

УДК 636.234.2.055:591.11:636.085.12

ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ ВИТАМИНОМ А В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОЗЫ И ИСТОЧНИКА МЕДИ

А. А. ИВАНОВ, Н. В. ТРУБИЙЧУК

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

Изучали эффективность минеральной ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) и органической (лигносульфонат меди) добавок меди к рациону лактирующих коров голштинно-фризской породы с удоем, превышающим 5000 кг за предыдущую лактацию. Повышение уровня меди в рационе в 2 и 3 раза (соответственно до 10 и 15 мг на 1 кг сухого вещества) стимулировало гемопоэз и лактопоэз, при этом достоверно увеличивалась концентрация каротина и витамина А как в плазме крови, так и в молоке животных. Особенно значительное влияние на концентрацию каротина и витамина А оказал лигносульфонат меди.

Высокопродуктивные животные реализуют свой генетический потенциал лишь в условиях высокой профессиональной культуры ведения животноводства, что в полной мере относится и к кормлению. Помимо валовой обеспеченности организма всеми необходимыми питательными веществами (белками, углеводами, витаминами, минеральными веществами и др.), существенное значение имеет и соотношение между ними [4, 5, 7, 20]. В практику составления полноценных рационов давно введены такие понятия, как сахаропротеиновое отношение, отношение кальция к фосфору, тиамин к сумме углеводов, рибофлавина к уровню протеина.

Особый теоретический и практический интерес представляет отношение витамина А к минеральным веществам. Опыты, проведенные на птице и лактирующих коровах, показали, что недостаток цинка может служить причиной А-витаминной

недостаточности в организме животных [4, 8, 19]. Этот элемент участвует также в процессах трансформации каротина в ретинол, регулирует процесс мобилизации запасов витамина А из печени.

Изучение карты метаболических путей наводит на мысль, что цинк — не единственный элемент, пути превращения которого пересекаются с ретинолом или его производными. В литературе имеются сообщения о том, что статус витамина А зависит от обеспеченности организма медью [17, 20].

Поскольку субклинические формы недостаточности меди в организме высокопродуктивных животных не являются редкостью в Центральном районе Нечерноземной зоны РСФСР, ибо они не только могут быть следствием дефицита элемента в почве и кормах, но и носить вторичный характер, мы предприняли попытку оценить биологиче-

скую эффективность применения сульфата и лигносульфоната меди в качестве добавок к рациону молочного скота, имея в виду и влияние различного уровня ее в рационе на статус витамина А. В связи с изложенным в задачу исследований входило: изучить влияние различных источников меди при одинаковом уровне этого элемента в основном рационе на метаболизм витамина А и активность зависимых от содержания меди ферментов крови у высокопродуктивных молочных коров; на основании анализа физиолого-биохимических и зоотехнических показателей уточнить потребность лактирующих коров в меди и дать оценку эффективности применения источников этого элемента.

Методика

Опыт проводили в 1989 г. в условиях ГПЗ «Зыбино» Тульской области в течение летнепастбищного периода на 25 интактных коровах-аналогах голштино-фризской породы 2-й лактации с удоем 5000—5500 кг молока за предыдущую лактацию. Животные были разделены на 5 групп, по 5 коров в каждой (табл. 1): I группа (контрольная) — основной рацион с естественным содержанием меди — 5—7 мг на 1 кг сухого вещества корма; II и

III — соответственно 10 и 15 мг меди на 1 кг сухого вещества за счет подкормки в виде водного раствора сульфата меди ($\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$); IV и V группы — то же количество меди за счет добавок лигносульфоната меди в сухом виде (добавка рекомендована Институтом химии Горьковского государственного университета). Основной рацион, сбалансированный в соответствии с нормами ВИЖ и кафедры кормления сельскохозяйственных животных ТСХА для высокопродуктивных молочных коров, состоял из разнотравной злаковой смеси, концентратов и травяных гранул.

Контроль за молочной продуктивностью коров осуществляли путем ежелекдадных контрольных доек. В середине эксперимента был проведен балансовый опыт. Кровь для анализов брали из яремной вены один раз в 2 мес. В ней определяли содержание каротина и витамина А по методу Бессея, активность церулоплазмينا (ЦПЗ) [10] и моноаминоксидазы (МАО) — спектрофотометрически [2], щелочной резерв — по Неводову. Активность ЦПЗ выражена в микромолях п-фенилендиамина, окисленного в течение 1 ч 1 мл плазмы крови при 37 °С. Активность МАО определяли по методу Макюэн в модификации Д. М. Аронова [2]. Метод основан

Схема опыта (n=5)

Таблица 1

Группа	Уровень Си в рационе, мг на 1 кг сухого вещества	Рацион	Изучаемые среда и показатель (во всех группах одинаковые)
I (контроль)	5—7	Основной (ОР)	Корма, кал, моча (зоотехнический анализ); в крови — каротин, витамин А, медь, щелочной резерв, ферменты, форменные элементы; в молоке — каротин, витамин А, медь, жир, белок
II	10	ОР+сульфат меди	
III	15	То же	
IV	10	ОР+лигносульфонат меди	
V	15	То же	

на свойстве MAO превращать бензиламин в бензальдегид. По количеству бензальдегида, образовавшегося в результате инкубации бензиламина, судили об активности фермента.

Содержание каротина и витамина А в молоке устанавливали по методу Бессея в модификации кафедры физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных ТСХА [8], жира и белка — по общепринятым методикам.

Во всех исследуемых средах содержание меди определяли методом атомно-абсорбционной спектrophотометрии на приборе SP-1900. Цифровой материал обработан биометрически [15].

Общее состояние животных

Осуществляемый на протяжении всего периода исследований ветеринарный контроль показал, что добавки меди к рациону не оказали отрицательного влияния на состояние здоровья животных. Их клинические показатели находились в пределах нормы: ректальная температура — 38,7—39,0 °С, пульс — 73—78 ударов в 1 мин, частота дыхания — 20—25 в 1 мин, щелочной резерв — 260—300 мг%, рН крови — 7,30—7,45.

Морфологический состав крови животных III и V групп отличался от контроля. Так, количество

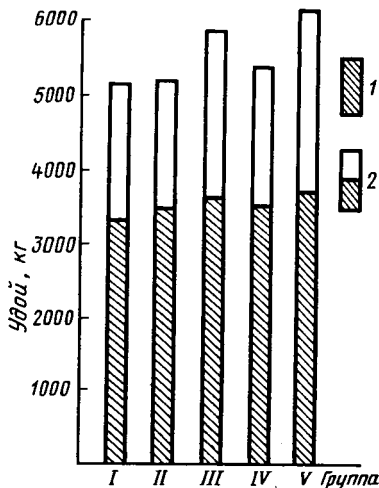


Рис. 1. Молочная продуктивность коров (4 %-ное молоко).

1 и 2 — удой соответственно за период физиологического опыта и за лактацию.

эритроцитов в крови коров III группы составило $6,2 \pm 0,6$ млн/мм³, лейкоцитов — $7,4 \pm 0,4$ тыс/мм³, в V — соответственно $6,7 \pm 0,6$ и $8,0 \pm 1,3$, в контрольной группе — $5,9 \pm 0,3$ млн/мм³ и $7,0 \pm 0,9$ тыс/мм³. В III и V группах было выше и содержание гемоглобина — соответственно $10,4 \pm 0,6$ и $11,0 \pm 1,1$ г% против $9,8 \pm 0,5$ г% в контроле. В остальных группах содержание гемоглобина находилось на уровне контроля. Однако разность по указанным гематологиче-

Таблица 2
Удой (в пересчете на 4 % молоко), содержание жира и белка в молоке

Группа	Удой, кг		Жир, %		Белок, %	
	за период опыта	за лактацию	за период опыта	за лактацию	за период опыта	за лактацию
I (контроль)	2833 ± 310	4471 ± 560	3,43 ± 0,03	3,47 ± 0,05	3,15 ± 0,04	3,12 ± 0,02
II	2955 ± 210	4523 ± 620	3,23 ± 0,05	3,49 ± 0,07	3,21 ± 0,04	3,19 ± 0,07
III	3391 ± 250	5389 ± 820	3,75 ± 0,03	3,65 ± 0,02	3,60 ± 0,01	3,49 ± 0,04
IV	3059 ± 220	4738 ± 380	3,49 ± 0,02	3,50 ± 0,01	3,22 ± 0,03	3,21 ± 0,06
V	3620 ± 130	5901 ± 540	3,98 ± 0,02	3,69 ± 0,09	3,76 ± 0,04	3,69 ± 0,03

ским показателям оказалась статистически недостоверной ($P > 0,05$).

Молочная продуктивность коров

За опытный период от каждого животного в среднем получено от 2800 до 3600 кг молока (табл. 2). За лактацию удой составил 4400—5900 кг. Удой в III и V группах превысил уровень контрольной группы соответственно на 20 и 31 % при низкой степени достоверности (рис. 1).

Тенденциозными следует признать и изменения химического состава молока (табл. 2). В среднем содержание жира и белка в молоке за период опыта составило соответственно 3,39—3,98 и 3,15—3,76 %, за лактацию — 3,47—3,81 и 3,12—3,69 %. Молоко коров III и V групп следует признать более качественным, так как содержание жира и белка в нем за период опыта и за лактацию превышало контроль.

В литературе имеются сведения [1] об улучшении некоторых гематологических показателей при введении в рацион дойных коров с продуктивностью 2600 кг солей меди в количестве 8 мг на 1 кг сухого вещества. Можно предположить, что уровень меди в группах III и V (15 мг/кг) более адекватен потребностям лакирующих коров в этом элементе и позволяет организму животных реализовать генетически заложенный уровень лактопоэза, включая как жиरोобразование, так и синтез молочных белков. Этот тезис логически увязывается с картиной гематологических изменений, в частности с повышенной концентрацией гемоглобина, а также эритроцитов и лейкоцитов в крови животных III и V групп. Последние два показателя могут косвенно свидетельствовать об активизации транспортной функции крови в свя-

зи с возросшей потребностью молочной железы в предшественниках молока и кислороде.

Статус витамина А

Содержание каротина и витамина А в плазме крови животных опытных групп было достоверно выше, чем в контроле, на протяжении всего опыта (табл. 3). Принимая во внимание идентичность кормления, содержания и эксплуатации коров, более высокий уровень каротина и витамина А в крови животных опытных групп можно связать

Таблица 3
Содержание каротина и витамина А в плазме крови коров (мкг%)

Месяц лактации	Каротин	Витамин А
<i>I группа (контроль)</i>		
2	98±1	20±2
4	214±1	43±2
6	139±1	29±1
В среднем	151±1	31,±2
<i>II группа</i>		
2	166±2***	33±4
4	263±1***	61±3**
6	215±2***	46±3**
В среднем	215±2***	47±4*
<i>III группа</i>		
2	165±4***	31±3*
4	310±5***	71±2**
6	212±2***	49±1***
В среднем	229±4***	51±2**
<i>IV группа</i>		
2	175±4***	39±2**
4	298±2***	69±1***
6	270±3***	54±2***
В среднем	237±3***	54±2***
<i>V группа</i>		
2	291±2***	46±1***
4	368±4***	90±2***
6	266±4***	67±1***
В среднем	308±4***	66±1***

Примечание. Здесь и в последующих таблицах одной звездочкой обозначена достоверная разность между группами при $P < 0,05$, двумя — при $P < 0,01$, тремя — при $P < 0,001$.

только с добавлением меди к их рациону. В основном рационе содержание каротина составило 45 мг на 1 корм. ед. (общая питательность рациона 17,2 корм. ед.). При анализе данных табл. 4 следует обратить внимание на разницу между показателями в I и остальных группах. Так, превышение концентрации каротина и витамина А во II группе по сравнению с I за период опыта в среднем составило соответственно 43 и 51 %, в III — 52 и 63, IV — 57 и 75, в V группе — 105 и 115 % при высокой степени достоверности различий во всех случаях ($P < 0,001$).

Заслуживают внимания также различия между концентрацией витамина А и каротина в крови коров II—III и IV—V групп. Разница между животными, получавшими в качестве подкормки серноокислую медь и лигносульфонат меди, существенна, по концентрации каротина в крови она составила 24 %, ретинола — 23 %. Степень достоверности различий высокая — $P < 0,001$.

Полученные нами данные согласуются с имеющимися в литературе. В лабораторных опытах на крысах [17] биотическое количество меди обеспечивало нормальное течение биохимических процессов биосинтеза витамина А. Комплексная микроэлементная добавка, в состав которой входила медь, нормализовала и стабилизировала показатели А-витаминного и белкового обмена у племенных коров [1, 16].

Как видно из табл. 4, в молоке животных, получавших 15 мг на 1 кг сухого вещества меди на сульфоглининовой основе, на протяжении всего опыта содержалось достоверно больше каротина и витамина А ($P < 0,001$). При подкормке коров медью концентрация как каротина, так и витамина А в молоке воз-

Таблица 4
Содержание каротина и витамина А в молоке коров (мкг %)

Месяц лактации	Каротин	Витамин А
<i>I группа (контроль)</i>		
2	32,8±0,3	21,0±1,0
4	51,1±1,6	27,1±0,8
6	43,7±1,4	22,7±0,8
В среднем	42,5±1,2	23,6±0,9
<i>II группа</i>		
2	40,3±1,3**	25,5±1,1*
4	56,1±0,6*	31,7±0,5**
6	53,1±1,3**	29,3±2,0*
В среднем	49,8±0,9	28,8±1,5
<i>III группа</i>		
2	45,8±1,5***	24,7±1,3
4	67,8±1,1***	38,8±1,6**
6	49,9±1,1*	29,1±0,8**
В среднем	54,5±1,3*	30,9±1,3*
<i>IV группа</i>		
2	48,1±0,9***	30,5±1,7**
4	65,6±1,4**	37,6±1,0**
6	52,5±1,2**	30,8±3,0
В среднем	55,4±1,3*	33,0±2,7*
<i>V группа</i>		
2	64,6±1,7***	32,2±1,6**
4	74,3±2,4**	42,2±1,1***
6	55,7±2,7**	34,1±0,7***
В среднем	64,9±2,4*	36,2±1,3*

росла во всех группах, но с неодинаковой степенью достоверности (от $P < 0,05$ до $P < 0,001$). В целом наибольшая концентрация каротина и витамина А в молоке была у животных IV и V групп (табл. 4). Во II и III группах содержание каротина и витамина А тоже увеличилось, но не так значительно как в IV и V группах.

Статус меди

На основании результатов балансовых опытов можно судить о большем выделении меди из организма животных опытных групп (табл. 5) и положительной ретенции этого элемента во всех группах. В V группе последний показатель был наи-

Баланс меди в организме лактирующих коров

Группа	Потреблено, мг на 1 гол. в сутки	Выделено, мг на 1 гол. в сутки		Переварено		Ретенция		
		всего	в т. ч. с калом	мг	% к потребленному	мг	% к потребленному	% к переваренному
I (контроль)	85±7	56±3	50±7	35±3	41	29±7	34	83
II	163±5	114±7	111±3	52±8	31	49±9	30	94
III	249±3	203±4	195±12	54±10	21	46±10	18	85
IV	161±6	118±8	114±7	47±3	29	43±2	27	91
V	251±10	124±7	119±4	132±3	52	127± ±14***	51	96

более высокий — 127 против 29 мг в контроле ($P < 0,001$). В остальных группах ретенция поддерживалась на уровне 43—49 мг в сутки.

Положительный баланс данного элемента свидетельствует об активном использовании меди, входящей в состав добавок. Это, в свою

Таблица 6

Содержание меди в крови и молоке коров (мкг %)

Месяц лактации	Кровь		Молоко	
	в 1 г сухого вещества	в 100 мл натурального вещества	в 1 г сухого вещества	в 100 мл натурального вещества
<i>I группа (контроль)</i>				
2	5,1±0,5	94±10	1,9±0,7	18,9±8,0
4	5,5±0,6	104±10	1,6±0,3	17,4±3,8
6	4,5±0,4	77±9	2,0±0,4	20,8±4,3
В среднем	5,0±0,5	92±10	1,8±0,4	19,0±5,1
<i>II группа</i>				
2	5,0±0,7	83±13	1,7±0,4	17,7±3,2
4	6,5±0,6	113±9	1,5±0,4	15,5±3,6
6	5,9±0,4	91±8	1,8±0,5	20,7±3,8
В среднем	5,8±0,5	96±10	1,6±0,3	17,9±3,9
<i>III группа</i>				
2	5,5±0,5	88±18	2,1±0,7	21,8±3,0
4	6,4±0,7	113±23	1,7±0,2	17,9±2,3
6	4,1±0,5	93±5	1,6±0,5	20,2±5,8
В среднем	5,3±0,6	98±15	2,3±0,5	19,9±3,2
<i>IV группа</i>				
2	4,6±0,7	77±12	2,0±0,4	19,2±5,0
4	6,2±0,4	108±6	1,1±0,3	13,3±2,8
6	5,5±0,5	95±9	2,1±0,3	23,8±4,5
В среднем	5,4±0,6	93±10	1,7±0,3	18,7±4,7
<i>V группа</i>				
2	4,3±0,4	74±14	1,9±0,4	18,7±3,4
4	6,9±0,5	124±10	0,9±0,1	10,0±2,9
6	6,6±0,4**	111±9	2,9±0,6	30,9±6,4
В среднем	5,9±0,5	103±11	1,9±0,5	19,7±4,0

очередь, свидетельствует о том, что организм контрольных животных не насыщен данным элементом, и подтверждает целесообразность добавок меди в рацион. Из табл. 6 видно, что концентрация меди в крови животных опытных групп находилась в пределах нормы — 70—120 мкг% [7] — и достоверно не отличалась от контроля, за исключением коров V группы, у которых в последний месяц опыта концентрация меди была достоверно выше ($P < 0,01$).

Что касается концентрации меди в молоке животных, то здесь наблюдалась тенденция к ее повышению лишь в IV и V группах на 6-м месяце опыта, хотя статистического подтверждения эти различия не получили.

На протяжении опыта концентрации меди в молоке мало изменялась. Так, в контрольной группе этот показатель колебался в пределах 17—21 мкг%, в IV — от 13 до 24 и V группе — от 10 до 31 мкг%. Однако в среднем за опыт межгрупповые различия не превышали 10%. Следовательно, можно утверждать, что 2- и 3-кратное повышение уровня меди в рационе лактирующих коров в условиях нашего опыта не привело к увеличению концентрации этого элемента в молоке.

Медьсодержащие белки

Известно несколько десятков ферментов, активность которых так или иначе связана с медью [12, 14]. В наших исследованиях изучалась активность двух медьсодержащих протеинов — ЦПЗ и МАО. Выбор этих белков обусловлен тем, что они причастны к метаболизму витамина А. По мнению авторов работы [6], в крови содержится до 95% меди в связанном состоянии (в виде ЦПЗ). ЦПЗ принимает участие в белковом и углеводном обмене, переносит медь в крови.

Считается также, что ЦПЗ представляет собой безвредную форму иона меди в организме — естественную буферную систему, которая препятствует образованию токсического уровня свободных ионов меди в органах и тканях. ЦПЗ, относясь к протеинам, не обладающим каталитической функцией, главным образом выполняет роль кровяного депо меди. Очевидно, что роль ЦПЗ этим не ограничивается и он участвует в более тонких интимных процессах метаболизма [7], однако каких именно — пока остается загадкой.

Активность ЦПЗ в крови животных, получавших добавку меди на сульфоглининовой основе, была выше, чем в контроле и во II и III группах (рис. 2). Наиболее высокая активность ЦПЗ отмечена у животных V группы, на протяжении всего опыта она была достоверно выше ($P < 0,01$) и составила в среднем за опыт 7,5 мкмоль против 3,9 мкмоль в контроле. В IV группе активность ЦПЗ в первые 2 мес от начала подкормки была несколько выше, чем в последующие, но с более низкой степенью достоверности различий ($P < 0,01$ против $P < 0,001$). В III группе наивысшая достоверная

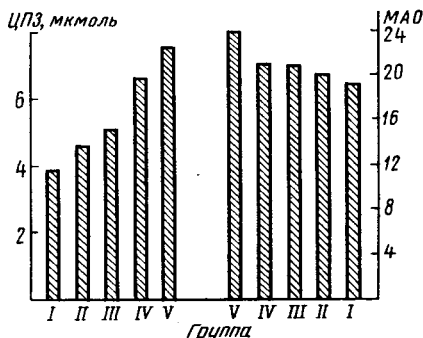


Рис. 2. Изменение активности ЦПЗ и МАО плазмы крови.

активность ЦПЗ наблюдалась на 4-м месяце опыта ($P < 0,01$). Во II группе активность ЦПЗ также превышала контроль, но достоверная разность отмечена только на 6-м месяце ($P < 0,05$).

Установлено, что переносчиками меди в крови животных являются и соединения MAO с аминокислотами и альбуминами. MAO катализирует реакции окислительного дезаминирования. Имеются сведения, что катионы меди и цинка участвуют в ее каталитическом действии [18]. Активность MAO значительно возрастала у овец, страдающих хронической недостаточностью меди, при подкормке соевыми смесями и микроэлементами, в состав которых входила медь [3].

Активность MAO, как и ЦПЗ, была значительно выше у животных, получавших медь на сульфолигнинной основе. В V группе активность MAO составляла 23,7—0,9 ед. против 19,3—0,3 ед. в контрольной группе ($P < 0,01$). В IV группе активность MAO не так сильно отличалась от таковой во II и III группах: 20,6 против соответственно 20,0 и 20,4 ед. И хотя активность MAO во II, III и IV группах и превышала показатели контрольной группы, разность оказалась статистически недостоверной.

Таким образом, естественный уровень меди в кормах (5—7 мг на 1 кг сухого вещества), заготовленных в ГПЗ «Зыбино» Тульской области, для лактирующих коров с удоем за лактацию 5—6 тыс. кг следует признать недостаточным. Увеличение в 2 и 3 раза потребления меди независимо от химической природы добавки стимулирует гемопоэз и лактопоэз, усвоение каротина и его трансформацию в ретинол. С биологической точки зрения более предпочтительной является органическая добавка меди в виде лигносульфонной соли. Следует

Таблица 7
Активность ЦПЗ и MAO в плазме крови коров

Месяц лактации	ЦПЗ, мкмоль	MAO, ед. активности
<i>I группа (контроль)</i>		
2	3,8±0,4	19,5±0,3
4	3,9±0,3	18,7±0,3
6	3,8±0,2	19,6±0,4
В среднем	3,9±0,2	19,3±0,3
<i>II группа</i>		
2	3,8±0,7	19,2±0,6
4	4,8±0,2	20,6±0,9
6	5,0±0,3*	20,1±1,0
В среднем	4,6±0,4	20,0±0,5
<i>III группа</i>		
2	5,0±0,4	19,9±0,7
4	5,5±0,2**	20,7±0,7
6	4,8±0,3*	20,7±0,8
В среднем	5,1±0,2*	20,4±0,3
<i>IV группа</i>		
2	6,9±0,3**	21,1±0,9
4	6,6±0,2***	20,3±0,6
6	6,3±0,3***	20,6±0,9
В среднем	6,6±0,2**	20,6±0,7
<i>V группа</i>		
2	7,6±0,1***	23,8±0,7**
4	7,5±0,3***	23,3±1,1**
6	7,3±0,2***	23,7±1,1*
В среднем	7,5±0,2***	23,7±0,9*

также констатировать наличие взаимодействия между медью и витамином А в метаболизме лактирующих коров.

Результаты эксперимента свидетельствуют также о том, что использование общего содержания меди в цельной крови в качестве критерия обеспеченности животных этим элементом нецелесообразно, так как последний показатель не зависит от поступления меди с кормом. Об обеспеченности животных медью можно наиболее объективно судить по активности или концентрации медьсодержащего α_2 -глобулина плазмы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева Л. В., Ходырев А. А. Влияние солей меди на некоторые гематологические показатели и продуктив-

ность дойных коров.— В сб.: Методы повышения молочной продуктивности крупного рогатого скота. М.: ТСХА, 1989, с. 44—47.— 2. *Аронов Д. М.* Активность моноаминоксидазы крови у больных атеросклерозом и гипертонической болезнью.— В кн.: Институт кардиологии АМН СССР. Научная сессия 19-я. М., 1968, с. 34—36.— 3. *Аскаров К. А., Бакаев Ф. Б., Риш М. А.* Влияние длительного скармливания фенотиазина, меди и молибдена на активность моноаминоксидазы и церулоплазмينا сыворотки крови каракульских овец, цитохромоксидазы и тукцинатдегидрогеназы печени и мозга новорожденных каракульских ягнят.— Тр. ВНИИ каракулеводства, т. 19. Ташкент: Изд-во ФАН, 1970, с. 163—168.— 4. *Берзинь Н. И.* Взаимосвязь витамина А и цинка в организме животных.— В сб.: Науч. основы витаминного питания с.-х. животных.— Рига: Зинатне, 1986, с. 41—43.— 5. *Вальдман А. Р.* Витамины в животноводстве.— Рига: Зинатне, 1977.— 6. *Войнар А. О.* Применение микроэлементов в сельском хозяйстве и медицине.— Рига: Зинатне, 1959.— 7. *Георгиевский В. И., Анненков Б. Н., Самохин В. Т.* Минеральное питание животных.— М.: Колос, 1979.— 8. *Иванов А. А., Кругалевич А. А.* Метаболизм витамина А и активность цинк-содержащих ферментов у лактирующих коров разной продуктивности в зависимости от обеспеченности цинком.— Изв. ТСХА, 1990, вып. 3, с. 145—154.— 9. *Кальницкий Б. Д.* Минеральные вещества в кормлении животных.— Л.: Агропромиздат, 1985.— 10. *Кальниц-*

кий Б. Д., Кузнецов С. Г., Батаева А. П. и др. Методические указания по изучению минерального обмена у сельскохозяйственных животных. Боровск: ВНИИФБиП, 1988, с. 90—92.— 11. *Клейменов Н. И., Магомедов М. Ш., Венедиктов А. М.* Минеральное питание скота на комплексах и фермах.— М.: Россельхозиздат, 1988.— 12. *Ковальский В. В., Риш М. А.* Биологическая роль меди.— М.: Наука, 1970, с. 113—143.— 13. *Лапшин С. А., Кальницкий Б. Д., Кокорев В. А. и др.* Новое в минеральном питании сельскохозяйственных животных.— М.: Росагропромиздат, 1988.— 14. *Ленинджер А.* Основы биохимии.— М.: Мир, 1974.— 15. *Плохинский Н. А.* Биометрия.— М.: Изд-во МГУ, 1970.— 16. *Рожков Ю. П.* Показатели минерального и А-витаминного обмена у племенных коров при подкормке солями дефицитных в кормах макро- и микроэлементов (железа, кобальта, меди, цинка, йода).— В сб. науч. тр. Саратовского СХИ, 1976, вып. 77, с. 42—53.— 17. *Салый Н. С.* Влияние меди рационов на уровень некоторых ферментов в крови и витаминов в печени.— В кн.: Биологическая роль меди. М.: Наука, 1970, с. 225—250.— 18. *Тен Э. В., Казаков Х. Ш.* Значение медь-аминокислотных хелатов для биосинтеза моноаминоксидазы в органах животных.— Уч. зап. Каз. вет. ин-та, 1975, т. 120, с. 123—127.— 19. *Flanagan P. R.*— *Biology*, 1989, vol. 249, p. 35—44.— 20. *Mehra U. R.*— *Indian vet. J.*, 1983, vol. 60, N 6, p. 471—473.

Статья поступила 11 декабря 1991 г.

SUMMARY

The efficiency of mineral ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) and organic (copper lignosulfonate) supplements to the ration of lactating Holstein-Friesian cows with the milk-yield in preceding lactation above 5000 kg was studied. Higher (2 and 3 times) rate of copper in the ration (up to 10 and 15 kg per 1 kg of dry matter respectively) stimulated hemopoiesis and lactopoiesis, the concentration of carotene and vitamin A increasing reliably both in blood plasma and in milk. The concentration of carotene and vitamin A was mostly affected by copper lignosulfonate).