

УДК 636.2:620.3:636.087:678.048

БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ОРГАНИЗМЕ КОРОВ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ НАНОСОЕДИНЕНИЙ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

***Хомин М.М., *Ковальчук И.И., *Кропивка С.Й., *Храбко М.И., **Каплуненко В.Г.**

*Институт биологии животных НААН, г. Львов, Украина

**Украинский государственный научно-исследовательский институт нанобиотехнологий и ресурсосохранения, г. Киев, Украина

Добавка в составе аквагидрата йода и цитратов хрома, селена, кобальта и цинка (0,06 мг - I, 30 мкг - Cr, 25 мкг - Se, 100 мкг - Co и 10 мг - Zn/кг с. в. рациона) способствовала увеличению в крови коров содержания неорганического фосфора и уменьшению — ТБК-активных продуктов, а также повышению на 8,8% среднесуточных удоев молока.

Аналогичная добавка без кобальта и цинка способствовала увеличению в крови животных содержания меди, витамина А, фенолсульфатов и снижению содержания продуктов ПОЛ, а в молоке — увеличению содержания жира на 0,08% (абсолютных) и среднесуточных удоев молока – на 4,0%.

Mineral supplement of iodine aquahydrate, chromium, selenium, cobalt and zinc citrates (0,06 mg - I, 30 mkg - Cr, 25 mkg - Se, 100 mkg - Co and 10 mg - Zn/kg diet dry matter) contributed to increasing of inorganic phosphorus in blood of cows and decreasing of TBA-activ products and there was 8,8% increase of daily average milk yield.

The same supplement without Cobalt and Zinc contributed to increasing of Cuprum, vitamin A and phenolsulfates and decrease of LPO products in blood. It led to milk fat increase 0,08% (absolute) and to 4,0% increase of daily average milk yield.

Ключевые слова: коровы, кровь, молоко, биохимические показатели.

Keywords: cows, blood, milk, biochemical indicators.

Введение. Как известно, микроэлементы играют важную роль в функционировании живого организма. Они участвуют в белковом, жировом, углеводном, минеральном и других обменах и активируют ферментные системы [1, 6]. Результаты ранее проведенных нами исследований влияния минеральных и органических соединений Cr, Se, Zn и I на физиолого-биохимические процессы в организме сельскохозяйственных животных и их производительность подтверждают положительное воздействие данных элементов в организме животных. Установлено, что органическая форма исследуемых элементов лучше стимулирует активность антиоксидантной и иммунной систем, улучшает белковый, минеральный и витаминный профиль крови, усиливает дезинтоксикационные процессы в организме животных [1, 3, 6, 7].

Литературные данные свидетельствуют о возможности применения хелатов биогенных микроэлементов, изготовленных методом нанотехнологии, как высокоактивных соединений в животноводстве и ветеринарной медицине [2, 5, 8, 9]. В основу рабочей гипотезы выполнения задания положено изучение механизмов действия цитратов Cr, Se, Cu, Co, Mn, Fe, Zn и аквагидрата I, изготовленных с использованием нанотехнологии на организм продуктивных и лабораторных животных, определение их уровней в крови, тканях и продуктах.

Цель исследований. Изучить влияние различных схем цитратов Cr, Se, Co, Zn и аквагидрата I на биохимические процессы в организме коров в первые месяцы лактации, формирования их продуктивности и влияния этих соединений на биологическую ценность и качество молока.

Материалы и методы исследований. Опыт проведен на 15 полновозрастных коровах украинской черно-пестрой молочной породы, аналогах продуктивностью 6,5-6,8 тыс. кг молока за лактацию, 3-4-й лактации, массой тела - 590-650 кг, периодом лактации 1-й месяц после отела. В подготовительный период коровы были разделены на 3 группы. Животные I — контрольной и II, III — опытных групп в подготовительный период получали основной рацион (ОР), сбалансированный по питательности. В опытный период коровам II группы скармливали ОР вместе с минеральной добавкой, которая включала аквагидрат йода и цитраты хрома, селена, кобальта и цинка (0,06 мг - I, 30 мкг - Cr, 25 мкг - Se, 100 мкг - Co и 10 мг - Zn/кг с. в. рациона), а животным III группы — ОР вместе с аквагидратом йода и цитратами хрома и селена (0,06 мг - I, 30 мкг - Cr и 25 мкг - Se/кг с. в. рациона). Минеральные добавки, изготовленные методом М. Косинова и В. Каплуненко (2009) с использованием нанотехнологии [4], скармливали коровам опытных групп ежедневно в течение двух месяцев лактации с суточной порцией комбикорма. Продолжительность опыта – 90 дней.

Для биохимических исследований отбирались образцы венозной крови и молока в подготовительный (до скармливания добавок) и опытный (на 30 и 60 суток скармливания добавок) периоды.

Результаты исследований. Как показали исследования, применение в кормлении коров в первый месяц лактации минеральной добавки, в состав которой входили I, Cr, Se, Co и Zn, способствовало повышению на 28,5% ($p < 0,05$) содержания Cu в крови коров II опытной группы. Кроме этого, наблюдалось незначительное повышение содержания Co и Mn и снижение – Cd и Zn (таблица 1). На

втором месяце скармливания добавки отмечалось повышение в крови животных содержания Co на 36,8% ($p<0,05$), Cu – на 36,5% ($p<0,05$) и снижение Cd на 23,5% ($p<0,05$).

Таблица 1 – Содержание микроэлементов в крови коров (мг/л, $M\pm m$, $n=4$)

Микроэлемент	Группа	Периоды исследования		
		подготовительный	опытный, месяц скармливания	
			1	2
Co	I	0,072±0,006	0,078±0,008	0,076±0,005
	II	0,076±0,009	0,094±0,004	0,104±0,004**
	III	0,071±0,006	0,081±0,006	0,084±0,004
Cd	I	0,018±0,001	0,018±0,002	0,017±0,001
	II	0,019±0,001	0,014±0,001	0,013±0,001*
	III	0,018±0,002	0,015±0,001	0,014±0,001
Cu	I	0,514±0,036	0,650±0,050	0,643±0,047
	II	0,525±0,040	0,835±0,053*	0,878±0,077*
	III	0,539±0,038	0,790±0,030*	0,797±0,035*
Zn	I	2,412±0,198	2,132±0,178	2,049±0,140
	II	2,249±0,209	1,857±0,187	1,864±0,246
	III	2,215±0,242	2,030±0,336	1,993±0,118
Mn	I	0,151±0,011	0,176±0,014	0,187±0,014
	II	0,158±0,011	0,211±0,013	0,212±0,011
	III	0,155±0,012	0,199±0,015	0,192±0,011

Примечание: достоверность различий между контрольной (I) и опытными (II и III) группами учитывали * - $p<0,05$; ** - $p<0,01$.

Применение в период исследований минеральной добавки способствовало увеличению в крови коров III опытной группы содержания Cu соответственно на 21,5 и 24,0% ($p<0,05$). Изменения содержания других исследуемых микроэлементов как на первом, так и на втором месяцах скармливания добавки были аналогичные животным II опытной группы.

Минеральные добавки по-разному влияли на антиоксидантный статус организма коров опытных групп в течение периода исследований (таблица 2). Так, на первом месяце скармливания добавки, которая включала в себя I, Cr, Se, Co и Zn, способствовало снижению в крови коров II опытной группы содержания ТБК-активных продуктов на 8,5% ($p<0,05$), а на втором — роста активности ГП на 6,4% ($p<0,05$) и уменьшению содержания ТБК-активных продуктов на 2,4% ($p<0,05$). В крови животных III опытной группы при действии минеральной добавки в составе I, Cr и Se наблюдалось снижение концентрации ТБК-активных продуктов на 8,8 и 9,1% ($p<0,05$) соответственно на первом и втором месяцах ее применения. Рост активности каталазы и уменьшение содержания ГПЛ в крови коров обеих опытных групп было незначительным.

Таблица 2 – Активность ферментов антиоксидантной защиты и содержание продуктов ПОЛ в крови коров ($M\pm m$, $n=3-4$)

Показатель	Группа	Периоды исследования		
		подготовительный	опытный, месяц скармливания	
			1	2
Каталаза, мМоль/мг белка/мин.	I	4,16±0,11	3,82±0,07	3,60±0,03
	II	4,10±0,24	3,97±0,20	3,68±0,03
	III	4,13±0,01	3,83±0,02	3,60±0,07
ГП, нМоль/мин./мг белка	I	48,27±1,65	44,17±2,65	42,95±0,86
	II	51,14±2,55	48,35±2,03	45,68±0,69*
	III	48,86±2,43	48,27±1,65	44,17±2,65
ГПЛ, од.Е/мл	I	1,89±0,01	1,76±0,02	1,64±0,03
	II	1,85±0,04	1,71±0,03	1,58±0,02
	III	1,85±0,01	1,67±0,04	1,61±0,02
ТБК-активные продукты, нмоль/мл	I	3,11±0,02	3,31±0,06	3,95±0,07
	II	2,84±0,22	3,03±0,03*	3,46±0,02*
	III	3,06±0,06	3,02±0,06*	3,58±0,02*

Минеральная добавка, которую скармливали коровам II опытной группы, не имела значительного влияния на детоксикационные процессы в их организме, о чем свидетельствуют незначительные колебания содержания фенолсульфатов и фенолглиукуронидов в крови животных в течение двух месяцев исследований (таблица 3).

Однако, добавка, которую скармливали животным III опытной группы в течение месяца, способствовала увеличению в крови коров содержания фенолсульфатов и фенолглиукуронидов соответственно на 16,3 и 15,5% ($p<0,05$), а на втором месяце — на 17,7% ($p<0,05$), только фенолсульфатов по сравнению с аналогичными показателями животных контрольной группы. При этом необходимо отметить, что концентрация свободных фенолов на первом месяце использования минеральной добавки имела тенденцию к увеличению их содержания, а на втором месяце была равна показателю контрольной группы, что указывает на адаптационные процессы в организме коров. Повышение со-

держания в крови фенолсульфатов и фенолглиукуронидов при стабильной концентрации свободных фенолов свидетельствуют, что минеральная добавка, содержащая аквагидрат йода и цитраты хрома и селена, в большей степени способствовала повышению дезинтоксикационных процессов в организме коров III опытной группы.

Как видно из таблицы 4, в крови коров II опытной группы на первом и втором месяцах применения добавки повышалась концентрация неорганического фосфора соответственно на 9,8% ($p < 0,05$) и 20,9% ($p < 0,05$).

Таблица 3 – Фракционный состав фенолов в крови коров ($M \pm m$, $n=3$)

Показатель	Группа	Периоды исследования		
		подготовительный	опытный, месяц скармливания	
			1	2
Свободные фенолы, мкмоль/л	I	16,5±0,86	17,3±0,53	18,6±0,42
	II	17,2±1,07	19,2±0,94	18,7±0,62
	III	16,8±0,78	20,2±1,15	18,6±0,51
Фенолсульфаты, мкмоль/л	I	18,1±1,24	19,0±0,94	23,7±1,20
	II	19,0±1,07	20,9±0,58	22,6±1,03
	III	18,3±1,37	22,1±0,74*	27,9±0,94*
Фенолглиукурониды, мкмоль/л	I	45,2±1,29	56,7±3,07	63,1±1,15
	II	44,2±1,77	62,4±2,23	68,5±2,09
	III	45,9±1,82	65,5±1,60*	66,8±1,78

Минеральная добавка, которую скармливали коровам III опытной группы, способствовала повышению в их крови содержания жирорастворимых витаминов. Так, на первом и втором месяцах ее использования концентрация витамина А в крови животных увеличилась соответственно на 7,1% ($p < 0,05$) и 20,0% ($p < 0,05$) по сравнению к контролю. Аналогическая картина наблюдалась и относительно витамина Е, однако повышение содержания последнего в крови коров было недостоверным. Увеличение концентрации жирорастворимых витаминов в крови коров III опытной группы указывает на повышение антиоксидантной защиты в их организме.

Таблица 4 – Биохимические показатели крови коров ($M \pm m$, $n=3-4$)

Показатель	Группа	Периоды исследования		
		подготовительный	опытный, месяц скармливания	
			1	2
Витамин А, мкмоль/л	I	0,689±0,007	0,749±0,009	0,958±0,008
	II	0,701±0,012	0,775±0,019	0,988±0,019
	III	0,688±0,006	0,802±0,016*	1,150±0,042*
Витамин Е, мкмоль/л	I	12,3±0,26	12,6±0,26	15,1±0,89
	II	11,1±0,79	13,7±0,36	14,9±0,35
	III	13,5±0,40	14,5±0,78	15,8±0,97
Кальций, ммоль/л	I	1,98±0,10	2,80±0,18	2,98±0,10
	II	2,13±0,12	2,73±0,15	3,03±0,23
	III	2,03±0,10	2,78±0,02	2,90±0,07
Фосфор неорг., ммоль/л	I	1,97±0,21	1,73±0,06	1,10±0,04
	II	1,93±0,14	1,90±0,04*	1,33±0,07*
	III	2,00±0,08	1,65±0,29	1,23±0,13

Минеральная добавка, которая включала аквагидрат йода и цитраты селена, хрома, кобальта и цинка, более интенсивно стимулировала секрецию молока в молочной железе коров II опытной группы, в связи с чем среднесуточные удои молока у животных на первом месяце потребления добавки были выше на 8,1%, а на втором — на 8,8% ($p < 0,05$) относительно коров контрольной группы. Однако в их молоке содержание жира, белка и лактозы было близким к показателям животных контрольной группы (таблица 5).

Удои молока у коров III опытной группы в указанные периоды исследований были выше аналогичного показателя животных контрольной группы только на 4,8 и 4,0%. Однако, их молоко характеризовалось лучшим химическим составом. Жирность молока была достоверно выше на 0,08% (абсолютных) и не достоверно — содержание белка и лактозы по сравнению к контролю.

Таким образом, следует отметить, что обе минеральные добавки, хотя и по-разному, но положительно влияли как на молочную продуктивность животных, так и на качественные показатели их молока. Включение в рацион коров II опытной группы минеральной добавки в составе аквагидрата йода и цитратов хрома, селена, кобальта и цинка (0,06 мг - I, 30 мкг - Cr, 25 мкг - Se, 100 мкг - Co и 10 мг - Zn/кг с. в. рациона) способствовало в большей степени увеличению среднесуточных удоев молока и в меньшей — улучшению биологической его ценности. В свою очередь, минеральная добавка в составе аквагидрата йода и цитратов хрома и селена (0,06 мг - I, 30 мкг - Cr, 25 мкг - Se/кг с. в. рациона), наоборот, в большей мере влияла на повышение антиоксидантного статуса организма животных, усиление его детоксикационной способности, что способствовало улучшению качественных показате-

телей молока, а именно увеличению в нем содержания жира и в меньшей степени – повышению среднесуточных удоев молока.

Таблица 5 – Суточные удои молока коров и его химический состав (M±m, n=4)

Показатель	Группа	Периоды исследования		
		подготовительный	опытный, месяц скармливания	
			1	2
Суточные удои молока, кг	I	17,0±1,08	18,6±1,02	17,3±0,48
	II	17,8±0,85	20,1±0,77	19,0±0,41*
	III	17,3±2,69	19,5±0,93	18,0±1,14
Жир, %	I	3,67±0,04	3,66±0,04	3,68±0,02
	II	3,64±0,02	3,68±0,03	3,70±0,03
	III	3,68±0,03	3,72±0,03	3,76±0,02*
Белок, %	I	2,76±0,18	2,69±0,09	3,02±0,02
	II	2,87±0,03	2,85±0,07	3,08±0,09
	III	2,82±0,06	2,76±0,06	3,24±0,16
Лактоза, %	I	4,49±0,27	4,40±0,24	4,76±0,05
	II	4,64±0,05	4,63±0,11	4,84±0,06
	III	4,57±0,09	4,47±0,13	4,93±0,06

Заключение. 1. Внесение в комбикорм коровам минеральной добавки в составе аквагидрата йода и цитратов хрома, селена, кобальта и цинка (0,06 мг - I, 30 мкг - Cr, 25 мкг - Se, 100 мкг - Co и 10 мг - Zn/кг с. в. рациона) в течение двух месяцев способствовало увеличению в крови содержания неорганического фосфора и уменьшению — ТБК-активных продуктов. В этих условиях среднесуточные удои молока повышались на 8,8%.

2. Включение в рацион коров минеральной добавки в составе аквагидрата йода и цитратов хрома и селена (0,06 мг - I, 30 мкг - Cr, 25 мкг - Se/кг с. в. рациона) в течение двух месяцев способствовало увеличению в крови животных содержания витамина А, фенолсульфатов и снижению — продуктов ПОЛ. Минеральная добавка способствовала увеличению на 0,08% (абсолютных) содержания жира в молоке коров и повышению на 4,0% среднесуточных удоев молока.

Литература. 1. Макро- та мікроелементи (обмін, патологія та методи визначення) : монографія / М. В. Погорелов, В. І. Бумейстер, Г. Ф. Ткач [та ін.]. – Суми : Вид-во СумДУ, 2010. – 147 с. 2. Наноматеріали в біології. Основи нановетеринарії : посіб. для студ. аграр. закл. освіти III-IV рівнів акредитації за спец. “Вет. медицина” та ветеринарно-методичних спеціалістів / В. Б. Борисевич, В. Г. Каплуненко, М. В. Косінов [та ін.]. - К. : ВД “Авіцена”, 2010. – 416 с. 3. Овчинникова, Н. Селен: и яд, и противоядие // Животноводство России. – 2005. – С. 45. 4. Патент України на корисну модель № 23550. Спосіб ерозійно-вибухового диспергування металів / М. В. Косінов, В. Г. Каплуненко / МПК (2006) В 22 F 9 /14 / опубл. 25.05.07. - № 7. 5. Перспективы использования достижений нанотехнологии для решения проблемы дефицита микроэлементов в питании населения / А. М. Сердюк, М. П. Гулич, В. Г. Каплуненко, Н. В. Косинов // Актуальні питання та організаційно-правові засади співробітництва України та КНР у сфері високих технологій : матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції, Київ, 2 червня 2009 р.- Київ. 6. Фисинин, В. Природные минералы в кормлении животных и птицы / В. Фисинин, П. Сурай // Животноводство России. – 2008. – № 9. – С. 62–63. 7. Шаповал, Г.С. Механизмы антиоксидантной защиты организма при действии активных форм кислорода/ Г.С. Шаповал, В. Ф. Громова // Укр. біохім. журн. - 2003. - Т. 75. - № 2.- С. 5–11. 8. Anderson, R. A. Stability and absorption of chromium and absorption of chromium histidinate complexes by humans / R. A. Anderson, M. M. Polonsky, N. A. Bryden // Biol. Trace. Elem. Res. - 2004. - Vol. 101. - №3. - P. 211–218. 9. Nesli, S., Jozef L. Nanotechnology and its applications in the food sector / S. Nesli, L. Jozef // Trends in Biotechnology. - 2009. - Vol. 27. - № 2. - P. 82–89.

Статья передана в печать 15.02.2016 г.

УДК 636.2:591.11:577.18

ХИМИЧЕСКИЙ И ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ МОЛОКА КОРОВ В ПЕРИОД СКАРМЛИВАНИЯ ЦИТРАТОВ «НАНОМИКРОЭЛЕМЕНТОВ»

*Цап М.М., *Федорук Р.С., *Ковальчук И.И., **Ривис И.Ф.

*Институт биологии животных НААН, г. Львов, Украина

**Институт сельского хозяйства Карпатского региона, с. Оброшино, Львовская обл., Украина

Представлены результаты скармливания коровам с комбикормом добавок в виде цитратов хрома, селена, кобальта и цинка в разных количествах. Установлено, что минеральная добавка, которая содержала в своем составе большее количество кобальта и цинка, способствовала бо-