

МЕТАБОЛИЗМ ВИТАМИНА А И АКТИВНОСТЬ ЦИНКСОДЕРЖАЩИХ ФЕРМЕНТОВ У ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ РАЗНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЦИНКОМ

А. А. ИВАНОВ, А. А. КРУТАЛЕВИЧ

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

Изучали влияние разных уровней цинка в рационе (25 и 50 мг на 1 кг сухого вещества) на метаболизм витамина А, а также активность цинксодержащих ферментов (алкогольдегидрогеназы и щелочной фосфатазы) для уточнения потребностей молочных коров в цинке. Показано положительное влияние добавок цинка в рацион на обмен витамина А (содержание в крови и молоке), а также на изменение активности алкогольдегидрогеназы крови.

Установлено, что при различных рационах животных их потребность в микроэлементах неодинакова, поэтому при введении новых технологий кормления, кормопроизводства и содержания скота требуется провести оценки обеспеченности животных микроэлементами с учетом возникающих при этом особенностей обмена веществ.

В последние годы исследователи и практики животноводства все больше внимания стали обращать на соотношение различных компонентов рациона и их возможное взаимодействие между собой [7]. Выявлены синергические и антагонистические связи между рядом минеральных веществ [4, 5], а также минеральными веществами и витаминами [3].

Известно, что витамин А и цинк играют исключительную роль в метаболизме веществ и что они находятся во взаимосвязи. Однако интимный механизм указанной связи до сих пор неясен. Литературные данные об этом явлении у жвачных немногочисленны.

Предварительные исследования, выполненные на кафедре физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных Тимирязевской академии, показали, что причиной гиповитаминоза А может быть недостаточный уровень цинка в организме коров. Подобные же явления отмечены и у моногастричных животных [2].

Перед нами поставлена задача изучить некоторые стороны возможного взаимодействия цинка и витамина А у молочных коров, а также состояние обмена веществ у животных разной

продуктивности при различном уровне цинка в рационе, состояние метаболизма витамина А и активность цинксодержащих ферментов для уточнения потребностей молочных коров в цинке.

МЕТОДИКА

Опыты проводили в 2 этапа: на физиологическом дворе кафедры физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных Тимирязевской академии и в ГПЗ «Зыбино» Тульской области в период с января 1987 по май 1988 г. (табл. 1).

Для опыта в виварии использовались животные черно-пестрой породы первой лактации с хронической фистулой рубца (по Басову). Средняя живая масса коров 500—550 кг, продуктивность — 3500 кг за лактацию. Были выделены по принципу аналогов 2 группы — контрольная и опытная — по 3 года в каждой.

В ГПЗ «Зыбино» использовались коровы черно-пестрой породы второй лактации с живой массой 550—600 кг. Продуктивность в 1-й группе составила 4500 кг, во 2-й — 6000 кг. В каждой группе были контрольная и опытная подгруппы (по 5 гол.). Все животные интактные. В контроле уровень цинка в рационе составлял 25 мг на 1 кг сухого вещества, в опытных группах он был в 2 раза выше.

Коровы опытных групп в ГПЗ «Зыбино» на протяжении всего периода эксперимента получали подкормки цинком рег ос в количестве 25 мг/кг в виде водного раствора сульфата цинка $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. В виварии водный раствор цинка вводили непосредственно в рубец через фистулу.

Рацион животных в виварии состоял из сена злакового, свеклы кормовой,

концентратов, травяных гранул. Летом коровы получали разнотравную злаковую смесь, концентраты, свеклу кормовую, сено. В ГПЗ «Зыбино» в рацион включали сено злаковое, силос кукурузный, сенаж многолетних трав, концентраты, свеклу кормовую, травяные гранулы. Все рационы были сбалансированы в соответствии с нормами ВИЖ для молочных коров.

Контроль за молочной продуктивностью коров осуществлялся путем еженедельных контрольных доек. Трижды за период эксперимента в виварии ТСХА и один раз в ГПЗ «Зыбино» проводились балансовые опыты. Кровь для анализов получали из яремной вены раз в месяц.

Согласно поставленным задачам в крови определяли содержание каротина и витамина А по методу Бессея, активность щелочной фосфатазы — по методу Бессей — Лоури калориметрически, активность алкогольдегидрогеназы — спектрофотометрически, щелочной резерв — по Неводову. Молоко анализировали на содержание каротина и витамина А по методу Бессея в модификации кафедры физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных Тимирязевской академии, содержание жира и белка — по общепринятой методике. Зоотехнический анализ сред выполняли по общепринятым методикам. Во всех исследуемых средах определяли содержание микроэлементов методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии на приборе SP-1900.

Результаты

Ветеринарный контроль показал, что состояние здоровья животных было хорошим. Клинические показатели находились в пределах нормы во всех группах.

На продуктивность, как и на среднесуточный удой, уровень цинка в рационе не оказывал существенного влияния. Во всех группах наиболее высокий удой отмечен на первом месяце лактации.

Существенных различий в переваримости питательных веществ у животных контрольных и опытных групп не выявлено. Переваримость основных питательных веществ зависела от продук-

Схема опытов

Группа	Уровень цинка в рационе	Период наблюдения	Изучаемые среды и показатели
<i>Продуктивность 3500 кг</i>			
Контрольная (n=3)	Естественный (25 мг/кг)	Январь — октябрь 1987 г.	1. Корма, кал, моча: зоотехнический анализ
Опытная (n=3)	Повышенный (50 мг/кг)	То же	
<i>Продуктивность 4500 кг</i>			
Контрольная (n=5)	Естественный	Март — май 1988 г.	2. Кровь: каротин, витамин А, цинк, ферменты, щелочной резерв, морфологический состав
Опытная (n=5)	Повышенный	То же	
<i>Продуктивность 6000 кг</i>			
Контрольная (n=5)	Естественный	Март — май 1988 г.	3. Молоко: каротин, витамин А, цинк, жир, белок
Опытная (n=5)	Повышенный	То же	

тивности коров. Так, переваримость сухого вещества изменялась в пределах 58—73 %, органического — 61—79, протеина — 50—60, клетчатки — 40—60 %.

У животных с продуктивностью 3500 кг переваримость кальция изменялась в широких пределах — 19—40 %, а переваримость фосфора колебалась от 15 до 44 %. Переваримость цинка в начале лактации была достоверно выше при введении в рацион его добавок (12 против 20 %). Во второй половине лактации коэффициент переваримости цинка достиг 56 % в контрольной группе и 53 % — в опытной.

Переваримость минеральных веществ у коров с более высокой продуктивностью (4500 и 6000 кг молока) отграничено зависела от уровня цинка в рационе. В частности, добавление этого элемента в рацион вызвало снижение коэффициента переваримости кальция у среднепродуктивных животных на 5 % ($P < 0,01$). Аналогична направленность изменений переваримости фосфора.

Можно заключить, что 2-кратное увеличение уровня цинка в рационе в условиях нашего опыта не повлияло на переваримость органической части рациона, но привело к изменению переваримости минеральной части, в частности переваримости кальция, фосфора и цинка. Данное явление, скорее всего, связано с антагонистическими отношениями цинка и кальция в процессах обмена веществ [3].

Из табл. 2 видно, что содержание каротина и витамина А в плазме крови животных с удоем 3500 кг в опытной группе было достоверно выше, чем в контроле, на протяжении всего периода опыта (соответственно при $P < 0,01$ и $P < 0,001$). Принимая во внимание идентичность рациона, условий содержания и эксплуатации животных, более высокий уровень каротина и

Таблица 2

Содержание каротина и витамина А (мкг%) в плазме крови контрольной и опытной групп

Месяц лактации	Каротин		Витамин А	
	Контрольная	Опытная	Контрольная	Опытная
<i>Продуктивность 3500 кг</i>				
I	55,33±3,57	83,77±3,41**	8,49±0,07	10,62±0,16***
II	65,60±9,93	97,07±3,55	7,43±0,70	10,88±0,21***
III	85,20±1,99	87,20±1,07	28,67±0,50	32,85±1,28*
IV	82,67±2,09	97,74±3,66	22,08±2,32	34,48±1,10**
V	76,00±5,66	108,27±6,45*	11,68±0,57	36,08±1,02***
VI	189,53±1,45	225,60±2,99*	25,99±1,83	45,99±1,90**
VII	313,00±6,77	342,90±7,79	34,33±0,67	55,20±4,11**
VIII	312,10±1,66	336,07±3,08**	38,22±0,01	94,84±6,37***
IX	98,80±11,88	156,00±2,83**	45,65±1,29	94,59±3,88***
<i>Продуктивность 4500 кг</i>				
I	264,64±3,16***	172,32±4,27	67,74±1,30	68,34±2,03
II	248,00±1,47	300,80±4,57***	28,14±5,34	50,96±0,92**
III	232,40±5,48	253,07±4,24**	22,45±1,51	33,76±2,67**
<i>Продуктивность 6000 кг</i>				
I	262,66±5,79**	236,65±8,91	57,13±3,31***	30,55±0,93
II	260,00±3,94	296,80±2,46	27,60±0,93	50,79±1,30
III	206,20±5,50	218,40±3,87	24,21±1,72	35,51±1,51**

Примечание. Здесь и в последующих таблицах одной звездочкой обозначены различия между группами при $P < 0,05$; двумя — при $P < 0,01$; тремя — при $P < 0,001$.

витамина А в крови животных опытной группы можно связать только с добавлением цинка.

У животных с более высокой продуктивностью содержание каротина в плазме крови выше, чем у коров с удоем 3500 кг (табл. 2), что определяется неодинаковым фоном каротина в рационе.

Существенное влияние на показатели обмена витамина А оказали добавки цинка и в ГПЗ «Зыбино». Через 1,5—2,0 мес после начала опыта уровень каротина в крови коров с продуктивностью 4500 кг увеличился на 8—20 % по сравнению с контролем. Концентрация витамина А при этом составила 34—50 мкг% против 22—28 в контрольной группе. Такого же рода изменения наблюдались и у животных с еще более высокой продуктивностью (6000 кг) молока, где разница в концентрации каротина составила 12—36 мкг%, по содержанию витамина А — 3—10 мкг%. Следовательно, добавки сульфата цинка в рацион оказали положительное влияние на концентрацию каротина и витамина А в крови животных.

В лабораторных опытах на крысах [11] при недостатке цинка отмечалась блокировка мобилизации запасов витамина А из печени. Из других данных [8] известно, что цинк причастен не только к мобилизации витамина А из печени, но и к процессу его превращения. Есть доказательства того, что цинк участвует в синтезе ретинолсвязывающего белка и, следовательно, в транс-

Содержание каротина и витамина А (мкг%) в молоке коров контрольной и опытной групп

Показатель	Каротин		Витамин А	
	Контрольная	Опытная	Контрольная	Опытная
<i>Продуктивность 3500 кг</i>				
Месяц лактации				
I	33,33±1,71	30,00±1,98	25,13±0,43	28,67±1,68
II	29,73±0,91	43,04±1,86**	20,17±1,33	23,36±2,61
III	36,73±1,70	55,20±1,70**	24,95±0,75	28,67±1,55
IV	37,20±1,69	55,73±1,80**	24,42±0,75	26,90±0,76
V	65,60±1,97	79,60±1,30**	23,71±0,43	25,13±0,98
VI	61,33±0,66	80,00±2,47**	21,23±2,03	29,73±2,02
VII	75,20±1,97	81,40±0,38*	16,46±1,57	17,34±1,11
VIII	65,40±1,13	69,60±0,99*	23,70±2,49	27,26±0,46
IX	64,80±0,57	69,80±0,57**	33,79±2,74	36,10±3,01
<i>Продуктивность 4500 кг</i>				
Период опыта				
I	18,09±0,22	25,30±0,79***	7,12±1,19	7,76±0,31
II	39,60±1,26	36,00±1,35	10,05±1,72	16,35±0,55*
III	29,83±1,18	35,39±1,19*	7,53±0,90	17,01±2,98*
<i>Продуктивность 6000 кг</i>				
I	22,05±0,61	28,50±0,93***	10,99±1,13	10,82±1,39
II	39,60±1,26	37,13±2,80	12,55±0,99	19,01±0,95**
III	37,41±0,97	39,53±0,74	9,19±1,18	16,90±1,06**

порте витамина А кровью, а также в процессе превращения каротина в витамин А [1].

Как видно из табл. 3, молоко животных опытной группы с уровнем продуктивности 3500 кг на протяжении всей лактации содержало достоверно больше каротина, чем в контроле ($P < 0,01$). Различия в содержании витамина А в молоке опытных и контрольных животных были статистически недостоверны ($P > 0,05$), хотя прослеживалась тенденция к его увеличению в опытной группе.

В молоке животных с более высокой продуктивностью содержание каротина также было достоверно выше в опытной группе. То же можно сказать и о содержании в нем витамина А на 2-м и 3-м месяцах эксперимента ($P < 0,01$). Так, в варианте с продуктивностью животных 4500 кг в контрольной группе концентрация витамина А составила 10 и 7 мкг % соответственно по указанным месяцам опыта, у животных, получавших дополнительно цинк,— 16 и 17 мкг %, т. е. была на 40—50 % выше. Данное явление, к сожалению, в литературе не описано.

Исходя из того, что цинк стимулирует мобилизацию ретинола из печени и его транспорт через слизистую кишечника, можно предположить, что он аналогично влияет и на молочную железу. Не исключено, что цинк причастен как к транспорту ретинола и каротина кровью, так и к метаболизму каротина и витамина А в тканях молочной железы, т. е. к лактопоезу.

Однако это предположение требует экспериментальной проверки.

Из результатов балансовых опытов следует, что выделение цинка выше у животных опытных групп (табл. 4). Баланс этого элемента был почти все время положительным, и только в первом балансовом опыте у животных с продуктивностью 3500 кг в контроле он оказался отрицательным ($-96,5$ при $\pm 81,4$ мг в опытной группе).

Положительный баланс в опытах свидетельствует об активном использовании цинка, входящего в состав добавок, что, в свою очередь, является косвенным свидетельством насыщенности организма этим элементом и подтверждает целесообразность добавок его в рацион.

Из табл. 5 видно, что концентрация цинка в крови животных опытной и контрольной групп при удоях 3500 кг находилась в пределах зоотехнических норм и существенно не различалась: в среднем за время лактации — соответственно 1,71 и 1,49 мг/л.

Добавки цинка в рацион средне- и высокопродуктивных коров вызвали повышение его содержания в кровяном русле. На 2-й месяц эксперимента в опытной группе коров средней продуктивности оно составило 2,25 против 1,83 мг/л в контроле. Разница достоверна при $P < 0,01$. В конце 3-го месяца различия стали еще заметнее — соответственно 2,42 против 1,56 мг/л ($P < 0,001$). У высокопродуктивных коров отмечалась такая же направленность изменений концентрации цинка в крови ($P < 0,001$).

Различная реакция низко- и высокопродуктивных животных на добавку цинка свидетельствует о разной степени удовлетворения организма в этом элементе при его практически одинаковом уровне в кормах.

Что касается концентрации цинка в молоке животных, то здесь наблюдалась лишь тенденция к ее повышению в опытной группе коров с продуктивностью 3500 на протяжении всей лактации. При этом до 6-го месяца содержание цинка в молоке колебалось

Таблица 4

Среднесуточный баланс цинка в организме коров контрольных (в числителе) и опытных (в знаменателе) групп

Пути метаболизма элемента	Продуктивность, кг		
	3500	4500	6000
Поступило с кормом, мг	428,57	826,10	1006,30
	734,96	1423,10	1573,70
Выделено из организма, мг	321,94	408,40	616,10
	448,10	549,50	743,90
Баланс	+106,60	+417,60	+390,20
	+286,88	+873,60	+829,70
Коэффициент переваримости, %	40,71	57,00	48,70
	44,51	68,20	59,11

Т а б л и ц а 5

Содержание цинка (мг/л) в крови и молоке коров контрольной и опытной групп

Показатель	Кровь		Молоко	
	Контрольная	Опытная	Контрольная	Опытная
<i>Продуктивность 3500 кг</i>				
Месяц лактации				
II	1,97±0,27	1,47±0,11	3,07±0,39	2,87±0,35
III	1,43±0,33	1,50±0,07	2,50±0,55	2,53±0,36
IV	1,58±0,18	1,45±0,04	2,62±0,32	2,72±0,46
V	1,90±0,14	1,40±0,00	2,73±0,17	2,90±0,61
VI	1,65±0,07	1,48±0,04	3,67±0,51	3,73±0,22
VII	1,53±0,20	1,60±0,07	3,07±0,30	3,47±0,53
VIII	1,83±0,17	1,50±0,28	3,03±0,29	3,67±0,27
IX	1,90±0,42	1,50±0,14	3,60±0,00	4,60±0,28*
<i>Продуктивность 4500 кг</i>				
Период опыта				
I	2,67±0,05	2,50±0,09	2,60±0,12	2,96±0,09
II	1,83±0,06	2,25±0,11**	2,20±0,10	3,73±0,13*
III	1,56±0,10	2,42±0,13***	2,52±0,15	2,68±0,23
<i>Продуктивность 6000 кг</i>				
I	2,63±0,06**	2,39±0,06	3,04±0,24	2,66±0,07
II	1,81±0,05	2,19±0,06***	3,47±0,09	3,98±0,01*
III	1,81±0,09	2,21±0,06***	2,66±0,17	2,80±0,22

от 2,5 до 3,0 мг/л, во второй половине лактации оно было выше 3,0 мг/л.

У животных с продуктивностью 4500 и 6000 кг в контрольных и опытных группах содержание цинка в молоке до опыта было практически одинаковым, но несколько различалось в зависимости от уровня продуктивности животных (табл. 5). Через месяц после начала подкормки наблюдалось его повышение в опытных группах по сравнению с контролем ($P < 0,05$). К 3-му месяцу значение этого показателя несколько снижалось и различия между группами стали статистически недостоверными.

Таким образом, подкормки цинком из расчета 25 мг на 1 кг сухого вещества корма не оказали существенного влияния на содержание этого элемента в крови и молоке животных с продуктивностью 3500 кг. При более высокой продуктивности коров (4500 и 6000 кг) они вызывали увеличение содержания этого элемента в крови ($P < 0,01$ и $P < 0,001$), но не определили существенных различий контрольных и опытных групп по содержанию цинка в молоке, хотя в некоторые периоды опытов различия оказались статистически достоверными.

Современные биохимики насчитывают несколько десятков ферментов, активность которых так или иначе связана с цинком. В наших исследованиях использована активность двух цинксодержащих ферментов: щелочной фосфатазы и алкогольдегидрогеназы. Выбор пал на эти ферменты по той причине, что они причастны к метаболизму витамина А. Так, алкогольдегидрогеназа

связана с накоплением витамина А в печени и с превращением ретинола в ретиналь, щелочная фосфатаза — с фосфорно-кальциевым обменом и косвенно — с абсорбцией каротина и, возможно, с его превращением в витамин А.

Как можно видеть из табл. 6, практически нет существенной разницы в активности щелочной фосфатазы плазмы крови у животных контрольной и опытной групп, а также у коров с разным уровнем продуктивности. В условиях вивария Тимирязевской академии в контрольной группе колебания активности щелочной фосфатазы были в пределах 0,093—0,150 ед. опт. пл., а в ГПЗ «Зыбино» в среднем за опыт у коров с продуктивностью 4500 и 6000 кг — соответственно $0,145 \pm 0,019$ и $0,137 \pm 0,021$ ед. опт. пл.

Активность алкогольдегидрогеназы плазмы крови животных контрольной группы с продуктивностью 3500 кг была выше, чем в опытной ($P < 0,05$ и $P < 0,01$). В среднем за лактацию она составила соответственно $0,181 \pm 0,021$ и $0,081 \pm 0,013$ ед. У коров продуктивностью 4500 кг в 1-й месяц активность этого фермента оказалась более высокой в опытной группе ($P < 0,05$). В последующие два месяца в опытной группе она снижалась, а в контрольной повышалась, и в результате ее уровень в контроле намного превысил значение этого показателя у животных, получавших цинк дополнительно.

У коров с продуктивностью 6000 кг в 1-й месяц опыта активность алкогольдегидрогеназы в контроле была выше, чем в

Т а б л и ц а 6

Активность щелочной фосфатазы и алкогольдегидрогеназы (ед. опт. пл.) в плазме крови коров контрольной и опытной групп

Показатель	Щелочная фосфатаза		Алкогольдегидрогеназа	
	Контрольная	Опытная	Контрольная	Опытная
<i>Продуктивность 3500 кг</i>				
Месяц лактации				
I	$0,093 \pm 0,009$	$0,087 \pm 0,009$	$0,103 \pm 0,004^{**}$	$0,057 \pm 0,008$
II	$0,098 \pm 0,016$	$0,078 \pm 0,011$	$0,330 \pm 0,41^*$	$0,170 \pm 0,037$
III	$0,150 \pm 0,018$	$0,095 \pm 0,007$	$0,240 \pm 0,033^{**}$	$0,113 \pm 0,011$
IV	$0,123 \pm 0,011$	$0,126 \pm 0,015$	$0,275 \pm 0,035^*$	$0,083 \pm 0,008$
V	$0,095 \pm 0,035$	$0,160 \pm 0,021$	$0,205 \pm 0,021^*$	$0,047 \pm 0,018$
VI	$0,150 \pm 0,035$	$0,167 \pm 0,041$	$0,150 \pm 0,014^*$	$0,057 \pm 0,015$
VII	$0,095 \pm 0,012$	$0,073 \pm 0,020$	$0,143 \pm 0,002^{**}$	$0,073 \pm 0,011$
VIII	$0,093 \pm 0,025$	$0,075 \pm 0,019$	$0,110 \pm 0,014$	$0,083 \pm 0,004$
IX	$0,143 \pm 0,053$	$0,138 \pm 0,039$	$0,070 \pm 0,014$	$0,045 \pm 0,007$
<i>Продуктивность 4500 кг</i>				
Период опыта				
I	$0,125 \pm 0,014$	$0,150 \pm 0,023$	$0,124 \pm 0,014$	$0,164 \pm 0,010^*$
II	$0,185 \pm 0,006$	$0,205 \pm 0,024$	$0,230 \pm 0,023$	$0,190 \pm 0,007$
III	$0,101 \pm 0,019$	$0,104 \pm 0,018$	$0,205 \pm 0,014^{***}$	$0,074 \pm 0,08$
<i>Продуктивность 6000 кг</i>				
I	$0,124 \pm 0,008$	$0,136 \pm 0,011$	$0,126 \pm 0,019^{***}$	$0,090 \pm 0,010$
II	$0,191 \pm 0,004$	$0,192 \pm 0,017$	$0,103 \pm 0,025$	$0,240 \pm 0,033^*$
III	$0,080 \pm 0,005$	$0,100 \pm 0,014$	$0,048 \pm 0,012$	$0,094 \pm 0,008^*$

опытной группе ($P < 0,001$). На 2-й месяц она резко возросла в опытной группе и снизилась в контрольной ($P < 0,05$). Эти различия сохранились до конца эксперимента.

Приведенные выше данные свидетельствовали о том, что добавки цинка лактирующим коровам не повлияли на активность щелочной фосфатазы крови. Вместе с тем алкогольдегидрогеназа, являясь, как и щелочная фосфатаза, цинксодержащим ферментом, проявила большую реактивность на добавление цинка в рацион коров. У животных с удоем 3500 и 4500 кг молока за лактацию активность фермента под влиянием добавок сульфата цинка достоверно снижалась, при удое свыше 6000 кг — достоверно увеличивалась.

Алкогольдегидрогеназа крови является ферментом, активность которого связана с обеспеченностью животного цинком [8].

Изучению активности алкогольдегидрогеназы рядом исследователей [9] придается настолько большое значение, что они считают измерение активности энзима одним из лучших тестов для выявления субклинических форм цинковой недостаточности у человека и животных. Тем не менее известно [6], что активность фермента зависит и от других факторов, например наличия субстрата и концентрации продуктов ферментации. У высокопродуктивных коров обмен веществ протекает очень напряженно, поэтому активность алкогольдегидрогеназы может быть связана не только с обеспеченностью коров цинком. Данное предположение объясняет однозначную реакцию фермента на добавки цинка у низкопродуктивных коров и неоднозначную — у коров с более напряженным метаболизмом (продуктивность 4500 и 6000 кг).

Выводы

1. При дополнительном введении в рацион цинка содержание каротина и витамина А в крови животных всех уровней продуктивности (3500, 4500 и свыше 6000 кг) достоверно увеличилось.

2. Подкормки цинком положительно влияли на содержание каротина и не влияли на содержание витамина А в молоке животных с продуктивностью 3500 кг. При удоях 4500 и 6000 кг они практически не оказали влияния на содержание каротина в молоке и повышали концентрацию витамина А в нем.

3. У животных с продуктивностью 3500 кг молока за лактацию при введении в рацион цинка не наблюдалось изменения содержания этого элемента в крови по сравнению с контролем. При удоях 4500 и 6000 кг молока за лактацию подкормки цинком повысили его уровень в крови.

4. Увеличение уровня цинка в рационе не повлияло на активность щелочной фосфатазы крови. Активность алкогольдегидрогеназы крови снижалась под влиянием добавок цинка у коров с продуктивностью 3500 и 4500 кг молока, но повышалась при удоях выше 6000 кг молока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берзинь Н. Н. Взаимосвязь витамина А и цинка в организме животных.— В сб.: Научные основы витаминного питания с.-х. животных.— Рига: Зинатне, 1986, с. 41—43.—
2. Берзинь Н. И., Бауман В. К. Роль витамина А в обмене цинка в организме цыплят.— В сб.: Усвоение пищевых веществ в организме животных.— Рига: Зинатне, 1977, с. 34—42.—
3. Вальдман А. Р. Витамины в животноводстве.— Рига: Зинатне, 1977.—
4. Георгиевский В. И., Анненков Б. Н., Самохин В. Т. Минеральное питание животных.— М.: Колос, 1979.—

5. Клейменов Н. И., Магомедов М. Ш., Вендиктов А. М. Минеральное питание скота на комплексах и фермах.— М.: Россельхозиздат, 1987.—
6. Ленинджер А. Основы биохимии.— М.: Мир, 1974.—
7. Flanagan P. R.— Advances in Experimental Medicine and Biology, 1989, vol. 249, p. 35—44.—
8. Huber A. M., Gershoff S. N.— J. Nutr., 1975, N 105, p. 1486—1490.—
9. Kirchgessner M., Roth H.— Inc. New York and Basel, vol. 15, 1983, p. 499.

Статья поступила 10 января 1990 г.

SUMMARY

Two experiments were conducted on lactating black- and- white cows: in vivarium of Timiryazev Academy and on state breeding farm "Zybino" in Tulsky region. The effect of different rates of zinc in the ration (25 and 50 mg per 1 kg of dry matter) on vitamin A metabolism, as well as activity of zinc-bearing enzymes (alcoholdehydrogenase and alkaline phosphatase) were studied to specify the requirements of milk cows in zinc. The beneficial effect of zinc supplements into ration on vitamin A metabolism (content in blood and in milk) and on changes in blood alcoholdehydrogenase activity is shown.