

УДК 636.22/28:612.392.69

ОСОБЕННОСТИ ОБМЕНА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ У ТЕЛОК СТАРШЕ ШЕСТИМЕСЯЧНОГО ВОЗРАСТА

Н.С. ШЕВЕЛЕВ

(Кафедра физиологии и биохимии с.-х. животных)

В опытах на телках черно-пестрой, голштинской пород и помесей F₁ от отцов голштинской и матерей черно-пестрой породы в возрасте от 6 до 16 мес изучали возрастные и породные особенности обмена и использования меди, цинка, марганца и железа при достаточном их содержании в рационе.

Установлено, что в обмене микроэлементов в животном организме имеют место особенности, связанные с биологической активностью и химическими свойствами отдельных элементов, а также с породой животных. Предложены доверительные границы концентраций микроэлементов в крови и рубцовой жидкости у телок разных возрастов.

Биологическая роль многих из обнаруженных в животном организме микроэлементов бесспорно установлена, жизненная необходимость других выясняется, третьи пока интересуют исследователей лишь как патогенные. Медь, цинк, марганец и железо, несомненно, относятся к группе жизненно необходимых элементов. Выявлены многие их физиолого-биохимические функции, предложены ориентировочные нормы для основных видов сельскохозяйственных животных, описаны патогенез и клинические признаки

ряда гипо- и гипермикроэлементозов, расширен список биогеохимических провинций, характеризующихся дефицитом или, наоборот, избытком конкретных микроэлементов. В этом несомненная заслуга многих отечественных и зарубежных ученых [1—11, 13, 16—19]. Вместе с тем многие вопросы биогенного действия, обмена и взаимодействия самих микроэлементов ожидают своего решения. В настоящее время наряду с продолжающимися исследованиями физиолого-биохимических функций проводит-

ся изучение механизмов регуляции, путей обмена и взаимодействия микроэлементов, их доступности из различных кормов и кормовых добавок для разных видовых, породных и возрастных групп сельскохозяйственных животных. Успешное решение этих вопросов даст возможность уточнить истинные потребности и дифференцировать нормы микроэлементов в рационах животных.

В этой связи цель наших исследований заключалась в изучении особенностей обмена и использования микроэлементов (меди, цинка, марганца, железа) у племенных телок в связи с возрастными изменениями их физиологического состояния, а также породной принадлежностью.

Методика

Опыты проводили в экспериментальном мясомолочном хозяйстве «Вороново» на телках черно-пестрой, голштинской пород и помесных F_1 от отцов голштинской породы и матерей черно-пестрой. Под наблюдением находились 3 группы телок с 6- до 16-месячного возраста, в каждой группе по 10 животных, из которых 3 с фистулами рубца. Группа 1 — это телки черно-пестрой породы, 2 — голштинской породы, 3 — помесные. Телок отбирали от коров II и III лактаций — аналогов по продуктивности внутри породы. Животных содержали в групповых 10-местных секциях в типовом помещении для выращивания племенного молодняка старше 6-месячного возраста. При удовлетворительных погодных условиях они имели 2—3-часовые моцион в выгульных дворах.

В течение опытов все телки получали одинаковый сенажно-концентратный рацион с добавлением к нему гранулированной травяной муки, кормового фосфата кальция и поваренной соли. По питательности рацион соответствовал детализированным нормам кормления (табл. 1). Общую питательность рациона корректировали соответственно возрасту животных, сохраняя при этом основную его структуру. Микроминеральную часть (с учетом ориентировочных норм) обеспечивали за счет естественного содержания микроэлементов в корме и при необходимости добавляли их в форме минеральных солей в комбикорм, изготавливаемый на Вороновском комбикормовом заводе. Животных кормили 3 раза в сутки, поили вволю (свободный доступ к автопоилкам).

В эксперименте основное внимание уделено трем наиболее характерным, на наш взгляд, возрастным периодам животных (при постоянном общем наблюдении): 6-месячному, (завершение перевода на растительные корма); 10-месячному (достижение половой зрелости) и 16-месячному (достижение физиологической зрелости). В эти основные периоды отбирали и исследовали пробы кормов, а также рубцовой жидкости (РЖ), крови, кала и мочи телок. Во всех пробах определяли содержание меди, цинка, марганца, железа, кальция и магния методом спектрофотометрии на приборе Р-1900, содержание серы в кормах — объемным методом [15], селена в кормах — флюориметрическим [12]. Последние 2 вида анализа проводила аспирантка Г.В. Алешина. Кроме того, корма, кормовые

Т а б л и ц а 1

Суточные рационы* телок 6, 10- и 16-месячного возрастов

Компонент	6 мес	10 мес	16 мес
Сено злаково-бобовое, кг	1,8	—	—
Сенаж злаково-разнотравный, кг	2,5	10,0	15,0
Травяная мука (люцерна + злаки), кг	0,7	0,5	1,5
Комбикорм, кг	1,8	2,0	2,0
Кальция фосфат корма, кг	—	0,05	0,05
Соль поваренная, г	25,0	50,0	50,0
Сухое вещество, кг	5,05	6,10	9,10
Кормовые единицы, кг	4,47	5,20	7,20
Сырой протеин, г	782	827	1130
Переваримый протеин, г	571	598	735
Сырой жир, г	145	230	334
Сырая клетчатка, г	983	1368	2191
БЭВ, г	2767	2960	4140
Кальций, г	42	42	55
Фосфор, г	23	26	38
Магний, г	12	12	16
Сера, г	8	12	19
Железо, мг	1493	1343	2728
Медь, мг	47,6	54,0	78,0
Цинк, мг	159	175	280
Марганец, мг	512	557	782
Селен, мг	0,69	0,84	1,32
Каротин, мг	176	303	556

* Нормы даны в расчете на выращивание коров живой массой 600—650 кг.

остатки и экскременты животных подвергали зооанализу [14]; в крови определяли количество лейкоцитов и эритроцитов — в камере Горяева, НВ — колориметрическим методом, общую кислотную емкость — методом титрования по Неводову, общий и небелковый азот — методом Кьельдаля, белковый — по разнице между общим и небелковым, азот мочевины — колориметрическим методом, общее количество ле-

тучих жирных кислот (ЛЖК) — методом Маркгама, плазменные белки и фосфор — колориметрическими методами. В рубцовой жидкости определяли общий, белковый и небелковый азот и ЛЖК упомянутыми выше методами, азот аммиака — методом Конвея, рН — потенциометрически.

Прирост живой массы телок контролировали ежемесячно путем взвешивания.

Результаты

На кумуляцию микроэлементов в растениях и их содержание в кормах влияет много факторов разной природы: вид растения, природно-климатические и погодные условия, рН, структура и реакция почвы, содержание в ней общего количества микроэлементов и их подвижных форм, агротехнические приемы возделывания культур, сроки и способы уборки, способы и условия консервации и хранения кормов и т.д. Все это обуславливает значительную вариабельность микроминерального

состава кормов и рационов в целом. Поэтому мы анализировали каждую партию кормов, убранных в разные сроки и с разных полей (табл. 2). Постоянный контроль и необходимая корректировка позволили на протяжении эксперимента поддерживать содержание почти всех микроэлементов в рационах в пределах биотических доз. Исключением явились железо, уровень которого в рационах превышал рекомендуемые нормы в 2—3 раза, и в меньшей степени — марганец (табл. 3).

Т а б л и ц а 2

Содержание основных минеральных элементов (м на 1 кг сухого вещества) в кормах хозяйства «Вороново» Московской области

Элемент	Сено злаково-бобовое	Сенаж злаковый	Травяная мука	Комбикорм
Кальций, г	6,8—9,1	4,9—5,7	3,1—4,3	2,9—9,0
Фосфор, г	1,9—3,3	1,4—2,1	1,6—2,1	4,3—5,1
Магний, г	1,5—2,3	1,3—1,8	1,4—1,8	1,4—2,5
Сера, г	2,5—2,1	2,1—2,4	2,2—2,3	1,9—2,5
Медь, мг	6,2—7,6	2,3—3,1	4,3—9,3	10,0—11,0
Цинк, мг	23—24	16—21	25—49	35—51
Марганец, мг	30—37	31—36	140—170	60—97
Селен, мг	0,13—0,19	0,12—0,14	0,13—0,15	0,16—0,19
Железо, мг	148—293	138—224	193—411	194—256

Т а б л и ц а 3

Содержание микроэлементов (мг на 1 кг сухого вещества) в рационах 6, 10 и 16-месячных телок

Элемент	6 мес	10 мес	16 мес
Медь	9,4	8,9	8,5
Цинк	31,5	28,7	30,8
Марганец	101,4	91,3	85,9
Железо	295,6	220,0	299,0
Селен	0,14	0,14	0,15

Концентрация микроэлементов в РЖ в определенной мере зависит от их содержания в кормах, доступности из разных кормов, жизнедеятельности и ферментирующей активности микроорганизмов, населяющих рубец жвачных, а также от скорости эвакуации мелкой и жидкой фракций в нижележащие отделы желудочно-кишечного тракта.

Кроме того, мы наблюдали ряд возрастных особенностей в обмене микроэлементов в рубце (табл. 4). Так, концентрация меди в РЖ телок черно-пестрой породы снижалась к 16-месячному возрасту, у помесных телок это проявилось в меньшей степе-

ни (на уровне тенденции), а у голштинских — достоверно снизилась уже к 10-месячному возрасту и поддерживалась на этом уровне до 16 мес.

Уровень цинка в РЖ телок всех трех групп снижался к периоду их физиологической зрелости. Концентрация марганца в РЖ телок черно-пестрой породы существенно повышалась в период полового созревания, затем понижалась к 16 мес до исходного уровня (характерного для телок 6-месячного возраста). У помесных телок это снижение было менее выраженным, а у голштинских колебания остались на уровне тенденции.

Т а б л и ц а 4

Возрастная динамика микроэлементов в РЖ телок в период с 6 до 16 мес

Элемент	6 мес	10 мес	16 мес
<i>Черно-пестрая порода (n = 3)</i>			
Медь	0,91±0,09 ^{а6}	0,95±0,06 ^а	0,76±0,04 ⁶
Цинк	2,97±0,05 ^а	2,84±0,31 ^а	2,15±0,19 ⁶
Марганец	7,25±0,23 ^а	10,70±0,51 ⁶	7,80±0,84 ^а
Железо	30,90±1,50	30,70±2,60	29,50±1,30
<i>Голштинская порода (n = 3)</i>			
Медь	1,01±0,06 ^а	0,83±0,04 ⁶	0,81±0,02 ⁶
Цинк	3,08±0,28 ^а	2,72±0,09 ^а	2,23±0,09 ⁶
Марганец	8,07±0,52	9,60±0,28	9,50±0,32
Железо	35,30±2,40 ^а	26,80±0,68 ⁶	34,20±0,06 ^а
<i>Помесные F₁ (n = 3)</i>			
Медь	1,08±0,12	0,95±0,01	0,92±0,06
Цинк	2,92±0,21 ^а	3,01±0,07 ^а	2,25±0,03 ⁶
Марганец	7,85±0,47 ^а	10,30±0,46 ⁶	9,80±0,31 ⁶
Железо	34,80±3,10 ^{а6}	26,50±1,10 ^а	39,10±1,30 ⁶
<i>В среднем (n = 9)</i>			
Медь	1,00±0,06 ^а	0,91±0,05 ^а	0,83±0,06 ^а
Цинк	2,99±0,06 ^а	2,86±0,10 ^а	2,21±0,04 ⁶
Марганец	7,72±0,30 ^а	10,20±0,39 ⁶	9,03±0,76 ^{а6}
Железо	33,70±1,71 ^а	28,00±1,66 ^а	34,20±3,40 ^а

Содержание железа в рационе 10-месячных телок было ниже, чем у 6- и 16-месячных, что вызвало у голштинских и помесных телок соответствующее снижение его концентрации в РЖ, тогда как у чернопестрых телок таких изменений не наблюдалось.

Учитывая, что все подопытные животные находились в одинаковых условиях микроминерального питания, можно предположить некоторые генетически заложенные породные особенности рубцового метаболизма изучаемых нами микроэлементов, которые просматриваются на общем фоне возрастной динамики. Последняя заключается, на наш взгляд, в том, что по мере увеличения доли грубых кормов в рационе концентрация меди и цинка в рубцовой жидкости снижается (хотя и не совсем совпадает во времени как в отношении этой пары элементов, так и животных разной породной принадлежности). Концентрация марганца, напротив, вполне определенно повышается с возрастом у телок всех сравниваемых групп. О метаболических закономерностях в отношении железа определенно судить трудно, поскольку его содержание в рационе в несколько раз превышало рекомендуемые нормы, причем это железо в разной степени может быть не только биологического, но и технологического происхождения, что в значительной мере может завуалировать истинные показатели его обмена в рубце.

Динамика метаболизма микроэлементов в рубце, как показали наши более ранние исследования [16], связана с их биотическим действием на жизнедеятельность и ферментирующую активность разных групп руб-

цовых микроорганизмов, обеспечивающую процессы протеолиза кормового белка, переаминирования, синтеза микробного белка, гликолиза и сбраживания сахаров. В настоящем опыте с возрастом телок доля грубых кормов в рационе несколько увеличивалась, а относительное содержание протеина снижалось. В рационе 6-месячных телок оно составляло в среднем 154,8 г в 1 кг сухого вещества рациона, 10-месячных — 135,6 г, 16-месячных — 124,2 г. Возможно, с этим связана тенденция к снижению концентраций общего, белкового и небелкового азота в РЖ с возрастом (табл. 5). Параллельно с этими показателями азотистого обмена снижались концентрации меди и цинка в РЖ животных к 10- и 16-месячному возрасту. Данный фактор наряду с повышением концентрации марганца в РЖ, видимо, оказал ингибирующее влияние на биосинтез микробного белка. Особенно это может касаться снижения уровня цинка как биоэлемента, стимулирующего процессы белкового синтеза. По нашим наблюдениям, ингибирующее влияние начинается уже на этапе переаминирования, когда в рубце телок в 10- и 16-месячном возрасте отмечается существенное отставание процессов аминирования от дезаминирования аминокислот, что не наблюдалось в 6-месячном возрасте. Причем этот разрыв в накоплении и использовании аммиака происходит при некотором снижении интенсивности процессов сбраживания сахаров, сопровождающемся соответствующим достоверным понижением концентрации летучих жирных кислот в РЖ, хотя она и остается на достаточно высоком

уровне. Высокие показатели азотистого и углеводного обмена в рубце 6-месячных телок дают основание полагать, что к этому возрастному периоду функциональное становление преджелудков в основном завершается. Вместе с тем следует признать, что механизмы регуляции абсорбционных процессов в желудочно-кишечном тракте в целом находятся еще на стадии становления. Так, сравниваемые показатели усвоения микроэлементов в пищеварительном тракте 6- и 16-месячных телок существенно различались (табл. 6). Лишь железо в этом случае

составляло исключение; относительные показатели его абсорбции не различались у животных в сравниваемые возрастные периоды. В то же время по абсолютным и относительным показателям усвояемости меди и цинка в желудочно-кишечном тракте в целом 16-месячные телки значительно превосходили 6-месячных. Показатели абсорбции марганца, напротив, были ниже у 16-месячных телок. Последние усваивают, видимо, большей толерантностью к чрезмерным дозам микроэлементов в рационе, в частности марганца и железа.

Т а б л и ц а 5

Возрастная динамика показателей рубцового метаболизма органического субстрата у телок разных возрастов (n = 9)

Показатель	6 мес	10 мес	16 мес
pH	5,57±0,04 ^a	6,50±0,16 ^б	6,10±0,04 ^б
Общий азот, мг%	189,8±4,0 ^a	147,3±6,6 ^б	149,7±2,9 ^б
Азот белков, мг%	127,9±3,7 ^a	98,2±5,0 ^б	99,2±2,8 ^б
Азот небелковых соединений, мг%	62,0±0,6 ^a	49,1±3,8 ^б	50,5±0,7 ^б
Азот аминов	6,97±0,25 ^a	8,43±1,03 ^a	7,57±0,21 ^a
Азот аммиака, мг%	13,4±0,2 ^a	16,8±0,9 ^б	18,0±1,0 ^б
Сумма ЛЖК, ммоль/л	172,7±6,3 ^a	155,6±2,5 ^б	155,5±1,4 ^б

Т а б л и ц а 6

Потребление и абсорбция микроэлементов в пищеварительном тракте у телок 6- (числитель) и 16 мес (знаменатель) возрастов (n = 3)

Элемент	Потреблено, мг	Абсорбировано	
		мг	% к потребленному
Медь	47,5±0,3 ^a	19,5±1,0 ^a	41,0±2,0 ^a
	70,9±0,6 ^б	36,3±1,7 ^б	51,2±1,9 ^б
Цинк	159,0±1,1 ^a	77,4±1,0 ^a	48,7±1,0 ^a
	251,0±1,9 ^б	142,0±2,4 ^б	56,4±1,7 ^б
Марганец	510,0±7,4 ^a	159,3±3,0 ^a	31,2±0,3 ^a
	700,0±12,1 ^б	136,0±4,0 ^б	19,4±0,4 ^б
Железо	1449±29 ^a	127,6±16,0 ^a	8,7±0,9 ^a
	2134±38 ^б	192,0±17,5 ^б	9,0±1,0 ^a

Показатели абсолютной и относительной абсорбции в определенной мере условны, поскольку затруднительно отделить от фактически неабсорбированной их части экскретируемую с пищеварительными соками. Тем не менее они дают представление об относительной доступности конкретных микроэлементов из рационов и обеспеченности ими животных. По нашим данным [16], абсолютные и относительные показатели ретенции микроэлементов в организме животных могут значительно варьировать в зависимости от содержания их в рационе, доступности из различных кормов, скорости абсорбции, запасов в организме, физиологического состояния животных. Ранее нами установлено, что в организме растущих и беременных животных откладывается наибольшая доля всосавшихся в пищеварительном тракте микроэлементов, у интенсивно лактирующих — наименьшая. Однако доля ретенции абсорбированных элементов зависит не только от физиологического состояния животных, но и от насыщенности ими организма, а также химических и биотических свойств конкретного элемента. Медь и цинк имеют более высокие относительные показатели абсорбции среди изучаемых нами микроэлементов, хотя и более низкие показатели относительной ретенции; у марганца и железа, напротив, показатели абсорбции низкие, а показатели ретенции более высокие [16]. В настоящем эксперименте при указанных в табл. 6 уровнях абсорбции микроэлементов относительный показатель ретенции меди у 6-месячных телок составлял 89,7, цинка — 91,2, марганца — 99,5, железа — 81,3% к абсорбируемому их количеству.

Относительный показатель ретенции железа в данном случае оказался сравнительно низким в силу высокой насыщенности организма этим элементом (табл. 7), что было обусловлено его чрезмерным содержанием в рационе.

Уровень концентраций микроэлементов в крови широко используется в исследовательской и зооветеринарной практике как показатель обеспеченности животных соответствующими элементами, что можно принять лишь условно. Это скорее показатель биологической насыщенности крови — жидкой соединительной ткани — микроэлементами в момент ее исследования. Как известно, кровь не только использует микроэлементы как биокатализаторы в многочисленных биохимических реакциях, но также выполняет транспортную функцию при их перераспределении в организме. Следовательно, уровень концентрации микроэлементов в крови может поддерживаться как за счет экзогенных источников (корма, вода, меньше воздух), так и эндогенных, пока не иссякнут их запасы в депо. Вместе с тем этот показатель является важным при его использовании в совокупности с другими (содержанием микроэлементов в рационе, уровнем их абсорбции и др.). При описанных выше условиях микроминерального питания и показателях обмена микроэлементов в желудочно-кишечном тракте подопытных телок содержание меди в их крови (независимо от породной принадлежности) по завершении периода полового созревания (в возрасте 10 мес) снижалось, а по достижении физиологической зрелости возвращалось к уровню, зарегистрированному у 6-месячных телок (табл. 7).

Возрастная динамика концентраций микроэлементов в крови телок

Элемент	6 мес	10 мес	16 мес
<i>Черно-пестрая порода</i>			
Медь	1,68±0,07 ^a	1,19±0,07 ^б	1,39±0,08 ^a
Цинк	2,69±0,16 ^a	2,09±0,08 ^б	2,08±0,08 ^б
Марганец	0,11±0,01 ^a	0,15±0,01 ^б	0,22±0,01 ^a
Железо	270±12 ^a	232±4 ^б	274±13 ^a
<i>Голштинская порода</i>			
Медь	1,41±0,09 ^a	1,21±0,05 ^a	1,41±0,05 ^a
Цинк	2,77±0,09 ^a	2,28±0,06 ^б	2,31±0,09 ^б
Марганец	0,10±0,01 ^a	0,15±0,01 ^б	0,24±0,01 ^a
Железо	252±4 ^a	240±5 ^a	265±17 ^a
<i>Помесные F₁</i>			
Медь	1,45±0,11 ^б	1,17±0,08 ^б	1,43±0,04 ^a
Цинк	2,53±0,18 ^б	2,33±0,05 ^б	2,60±0,09 ^a
Марганец	0,08±0,01 ^a	0,15±0,01 ^б	0,24±0,01 ^a
Железо	314±9	244±3	264±9

В отличие от меди насыщенность крови цинком у телок обеих чистопородных групп к 10-месячному возрасту снижалась и оставалась на этом уровне до 16-месячного возраста. У помесных телок возрастная динамика насыщенности крови этим элементом была иной, т.е. к 10-месячному возрасту проявилась тенденция к снижению концентрации элемента, а к 16-месячному — она вновь повышалась до исходного уровня. Указанные отличия, видимо, связаны с проявлением гетерозиса у помесей.

Содержание марганца в крови телок всех трех групп с возрастом достоверно повышалось. Содержание железа в крови 10-месячных телок было ниже, чем у 6- и 16-месячных. Однако это не следует квалифицировать как гипоферроз, ибо количество железа и меди в рационе было

достаточным, причем содержание железа значительно превышало потребности животных в нем.

Вероятно, возрастные изменения насыщенности крови микроэлементами связаны с перестройкой гормонального статуса организма в периоды полового и физиологического созревания животных. Высокий уровень концентрации микроэлементов в крови указывает не только на усиленный их приток во внутреннюю среду организма, но и на высокий уровень метаболических процессов в ней, в том числе и связанных с метаболизмом азотистых соединений. По содержанию общего количества азотистых веществ, сумме белков и небелковых соединений, включая амины, нами не установлено существенных различий у телок 6- и 10-месячного возраста (табл. 8). Исключение составила

мочевина. Ее количество в крови к 10-месячному возрасту телок в срав-

нении с 6-месячным возрастным периодом достоверно снизилось.

Т а б л и ц а 8

Показатели азотистого обмена в крови телок разных возрастов
(n = 3 в каждой группе)

Группа телок	Азот, мг%				
	общий	белков	небелковых соединений	аминов	мочевины
<i>6-месячные телки</i>					
1	2113±94	2025±90	88,5±6,4	11,4±0,9	24,7±1,2
2	2127±34	2038±35	87,7±7,4	13,5±1,1	21,6±2,7
3	2033±86	1941±85	93,7±4,1	16,6±0,7	23,8±0,9
В среднем	2091±36 ^a	2001±37 ^a	89,9±2,3 ^a	13,8±1,8 ^a	23,4±1,1 ^a
<i>10-месячные телки</i>					
1	2202±82	2023±86	99,2±7,9	11,6±0,6	13,5±0,9
2	2032±104	1936±107	96,8 4,6	9,9±0,5	15,9±1,2
3	1944±74	1860±	100,0±3,2	13,9±0,7	15,3±0,8
В среднем	2059±93 ^a	1940±58 ^a	98,7±1,2 ^б	11,8±1,4 ^a	14,9±0,9 ^б
<i>16-месячные телки</i>					
1	2723±62	2623±62	97,7±1,2	5,7±0,5	23,2±1,2
2	2530±113	2423±115	102,0±4,2	6,8±0,7	22,1±1,0
3	2570±150	2445±45	101,5±6,2	5,5±0,5	20,0±0,7
В среднем	2608±72 ^б	2494±78 ^б	100,4±1,7 ^б	6,0±0,5 ^б	21,8±1,2 ^a

Как известно, уровень мочевины в крови в значительной мере зависит от интенсивности всасывания образующегося в рубце аммиака. Если смотреть на эту взаимосвязь упрощенно, с точки зрения простой диффузии аммиака по градиенту концентрации, то можно предположить, что всасывание аммиака в рубце 6-месячных телок происходит интенсивнее, чем у 10-месячных, что с учетом онтогенеза преджелудков можно принять лишь с большой осторожностью. И с той же точки зрения — возрастного становления функций преджелудков — можно

выдвинуть другое объяснение обратной направленности изменений концентраций аммиака в рубцовом содержимом и мочевины в крови 10-месячных телок (в сравнении с 6-месячными), а именно: более активный синтез мочевины рубцовой стенкой из всосавшегося в рубце аммиака и последующая ее экскреция в полость рубца. Однако есть и третий вариант, отмеченный у телок в 16-месячном возрасте (табл. 8): высокая концентрация аммиака в рубцовой жидкости сочетается с высокой концентрацией мочевины в крови. В данном случае прежде всего

следует обратить внимание на общее повышение уровней всех основных фракций азотистых соединений в крови (за исключением аминов), что можно квалифицировать как возрастные особенности в динамике межугочного азотистого метаболизма у молодняка крупного рогатого скота. Более того, это имеет определенную положительную связь с возрастной динамикой микроминерального обмена и ролью микроэлементов в азотистом метаболизме. В этой связи мы предполагаем катализирующую роль изучаемых нами микроэлементов (прямо или опосредованно) в процессах азотистого обмена как на уровне рубца, так и на этапе интерстициальном. В наших опытах это подтверждается параллельным снижением у телок 10-месячного возраста насыщенности микроэлементами двух активных функциональных систем — рубцовой жидкости и крови — и основных показателей азотистого обмена в них, как и последующим сопряженным повышением к 16-месячному возрасту (табл. 4, 5, 7, 8).

Контролируемые в течение опытов клинико-гематологические показатели дают основание полагать, что исследования проводились на здоровых, нормально развивающихся животных. Так, к 6-месячному возрасту телки черно-пестрой породы в среднем достигли живой массы 168,1 кг, голштинские — 168,5, помесные — 177,5; к 10-месячному — 244,3, 247,8 и 257,6 кг; а к 16-месячному — 375,8, 391,1 и 407,6 кг, т.е. живой массы, характерной для телок случного возраста.

Исследуемые гематологические

показатели у телок разного возраста варьировали в пределах физиологических границ (табл. 9). При этом к 10-месячному возрасту в крови телок повышались количество лейкоцитов и содержание сахара, а к 16-месячному — значения этих показателей снижались до средних уровней, характерных для взрослых животных. Насыщенность крови кальцием и фосфором возрастала от 6 к 16 мес., т.е. процессы фосфорно-кальциевого обмена и энергообеспеченность в тканях к этому возрастному периоду телок в основном стабилизировались. Характерно, что снижение с возрастом телок щелочного резерва крови сопровождало некоторому повышению концентрации ЛЖК, т.е. запас щелочей в крови мог снизиться вследствие не только интенсивности интерстициального обмена (в 16-месячном возрасте), но также и повышения уровня броидильных процессов в рубце и абсорбции ЛЖК в кровь.

На основании всестороннего изучения микроминерального обмена, включая контролируемые уровни насыщенности микроэлементами РЖ и крови при достаточной обеспеченности ими животных, а также результатов определения показателей органического обмена, клинико-физиологических показателей, результатов наблюдений за ростом и физиологическим развитием животных нами рассчитаны доверительные границы оптимальных концентраций микроэлементов — меди, цинка, марганца и железа — в крови и РЖ, характерные для разных возрастных периодов нормально развивающихся телок (табл. 10).

Таблица 9

Морфобioхимические показатели крови у телок разного возраста (n = 5)

Показатель	6 мес	10 мес	16 мес
<i>Цельная кровь</i>			
Лейкоциты, тыс/мм ³	6,90±0,24 ^a	10,2±1,9 ^б	7,98±0,48 ^{вс}
Эритроциты, млн/мм ³	7,00±0,38	7,90±0,3	7,31±0,24
Гемоглобин, г/100 мл	9,20±0,42	9,23±0,4	8,92±0,19
Щелочной резерв, мг%	418 11 ^a	338±11 ^б	319±13 ^б
Сахар, мг/100 мл	66,7±5,4 ^a	93,7±7,3 ^б	56,0±4,6 ^a
Сумма ЛЖК, мг%	3,0±0,4	3,6±0,7	3,9±0,3
<i>Плазма крови</i>			
Общий белок, г/100 мл	7,6±0,1	7,2±0,5	8,1±0,7
Альбумины, г/100 мл	3,0±0,2	2,9±0,3	3,1±0,3
% от общего	41	40	36
Глобулины, г/100 мл	4,6±0,2	4,3±0,2	5,0±0,7
% от общего	59	60	62
Кальций, мг%	9,3±0,4 ^a	11,7±0,5 ^б	12,5±1,2 ^б
Фосфор, мг%	5,6±0,4 ^a	6,5±0,2 ^a	7,5±0,3 ^б

Т а б л и ц а 10

Доверительные границы оптимальных концентраций микроэлементов (мг/л) в крови и РЖ телок разных возрастов

Возраст телок, мес	Медь	Цинк	Марганец	Железо
<i>Кровь</i>				
4—6	1,30—1,50	2,60—2,80	0,12—0,15	300—330
9—10	1,1—1,25	2,15—2,30	0,14—0,16	—
15—16	1,30—1,45	2,20—2,50	0,22—0,24	250—280
<i>Рубцовая жидкость</i>				
4—6	0,68—0,90	2,90—3,40	6,20—7,40	27—32
9—10	0,85—0,97	2,80—2,90	9,60—10,8	26—30
15—16	0,76—0,90	2,10—2,40	8,10—9,90	31—37

Выводы

1. У телок всех исследуемых групп при достаточной обеспеченности микроэлементами, положительном их балансе в организме, оптимальных клинико-гематологических показателях, показателях органического обмена, роста и развития жи-

вотных насыщенность крови медью, цинком, марганцем и железом с возрастом закономерно изменялась: от 6- к 10-месячному возрасту понижалась, а к 16-месячному — возрастала вновь, что, очевидно, связано с последовательной сменой физиологических этапов в онтогенезе.

Динамика концентраций этих микроэлементов в РЖ имела иную направленность: содержание меди и цинка постепенно снижалось от 6-к 16-месячному возрасту, а марганца и железа, напротив, повышалось.

2. На фоне общих закономерностей в обмене микроэлементами просматривались некоторые особенности, связанные, с одной стороны, с биологической активностью и химическими свойствами каждого конкретного элемента, а с другой, видимо, с генетическими особенностями животных.

3. На основе комплексного изучения взаимосвязанных показателей микроминерального и органического обмена в рубце и крови, роста и развития животных нами рассчитаны доверительные границы оптимальных концентраций микроэлементов в крови и рубцовой жидкости телок разного возраста, которые можно применять для контроля за обеспеченностью организма животных соответствующими элементами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авцин А.П., Жаворонков А.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека. М.: Медицина, 1991. — 2. Бабенко Г.А. О влиянии микроэлементов на обмен веществ и реактивность организма. — В кн.: Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельск. х-ве и медицине. М.: Наука, 1974, с. 61—75. — 3. Бабенко Г.А. Некоторые итоги развития проблемы микроэлементов в медицине и использование их в лечебной практике. — В сб.: Микроэлементы в СССР. Рига, 1970, вып. 11, с. 3—34. — 4. Беренштейн Ф.Я. Микроэлементы в физиологии и патологии животных. Минск,

1966. — 5. Берзинь Я.М. Действие витамина А на связывание цинка белками слизистой оболочки подвздошной кишки цыплят. — В сб.: Транспортные и обменные процессы в кишечнике животных. Рига: Зинатне, 1984, с. 57—65. — 6. Войнар А.И. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. Изд. 2-е. М.: Высшая школа, 1960. — 7. Георгиевский В.И., Анненков Б.Н., Самохин В.Т. Минеральное питание животных. М.: Колос, 1979. — 8. Дмитроченко А.П. Потребность сельскохозяйственных животных в микроэлементах и ее определение. — В кн.: Микроэлементы в животноводстве. М.: Сельхозгиздат, 1962, с. 23—36. — 9. Жеребцов П.И., Бракин В.Ф., Шевелев Н.С. Влияние микроэлементов на процессы рубцового метаболизма и обмен азота в организме жвачных. — Изв. ТСХА, 1970, вып. 4, с. 159—170. — 10. Кабыш А.А. Эндемическая остеоидистрофия крупного рогатого скота на почве недостатка микроэлементов. М.: Колос, 1967. — 11. Кальницкий Б.Д., Стеценко И.И. Метаболизм и биологическое значение хелатных соединений микроэлементов в организме животных. — В сб.: Белково-аминокислотное питание с.-х. животных. Боровск, 1987, с. 91—98. — 12. Назаренко И.И., Кислова И.В., Гусейнов Т.М. и др. Флуорометрическое определение селена 2—3 ДАН в биологических материалах. — Журн. аналит. хим., 1975, № 30, с. 733. — 13. Павлюк И.М., Калинка А.К., Кучер А.М. Рівень важких металів у м'язах бичків в чрно-рябій породі. — В існ. аграр. науки, 1994, № 6, с. 64—66. — 14. Петухова Е.А., Бес-

сарабова Р.Ф., Халенева Л.Д., Антонова О.А. Зоотехнический анализ кормов. М.: Агропромиздат, 1989, с. 27—74. — 15. Раецкая Ю.И. Объемный метод определения серы в биологическом материале. — Метод. реком. по хим. и биохим. исследованиям в зоотехнии. Дубровицы, 1972, с. 56—61. — 16. Шевелев Н.С. Влияние кобальта, меди, марганца и цинка на обмен азота и некоторых микроэлементов у крупного рогато-

го скота. — Автореф. канд. дис. 03.00.13. М., 1969. — 17. Anke M., Ridel E. — Tierzucht., 1980, Bd 134, № 1, S. 41—44. — 18. Bedi S.P.S., Khan S.A. — Indian J., Anim. Sci., 1984, vol. 54, № 6, p. 570—574. — 19. Bednarek D., Kondracki M. — Med. wet., 1994, vol. 50, № 10, S. 500—502. — 20. Chase L.E. Trace mineral nutrition of dairy cattl. — Cornell nutrition conf. for feed manufacturers. Syracuse, 1987, p. 74—79.

Статья поступила 28 декабря 1995 г.

SUMMARY

Specific features in metabolism and in using copper, zinc, manganese and ferrum (with their sufficient amount in the ration) connected with age and breed were studied in the experiments with 6—16 months old heifers of black-and-white and Holstein breeds and with crosses F_1 from fathers of Holstein breed and mothers of black-and-white breed.

It has been found that in the metabolism of microelements there are specific features in the organism of an animal which are connected with biological activity and chemical properties of certain elements, as well as with animal breed. Confidence limits of microelement concentrations in blood and in rumen liquid in heifers of different age are suggested.