

ВЛИЯНИЕ РАЗРАБОТАННОГО РАЦИОНА НА КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ МИКРОФЛОРЫ РУБЦА

**А. И. САХАНЧУК, Е. Г. КОТ, М. Г. КАЛЛАУР,
Т. А. БУРАКЕВИЧ, Ж. В. РОМАНОВИЧ**

*РУП «Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Республика Беларусь, 222163, e-mail: nb_belniig@mail.ru, nti_belniig@mail.ru*

(Поступила в редакцию 31.01.2020)

Целью исследований было определить влияние структуры рационов на процессы трансформации питательных веществ, качественный и количественный состав микрофлоры рубца с целью улучшения функционирования пищеварительной системы и повышения продуктивности молочного скота.

Для решения поставленных задач в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области в зимне-стойловый период провели научно-хозяйственный опыт на высокопродуктивных коровах белорусской черно-пестрой породы живой массой 600–650 кг, среднесуточным удоем 22 кг, отобранных по принципу пар-аналогов.

Для опыта сформированы две группы животных: опытная и контрольная. Балансирование недостающего количества макро- и микроэлементов производилось путем введения полисолей. Содержание животных привязное, фронт кормления и поения, параметры микроклимата в обеих группах одинаковые. Среднесуточный рацион составлен на основании имеющихся кормов в хозяйстве. Корма задавались в виде полнорационной кормосмеси. В контрольной группе использовался основной рацион, принятый в хозяйстве.

Разработанная в процессе научно-хозяйственного опыта структура рационов с отношением концентратов, кукурузного силоса и сенажа из многолетних трав 2:1 и грубых кормов позволила в ходе эксперимента повысить молочную продуктивность на 5,2 %, содержание жира, белка и лактозы на 0,02 и 0,01 и 0,04 п. п.

Затраты кормов на 1 кг натурального молока в опытной группе были на 3,9 % ниже, чем у животных контрольной группы. Дополнительная прибыль за опыт от одной головы в этой группе составила 71,96 рублей.

Ключевые слова: *коровы, молоко, структура рациона, продуктивность, микрофлора рубца.*

The aim of the research was to determine the effect of the diets structure on processes of transformation of nutrients, qualitative and quantitative composition of rumen microflora in order to improve the functioning of digestive system and increase performance of dairy cattle.

To solve the tasks, at the state enterprise ZhodinoAgroPlemElita in the Smolevichi district of Minsk region during the winter-stall period, scientific and economic experiment was carried out with highly productive cows of the Belarusian black-and-white breed with body weight of 600-650 kg, average daily milk yield of 22 kg, that were selected on the basis of analogue pairs.

Two groups of animals were formed for the experiment: experimental and control one. Balancing of deficient amount of macro- and microelements was carried out by introducing

polysols. The animals management was tie-up type, front of feeding and watering, microclimate parameters were the same in both groups. The average daily diet was based on the available feed at the farm. Feeds was distributed in the form of a full value feed mixtures. In the control group, the main diet adopted at the farm was used.

The structure of diets developed in the process of scientific and economic experiment with the ratio of concentrates, corn silage and haylage from perennial grasses of 2:1 and coarse fodder allowed to increase milk productivity during the experiment by 5.2 %, content of fat, protein and lactose by 0.02 and 0.01, and 0.04 p.p.

The feed cost per 1 kg of natural milk in the experimental group was 3.9 % lower than with animals of the control group. Extra profit during the experiment from one animal in this group amounted to 71.96 rubles.

Key words: cows, milk, diet structure, performance, rumen microflora.

Введение. Повышение молочной продуктивности животных в условиях интенсификации производства в значительной степени зависит от развития кормовой базы и сбалансированного кормления. В этой связи знание процессов метаболизма и усвоения питательных субстратов в организме животных является основой их рационального кормления [1, с. 136], [2].

Научные исследования и практика показывают, что именно оптимальное соотношение в рационе разнообразных кормов, то есть его структура, определяет правильное течение микробиологических процессов в пищеварительном тракте за счет «слаженной работы» симбиотической микрофлоры, что непосредственно отражается на состоянии обмена веществ в организме животных и на продолжительности их хозяйственного использования.

При нарушении функций рубца наблюдаются нарушения обмена веществ, выражающиеся в форме кетоза, токсемии беременности, тимпании, в снижении жирномолочности.

Каждый вид микроорганизмов требует определенного соотношения элементов питания, поэтому задача зоотехника-специалиста – стабилизировать жизнедеятельность этой микрофлоры и создать оптимальные условия для развития бактерий рубца не за счет концентратов, а с помощью скармливания объемистых кормов высокого качества [3, с. 47], [4, с. 181].

Главной анатомической особенностью молочных коров (и всех жвачных) является наличие и функционирование уникальной системы пищеварения, которая определяет физиолого-биохимическую направленность обмена веществ и состав молока. Именно благодаря микроорганизмам, населяющим преджелудки, жвачные способны потреблять значительное количество растительных кормов. Поэтому первая задача в кормлении молочных коров – добиться эффективного функционирования этой системы, для чего требуется поддержание оптимальных условий рубцовой среды [5, 6].

Наукой доказано, что за счет ферментов микрофлоры рубца удовлетворяется до 80 % потребности жвачных в энергии, от 30 до 50 % – в белке, в значительной мере – в макро- и микроэлементах и витаминах, переваривается от 50 до 70 % сырой клетчатки рациона [6, с. 48].

Оптимальным для размножения микроорганизмов рубца кормовым субстратам характерен уксуснокислый тип брожения и pH среды ближе к нейтральной – от 6,6 до 6,9. Менее оптимальным кормовым субстратам свойственен пропионово-масляный тип брожения и более кислый pH среды – от 6,2 до 6,5 [7, 8].

Таким образом, существует прямая зависимость между количеством бактерий и инфузорий в рубцовом содержимом и продуктивностью жвачных животных. Чем больше количество микроорганизмов в рубце, тем выше уровень продуктивности животных.

Впервые в Республике Беларусь будет определено влияние структуры рационов на функциональное состояние пищеварительной системы, качественный и количественный состав микрофлоры рубца, обмен веществ и продуктивность высокопродуктивных коров.

Цель исследований – определить влияние структуры рационов на процессы трансформации питательных веществ, качественный и количественный состав микрофлоры рубца с целью улучшения функционирования пищеварительной системы и повышения продуктивности молочного скота.

Основная часть. Для решения поставленных задач научно-хозяйственный опыт проведен на высокопродуктивных коровах белорусской черно-пестрой породы живой массой 600–650 кг, среднесуточным удоем 22 кг, отобранных по принципу пар-аналогов, согласно методике А. И. Овсянникова (1976) [9, с. 43] в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области в зимне-стойловый период.

Для опыта сформированы две группы животных: опытная и контрольная. Балансирование недостающего количества макро- и микроэлементов производилось путем введения полисолей. Содержание животных привязное, фронт кормления и поения, параметры микроклимата в обеих группах одинаковые. Среднесуточный рацион составлен на основании имеющихся кормов в хозяйстве. Корма задавались в виде полнорационной кормосмеси.

В контрольной группе использовался основной рацион, принятый в хозяйстве. Для животных опытной группы разработаны оптимальные варианты структуры рациона при разных типах кормления, с преобладанием кукурузного силоса (в соотношении 2:1, 1,5:1, 1:1) относительно сенажа, использование которого обеспечит повышение активности

микрофлоры рубца, увеличит количество и улучшит качество полезных микроорганизмов.

В ходе научно-хозяйственного опыта изучены: химический анализ кормов и продуктов обмена; биохимические показатели крови; поедаемость кормов; молочная продуктивность; экономическая эффективность.

Для изучения интенсивности процессов рубцового пищеварения коров проведены физиологические опыты на фистульных животных, продолжительностью 30 дней каждый. В рубцовой жидкости, отфильтрованной через 4 слоя марли, определялись следующие показатели:

– концентрация ионов водорода (рН); общий и остаточный азот, белковый; общее количество ЛЖК; аммиак.

Статистическая обработка результатов анализа проводилась с учетом критерия достоверности по Стьюденту. Цифровые данные обработаны биометрически методом вариационной статистики по П. Ф. Рокицкому (1973) [10].

Полноценное кормление – один из главных факторов, обеспечивающих повышение молочной продуктивности коров. Организация его возможна только на основе знаний о потребности животных во всех элементах питания в различные физиологические периоды их жизни. Сбалансированное, физиологически и экономически целесообразное кормление молочного скота должно базироваться на удовлетворении их потребностей в энергии питательных, минеральных и биологически активных веществах за счет максимального использования и оптимально обоснованного количества концентрированных кормов [11, с. 176, 199], [12, с. 284].

В ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» был проведен первый научно-хозяйственный опыт в зимне-стойловый период по разработке структуры рационов с соотношением концентратов, кукурузного силоса и сенажа из многолетних трав 2:1 и грубых кормов на высокопродуктивных коровах в основной цикл лактации.

Кормосмесь контрольной группы животных состояла из: сена злаково-бобового – 1,0 кг, сенажа злакового – 15,0 кг, силоса кукурузного – 25,0 кг и комбикорма – 7,0 кг.

В опытной группе рацион состоял из: сена злаково-бобового – 1,0 кг, сенажа злакового – 14,0 кг, силоса кукурузного – 28,0 кг, соотношение между сенажом и силосом составило 1:2, а также комбикорм собственного приготовления – 6,7 кг.

На 1 кг натурального молока расход комбикормов составил 305–318 г. в рационе опытной группы травяные корма (сено, силос, сенаж) занимали 69,7 %, концентраты – 30,3 %. В контрольной группе соот-

ветственно 68,5 и 31,5 %. Силос и сенаж соответственно – в контрольной группе: 31,0:33,1 %; в опытной: 38,0:27,3 %.

Содержание сырого протеина в сухом веществе в опытной группе составило – 141,0 г, переваримого протеина – 99,7 г, сырого жира – 3,1 %. В контрольной группе были следующие показатели: сырого протеина – 139,4 г, переваримого протеина – 98,9 г, сырого жира – 3,0 %. Концентрация обменной энергии (КОЭ) составила в обеих группах 10,2–10,4 МДж/кг.

Относительно таких микроэлементов как сера, цинк, марганец, их недобор в кормах снизился за счет поступления этих веществ в составе минеральных добавок.

Молоко представляет собой биологическую жидкость сложного химического состава, выделяемую молочной железой самок млекопитающих. Оно служит полноценной и незаменимой пищей для новорожденных животных, а также необходимым продуктом питания человека любого возраста. Молоко содержит все необходимые для жизнедеятельности организма питательные вещества.

Для получения высоких удоев и хорошего качества молока большое значение имеют питательность рациона коров, уровень белкового, углеводного, жирового, минерального и витаминного питания, использование разнообразных кормов и наиболее целесообразное их сочетание. При этом соотношение питательных веществ в рационе должно быть оптимальным.

Данные по молочной продуктивности коров (табл. 1) показывают, что в течение учетного периода изменялись удои и жирность молока.

Таблица 1. Молочная продуктивность и химический состав молока

Группы	Среднесуточный удой, кг	Среднесуточный удой молока базисной жирности (3,6 %), кг	Содержание жира, %	Содержание белка, %	Содержание лактозы, %
Контроль	21,6±0,38	21,3±0,57	3,55±0,04	3,20±0,01	4,56±0,01
Опыт	22,6±0,90	22,4±0,89	3,57±0,01	3,21±0,02	4,60±0,02

Среднесуточный удой молока в опытной группе составил 22,6 кг, что на 4,6 % выше, чем в контрольной группе. В пересчете на 3,6 %-ное молоко этот показатель составил 22,4 кг молока и был выше по сравнению с контролем на 5,2 %.

Содержание массовой доли жира было выше относительно контрольной группы соответственно на 0,02 п.п., белка соответственно

выше на 0,01 п.п., лактозы на 0,04 п.п.

Таким образом, рационы с соотношением концентратов, кукурузного силоса и сенажа из многолетних трав в соотношении 2:1 и грубых кормов положительно влияют на молочную продуктивность, качественные показатели молока и не оказывают отрицательного влияния на здоровье подопытных животных.

Изучение показателей крови имеет также большое значение в оценке полноценности питания и продуктивных качеств животных, поскольку позволяет определить физиологическое состояние, направленность и динамику обменных процессов в организме. В процессе исследований были изучены основные показатели крови: содержание общего белка и его фракций – альбумина и глобулина, мочевины, билирубина, глюкозы, кальция, фосфора, каротина, микроэлементов.

Все морфологические и биохимические показатели крови находились в пределах физиологической нормы у животных обеих групп. Однако имелись некоторые внутригрупповые различия.

Например, содержание эритроцитов в крови опытных животных по сравнению с контрольными аналогами оказалось выше на 2,8 %. По содержанию гемоглобина также отмечено повышение показателя в опытной группе на 1,5 %.

Общий белок, характеризующий состояние и уровень обмена веществ в организме животных, в обеих группах также был в пределах физиологической нормы, но в опытной группе его количество оказалось выше на 3,4 % относительно контрольной группы.

Содержание минеральной части, таких элементов как фосфор и кальций, находилось в пределах физиологической нормы, и существенных межгрупповых различий не имело.

Проведенные экономические расчеты, показали, что согласно данным расхода кормов и надоенного молока за период опыта затраты кормов на 1 кг натурального молока в опытной группе составили 0,75 к. ед., что на 3,9 % ниже, чем у животных контрольной группы.

Надоено молока 3,6%-ной жирности в опытной группе на 1,1 кг больше, что составило 5,2 %. Это является подтверждением тому, что животные опытной группы более рационально использовали питательные вещества корма.

Дополнительная прибыль за опыт (90 дней) от одной головы в опытной группе составила 71,96 рублей.

В ходе проведения научно-хозяйственного опыта было определено влияние разработанной структуры рационов с различным соотношением концентратов, кукурузного силоса и сенажа из многолетних трав в

соотношении 2:1 и грубых кормов на качественный и количественный состав микрофлоры рубца.

Желудок у жвачных сложный, многокамерный. Он состоит из четырех отделов: рубца, сетки, книжки, и сычуга. Первые три отдела называют преджелудками, а последний отдел – сычугом. Сычуг является истинным желудком. У крыс, овец и коз желудок 4-камерный, а у верблюдов – 3-камерный (отсутствует книжка). Вместимость рубца у коровы в среднем 140 л, у овец, для примера 16 л.

Рубец – самая большая начальная камера желудка жвачных. Он занимает почти всю левую половину, а сзади часть правой половины брюшной полости. Слизистая оболочка рубца не имеет желез, она выстлана плоским ороговевшим с поверхности многослойным эпителием и формирует множество различной величины сосочков до 1 см длиной.

В рубце жвачных обитает множество разнообразных микроорганизмов – бактерий и простейших. Вместе с превращением основных компонентов корма в доступные для организма животных соединения, в рубце протекают синтетические процессы образования белка и витаминов. Синтетический бактериальный белок обладает высокой биологической ценностью, а синтез витаминов группы В и К полностью освобождает жвачных от их экзогенного введения.

Протеолитической активностью обладают все компоненты микрофлоры рубца (крупные и мелкие бактерии, простейшие). Среди протеолитических бактерий обнаруживаются представители *Butyrivibrio* sp., *Succinivibrio* sp., *S.ruminantium* var. *lactilytica*, *Borrelia* sp., *Bacteroides* sp. и *Str. bovis*.

Для определения качественного состава микроорганизмов в рубце были отобраны пробы рубцового содержимого здоровых коров опытной группы в основной период лактации (табл. 2).

Таблица 2. Среднее значение концентрации микроорганизмов в рубцовой жидкости

Организмы	Значение	Количество
Бактерии	мкг/мл	85,32±3,1
Грибы	мкг/мл	1,1±0,02
Эукариоты	мкг/мл	2,34±0,37

Сравнительный анализ микрофлоры рубца отобранных коров свидетельствует о следующем балансе микроорганизмов (бактерий, грибов и эукариотов) в микробном сообществе рубца исследованных животных: бактерии – 85,32±3,1мкг/мл; грибы – 1,1±0,02мкг/мл; эукариоты – 2,34±0,37мкг/мл.

В состав микробиоты рубца входят: инфузории – от 200 тыс. до 2 млн/мл, бактерии – от 100 млн до 10 млрд/мл. В среднем за опыт в рубцовой жидкости наблюдалось 658 тыс. инфузорий в 1 мл, а количество бактерий составляет 10^9 – 10^{15} клеток на 1 г рубцового содержимого. Эти данные согласуются с исследованиями других авторов [13, с. 95].

Видовой состав микроорганизмов очень обширен – обнаружено около 150 видов.

Установлено, что качественный состав микроорганизмов (табл. 3) в рубце группы подопытных коров в большинстве своем включает представителей родов *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Clostridium*, *Lactobacillus*, *Proteus*, *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Ruminococcus*, *Ruminobacter*, *Escherichia*, *Bacillus*.

Таблица 3. Примерное содержание бактерий и грибов в рубце высокопродуктивных коров

Сочлен биоценоза	Примерное содержание бактерий и грибов в рубце высокопродуктивных коров в основной период лактации, на начало опыта ($\log_{10}$ КОЕ/г)	Примерное содержание бактерий и грибов в рубце высокопродуктивных коров в основной период лактации, на конец опыта ($\log_{10}$ КОЕ/г)
<i>Staphylococcus</i>	4,8±0,13	4,9±0,14
<i>Streptococcus</i>	4,8±0,03	4,8±0,05
<i>Escherichia coli</i>	3,75±0,09	3,9±0,1
<i>Clostridium</i>	0,3±0,06	0,4±0,05
<i>Proteus</i>	0,3±0,035	0,4±0,04
<i>Lactobacillus</i>	3,6±0,13	3,6±0,17
<i>Bifidobacterium</i>	1,9±0,03	2,0±0,04
<i>Corynebacterium</i>	0,6±0,02	0,7±0,02
<i>Bacillus</i>	2,5±0,02	2,5±0,01
<i>Fungi</i>	1,0±0,14	1,1±0,17
<i>Enterococcus</i>	3,9±0,02	4,1±0,02

Особенно часто выделяли такие виды бактерий, как *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis*, *Staphylococcus albus*, *Staph. cereus*, *Streptococcus casei*, *Str. bovis*, *Str. lactis*, *Str. faecalis*, *Ruminococcus flaveaciens*, *R. albus*.

Не все из присутствующих типов бактерий положительно влияют на молочную продуктивность коров. Некоторые представители таких, родов как *Staphylococcus*, *Fusobacterium*, *Clostridium* и такого семейства как *Enterobacteriaceae* могут негативно влиять на рубцовое пищеварение, вызывая различные заболевания (мастит, гастроэнтерит, эндетрит).

Поэтому необходим не только качественный, но и количественный анализ микробиоты. Общее число бактерий и грибов в рубце крупного

рогатого скота на конец опыта составило $21,2 \pm 0,09 \log_{10}$ КОЕ/г.

Заключение. Проведение научно-хозяйственного опыта по разработке структуры рационов с соотношением концентратов, кукурузного силоса и сенажа из многолетних трав 2:1 и грубых кормов позволило в ходе эксперимента, повысить молочную продуктивность на 5,2 %, содержание жира, белка и лактозы на 0,02 и 0,01 и 0,04 п.п.

Затраты кормов на 1 кг натурального молока в опытной группе составили 0,75 к. ед., что на 3,9 % ниже, чем у животных контрольной группы.

Дополнительная прибыль за опыт (90 дней) от одной головы в этой группе составила 71,96 рублей.

Определен следующий баланс микроорганизмов (бактерий, грибов и эукариотов): бактерии – бактерии – $85,32 \pm 3,1$ мкг/мл; грибы – $1,1 \pm 0,02$ мкг/мл; эукариоты – $2,34 \pm 0,37$ мкг/мл.

Общее число бактерий и грибов в рубце крупного рогатого скота составило $21,2 \pm 0,09 \log_{10}$ КОЕ/г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев, А. А. Обмен веществ у жвачных животных / А. А. Алиев. – М.: НИЦ «Инженер», 1997. – 419 с.
2. Вдовина, Н. Н. Оптимизация рубцового пищеварения дойных коров при введении минеральных добавок / Н. Н. Вдовина // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10. – С. 136–139.
3. Киселев, А. В. Полноценное кормление коров / А. В. Киселев // Животноводство России. – 2005. – № 6. – С. 47–48.
4. Роженцов, А. Л. Состояние гомеостаза в преджелудках высокопродуктивных коров в зависимости от концентрации липидов в рационах / А. Л. Роженцов, Л. Ю. Петров, С. Ю. Смоленцев // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – Казань, 2015. – С. 181–185.
5. Нормы содержания микрофлоры в рубце крупного рогатого скота: методические рекомендации / Г. Ю. Лаптев [и др.]. – СПб.: ООО «БИОТРОФ», 2016. – 48 с.
6. Кормление сельскохозяйственных животных: учеб. пособие / Н. А. Яцко [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2012. – 286 с.
7. Основы физиологии и этиологии животных: учебник для вузов / В. Ф. Лысов, В. И. Максимов. – М.: Колос, 2004. – 248 с.
8. Писменская, В. Н. Анатомия и физиология сельскохозяйственных животных / В. Н. Писменская, Е. М. Ленченко, Л. А. Голицына. – Москва: Колос, 2006. – 280 с.
9. Овсянников, А. И. Основы опытного дела в животноводстве / А. И. Овсянников. – М.: Колос, 1976. – 163 с.
10. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3 испр. – Минск: Высшая школа, 1973. – 320 с.
11. Нормы кормления крупного рогатого скота: справочник / Н. А. Попков [и др.]. – Жодино, 2011. – 260 с.
12. Кормление сельскохозяйственных животных: учеб. пособие / В. К. Пестис [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2009. – 540 с.
13. Повышение эффективности рационов для лактирующих коров / В. Р. Каиров [и др.] // Известия Горского государственного аграрного университета. – Владикавказ: Издательство ФГБОУ ВПО «Горский госагроуниверситет», 2014. – Т. 51, ч. 3 – С. 93–97.