

492
МОСКОВСКАЯ ОРДЕНА ЛЕНИНА
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ имени К. А. ТИМИРЯЗЕВА

На правах рукописи

ДЖАВАХИШВИЛИ Зураб Ушангович

УДК 591.1 : 591.133.15 : 636.2

**ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ ДОЗ И ИСТОЧНИКОВ
МЕДИ НА ОБМЕН МЕДИ, ЦИНКА, МАРГАНЦА,
ЖЕЛЕЗА И НИКЕЛЯ
У ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ
ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ**

(Специальность 03.00.13 — физиология человека
и животных)

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук**

Q-13582

МОСКВА 1992

2

Работа выполнена на кафедре физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных Московской ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева.

Научный руководитель — доктор биологических наук
Н. С. Шевелев.

Официальные оппоненты: доктор биологических наук
С. Г. Кузнецов; кандидат сельскохозяйственных наук, с. н. с.
Н. И. Бондарева.

Ведущая организация — Всесоюзный институт кормов.

Защита диссертации состоится «11» *мая* . 1992 г.
в «5.30» часов на заседании специализированного совета
Д-120.35.06 в Московской сельскохозяйственной академии
имени К. А. Тимирязева.

Адрес: 127550, Москва И-550, ул. Тимирязевская, 49. Ученый совет ТСХА.

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке ТСХА.

Автореферат разослан «8» *апреля* 1992 г.

Ученый секретарь
специализированного совета —
кандидат сельскохозяйственных
наук, доцент

Подколзина
Т. М. Подколзина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Значение микроэлементов в питании животных чрезвычайно велико, функции многогранны. Не будучи энергетическими источниками они, тем не менее, являются жизненно необходимыми факторами. Будучи структурно-функциональными компонентами ферментов, витаминов и гормонов, микроэлементы обуславливают энергетический обмен, рост и обновление тканей, процессы дыхания и кроветворения, защитные и репродуктивные функции животных (Дмитриченко А.П., 1973; Тертышный В.Т., 1973; Хеннинг А., 1976; Георгиевский В.И., Анненков Б.Н., Самохин В.Т., 1979; Овсицер В.Р., 1980; Кальницкий Б.Д., 1985; Шевелев Н.С., 1991; Wunderwood E.J., 1974; Anke M., 1982; Donald P., 1983 и др.). На клеточном уровне они входят в состав биологически активных соединений генетического аппарата (Риш М.А., 1976). Установлено, что основные функции микроэлементов заключаются в поддержании биологически активного конформационного состояния молекул; образовании координационных комплексов между ферментом, коферментом и субстратом; изменении электронной структуры молекул субстрата (Ковальский В.В., Риш М.А., 1976 и др.).

Благодаря постоянно пополняющимся научным сведениям о биоэлементах, уточняются потребности в конкретных микроэлементах разных половозрастных и продуктивных групп сельскохозяйственных животных.

Вместе с тем, многие биотические функции и особенности обмена микроэлементов у жвачных, в том числе высокопродуктивного молочного скота, требуют дальнейшего детального изучения,

включая вопросы взаимодействия между элементами в организме лактирующих коров. Это в полной мере относится к изучению роли, обмена и взаимодействия меди, цинка, марганца, железа и никеля у высокопродуктивных лактирующих коров.

Работа выполнена в соответствии с планом научных исследований кафедры физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных ТСХА по теме: "Усовершенствовать систему кормления животных с целью повышения их продуктивности и улучшения качества продуктов животноводства" (номер государственной регистрации 81085540).

Цель и задачи исследований. Цель нашей работы: исследование обмена и использования меди, цинка, марганца, железа и никеля у высокопродуктивных лактирующих коров на фоне определяемых показателей органического обмена, клинико-физиологических показателей состояния животных и уровня молочной продуктивности при разных дозах и источниках меди в рационе.

В этой связи в задачи исследований входило:

- изучить динамику концентраций меди, цинка, марганца, железа и никеля в крови, рубцовой жидкости (РЖ), молоке, волосе и экскрементах, выявить особенности обмена этих биоэлементов при разных дозах и источниках меди в рационе коров;
- установить степень удовлетворения потребностей высокопродуктивных лактирующих коров в меди, цинке, марганце, железе и никеле за счет их содержания в основных кормах рациона;
- сравнить эффективность применения в качестве микроминерального премикса в рационе сернокислой и (или) лигносульфоновой солей меди.

Научная новизна и практическая значимость работы. Впервые на высокопродуктивных интактных и фистулированных лактирующих

коровах проведены сравнительные исследования влияния разных доз и источников меди (включая еще не испытанный лигносульфонат меди) в рационе на обмен и использование меди, цинка, марганца, железа и никеля на фоне определяемых показателей рубцового метаболизма, здоровья и молочной продуктивности животных. Выявлено наиболее благоприятное влияние добавок в рацион лигносульфоната меди (против сульфата) на микроминеральный обмен, процессы рубцового метаболизма и продуктивность животных.

Установлено, что характер влияния меди на усвоение и использование цинка зависит не только от ее дозы, но и от источника. При дополнительном внесении в рацион коров, медь оказывала синергическое действие на усвоение никеля, что проявлялось в повышении его абсорбции в пищеварительном тракте и ретенции.

Внесение лигносульфоната меди в рацион коров способствовало лучшему усвоению железа в желудочно-кишечном тракте, с одной стороны, и, с другой, повышало его экскрецию с мочой.

Полученные данные могут быть использованы для уточнения биотических доз меди в рационах высокопродуктивного молочного скота.

Апробация работы. Основные положения диссертации доложены на научной конференции ТСХА (1990) и Самаркандского государственного университета (1990), на межкафедральном заседании зооинженерного факультета ТСХА (1991). По теме диссертации опубликованы три работы.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, методики исследований, результатов собственных исследований, выводов и предложений; изложена на 130 страницах машинописного текста, включает 20 таблиц, 4 рисунков, 1 фотографию. Список литературы содержит 170 наименований, в том числе 75 на иностранных языках.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Опыты проводили в 1989–1990 гг. в два этапа: первый – в условиях ПЗ "Эбыно" Тульской области в летне-пастбищный период на 25 коров (по 5 животных в каждой) голштинофризской породы до 2-й лактации с удоем 5000–5500 кг молока за прошедшую лактацию. Содержание животных стойлово-пастбищное с подкормкой в стойле зеленой массой из злаково-бобовых, травяными гранулами, комбикормом (350 г/кг молока в удое). Питательность рациона рассчитывали в соответствии с уровнем продуктивности животных и в течение эксперимента корректировали согласно рекомендациям ВИЖа и кафедры кормления животных ТСХА. Содержание основных макро- и микроэлементов в основном рационе (ОР) приближали к рекомендуемым нормам (Агропромиздат, 1985).

Перед началом и в процессе эксперимента определяли содержание меди, цинка, марганца, железа и никеля в кормах и рационе в целом. Исходя из фактического содержания меди в рационе, рассчитывали ее добавки до 10 и 15 мг/кг сухого вещества рациона. Добавки меди давали в виде ее сульфата или лигнисульфоната в смеси с концентратами (табл. I).

Пробы кормов, а также крови, молока и экскрементов у животных отбирали ежемесячно. Пробы волоса брали в начале и в конце опыта. В середине пастбищного сезона проводили балансовый опыт.

Второй этап исследования проводили в условиях вивария ТСХА в зимне-стойловый период на 2 группах коров (по 4 в каждой) той же породы и уровня продуктивности. Предварительно коровам были наложены (при нашем участии) фистулы рубца по мето-

Таблица I

Схема опытов

Группа животных	Физиолог. состояние	Количество	Рацион	Анализы исследуемых сред
<u>I-й опыт</u>				
Контрольная	Лактирующие коровы	5	ОР, содержание меди 5 мг/кг сухого вещества	Корма и экскременты: - сухое вещество, - зольность, - микроэлементы, - зооанализ
I-я опытная	"	5	ОР+сульфат меди, до 10 мг меди/кг сухого вещества рациона	Содержимое рубца: - сухое вещество, - зольность, - микроэлементы,
2-я опытная	"	5	ОР+сульфат меди, до 15 мг меди/кг сухого вещества рациона	- общее кол-во ЛЖС, - кол-во простейших
3-я опытная	"	5	ОР+лигносульфонат меди до 10 мг меди/кг сухого вещества рациона	Кровь: - сухое вещество, - зольность, - микроэлементы,
4-я опытная	"	5	ОР+лигносульфонат меди, до 15 мг меди/кг сухого вещества рациона	- гемоглобин, - щелочной резерв, - кол-во эритроцитов, лейкоцитов
<u>II-й опыт</u>				
Контрольная	Лактирующие коровы	4	ОР, содержание меди 5 мг/кг сухого вещества рациона	Молоко: - сухое вещество, - зольность, - микроэлементы, - белок, - жир
Опытная	"	4	ОР+лигносульфонат меди до 15 мг меди/кг сухого вещества рациона	Волос: - сухое вещество, - зольность, - микроэлементы

ду В.А.Басова. Коровы первой (контрольной) группы получали ОР из сена злаковых трав, свеклы кормовой и комбикорма (350 г/кг молока в удое) с естественным содержанием меди 5 мг/кг сухого вещества. Дозы меди в ОР коров второй (опытной) группы довели, учитывая результаты первого опыта, до 15 мг/кг сухого вещества путем внесения лигносульфата меди. Во втором опыте, кроме указанного выше перечня проб, дополнительно отбирали пробы РЖ за 1 час до и через 3 часа после утреннего кормления животных. Спустя 2 месяца от начала подкормки лигносульфонатом меди проводили балансовый опыт. В обоих опытах кормление коров было 3-кратным, поение - по потребности из автопоилок типа ПА-1А. Контроль за молочной продуктивностью коров осуществлялся посредством ежемесячных контрольных доек. У животных ежемесячно исследовали температуру тела, частоту пульса и дыхательных движений, руминацию. Пробы крови у животных брали из яремной вены за час до утреннего кормления, молока - в процессе контрольных доек, а в балансовых опытах - в учетные дни. Цельное рубцовое содержимое (ЦРС) брали через фистулу рубца, а для получения рубцовой жидкости (РЖ) его отжимали через четыре слоя марли. Средние пробы кала и мочи брали пропорционально выделенным количествам. Пигментированный волос выстригали в залопаточной области. Анализы параллельных проб проводили согласно схеме опытов (табл. I). Полученный экспериментальный материал обрабатывали методом малой выборки (Плохинский И.А., 1979).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Общее состояние и продуктивность животных. Нами установлено, что в обоих опытах здоровье животных оставалось хорошим, клинические показатели находились в пределах физиологических

норм. Гематологические показатели животных, как контрольных, так и опытных групп также не выходили за пределы физиологических норм и не имели достоверных различий. Лишь у животных второй и четвертой опытных групп наблюдалась тенденция к увеличению количества эритроцитов и лейкоцитов в крови, в сравнении с животными контрольной группы, что согласуется с мнением многих ученых о стимулирующем действии меди на эритропоэтические процессы (Георгиевский В.И., Анненков Б.Н., Самохин В.Т., 1979).

Как указывает М.Брошар (1973), медь улучшает процессы биосинтеза белков крови и мышц, оказывает благоприятное действие на лактацию. В наших опытах коровы имели продуктивность 5131 кг молока за лактацию без достоверных различий между контрольным и опытными вариантами, однако мы наблюдали тенденцию к увеличению продуктивности у животных опытных групп, особенно в третьем и четвертом вариантах, против контрольного.

I. Обмен меди, цинка, марганца, железа и никеля у лактирующих коров при разных дозах и источниках меди в летнем рационе (опыт I)

При рассмотрении обмена микроэлементов в животном организме большое значение имеет информация об их доступности в желудочно-кишечном тракте из разных кормов и кормовых добавок, что тесно связано с их общими затратами и показателями ретенции, как в отдельных органах, так и в организме в целом.

I.1. Обмен меди. Мнения ученых о доступности меди в пищеварительном тракте жвачных расходятся (Георгиевский В.И., Анненков Б.Н., Самохин В.Т., 1979; Елихин В.П., 1987 и др.).

Результаты наших исследований показали, что баланс меди был положительным у коров всех подопытных групп, включая контрольную. При этом у животных I и 3 опытных групп, которым уве-

личивали ее уровень в рационе в два раза путем внесения сульфата или лигносульфоната меди, достоверных различий в относительных показателях абсорбции меди в сравнении с контрольными не установлено, хотя имело место очевидное повышение абсолютных показателей абсорбции (табл.2).

Однако, у животных 2 и 4 опытных групп, где дозу меди доводили до 15 мг/кг сухого вещества рациона путем внесения соответственно тех же ее солей, достоверно увеличивались как абсолютные, так и относительные показатели абсорбции меди. Причем, эти различия проявились не только в сравнении с коровами контрольной группы, но также 1 и 3 опытными.

На наш взгляд, это связано, с одной стороны, с более высокой доступностью меди из ее сернокислой и лигносульфоновой солей, чем из естественных кормовых источников; с другой стороны, с тем, что при увеличении в рационе доли легкодоступных добавок микроэлемента, влияние его эндогенной экскреции на показатели кажущейся абсорбции снижается. Особенно это проявилось при внесении в рацион лигносульфоната меди.

Феномен же влияния эндогенной экскреции микроэлементов на их гомеостаз в организме в нашем эксперименте наиболее проявился в варианте с внесением в рацион коров 2 опытной группы сернокислой соли. При этом увеличивалось валовое выделение эндогенной меди не только с мочой и молоком, но, видимо, и с калом.

Несмотря на это у коров 2 опытной группы, как и 4-й, показатели абсорбции и соответственно ретенции были наиболее высокими. Особенно у коров 4 опытной группы, получавших ту же высокую добавку меди, что и 2 опытной, но в составе лигносульфоновой соли.

Кровь осуществляет (в числе других функций) перенос пита-

Таблица 2

Показатели обмена и использования мочи у коров при разных ее источниках
и дозах в рационе (n = 3)

Показатели	К	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄
Потреблено, мг/гол/сут	85±6,90 ^а	163±5,50 ^б	240±3,20 ^в	160±6,00 ^б	251±10,0 ^в
Абсорбировано, мг	30,5±3,40 ^а	51,6±8,10 ^{ав}	104,4±10,0 ^б	52,3±3,40 ^в	132,1±13,0 ^б
% от потребленного	35,0±4,21 ^а	31,5±4,00 ^а	45,2±4,22 ^б	52,7±2,70 ^а	52,4±3,30 ^б
Выделено с мочой, мг	2,2±0,70 ^а	1,7±0,90 ^а	4,0±0,20 ^б	2,4±0,40 ^а	2,4±0,20 ^а
% от потребленного	2,6±0,80	1,1±0,10	1,6±0,70	1,5±0,70	1,0±0,30
% от абсорбированного	7,2±0,60 ^а	3,3±0,20 ^б	3,8±0,80 ^{бв}	4,6±0,20 ^в	1,8±0,15 ^г
Выделено с молоком, мг	2,1±0,70 ^{аб}	1,8±0,30 ^а	4,3±0,80 ^б	2,0±0,80 ^{аб}	3,3±0,60 ^{аб}
% от потребленного	2,5±1,20	1,1±0,50	1,7±0,60	1,3±0,90	1,3±0,65
% от абсорбированного	6,9±1,40 ^а	3,5±0,80 ^а	4,1±1,20 ^а	3,8±0,40 ^а	2,5±0,55 ^б
Ретенция, мг	26,2±6,70 ^а	48,0±8,60 ^{аб}	96,0±9,80 ^б	48,0±2,40 ^в	126,3±13,60 ^б
% от потребленного	30,8±8,70 ^{аб}	29,3±4,30 ^а	38,5±4,00 ^{ав}	30,0±2,20 ^а	50,3±3,54 ^б
% от абсорбированного	86,0±12,7	92,6±2,50	92,0±7,00	91,8±1,70	95,6±1,00

Примечание. К - контрольная группа; O₁ - первая опытная, O₂ - вторая, O₃ - третья,
O₄ - четвертая опытная группа.

тельных веществ, включая микроэлементы, во все структурно-функциональные системы организма. По концентрации микроэлементов в крови можно в определенной мере судить об обеспеченности ими организма. Испытываемые нами высокие дозы меди в рационе коров вызвали лишь некоторую тенденцию к повышению ее концентрации в крови в физиологических пределах - 0,77-1,20 мг/л.

Содержание меди в молоке подопытных коров варьировало в пределах 0,21-0,40 мг/л. Внесение высокой дозы сернистой меди в рацион коров 2 опытной группы сопровождалось достоверным увеличением ее выделения с молоком, что было обусловлено не разницей в удое, по сравнению с животными других групп, а увеличением концентрации элемента в молоке.

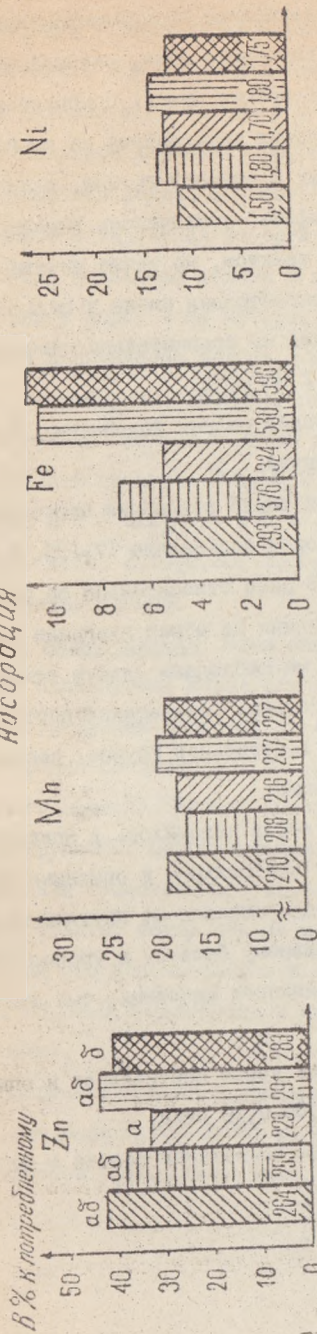
1.2. Обмен цинка. Как показано на рисунке 1, во всех вариантах первого эксперимента баланс цинка у коров был положительным. При этом в абсолютных и относительных показателях абсорбции цинка между животными контрольной и опытных групп достоверной разности не установлено, кроме животных 2 опытной группы, у которых усвояемость цинка достоверно снизилась. Здесь, видимо, в конкуренции элементов сыграла роль не только доза, но и источник меди, поскольку такое же увеличение дозы меди в рационе коров 4 опытной группы за счет внесения ее лигносульфоновой соли не оказало подобного ингибирующего эффекта. Ингибирующее влияние высокой дозы меди в рационе, при значительной доле в ней легкодоступной добавки (сернистой соли) на абсорбцию цинка отразилось соответственно на показателях его ретенции. Абсолютный показатель ретенции цинка у коров этой группы достоверно снижался (до 166 мг, против 219 мг в контроле).

Наши данные согласуются с результатами других исследователей, указывавших на антагонизм между медью и цинком у животных

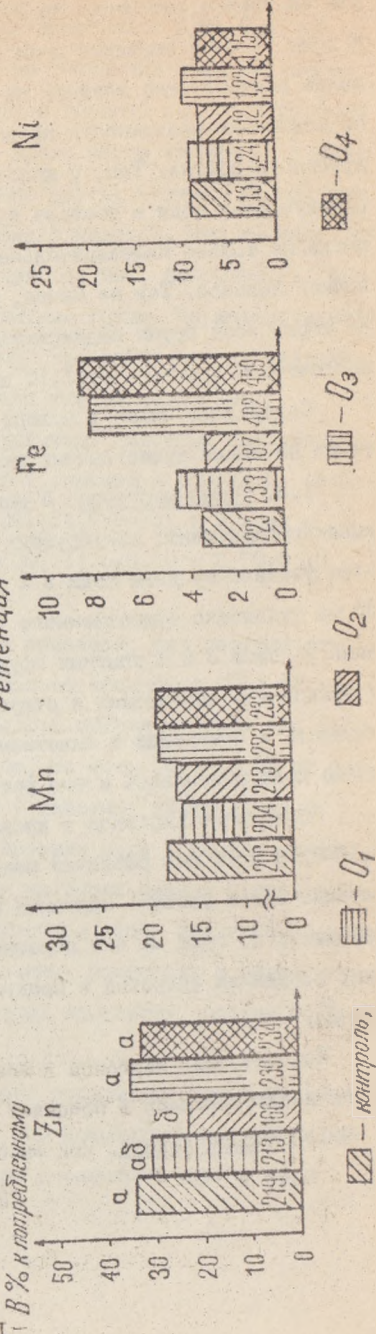
Рис. 1

ПОКАЗАТЕЛИ УСВОЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ У КОРОВ
ПРИ РАЗНЫХ ДОЗАХ И ИСТОЧНИКАХ МЕДИ В РАЦИОНЕ

Адсорбция



Ретенция



— контроль,
— O₁
— O₂
— O₃
— O₄

уже на уровне кишечника за использование белков-переносчиков. К тому же нами выявлены дозы и источники меди, оказывающие наиболее ингибирующее влияние на абсорбцию цинка. Одновременно мы не исключаем возможности продолжения антагонизма на уровне межклеточного обмена. Так, у животных 2 опытной группы, получавших высокую дозу меди в составе сульфата, увеличилось выделение цинка не только пищеварительным трактом, но также почками и молочной железой. Тем не менее, концентрация цинка в цельной крови коров всех групп поддерживалась на сравнительно одинаковом, биотическом уровне - от 2,10 до 2,45 мг/л.

Содержание цинка в молоке коров разных подопытных групп также не имело существенных различий.

1.3. Обмен марганца. В нашем опыте абсорбция марганца у высокопродуктивных лактирующих коров составляла 17-19%. При этом увеличение дозы меди в 2 и 3 раза относительно ее фону в ОР не оказывало существенного влияния на обмен марганца (рис.1), лишь у коров 3 и 4 опытных групп мы наблюдали слабую тенденцию к увеличению абсолютных и относительных показателей абсорбции элемента в сравнении с животными контрольной группы, соответственно мало изменялась и его ретенция.

Содержание марганца в крови коров находилось в пределах 0,10-0,14 мг/л без различий между контрольным и опытными вариантами. Такой уровень марганца поддерживался на протяжении эксперимента и, судя по его положительному балансу и уровню ретенции, состоянию здоровья и продуктивности животных, был достаточно точным.

Концентрация марганца в молоке коров контрольной и опытных групп поддерживалась в пределах 0,06-0,10 мг/л.

1.4. Обмен железа. При высоком содержании железа в кормах

его абсорбция у подопытных животных составляла 5,8-10,5% от потребленного. При этом мы наблюдали тенденцию положительного влияния добавок меди (кроме 2 опытной группы) на его абсорбцию (рис.1). У коров 2 опытной группы имела место тенденция к снижению абсорбции железа (относительно других опытных групп) при повышении его выделения из организма с молоком. Что же касается абсолютного выделения железа с мочой, то оно, по-существу, было одинаковым у коров всех четырех опытных групп. На интерстициальный обмен и выделение железа с мочой все добавки меди оказали слабое стимулирующее влияние, независимо от источника.

Содержание железа в крови подопытных животных составляло: в контрольной группе - $295 \pm 30,0$, в I опытной - $319 \pm 32,0$, во 2 - $268 \pm 12,0$, в 3 - $312 \pm 22,5$ и в 4 - $311 \pm 34,0$ мг/л; в молоке - $2,02 \pm 0,40$ мг/л, $2,70 \pm 0,20$, $3,00 \pm 0,30$, $1,70 \pm 0,10$ и $2,70 \pm 0,10$ мг/л, соответственно.

1.5. Обмен никеля. Наши опыты показали, что доступность никеля у лактирующих коров относительно невысокая. При фактическом потреблении коровами по 12-13,5 мг/гол в сутки его валовая абсорбция составляла 1,5-1,8 мг, то есть 12,5-14,5% от потребленного (рис.1). Баланс никеля у животных контрольной и опытных групп был положительным. Добавки меди в рацион коров не оказывали существенного влияния на обмен никеля в желудочно-кишечном тракте, тогда как на междуточном этапе значительно стимулировали его использование в обменных процессах и выделение с мочой ($0,33-0,40$ мг/сутки в опытных вариантах, против $0,21$ мг в контроле).

Содержание никеля в крови коров подопытных групп варьировало в пределах $0,030-0,065$ мг/л. Его концентрация в крови коров 4 опытной группы была выше, чем у животных других групп.

Несмотря на некоторые межгрупповые колебания среднего уровня никеля в крови коров, его содержание в молоке поддерживалось стабильно - на уровне 0,01 мг/л. В данном случае никель следует общему для большинства элементов правилу: во-первых, его содержание в молоке, как продукте секретирующего органа, более стабильно, чем в моче; во-вторых, с молоком никеля выделяется меньше, чем с мочой.

2. Обмен и использование микроэлементов у коров при увеличении меди в рационе путем внесения лигносульфоната меди в зимний рацион (опыт 2)

2.1. Обмен меди. Учитывая наблюдаемые нами в первом опыте некоторые различия в показателях обмена у коров при использовании разных источников меди в рационе, мы предприняли попытку сравнить интенсивность высвобождения меди в рубце из сернокислрой и лигносульфоновой солей и ее влияние на процессы рубцового метаболизма. Для этого использовали метод нейлоновых мешочков в условиях *in vivo*. Опыты показали, что в течение первого часа из сернокислрой соли высвобождалось в среднем 46% меди, в течение трех часов - 72%, а через шесть - ее оставалось менее 6%. Гораздо умереннее убывала медь из ее лигносульфоната. Так, в течение первого часа инкубации содержание меди в навеске уменьшалось на 14%, трех - на 34%, шести - на 61% и девяти - на 85%. Независимо от источника, высвобождение меди с течением времени пребывания проб в рубце замедлилось. При этом более умеренное высвобождение меди из лигносульфоната способствовало ее равномерному использованию в рубце (прежде всего, очевидно, в жизнедеятельности микроорганизмов, при более высокой насыщенности РЖ) и никелевыми отделами пищеварительного тракта. Улучшалось ее использование и в организме в целом. Физиологические опыты по-

казали, что у коров опытной группы достоверно повышались не только абсолютные, но и относительные показатели абсорбции меди в желудочно-кишечном тракте. Это еще раз говорит о том, что доступность меди из лигносульфоната выше, чем из входящих в зимний рацион кормов в целом. Так, общая доступность меди при добавках лигносульфоната составила в среднем 53,2%, тогда как из кормов ОР - 41,3% (табл.3).

Таблица 3

Показатели обмена меди у коров при включении лигносульфоната меди в зимний рацион

Показатели	Контроль	Опыт
Потреблено, мг/гол/сутки	110±2,00 ^a	258±8,00 ^b
Абсорбировано, мг	45,4±2,70 ^a	137±6,70 ^b
% от потребленного	41,3±2,25 ^a	53,2±1,25 ^b
Выделено с мочой, мг	2,50±0,20 ^a	5,40±0,75 ^b
% от потребленного	2,27±0,15	2,10±0,35
% от абсорбированного	5,50±0,30	3,94±0,70
Выделено с молоком, мг	2,50±0,40	2,90±0,55
% от потребленного	2,27±0,35 ^a	1,12±0,20 ^b
% от абсорбированного	5,50±0,25 ^a	2,12±0,30 ^b
Ретенция, мг	40,4±2,70 ^a	129±6,80 ^b
% от потребленного	36,7±1,80 ^a	50,0±12,10 ^b
% от абсорбированного	89,0±0,80 ^a	94,2±0,60 ^b

Трехкратное увеличение всасывавшихся в кровь количеств меди оказалось довольно высокой нагрузкой на гомеостатические механизмы. У коров опытной группы одновременно с 3-кратным повышением количеств депонируемой в организме меди, достоверно возрастало ее выделение с мочой, что нельзя в полной мере счи-

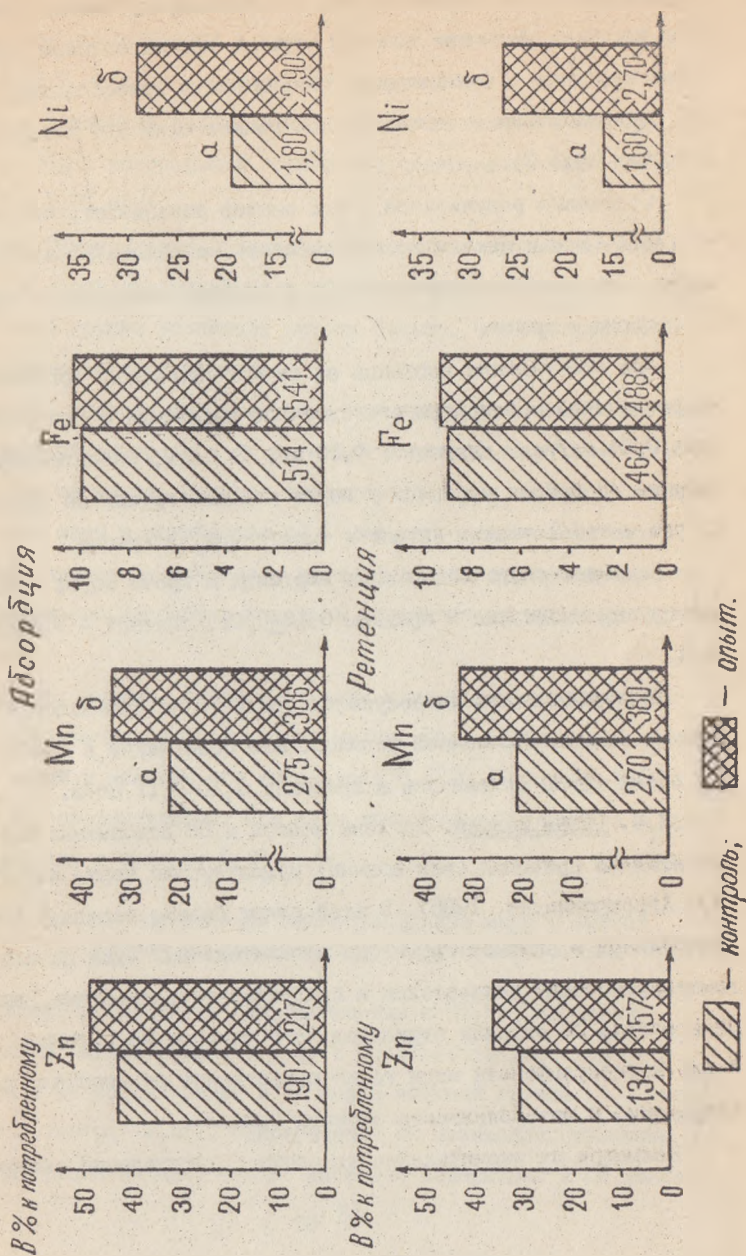
тать следствием более высокой продуктивности и связанного с ней обмена веществ у коров опытной группы. При этом у опытной группы животных мы наблюдали лишь тенденцию к повышению ее концентрации в крови и молоке. Содержание меди в крови контрольных коров составляло 0,60, опытных - 0,75 мг/л; в молоке - 0,14 и 0,20 мг/л, соответственно.

2.2. Обмен цинка. Обмен цинка в организме коров опытной группы не претерпел достоверно (как и в I опыте) значимых изменений при включении лигносульфоната меди в рацион (рис.2). Однако, в данном случае можно говорить о стимулирующем (на уровне тенденции) влиянии меди на усвоение цинка в желудочно-кишечном тракте, а также на его интерстициальный обмен, сопровождающийся небольшим повышением экскреции этого элемента почками. Последнее вызвано не излишней насыщенностью крови цинком (при низком содержании в рационе), но некоторым повышением обменных процессов (возможно, стимулируемых медью) и соответствующим использованием цинка. Это суждение тем более правильно, на наш взгляд, что доступность цинка из ОР сравнительно невысокая (хотя и несколько повышалась у коров опытной группы). Относительно малая доля ретенции цинка в его абсорбированном количестве также подтверждает, что обеспеченность животных этим элементом близка к нижнему физиологическому уровню.

Концентрация цинка в крови коров контрольной и опытной групп не различалась и поддерживалась на уровне $1,50 \pm 0,07$ и $1,60 \pm 0,14$, соответственно. Содержание цинка в молоке коров опытной группы составляло 2,90, контрольной - 2,60 мг/л.

2.3. Обмен марганца. Явление синергизма между медью и марганцем в организме крупного рогатого скота было замечено В.А. Сериковой (1986), Ж.Шеганки, Б.Столэк (1988) и другими. Это

Рис. 2
ПОКАЗАТЕЛИ УСВОЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ У КОРОВ
ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ ЛИГНОСУЛЬФАТА МЕДИ В РАЦИОН



12-13582

подтверждается и в наших опытах на высокопродуктивных лактирующих коровах. Животные опытной группы, при одинаковом потреблении марганца с контрольными, значительно превосходили последних по абсолютным и относительным показателям его абсорбции и ретенции (рис.2).

Сравнение результатов I и 2 опытов показывает, что обмен марганца (как и никеля) может зависеть не только от его соотношения с другими биоэлементами (в частности меди), но и характера рациона в целом.

При поступлении марганца во внутреннюю среду организма у коров контрольной группы его суточное выделение с мочой составляло 0,66 мг/гол, опытной - 0,50 мг. То есть, значительное повышение абсорбции марганца у коров опытной группы не увеличивало его метаболических затрат и эндогенной экскреции.

В данном опыте содержание марганца в крови коров контрольной группы составило в среднем $0,12 \pm 0,01$, опытной - $0,16 \pm 0,01$ мг/л.

Подкормка коров лигносульфонатом меди не сказалась на выделении элемента молочной железой. Его содержание в молоке коров обеих групп оставалось в пределах $0,10-0,11$ мг/л.

2.4. Обмен железа. Уровень железа в ОР подопытных животных значительно превышал (как обычно) существующие нормы потребности (М.: Агропромиздат, 1985). В этой связи баланс железа у коров контрольной и опытной групп был положительным. Судя по клинико-гематологическим показателям и продуктивности животных, высокие дозы железа не оказали отрицательного влияния на организм. Добавки лигносульфоната меди также существенно не повлияли на его всасывание и метаболические затраты (рис.2).

Несмотря на значительные экзогенные поступления элемента,

уровень его концентрации в крови остался сравнительно низким (210,7-228,7 мг/л) у животных обеих групп.

Не установлено различий и в выделении железа с молоком. В молоке коров контрольной группы его содержалось 1,00 мг/л, опытной - 1,15 мг/л.

2.5. Обмен никеля. Баланс никеля, как и других микроэлементов, у коров сравниваемых групп был положительным. Но животные опытной группы усваивали никеля больше, чем контрольные (при одинаковом потреблении).

Никель гораздо менее изучен, чем предыдущие микроэлементы. В специальной литературе мы не нашли указаний на его синергизм медью. Тем не менее, в наших экспериментах при внесении лигносульфоната меди в количестве до 15 мг элемента на 1 кг сухого вещества рациона мы наблюдали повышение показателей абсолютной и относительной абсорбции никеля в организме лактирующих коров (рис.2).

Никель, видимо, следует отнести к ультрамикроэлементам. Его метаболические затраты очень низки. Так, подопытными животными с мочой и молоком его выделялось 0,13-0,17 и 0,06-0,10 мг/сутки, соответственно. При этом концентрация элемента в крови составляла в среднем 0,07 мг/л.

3. Влияние добавок лигносульфоната меди в зимний рацион на показатели рубцового метаболизма

Исследуя содержание микроэлементов в РЖ, мы наблюдали, что добавка лигносульфоната меди в ОР вызвала достоверное увеличение ее концентрации в РЖ коров опытной группы (4,50 мг% в а.с.в.; контр.- 2,07). Одновременно мы наблюдали повышение в РЖ концентрации никеля. Что же касается содержания в РЖ цинка,

марганца и железа, то их концентрация в РЖ оставалась на сравнительно одинаковом уровне.

Общее количество микроорганизмов в рубце подопытных животных, как в начале эксперимента, так и в течение его изменялось мало. У коров опытной группы нами установлена слабая тенденция увеличения общего числа простейших (1,17 млн/мл, против 1,07 млн/мл в контроле). Но, в целом, добавка меди положительно отразилась на обмене углеводов в рубце. Так, у коров опытной группы общее количество ЛМЖ составляло за 1 час до кормления 130 ммоль/л, через 3 часа после кормления - 146; контрольной - 79,3 и 112,3 ммоль/л, соответственно.

4. Динамика концентраций микроэлементов в волосяном покрове подопытных животных

Ряд ученых считают, что критерием обеспеченности животных микроэлементами может служить их концентрация в волосяном покрове (Хеннинг А., 1976; Анке Н. et al., 1982). В наших исследованиях мы сравнивали содержание микроэлементов в волосяном покрове коров контрольной и опытной групп, выросшем до эксперимента и в течение эксперимента. Опыты показали, что концентрация меди повышалась лишь в волосяном покрове, выросшем в период подкормки животных дигносульфатом меди - до 1,38 мг%, против 0,70 мг% в контроле. В волосах, выросших до эксперимента, подобных изменений мы не наблюдали. Что же касается концентрации других микроэлементов в волосяном покрове, то она оставалась на сравнительно одинаковом уровне: Zn в пределах 17,0-17,4, Mn - 1,5-2,00, Fe - 27,0-28,6, Ni - 0,05 мг% в абсолютно сухом веществе.

На основании полученных результатов, мы приходим к заклю-

чению, что содержание микроэлементов в волосах и покрове лишь в период его роста может отражать обеспеченность животных микроэлементами.

Проведенные нами исследования обмена меди, цинка, марганца, железа и никеля у высокопродуктивных лактирующих коров при разных дозах и источниках меди в рационах позволили сделать следующие выводы и предложения.

ВЫВОДЫ

1. На показатели доступности и использования меди оказывают влияние как ее общее содержание в рационе, так и источники.

2. При увеличении дозы меди в рационе высокопродуктивных лактирующих коров в два раза (с 5 до 10 мг/кг сухого вещества) за счет добавок сульфата или лигносульфоната меди имела место тенденция к повышению абсолютных показателей ее абсорбции без существенных изменений относительных.

3. При увеличении дозы меди в рационе в 3 раза (с 5 до 15 мг/кг сухого вещества) за счет внесения сернокислой соли ее абсорбция возрастала в среднем с 30,5 до 104,4 мг/сутки ($P < 0,01$), при повышении относительных показателей с 36 до 46,2% ($P < 0,05$). При том же уровне увеличения дозы меди за счет внесения в рацион ее лигносульфоната - с 30,5 до 132,1 мг/сутки ($P < 0,01$), то есть с 36 до 52,4% ($P < 0,05$) от потребленной.

4. Уровень ретенции меди от абсорбированных ее количеств возрастал в опытных вариантах до 91,1-95,6%, против 86% в контроле. Показатель 95,6% имели животных, получавшие утроенную дозу меди в рационе за счет внесения ее лигносульфоната.

5. При увеличении дозы меди в основном рационе в 3 раза, за счет добавки в составе сернокислой соли появляется тенденция

повышенного ее выведения из организма с мочой и молоком, чего не наблюдается при применении лигносульфоната меди.

6. Характер влияния меди на обмен цинка зависит от ее дозы и источника в рационе. При повышении дозы меди до 15 мг/кг сухого вещества рациона путем внесения легкорастворимой сернокислой соли проявлялось ее ингибирующее действие на усвоение цинка в желудочно-кишечном тракте. Но такая же доза меди при применении лигносульфоната меди не оказывала отрицательного действия на усвоение и использование цинка в силу более умеренного ее высвобождения и включения в метаболические процессы.

7. При дополнительном внесении в рацион коров (с 5 до 10 и 15 мг/кг сухого вещества), медь оказывала стимулирующее действие на абсорбцию никеля в пищеварительном тракте и его ретенцию в организме.

8. Характер взаимодействия меди и марганца в организме коров зависит не только от их соотношения, но и характера рациона в целом. Повышение дозы меди в зимнем рационе до 15 мг/кг сухого вещества путем внесения ее лигносульфоната положительно сказывалось на абсорбции марганца в ЖКТ высокопродуктивных лактирующих коров. Однако внесение тех же добавок в летний рацион существенных изменений не вызывало.

9. Повышение дозы меди в рационе сопровождалось улучшением гематологических показателей и некоторым увеличением молочной продуктивности животных (на уровне тенденции), хотя естественное содержание меди в рационе (5 мг/кг сухого вещества) поддерживало ее положительный баланс в организме.

10. Учитывая комплекс показателей микроинерального и органического обмена, состояния здоровья и продуктивности лактирующих коров с удоем 4400-5000 кг молока за лактацию, можно

считать дозу меди 5 мг/кг сухого вещества рациона для животных этого уровня продуктивности допустимой. Однако следует учитывать, что лучший эффект, в целом, оказывали добавки меди в виде ее лигносульфоната до 10-15 мг элемента на 1 кг сухого вещества рациона.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. При недостаточном естественном содержании меди в основных кормах рациона рекомендуем в качестве микроминеральной добавки применять лигносульфонат меди, отличающийся высокой биологической доступностью элемента для коров.

2. Коровам с молочной продуктивностью 4400-5000 кг молока за лактацию желательно доводить содержание меди в рационе за счет внесения ее лигносульфоната до 10-15 мг/кг сухого вещества. При необходимости добавок в рацион лактирующих коров сернокислой меди общее содержание элемента в рационе не должно превышать 10 мг элемента на 1 кг сухого вещества.

3. Полученные нами данные о дозах и источниках меди в кормлении лактирующих коров, ее влиянии на обмен микроэлементов, здоровье и продуктивность можно использовать в учебном процессе по курсам физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных.

Список работ, опубликованных по материалам диссертации

1. Джавахишвили З.У. Некоторые показатели обмена микроэлементов Cu, Zn, Mn, Fe и Ni у высокопродуктивных коров при разных дозах и источниках меди в рационе // Микроэлементы в биологии и их применение в сельском хозяйстве и медицине: Тез.докл. XI Всес.конф. - Самарканд, 1990. - Т.П. - С.159-160.

2. Георгиевский В.И., Иванов А.А., Гурцкая М.Т., Джавахишвили З.У. Показатели минерально-витаминного обмена у первотелок при разной обеспеченности цинком // М.: Известия ТСХА, 1991. - Вып.3. - С.145-156.

3. Джавахишвили З.У., Шевелев Н.С. Обмен Cu, Zn, Mn, Fe и Ni у коров при разных дозах и источниках меди в рационе // Внедрение достижений науки и передового опыта в сельскохозяйственное производство Ярославской области и учебный процесс: Тез.докл. Научно-методич.конф. - Ярославль, 1991. - Т.П.-С.77.

З. Джахушвили

Объем 1½ п. л.

Заказ 751.

Тираж 100

Типография Московской с.-х. академии имени К. А. Тимирязева
127550, Москва И-550, Тимирязевская ул., 44