

УДК 636.2.087.72:612.3

## ОПТИМИЗАЦИЯ РУБЦОВОГО ПИЩЕВАРЕНИЯ ДОЙНЫХ КОРОВ ПРИ ВВЕДЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК

Вдовина Н.Н.

*ФГБОУ ВПО «Уральская государственная академия ветеринарной медицины»,  
Троицк, Челябинской области, e-mail: natali-dancer@mail.ru*

В ходе проведенных исследований на коровах симментальской породы были проанализированы два сорбента природного происхождения: сапропель и сапропелевая кормовая добавка – сапроверм, обладающих уникальными сорбционными, каталитическими свойствами. Они повышают эффективность использования кормов, продуктивность, улучшают технологическую и экологическую ценность молока. Сапропель и сапроверм добавляли в концентрированный корм во время утреннего кормления в течение 15 дней, затем делали 15-дневный перерыв. Введение в рацион добавок проводили в указанной последовательности трижды. Введение сапропеля и сапроверма способствовало достоверному увеличению численности бактерий и простейших на 5,5–8,2; 12,4–14,9% и соответственно на 2,4–20,3; 22,1–28,1% относительно контрольных аналогов. И, как следствие, в рубцовом содержимом всех опытных группах возросло количество метаболитов углеводного обмена – летучих жирных кислот – относительно контрольной группы на 6,0–21,6%.

**Ключевые слова:** симментальская порода, сапропель и сапроверм, рубцовое содержимое, водородный показатель, аммиак, летучие жирные кислоты, бактерии и инфузории

## OPTIMIZATION OF RUMEN DIGESTION OF DAIRY COWS WITH THE INTRODUCTION OF MINERAL SUPPLEMENTS

Vdovina N.N.

*FGBOU VPO «Ural State Academy of Veterinary Medicine», Troitsk, e-mail: natali-dancer@mail.ru*

During the studies on the Simmental cows were analyzed by two natural absorber: sapropel and sapropelic feed additive – saproverm with unique sorption, catalytic properties increase the efficiency of feed utilization, productivity, improve technological and ecological value of milk. Sapropel and saproverm added to concentrated feed during the morning feeding for 15 days, then made a 15-day break. Introduction diet supplements performed in sequence three times. Introduction of sapropel and saproverma facilitated a significant increase in the number of bacteria and protozoa in the 5,5–8,2% and 12,4–14,9%, respectively, for 2,4–20,3; 22,1–28,1% relative to control counterparts. And, as a consequence, the contents of scar in all experimental groups increased the number of metabolites of carbohydrate metabolism – volatile fatty acids – the control group on 6,0–21,6%.

**Keywords:** Simmental breed, sapropel and saproverm, umbilicus content, pH, ammonia, volatile fatty acids, bacteria, and ciliates

Повышение молочной продуктивности животных тесно связано с нормальным течением физиологических процессов в организме, важнейшая роль среди которых принадлежит пищеварению. Пищеварительная система наиболее динамична в организме жвачных животных и имеет разнообразный диапазон приспособительных изменений [2]. Связано это с неравномерным поступлением корма, а также качественным и количественным набором в нем питательных веществ. Местом основных процессов бактериальной ферментации питательных веществ корма является рубец. В рубце жвачных обитает множество разнообразных микроорганизмов – бактерий и простейших.

Жизнедеятельность специфической популяции микроорганизмов поддерживается определенными условиями, соответствующим ассортиментом кормов и их качеством (И.А. Долгов, 2002).

Однако, как показывает практика, в производственных условиях слабая кормовая база и плохое качество кормов ведет к нарушению обменных процессов и со-

ответственному снижению молочной продуктивности животных. В связи с этим метаболические процессы в рубце жвачных животных способствуют изменению активной реакции среды, как правило, в кислую сторону, что негативно влияет на общий микробиоценоз.

Для коррекции нарушений метаболизма и достижения генетически заданной продуктивности у коров некоторые авторы предлагают использовать кормовые добавки, имеющие в своем составе комплекс витаминов, микроэлементов и углеводный компонент (Г.П. Белехов, 1965, Б.Б. Тараканов, 2003).

Большинство добавок, производимых в промышленности, являются дорогостоящими и из-за недостаточного финансирования хозяйств не могут быть приобретены. Поэтому в настоящее время целесообразно использовать кормовые добавки, приготовленные на основе сырья местного происхождения. Сапропель и сапроверм как природные минеральные подкормки имеют низкую себестоимость и обладают высокой усвояемостью входящих в их состав компо-

ментов. Эти добавки способствуют нормализации рубцового пищеварения жвачных животных.

**Цель исследования** состояла в сравнении влияния сапропеля и сапроверма при включении их в рацион на количественный состав инфузорий и бактерий и, как следствие, содержания летучих жирных кислот в рубцовом содержимом коров симментальской породы.

### Материалы и методы исследований

Экспериментальную часть работы проводили в условиях ООО «Ясные Поляны» Троицкого района Челябинской области. Для проведения эксперимента по принципу пар-аналогов (с учетом живой массы, уровня продуктивности и физиологического состояния) было отобрано 7 групп коров симментальской породы австрийской селекции по 10 голов в каждой. Животные контрольной группы получали основной рацион; 2, 3 и 4 опытных групп в дополнение к основному рациону – сапропель в количестве 300, 450 и 600 г на голову в сутки; 5, 6 и 7 – сапроверм в количестве 420, 570 и 720 г на голову в сутки. Во время проведения эксперимента животные находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Сапропель и сапроверм добавляли в концентрированный корм во время утреннего кормления в течение 15 дней, затем делали 15-дневный перерыв. Введение в рацион добавок проводили в указанной последовательности трижды.

Сапропель представляет собой илистые отложения в основном пресноводных водоемов, содержащие большое количество органических веществ в коллоидном состоянии. Сапропелевые кормовые добавки являются источником минеральных и биологически активных веществ. До настоящего времени проблема массового освоения озерных сапропелей с комплексным их использованием находится практически в начальной стадии.

Сапроверм состоит из сапропеля и вспученного вермикулита, который представляет собой природный минерал из группы гидрослюд, легкий, сыпучий и пористый материал. Вермикулит является эффективным сорбентом, обладающим высокими ионообменными свойствами по отношению к большой группе опасных в экологическом отношении веществ: ионам металлов, нитратов и нитритов, соединений хлора, фтора и серы.

Оценку состояния рубцового пищеварения производили зондированием животных и взятием содержимого за час до кормления.

В содержимом исследовали: величину рН электрометрическим методом с помощью рН-метра; концентрацию аммиака микродиффузным методом по Конвею (И.П. Кондрахин, 2004); общую концентрацию летучих жирных кислот (ЛЖК) – масляной, пропионовой и уксусной – по методу Маркгама (И.П. Кондрахин, 2004); количество инфузорий подсчитывали в камере Горяева (И.П. Кондрахин, 2004); общее количество бактерий подсчитывали под микроскопом в мазке содержимого рубца (И.П. Кондрахин, 2004).

Полученный материал обрабатывали методом вариационной статистики (Н.А. Плохинский, 1969), достоверность разницы величин рассчитывали по Стьюденту.

### Результаты исследований и их обсуждение

Исследования показали, что скормливание дойным коровам сапропеля и сапроверма сопровождалось существенным изменением микрофлоры преджелудков. Как видно из табл. 1, в рубце коров опытных групп активная реакция среды находится в пределах физиологической нормы (Н.В. Курилов, 1982). В контрольной группе она была выше, чем в опытных группах. Максимальная разница по данному показателю была получена между 6 опытной группой и контролем (0,17 единиц) при  $P < 0,001$ , а минимальная – 0,07 единиц ( $P < 0,001$ ) в сравнении с 4 опытной группой относительно контрольных аналогов. Уровень водородного показателя тесно связан с интенсивностью углеводного обмена, важнейшим показателем которого является концентрация ЛЖК. Летучие жирные кислоты, образующиеся в процессе микробной ферментации из углеводов, всасываясь через эпителий преджелудков, обеспечивают не менее 40–60% потребности в энергии. Соотношение трех основных высокомолекулярных кислот в преджелудках – уксусной, пропионовой и масляной – зависит от соотношения и структуры рациона, соотношения питательных веществ в нем (соотношение легко- и труднорастворимых углеводов, белков и углеводов), которые создают более или менее благоприятные условия для бактерий (Н.В. Курилов, А.П. Кроткова, 1971).

Уксусная кислота в организме жвачных используется для синтеза высокомолекулярных жирных кислот. Также она расходуется на синтез заменимых аминокислот, холестерина и желчных кислот; холина в печени и слизистой оболочки рубца, вместе с масляной кислотой являются предшественниками жира в молоке (А.А. Алиев, 1997). Пропионовая кислота для жвачных животных является источником глюкозы, а предшественником ее в рубце является молочная кислота. Она образуется из легкоусвояемых углеводов-сахаров, крахмала, не накапливается в рубце и через трансформацию преобразуется в пропионовую кислоту.

Концентрация летучих жирных кислот в рубцовом содержимом коров контрольной группы была самой низкой. При включении в рацион животных сапропеля величина этого показателя увеличилась во 2-й группе на 5,9%, в 3-ей 13,2% и в 4-й – 9,9% ; при скормливание сапроверма – увеличилась в 5-й группе на 16,5%, в 6-й на 21,6% и в 7-й – 17,8%. При изучении ЛЖК установлено, что в опытных груп-

пах после введения сапропеля и сапроверма увеличилась концентрация уксусной кислоты в пределах нормативных данных. Наибольшая ее концентрация была обнаружена в 3-й и 6-й опытных группах, что составляет 69,45 и 70,14% соответственно.

В этих группах было наиболее оптимальное соотношение летучих жирных кислот в содержимом рубца. Содержание пропионовой и масляной кислот в опытных группах незначительно колебалось относительно контрольных аналогов.

Таблица 1

Показатели рубцового пищеварения ( $n = 10, X \pm S_x$ )

Показатель	Группы						
	1	2	3	4	5	6	7
pH	6,61 ± 0,02	6,53 ± 0,01***	6,52 ± 0,01***	6,54 ± 0,01***	6,5 ± 0,01***	6,44 ± 0,02***	6,46 ± 0,02***
Аммиак, мг/%	10,34 ± 0,02	10,19 ± 0,04**	9,99 ± 0,06***	10,07 ± 0,05***	9,96 ± 0,05***	9,7 ± 0,05***	9,78 ± 0,06***
Общее содержание ЛЖК, ммоль/л	93,8 ± 1,11	99,4 ± 0,87***	106,2 ± 1,90***	103,13 ± 1,39***	109,27 ± 2,12***	114,07 ± 2,67***	111,33 ± 2,07***
В т.ч. уксусная, %	66,16 ± 0,21	67,82 ± 0,04***	69,45 ± 0,06***	68,67 ± 0,02***	69,55 ± 0,07***	70,14 ± 0,16***	69,85 ± 0,09***
Пропионовая, %	19,54 ± 0,11	19,48 ± 0,1	19,09 ± 0,15**	19,3 ± 0,11*	18,91 ± 0,2***	18,39 ± 0,28***	18,56 ± 0,25***
Масляная, %	14,29 ± 0,14***	12,7 ± 0,18***	11,46 ± 0,09***	12,03 ± 0,13***	11,54 ± 0,11***	11,47 ± 0,13***	11,59 ± 0,16***

Примечания:  $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$ ; \*\*\* $P < 0,001$ .

Количество аммиака в контрольной группе было выше, чем в опытных группах. Наименьшее содержание его наблюдалось в 6-й и 3-й опытных группах, что было ниже контрольных аналогов на 3,5 и 6,6% ( $P < 0,001$ ). Это доказывает более эффективное использование протеина микрофлорой рубца и положительное влияние наших минеральных добавок в целом на процессы пищеварения в рубце.

Бактерии и простейшие рубца играют основную роль в пищеварительных процессах преджелудков, поскольку ни слюна, ни слизистая оболочка преджелудков жвачных не содержат пищеварительных ферментов (Х. Бергнер, Х.Л. Кетц, 1973). Другие обширные группы микроорганизмов руб-

ца – простейшие. Нарушение работы простейшей фауны отрицательно сказывается на деятельности пищеварительной системы жвачных животных и организме в целом.

Многими исследователями доказано, что белки инфузорий биологически полноценней, чем белки бактерий.

В рубце наряду с бактериями обитает масса простейших — очень мелких жгутиконосцев и инфузорий, так как здесь создаются весьма благоприятные условия для их развития (табл. 2). Рубцовая микрофлора синтезирует все заменимые и незаменимые аминокислоты. Поэтому уровень жизнедеятельности микрофауны рубца оказывает прямое влияние на состояние обменных процессов и здоровье жвачных животных.

Таблица 2

Уровень микробальной массы в содержимом рубца ( $n = 10, X \pm S_x$ )

Показатель	Группы						
	1	2	3	4	5	6	7
Содержание бактерий, млрд/мл	10,21 ± 0,35	10,77 ± 0,17*	11,05 ± 0,2**	10,94 ± 0,11*	11,48 ± 0,19*	11,73 ± 0,43**	11,62 ± 0,26
Содержание инфузорий, тыс./мл	538 ± 53,27	551 ± 45,54	647 ± 48,73**	584 ± 51,9**	657 ± 41,34*	689 ± 37,81**	671 ± 47,4*

Примечание.  $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$ ; \*\*\* $P < 0,001$ .

Из данных таблицы видно, что с введением сапропеля и сапроверма в рацион дойных коров количество бактерий увеличилось на 5,5–14,9%. Благодаря их ферментному расщеплению питательных веществ корма происходит сложный процесс брожения, который увеличивает усвояемость, следовательно, увеличение их коли-

чества способствует улучшению бродильных процессов в рубце животных.

Количество инфузорий также имело тенденцию к увеличению в содержимом рубца животных опытных групп и составило 551–689 тыс./мл по сравнению с контрольными аналогами. Наибольшее увеличение значения этого показателя было

у коров 3-й и 6-й опытных групп, что было выше, чем в контрольной группе на 20,3 и 28,1% ( $P < 0,01$ ).

### Выводы

Введение сапропеля и сапроверма дойным коровам на протяжении 3 месяцев способствовало достоверному увеличению численности бактерий и простейших на 5,5–8,2; 12,4–14,9% и соответственно на 2,4–20,3; 22,1–28,1% относительно контрольных аналогов. И, как следствие, в рубцовом содержимом всех опытных групп возросло количество метаболитов углеводного обмена – летучих жирных кислот – относительно контрольной группы на 6,0–21,6%. При этом их соотношение было наиболее благоприятным для улучшения качественных показателей молока. Кислотность содержимого рубца у всех опытных коров находилась в более оптимальных пределах относительно контрольных аналогов.

### Список литературы

1. Алиев А.А. Обмен веществ у жвачных животных. – М.: НИЦ «Инженер», 1997. – 419 с.
2. Белехов Г.П. Минеральное и витаминное питание с.-х. животных / Г.П. Белехов, А.А. Чубинская. – Л.: Колос, 1965. – 86 с.
3. Бергнер Х., Кетц Х.Л. Научные основы питания. – М.: Колос, 1973. – 371 с.
4. Грушкин А.П. О многофункциональных особенностях микробиоты рубца жвачных животных и роли целлюлолитических бактерий в рубцовом пищеварении / А.П. Грушкин, И.С. Шевелев // Сельскохозяйственная биология. – 2008. – № 2. – С. 12–19.
5. Долгов И.А. Микрофауна рубца и ее роль в питании животных // Сельскохозяйственные животные: физиологические и биохимические параметры организма: справочное пособие / И.А. Долгов, С.И. Долгова / под ред. В.Б. Решетов. – Боровск, 2002. – С. 50–71.
6. Курилов Н.В. Физиология и биохимия пищеварения жвачных / Н.В. Курилов, А.П. Кроткова. – М.: Колос, 1971. – 487 с.

7. Курилов Н.В. Пищеварение и биосинтез молока у с.-х. животных: сб. науч. тр. – Боровск, 1982. – 146 с.

8. Тараканов Б.Б. Влияние аминокислот на ферментативную активность (микрофлоры рубца) // Зоотехния. – 2003. – № 6. – С. 11–13.

### References

1. Aliev A.A. Obmen veshchestv u zhvachnyh zhivotnyh. M.: NIC «Inzhener», 1997. 419 p.
2. Belevov G.P. Mineral'noe i vitaminnoe pitanie s.-h. zhivotnyh / G.P. Belevov, A.A. Chubinskaja. L.: Kolos, 1965. 86 p.
3. Bergner H., Ketc, H.L. Nauchnye osnovy pitaniya / H. Bergner, H.L. Ketc. M.: Kolos, 1973. 371 p.
4. Grushkin, A.P. O mnogofunkcional'nyh osobennost-jah mikrobiotov rubca zhvachnyh zhivotnyh i roli celljulozoliticheskikh bakterij v rubcovom pishhevarenii / A.P. Grushkin, I.S. Shevelev // Sel'skohozjajstvennaja biologija. 2008. no. 2. pp. 12–19.
5. Dolgov I.A. Mikrofauna rubca i ee rol' v pitanii zhivotnyh // Sel'skohozjajstvennye zhivotnye: fiziologicheskie i biokhimicheskie parametry organizma: spravocnoe posobie / I.A. Dolgov, S.I. Dolgova. Pod red. V.B. Reshetov. Borovsk. 2002. pp. 50–71.
6. Kurilov N.V. Fiziologija i biohimija pishhevarenija zhvachnyh / N.V. Kurilov, A.P. Krotkova. M.: Kolos, 1971. 487 p.
7. Kurilov N.V. Pishhevarenie i biosintez moloka u s.-h. zhivotnyh: sb. nauch. tr. / N.V. Kurilov. Borovsk, 1982. 146 p.
8. Tarakanov B.B. Vlijanie aminokislot na fermentativnuju aktivnost' (mikroflory rubca) // Zootehnija. 2003. no. 6. pp. 11–13.

### Рецензенты:

Горелик О.В., д.с.-х.н., профессор, декан факультета биотехнологии, заведующая кафедрой «Технологии производства и переработки продуктов животноводства», ФГБОУ ВПО УГАВМ, Челябинская область, г. Троицк;

Овчинникова Л.Ю., д.с.-х.н., профессор, заведующая кафедрой «Генетика и разведение сельскохозяйственных животных», ФГБОУ ВПО УГАВМ, г. Троицк.

Работа поступила в редакцию 01.08.2013.