относительно предварительного периода в опытной группе составило 1,2 %, в контрольной – 3,6 %, между группами этот показатель составил 2,9 %. Содержание массовой доли жира на протяжении всего учётного периода находилось на одном уровне и составило 3,62 %.

Таким образом, рационы с содержанием в их составе сырой клетчатки сверх нормы в контрольной группе отрицательно сказались на молочной продуктивности, так как на протяжении опытного периода исследований произошло снижение лактационной кривой (3,6 %). В то же время в опытной группе, где содержание сырой клетчатки колебалось в пределах 24,6 %, снижение лактационной кривой было несколько меньше (1,2 %).

В ходе проведения научно-хозяйственного опыта по изучению хозяйственных рационов определено их влияние на качественный и количественный состав микрофлоры рубца.

Клетчатка в рационе жвачных занимает 40-50 %. Её содержание в различных растениях в расчёте на сухое вещество колеблется в

пределах 25-50 %. Жвачные животные утилизируют до 80 % всей поступившей с кормом клетчатки, и большая её часть подвергается различным превращениям в рубце [7].

Целлюлолитические бактерии, простейшие и грибы играют важную роль в ферментативном разложении целлюлозы и гемицеллюлозы на мелкие молекулы, которые могут быть поглощены рубцом.

Простейшие рубца относятся к подтипу инфузорий, классу ресничных инфузорий, состоящему из десятка родов и множества (около 100) видов. Они попадают в преджелудки, как и многие другие микроорганизмы, с кормом и очень быстро размножаются (до 4-5 поколений в день). В 1 г содержимого рубца находится до 1 млн. инфузорий, размеры которых колеблются от 20 до 200 мкм.

Инфузории играют важную биологическую роль в рубцовом пищеварении. Они подвергают корм механической обработке, используют для своего питания трудноперевариваемую клетчатку и благодаря активному движению создают своеобразную микроциркуляцию среды. Инфузории разрыхляют, измельчают корм, в результате чего увеличивается его поверхность, он становится более доступным для действия бактериальных ферментов.

Микробиологический состав рубца непостоянен и во многом зависит от скармливаемого корма, стадии физиологического цикла животного, стресса, экологических условий и многих других факторов.

Для изучения микрофлоры рубца проведён отбор пробы рубцовой жидкости, содержащей инфузории, бактерии, грибы. Количественное содержание различных групп микроорганизмов отражено в таблице 2.

Таблица 2 – Количественное содержание различных групп микроорганизмов в рубце коров

Сочлен биоценоза	Контроль	Опыт
Бактерии, $10^9$ КОЕ/мл	1,05±0,04	1,01±0,04
Грибы, $10^4$ КОЕ/мл	1,80±0,05	1,85±0,05
Эукариоты, $10^5$ КОЕ/мл	6,6±0,13	6,5±0,15

Также определён качественный и количественный состав микробиома рубца (таблица 3).

При даче коровам кормов с высоким содержанием клетчатки наблюдалось некоторое количественное увеличение бактерий таких родов, как *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Esherichia* и снижение количества бактерий родов *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*. Последнее, вероятно, связано с тем, что при высоком уровне клетчатки происходило некоторое затруднение переваримости кормов в связи с большой физиологической нагрузкой на микробиом, что может привести к угнетению некоторых групп микроорганизмов, в частности молочнокислых

бактерий. Тем не менее, рН кислотность рубца оставалась в пределах нормы и составила 6,7-6,8 (при норме 6,5-6,9), температура рубца находилась в пределах 39 °С. Количество бацилл составило ( $\log_{10}$  КОЕ/г)  $3,3 \pm 0,08$ , бактероидов –  $5,2 \pm 0,09$ , бифидобактерий –  $4,3 \pm 0,1$ , эшерихий –  $3,7 \pm 0,07$ , лактобацилл –  $4,5 \pm 0,05$ , лактококков –  $4,1 \pm 0,05$ , микрококков –  $3,0 \pm 0,05$ , протей –  $1,4 \pm 0,05$ , стрептококков –  $4,5 \pm 0,06$ .

Таблица 3 – Примерное содержание бактерий в рубце высокопродуктивных коров

Сочлен биоценоза	Содержание бактерий в рубце, $\log_{10}$ КОЕ/г	
	Контроль	Опыт
<i>Bacillus</i>	$3,2 \pm 0,06$	$3,3 \pm 0,08$
<i>Bacteroides</i>	$5,0 \pm 0,1$	$5,2 \pm 0,09$
<i>Bifidobacterium</i>	$4,1 \pm 0,07$	$4,3 \pm 0,1$
<i>Esherichia</i>	$3,5 \pm 0,08$	$3,7 \pm 0,07$
<i>Lactobacillus</i>	$4,8 \pm 0,09$	$4,5 \pm 0,05$
<i>Lactococcus</i>	$4,3 \pm 0,04$	$4,1 \pm 0,05$
<i>Micrococcus</i>	$3,0 \pm 0,03$	$3,0 \pm 0,05$
<i>Proteus</i>	$1,3 \pm 0,04$	$1,4 \pm 0,05$
<i>Streptococcus</i>	$4,7 \pm 0,04$	$4,5 \pm 0,06$
<i>Candida</i>	$1,2 \pm 0,05$	$1,2 \pm 0,04$

Таким образом, в связи с увеличением доли труднопереваримых компонентов корова может испытывать дефицит энергии в сухом веществе, что в свою очередь может привести к некоторому дисбалансу микробиоты и ухудшению молочной продуктивности.

**Заключение.** Проведение научно-хозяйственного опыта по изучению качественного и количественного состава микробиоты рубца при использовании рационов с высоким уровнем клетчатки (23,0-26,11 %) снизило среднесуточный удой относительно предварительного периода в опытной группе на 1,2 %, в контрольной – на 3,6 %, между группами этот показатель составил 2,9 %.

Количество бацилл составило ( $\log_{10}$  КОЕ/г)  $3,3 \pm 0,08$ , бактероидов –  $5,2 \pm 0,09$ , бифидобактерий –  $4,3 \pm 0,1$ , эшерихий –  $3,7 \pm 0,07$ , лактобацилл –  $4,5 \pm 0,05$ , лактококков –  $4,1 \pm 0,05$ , микрококков –  $3,0 \pm 0,05$ , протей –  $1,4 \pm 0,05$ , стрептококков –  $4,5 \pm 0,06$ .

Наблюдалось количественное увеличение бактерий рода *Bacteroides* на 4 %, *Bifidobacterium* – на 4,8 %, *Esherichia* – на 5,7 % и снижение количества бактерий родов *Lactobacillus* на 4,7 %, *Lactococcus* – на 6,3 %, *Streptococcus* – на 4,3 %.

#### Литература

1. Effect of phenolic monomers on growth and hydrolytic enzyme activities of an anaerobic fungus isolated from wild nilgai (*Boselaphus tragocamelus*) / S. S. Paul [et al.] // Lett. Appl.

Microbiol. – 2003. – Vol. 36. – P. 377-381.

2. Активность целлюлолитического комплекса индуцированных мутантов *Bacillus subtilis* / Д. В. Маслак, И.Н. Феклистова, И.А. Гринева, Т.Л. Скакун, Л.Е. Садовская, Н.П. Максимова. // Труды Белорусского государственного университета. Серия: Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. – 2015. – Т. 10. – № 1. – С. 82-89.

3. Эрнст, Л. К. Ферменты улучшают переваривание клетчатки / Л. К. Эрнст, Г. Ю. Лаптев // Животноводство России. – 2006. – № 10 – С. 36-37.

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

5. ГОСТ Р 55293-2012. Ферментные препараты для пищевой промышленности. Метод определения целлюлазной активности. – Введ. 01.01.14. – Москва : Стандартиформ, 2014. – 14 с.

6. Mulligan, C. N. Enhanced production of biosurfactant through the use of a mutated *B. subtilis* strain / C. N. Mulligan, T. Y. Chow, B. F. Gibbs // Applied Microbiology and Biotechnology. – 1989. – Vol. 31. – P. 486-489.

7. Чёрная, Л. В. Особенности желудочного пищеварения у жвачных животных / Л. В. Чёрная // Научное обозрение. Биологические науки. – 2017. – № 2. – С. 153-156.

*Поступила 13.02.2022 г.*

УДК 636.2.084.56

<https://doi.org/10.47612/0134-9732-2022-57-2-77-84>

В.П. ЦАЙ

## **ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ РАЦИОНОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ**

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

Полноценное кормление ремонтного молодняка и взрослых племенных животных позволяет обеспечить рационы животных необходимыми элементами питания, которые положительно влияют на качество спермы и, как следствие, увеличивают сроки хозяйственного использования. Поэтому целью исследования было оптимизировать структуру рационов для быков-производителей. Установлено, что в результате скармливания опытных рационов зимнего и летнего периодов при однотипном кормлении способствовало повышению объёма эякулята на 4,0-4,2 %, активности спермы – на 3,1-6,4 %, концентрации сперматозоидов в эякуляте – на 13,8-15,3 %.

**Ключевые слова.** структура рационов, быки производители, спермопродукция, пророщенное зерно.