

УДК: 636.2:678.048:661.875:547.1'123:620.3

## АНТИОКСИДАНТНИЙ ПРОФІЛЬ ОРГАНІЗМУ І БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ МОЛОКА КОРІВ У ПЕРШІ МІСЯЦІ ЛАКТАЦІЇ ЗА ЗГОДОВУВАННЯ ЦИТРАТУ ХРОМУ ТА СЕЛЕНУ

М. М. Хомин, Р. С. Федорук  
khomynmykh@ukr.net

Інститут біології тварин НААН, вул. В. Стуса, 38; м. Львів, 79034, Україна

Ненормованими за балансування раціонів корів, однак дуже важливими елементами, які впливають на вуглеводний і ліпідний обміни, а також на антиоксидантний статус організму тварин, є відповідно Хром та Селен. Засвоєння цих мікроелементів залежить не стільки від їх кількості, скільки від хімічної сполуки. Тому, застосовувалися органічні сполуки Хрому та Селену, виготовлені на основі нанотехнологій.

Дослід проведено на 20 коровах української чорно-рябої молочної породи по 5 тварин у групі, з яких одна була контрольною, у перші місяці лактації. Коровам дослідних груп згодовували з комбікормом цитрат хрому та цитрат селену, виготовлені методом нанотехнологій. У раціон тварин II (дослідної) групи включали 30 мкг Cr/кг с. р. раціону; III групи — 25 мкг Se/кг с. р. корму і IV групи — 30 мкг Cr та 25 мкг Se/кг с. р. корму. Дослід тривав два місяці. Зразки крові та молока відбирали на 30 і 60 добу згодовування добавок. У зразках крові визначали активність каталази, супероксиддисмутази і глутатіонпероксидази, вміст ГПЛ, ТБК-активних продуктів, ретинолу та  $\alpha$ -токоферолу. У зразках молока визначали: густину, вміст жиру, лактози, білка, СЗМЗ, ретинолу та  $\alpha$ -токоферолу. Крім цього, контролювали молочну продуктивність корів.

Найбільш суттєві зміни за впливу досліджуваних добавок відмічали у тварин III та особливо IV дослідної групи. Так, включення до складу раціону корів протягом місяця цитрату селену сприяло зростанню активності каталази на 14,7 %, підвищенню концентрації  $\alpha$ -токоферолу на 5,2 %, зменшенню вмісту ТБК-активних продуктів на 21,6 %. У молоці збільшувався вміст  $\alpha$ -токоферолу на 7,8 % та лактози — на 0,26 %.

Згодовування добавки протягом двох місяців стимулювало зростання каталазної активності у крові тварин на 6,2 %, збільшення вмісту  $\alpha$ -токоферолу на 13,9 %, зниження концентрації ГПЛ на 11,8 % та ТБК-активних продуктів — на 14,8 %. Вміст у молоці ретинолу та  $\alpha$ -токоферолу збільшився відповідно на 19,7 та 10,4 %. Молочна продуктивність підвищилась на 2,8 %.

Мінеральна добавка у вигляді цитрату хрому у поєднанні з цитратом селену на 1- та 2-му місяцях згодовування сприяла зростанню активності ГП відповідно на 22,7 та 16,5 %, зменшенню вмісту ГПЛ на 7,5 та 17,1 %, ТБК-активних продуктів — на 16,6 та 14,4 %, а також підвищенню концентрації  $\alpha$ -токоферолу на 2-му місяці — на 16,5 %. У молоці збільшився вміст  $\alpha$ -токоферолу на 1-му місяці згодовування добавки на 4,6 % та лактози — на 0,44 %. Середньодобові надой молока на 1-му місяці підвищилися на 3,7 %, а на 2-му — на 9,3 %.

Таким чином, включення до раціону корів цитрату хрому (30 мкг Cr/кг с. р. корму) у поєднанні з цитратом селену (25 мкг Se/кг с. р. корму) сприяє зростанню у крові тварин активності антиоксидантних ензимів, підвищенню концентрації ретинолу і  $\alpha$ -токоферолу та зниженню утворення продуктів ПОЛ. У молоці збільшується вміст ретинолу і  $\alpha$ -токоферолу, молочна продуктивність підвищується на 2,8–9,3 %.

**Ключові слова:** КОРОВИ, КРОВ, АНТИОКСИДАНТНІ ФЕРМЕНТИ, ЦИТРАТ ХРОМУ, ЦИТРАТ СЕЛЕНУ, РЕТИНОЛ,  $\alpha$ -ТОКОФЕРОЛ, ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ МОЛОКА

## ANTIOXIDANT PROFILE OF ORGANISM AND BIOLOGICAL VALUE OF MILK OF COWS IN THE FIRST MONTHS OF LACTATION UNDER FEEDING BY CHROMIUM AND SELENIUM CITRATE

M. M. Khomyn, R. S. Fedoruk  
khomyntmykh@ukr.net

Institute of Animal Biology NAAS, st. V. Stus, 38, Lviv, 79034, Ukraine

*Chromium and Selenium are very important elements that influence on carbohydrate and lipid metabolism and also on antioxidant status of organism of animals; however they are not normed under cows' rations equilibration. Utilization of these microelements depends not so much on their amount, but on a nature of the compound. Therefore the organic compounds of Chromium and Selenium, made on the basis of nanotechnologies, were used.*

*The investigation was conducted in the first months of lactation on 20 cows of the Ukrainian Black Pied Dairy breed for 5 animals in each group, from that one was control group. The cows of experience groups were fed by combined fodder with addition of Chromium and Selenium citrate, made by nanotechnologies method. The ration of animals of II (experience) group included 30 mcg Cr/of kg of fodder dry matter; III group — 25 mcg Se/of kg of fodder dry matter, and IV group — 30 mcg Cr and 25 mcg Se/of kg of fodder dry matter. The experiment lasted for two months. The samples of blood and milk were collected at 30 and 60 days of feeding. The activity of catalase, superoxide dismutase and glutathione peroxidase, the content of lipid hydroperoxides, TBA-active products, retinol and  $\alpha$ -tocopherol in blood samples were determined. Milk density, fat, lactose, protein, SNF, retinol and  $\alpha$ -tocopherol were determined in milk samples. In addition, the dairy productivity of cows was under control.*

*The most substantial changes under the influence of the investigated additions were marked for the animals of III group, and especially for IV experimental group. Thus, the introduction of selenium citrate supplement to cows diet during one month period promoted the increase of catalase activity on 14.7 %, increase of  $\alpha$ -tocopherol level on 5.2 %, reduction of content of TBA-active products on 21.6 %. In milk samples the content of  $\alpha$ -tocopherol increased on 7.8 % and*

*lactose level — on 0.26 %. The addition of supplement during two months stimulated the increase of blood catalase activity on 6.2 %, increase of  $\alpha$ -tocopherol level on 13.9 %, decline of lipid hydroperoxides concentration on 11.8 % and TBA-active products — on 14.8 %. The retinol and  $\alpha$ -tocopherol milk levels increased accordingly on 19.7 and 10.4 %. The dairy productivity increased on 2.8 %.*

*Mineral supplement of chromium citrate in combination with selenium citrate during the first and the second month of feeding promoted the increase of activity of glutathione peroxidase accordingly on 22.7 and on 16.5 %, reduction to content of lipid hydroperoxides on 7.5 and 17.1 %, TBA-active products — on 16.6 and 14.4 %, and also led to the increase of concentration of  $\alpha$ -tocopherol at the second month — on 16.5 %. Milk content of  $\alpha$ -tocopherol increased during the first month of feeding of addition on 4.6 % and lactose level — on 0.44 %. The average daily milk yields rose on 3.7 % during the first month of experiment, and on the second month — on 9.3 %.*

*Thus, the administration of chromium citrate (30 mcg Cr/kg of fodder dry matter) in the ration of cows in combination with selenium citrate (25 mcg Se/kg of fodder dry matter) promotes the increase of the activity of antioxidant enzymes in blood of cows, increases the levels of retinol and  $\alpha$ -tocopherol and decreases formation of lipid peroxidation products. The levels of retinol and  $\alpha$ -tocopherol increase in milk and at the same time dairy productivity increases on 2.8–9.3 %.*

**Keywords:** COWS, BLOOD ANTIOXIDANT ENZYMES, CHROMIUM CITRATE, CITRATE SELENIUM, RETINOL,  $\alpha$ -TOCOPHEROL, QUALITATIVE PARAMETERS OF MILK

## АНТИОКСИДАНТНЫЙ ПРОФИЛЬ ОРГАНИЗМА И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ МОЛОКА КОРОВ В ПЕРВЫЕ МЕСЯЦЫ ЛАКТАЦИИ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ ЦИТРАТА ХРОМА И СЕЛЕНА

М. М. Хомин, Р. С. Федорук  
khomyntmykh@ukr.net

Институт биологии животных НААН, ул. В. Стуса, 38; г. Львов, 79034, Украина

*Ненормируемыми при балансировании рационов коров, однако очень важными элементами, которые влияют на углеводный и липидный обмены, а также на антиоксидантный статус организма животных, являются соответственно Хром и Селен. Усвоение данных микроэлементов зависит не столько от их количества, сколько от химического соединения. Поэтому, применялись органические соединения Хрома и Селена, изготовленные на основе нанотехнологий.*

*Опыт проведен на 20 коровах украинской черно-пестрой молочной породы в первые месяцы лактации. Коровам опытных групп, в отличие от контрольной (I), скармливали с комбикормом цитрат хрома и цитрат селена, изготовленные методом нанотехнологии. В рацион животных II (опытной) группы включали 30 мкг Cr<sup>3+</sup>/кг с. в. рациона; III группы — 25 мкг Se/кг с. в. корма и IV группы — 30 мкг Cr и 25 мкг Se/кг с. в. корма. Опыт длился два месяца. Образцы крови и молока отбирали на 30 и 60 сутки скармливания добавок. В образцах крови определяли активность каталазы, супероксиддисмутазы и глутатионпероксидазы, содержание ГПЛ, ТБК-активных продуктов, ретинола и  $\alpha$ -токоферола. В образцах молока определяли: плотность, содержание жира, лактозы, белка, СОМО, ретинола и  $\alpha$ -токоферола. Кроме этого контролировали молочную продуктивность коров.*

*Наиболее существенные изменения под влиянием исследуемых добавок отмечались у животных III и, особенно, IV опытных групп. Так, включение в состав рациона коров в течение месяца цитрата селена способствовало росту активности каталазы на 14,7%, повышению концентрации  $\alpha$ -токоферола на 5,2%, уменьшению содержания ТБК-активных продуктов на 21,6%. В молоке увеличивалось содержание  $\alpha$ -токоферолу на 7,8% и лактозы — на 0,26%. Скармливание добавки в течении двух месяцев стимулировало*

*рост каталазной активности в крови животных на 6,2%, увеличение содержания  $\alpha$ -токоферола на 13,9%, снижение концентрации ГПЛ на 11,8% и ТБК-активных продуктов — на 14,8%. Содержание в молоке ретинола и  $\alpha$ -токоферола увеличилось соответственно на 19,7 и 10,4%. Молочная продуктивность повысилась на 2,8%.*

*Минеральная добавка в виде цитрата хрома в сочетании с цитратом селена в 1- и 2-й месяцы скармливания способствовала росту активности ГП соответственно на 22,7 и 16,5%, уменьшению содержания ГПЛ на 7,5 и 17,1%, ТБК активных продуктов — на 16,6 и 14,4%, повышению концентрации  $\alpha$ -токоферола на 2-м месяце — на 16,5%. В молоке увеличилось содержание  $\alpha$ -токоферола на 1-м месяце скармливания добавки на 4,6% и лактозы — на 0,44%. Среднесуточные удои молока на 1-м месяце повысились на 3,7%, а на 2-м — на 9,3%.*

*Таким образом, включение в рацион коров цитрата хрома (30 мкг Cr/кг с. в. корма) в сочетании с цитратом селена (25 мкг Se/кг с. в. корма) способствует росту в крови животных активности антиоксидантных энзимов, повышению концентрации ретинола и  $\alpha$ -токоферола и снижению образования продуктов ПОЛ. В молоке увеличивается содержание ретинола и  $\alpha$ -токоферола, молочная продуктивность повышается на 2,8–9,3%.*

**Ключевые слова:** КОРОВЫ, КРОВЬ, АНТИОКСИДАНТНЫЕ ФЕРМЕНТЫ, ЦИТРАТ ХРОМА, ЦИТРАТ СЕЛЕНА, РЕТИНОЛ,  $\alpha$ -ТОКОФЕРОЛ, КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОКА

*Реалізація прояву генетичного потенціалу, адаптаційних можливостей та репродуктивної здатності тварин спеціалізованих порід проходить під суттєвим впливом агроєкологічних умов їх*

утримання і годівлі [1]. Зокрема, важливе значення у цих процесах мають такі біогенні елементи, як Селен та Хром. Їх дефіцит у кормах, вирощених у західному регіоні України, призводить до пригнічення обмінних процесів в організмі тварин і зниження їх продуктивності [2].

Селен є сильнодіючим антиоксидантом. Він входить до складу антиоксидантного ензиму глутатіонпероксидази (GSH-Px), який запобігає утворенню вільних радикалів. Його висока біологічна активність визначається можливістю заміщувати в окремих випадках функції  $\alpha$ -токоферолу, підвищувати утворення ендогенних антиоксидантів протеїнової та ліпідної природи, впливати на деякі сторони метаболічних процесів, стимулювати імунобіологічну реактивність організму тварин. Крім цього, він бере участь у формуванні біологічної цінності молока [3, 4]. Дефіцит селену не лише послаблює імунітет, але й призводить до виникнення різних захворювань, зниження продуктивності і навіть до загибелі тварин [5].

У свою чергу, трьохвалентний Хром впливає на вуглеводний та ліпідний обміни, контролює оптимальний рівень глюкози у крові та завдяки ензимам — трипсину і трансферину, у які він входить, бере участь в регуляції метаболізму холестеролу [6]. Крім цього, відомо, що існує тісний зв'язок між вмістом Хрому та Йоду в організмі тварин. За умов дефіциту Йоду, зокрема у західному регіоні України, додавання Хрому до корму нормалізує функцію щитоподібної залози [7].

Ризик розвитку дефіциту Селену та Хрому особливо високий у корів, які отелились у зимово-весняний період. Навесні, як відомо, запаси поживних речовин, зокрема Se та  $Cr^{3+}$  в організмі корів зменшуються, крім того, значна їх кількість втрачається організмом лактуючих тварин з молоком у перші місяці лактації. У зв'язку з цим, засвоєння Селену та Хрому організмом корів у період тільності та, особливо, у перші місяці

післятотельного періоду може бути недостатнім [8].

Як відомо, забезпечення тварин мікроелементами досягається, як кількістю їх включення до раціону, так і легкістю їх засвоєння. Засвоєння, у свою чергу, залежить не стільки від їх кількості, скільки від хімічної сполуки. У зв'язку з цим, триває пошук нових сполук і форм мікроелементів, засвоєння яких організмом тварин було б найбільш повним та безпечним. На сьогодні починають все частіше застосовуватися органічні сполуки, виготовлені на основі нанотехнологій [9].

Однак, як впливає з літературних повідомлень, думки науковців щодо застосування у годівлі сільськогосподарських тварин мікроелементів, виготовлених на основі нанотехнологій, розділилися.

Так, одна частина вчених стверджує, що завдяки застосуванню у складі добавок мікроелементів, виготовлених на основі нанотехнології, сприяє стимулюванню фізіолого-біохімічних процесів в організмі сільськогосподарських тварин, підвищенню їх продуктивності та покращенню якості продукції [10–12].

Натомість, інша частина дослідників вказує на небезпеку застосування мікроелементів у формі наночастинок. Вони стверджують, що завдяки малому розміру частинок, вони здатні проникати в альвеолярні ділянки легенів, в системне коло кровообігу і, далі, в мозок, що може викликати негативну дію на центральну нервову систему тварин та людини [13–15].

У зв'язку з цим, метою досліджень було вивчити вплив добавок цитрату хрому та цитрату селену, виготовлених з використанням нанотехнології, на антиоксидантний статус організму корів, їх продуктивність та якість молока у перші місяці лактації.

## Матеріали і методи

Дослід проведено у ДП «ДГ Пасічна» Хмельницької ДСГДС на 20 повновікових коровах української чорно-

рябої молочної породи, аналогах за віком (3–4 лактація), продуктивністю (6–7 тис. кг молока за лактацію), масою тіла (550–650 кг) та періодом лактації (1-й місяць після отелення). У підготовчий період корів було розділено на 4 групи. Тварини I (контрольної) та II, III і IV (дослідних) груп отримували основний раціон (ОР), збалансований за поживністю [16]. Крім цього, у дослідний період коровам дослідних груп з комбікормом згодовували цитрат хрому і селену, виготовлений методом нанотехнології [17], у відповідних для кожної групи кількостях, а саме: II дослідній — 30 мкг  $\text{Cr}^{3+}$ /кг с. р. раціону у вигляді цитрату хрому; III дослідній — 25 мкг Se/кг с. р. корму у вигляді цитрату селену; IV дослідній — 30 мкг Cr та 25 мкг Se/кг с. р. корму. Водні розчини цитрату вказаних елементів наносили на даванку комбікорму щоденно кожній тварині окремо.

Для лабораторних досліджень відбирали проби крові з яремної вени у підготовчий період, а також на 30 і 60 добу згодовування добавок. У зразках крові з яремної вени проводити визначення активності каталази, супероксиддисмутази (СОД) та глутатіонпероксидази (ГП), вмісту гідроперекису ліпідів (ГПЛ), ТБК-активних продуктів, ретинолу та  $\alpha$ -токоферолу. Крім цього, у дні взяття крові контролювали молочну продуктивність корів з визначенням добового надою та хімічного складу молока.

Дослідження біологічного матеріалу проводили за наступними методиками [18].

У зразках крові визначали: активність СОД (Дубинина Е. Е. і др., 1983), каталази (Корольок М. А., 1988), ГП (Моин В. М., 1986), вміст ретинолу та  $\alpha$ -токоферолу (за методом Скурихіна В. Н. та Шабаяєва С. В., 1996 в модифікації Олексюк Н. П., Левківська Л. Г., Салига Ю. Т., 2007) на апараті «Міліхром-4»; ГПЛ (Мирончик В. В., 1984) і ТБК-активних продуктів (Корабейникова С. Н., 1989). У молоці корів визначали: густину, вміст жиру, лактози, білка та СЗМЗ на апараті «ЕКОМІLK TOTAL»;

концентрацію ретинолу та  $\alpha$ -токоферолу — на апараті «Міліхром-4». Отримані числові дані оброблено за допомогою стандартного пакету статистичних програм Microsoft EXCEL.

### Результати й обговорення

Результати проведених досліджень показали, що мінеральні добавки стимулювали зростання активності антиоксидантних ензимів. Так, включення протягом місяця до складу раціону корів III дослідної групи цитрату селену у кількості 25 мкг Se/кг с. р. корму раціону сприяло зростанню в їх крові активності каталази на 14,7 % ( $p < 0,05$ ), а протягом двох місяців — на 6,2 % ( $p < 0,05$ ) порівняно з аналогічними показниками тварин контрольної групи. Зростання активності ГП та СОД було невірогідне (табл. 1). Натомість, застосування цитрату хрому не сприяло вірогідному зростанню активності антиоксидантних ензимів у крові корів II дослідної групи.

Включення до раціону корів IV дослідної групи комплексної кормової добавки у вигляді цитрату хрому та селену сприяло зростанню у крові тварин активності антиоксидантних ензимів, особливо ГП на 1- та 2-му місяцях відповідно на 22,7 % ( $p < 0,02$ ) та 16,5 % ( $p < 0,05$ ) порівняно до контролю.

Аналізуючи отримані результати, слід відзначити, що включення до раціону добавок Хрому та Селену сприяло підвищенню активності антиоксидантної системи в організмі корів дослідних груп. За цих умов знижувався ступінь перекисного окиснення ліпідів у плазмі крові тварин, про що свідчить рівень ГП та ТБК-активних продуктів. Зокрема, більш виражені зміни спостерігалися у крові корів III та IV дослідних груп. Так, концентрація ГПЛ у плазмі крові корів III дослідної групи на 2-му місяці згодовування добавки знизилася на 11,8 %, а ТБК-активних продуктів на 1- і 2-му місяцях досліджень — на 21,6 % ( $p < 0,01$ ) і 14,8 % ( $p < 0,05$ ) відповідно. Включення протягом

дослідного періоду до складу раціону тварин цитрату хрому у поєднанні з цитратом селену сприяло зниженню у крові корів IV дослідної групи концентрації ГПЛ відповідно на 7,5 % ( $p < 0,05$ ) і 17,1 % ( $p < 0,01$ ) та ТБК-активних продуктів — на 16,6 та 14,4 % ( $p < 0,05$ ) порівняно до

контролю.

Підтвердженням стимулювання антиоксидантної системи тварин дослідних груп добавками, особливо селеновмісними, був вищий вміст у крові ретинолу та, особливо,  $\alpha$ -токоферолу порівняно до контролю.

Таблиця 1

**Активність антиоксидантних ферментів, вміст продуктів ПОЛ та ретинолу і  $\alpha$ -токоферолу у крові корів за згодовування цитрату хрому та селену ( $M \pm m$ ,  $n=3-4$ )**

Показник	Група	Періоди дослідження		
		підготовчий	дослідний, місяць згодовування	
			1	2
Каталаза, ммоль/мг білка/хв	I	3,58±0,15	3,48±0,13	3,57±0,05
	II	3,99±0,18	3,58±0,14	3,86±0,12
	III	3,65±0,22	3,99±0,05*	3,79±0,06*
	IV	3,43±0,19	3,97±0,15	3,63±0,11
ГП, нмоль/мг білка/хв.	I	27,1±2,00	23,8±0,88	29,1±0,90
	II	28,2±1,55	24,7±0,72	31,0±0,91
	III	27,3±0,53	25,4±1,40	30,5±0,99
	IV	26,7±0,43	29,2±1,48*	33,9±0,71*
СОД, у.о/мг білка	I	1,39±0,04	1,29±0,08	1,28±0,09
	II	1,43±0,11	1,44±0,02	1,33±0,03
	III	1,39±0,04	1,48±0,05	1,39±0,05
	IV	1,34±0,06	1,46±0,06	1,30±0,02
ГПЛ, од.Е/мл	I	1,54±0,02	1,99±0,05	1,87±0,05
	II	1,48±0,04	1,95±0,01	1,79±0,03
	III	1,51±0,01	1,96±0,02	1,65±0,02*
	IV	1,46±0,04	1,84±0,02*	1,55±0,02**
ТБК-активні продукти, нмоль/мл	I	5,91±0,15	6,44±0,26	5,76±0,16
	II	5,95±0,20	6,14±0,11	5,56±0,21
	III	5,96±0,17	5,05±0,14**	4,91±0,13*
	IV	6,18±0,12	5,37±0,02*	4,93±0,14*
Ретинол, мкмоль/л	I	0,639±0,02	1,097±0,05	1,200±0,02
	II	0,555±0,03	1,037±0,07	1,218±0,03
	III	0,574±0,04	1,000±0,06	1,330±0,05
	IV	0,628±0,06	0,992±0,10	1,288±0,05
$\alpha$ -токоферол, мкмоль/л	I	12,57±0,42	13,41±0,21	14,64±0,64
	II	13,27±0,39	13,71±0,30	14,96±1,03
	III	13,01±0,47	14,11±0,14*	16,68±0,45*
	IV	12,88±0,73	13,90±0,19	17,06±0,41*

*Примітка:* у цій і наступних таблицях вірогідність різниць між контрольною і дослідними групами враховували \*—  $p < 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,01$

Так, на 1- та 2-му місяцях згодовування цитрату селену у крові корів III групи підвищувалась концентрація  $\alpha$ -токоферолу відповідно на 5,2 % ( $p < 0,05$ ) та на 13,9 % ( $p < 0,02$ ). Згодовування протягом двох місяців цитрату хрому у поєднанні з цитратом селену стимулювало збільшення на 16,5 % ( $p < 0,05$ ) вмісту цього вітаміну у крові тварин IV групи. Підвищення

концентрації ретинолу у крові тварин усіх дослідних груп на 2-му місяці згодовування мінеральних добавок було незначним.

Цитрат селену сприяв збільшенню вмісту ретинолу та  $\alpha$ -токоферолу в молоці корів III дослідної групи (табл. 2). Вірогідно вища на 19,7 % концентрація ретинолу в молоці цих корів була відмічена на 2-му місяці згодовування добавки, а  $\alpha$ -

токоферолу — на 1- і 2-му місяцях досліджень відповідно на 7,8 % ( $p < 0,01$ ) і 10,4 % ( $p < 0,05$ ) порівняно з аналогічними показниками тварин контрольної групи. Поєднання цитрату селену і цитрату хрому стимулювало підвищення концентрації  $\alpha$ -токоферолу в молоці корів IV дослідної групи на 1-му місяці згодовування добавки на 4,6 % ( $p < 0,05$ ).

Аналізуючи результати досліджень,

представлені у цій таблиці, можна відзначити, що селеновмісні добавки сприяють збільшенню вмісту  $\alpha$ -токоферолу та ретинолу в молоці корів III та IV дослідних груп завдяки Селену — структурному елементу ензиму глутатіонпероксидази, який бере активну участь у роботі антиоксидантної системи, що зменшує втрати цих вітамінів.

Таблиця 2

**Показники біологічної цінності молока корів за згодовування цитрату хрому та селену ( $M \pm m$ ,  $n = 4-5$ )**

Показник	Група	Періоди дослідження		
		підготовчий	дослідний, місяць згодовування	
			1	2
Вітамін А, мкмоль/л	I	1,22±0,05	1,37±0,07	1,42±0,06
	II	1,03±0,08	1,21±0,06	1,34±0,04
	III	1,21±0,03	1,44±0,08	1,70±0,10*
	IV	1,09±0,09	1,59±0,09	1,58±0,05
Вітамін Е, мкмоль/л	I	5,12±0,13	5,23±0,05	5,46±0,08
	II	5,21±0,08	5,31±0,12	5,88±0,20
	III	4,86±0,24	5,64±0,07**	6,03±0,19*
	IV	5,05±0,07	5,47±0,09*	5,57±0,09
Жир, %	I	4,07±0,21	3,72±0,22	3,67±0,22
	II	4,12±0,31	4,17±0,15	3,86±0,20
	III	3,94±0,20	3,89±0,10	3,74±0,11
	IV	3,98±0,11	3,99±0,11	3,82±0,18
Білок, %	I	3,04±0,04	2,98±0,07	2,96±0,06
	II	3,05±0,03	3,21±0,14	2,91±0,05
	III	2,99±0,03	3,12±0,09	2,95±0,15
	IV	2,93±0,05	3,20±0,09	3,08±0,05
Лактоза, %	I	4,85±0,07	4,52±0,10	4,73±0,09
	II	4,85±0,06	4,96±0,15*	4,75±0,07
	III	4,76±0,05	4,78±0,05*	4,69±0,26
	IV	4,69±0,03	4,96±0,04**	4,78±0,05
СЗМЗ, %	I	8,53±0,12	8,01±0,20	8,31±0,17
	II	8,53±0,09	8,39±0,15	8,16±0,14
	III	8,37±0,09	8,13±0,18	8,31±0,44
	IV	8,24±0,14	8,24±0,14	8,28±0,09
Густина, °А	I	28,3±0,86	27,7±0,66	27,5±0,50
	II	27,6±0,63	29,3±0,21*	26,6±0,74
	III	27,2±0,60	28,9±0,43	26,9±0,48
	IV	27,2±0,93	28,9±0,11	28,2±0,47

За показниками біологічної цінності молоко корів дослідних груп суттєво не відрізнялося від молока корів контрольної групи. Вірогідні зміни відмічені лише у молоці корів на 1-му місяці згодовування добавок. Так, цитрат хрому сприяв вірогідному підвищенню у молоці концентрації лактози на 0,44 % та густини на 5,8 % ( $p < 0,05$ ), цитрат селену —

збільшенню вмісту лактози на 0,26 % ( $p < 0,05$ ), а цитрат хрому у поєднанні з цитратом селену — підвищенню концентрації цього показника на 0,44 % ( $p < 0,01$ ). На другому місяці згодовування кормових добавок спостерігається збільшення вмісту жиру у молоці корів II, III та IV дослідних груп порівняно з контрольною відповідно на 0,19, 0,07 та

0,15 %.

Як видно з таблиці 3, згодовування добавок сприяло підвищенню середньодобових надоїв молока корів протягом перших двох місяців лактації. Більш виражені зміни цього показника спостерігалися у тварин на 2-му місяці згодовування добавок. Так, корови, які отримували добавку у вигляді цитрату хрому, відзначалися вищими середньодобовими надоями молока

порівняно з коровами контрольної групи на 6,5 %, а тварини, які отримували цитрат селену — лише на 2,8 %. Натомість, поєднання цих добавок сприяло підвищенню молочної продуктивності на 9,3 %.

Характерно, що молоко корів дослідних груп відзначалося дещо вищим вмістом жиру, однак, ці зміни були невірогідні.

Таблиця 3

Добовий надій молока корів за згодовування цитратів хрому та селену, кг ( $M \pm m$ ,  $n = 4-5$ )

Група	Періоди дослідження		
	підготовчий	дослідний, місяць згодовування	
		1	2
I	19,3±1,53	21,8±1,37	24,7±1,56
II	18,4±1,34	22,1±1,48	26,3±1,38
III	18,1±0,85	21,0±0,68	25,4±0,83
IV	20,2±1,88	22,6±2,12	27,0±0,95

Отже, включення до складу раціону корів IV дослідної групи добавки у вигляді цитрату хрому у поєднанні з цитратом селену (30 мкг Cr та 25 мкг Se/кг с. р. корму) сприяло зростанню антиоксидантної активності та інтенсивності метаболічних процесів в організмі тварин, у результаті чого в крові та молоці корів підвищилась концентрація  $\alpha$ -токоферолу та ретинолу, лактози та жиру і протеїну порівняно з показниками корів II і III дослідних груп та контрольною. Крім цього, комплексна добавка сприяла підвищенню молочної продуктивності тварин на 9,3 % та жирності молока — на 0,15 % порівняно з аналогічними показниками контрольної групи.

### Висновки

1. Згодовування цитрату селену (25 мкг Se/кг с. р. корму) сприяло зростанню активності каталази на 14,7 %, підвищенню концентрації  $\alpha$ -токоферолу на 13,9 % та зменшенню вмісту у їх крові ГПЛ та ТБК-активних продуктів відповідно на 11,8 і 14,8 %. Молочна продуктивність тварин підвищувалася на 2,8 %, а вміст у молоці ретинолу,  $\alpha$ -токоферолу та жиру

збільшувався відповідно на 19,7, 10,4 та 0,07 %.

2. Застосування органічної добавки у вигляді цитрату хрому у поєднанні з цитратом селену (30 мкг Cr та 25 мкг Se/кг с. р. корму) протягом двох місяців сприяло зростанню активності ГП на 16,6 %, збільшенню вмісту  $\alpha$ -токоферолу на 16,5 % і зниженню концентрації ГПЛ та ТБК-активних продуктів відповідно на 17,1 та 24,4 %. Добавка стимулювала підвищення молочної продуктивності корів на 9,3 % та збільшення вмісту в молоці жиру на 0,15 %.

**Перспективи подальших досліджень.** Необхідно дослідити вплив згодовування біогенних мікроелементів, виготовлених за допомогою нанотехнології, на відтворювальну здатність корів, збереженість отриманого потомства та його господарсько-корисні показники.

1. Fisinin V., Suraj P. Prirodnye mineraly v kormlenii zhivotnyh i pticy [Natural minerals in of animals and poultry feeding]. *Zhivotnovodstvo Rossii — Stockbreeding of Russia*. 2008, №9, pp. 62–63. (In Russian).

2. Sedilo H. M. Rol mineralnykh rechovyn u protsesakh vovnoutvorenyya [The role of mineral stuff in the proctss of wool forming]. Lviv, Afisha Publ., 2002. 184 p. (In Ukrainian).
3. Melshhikov E. B., Lankin V. Z., Zenkov N. K., Bondar I. A., Krugovyh N. F., Trufakin V. A. Okislitelnyj stress. Prooksidanty i antioksidanty [Oxidative stress. Pro-oxidants and antioxidants]. Moscow, Firma «Slovo», 2006. 551 p. (In Russian).
4. Yermakov V. V. Biogeokhimiya selena i ego znachenie v profilaktike endemicheskikh zabolevaniy cheloveka [Biochemistry of Selenium and its role in prevention of endemic] *Vestnik otdeleniya nauk o Zemle RAN — Bulletin of the Department of Earth RAS*. Elektronnyy nauchno-informatsionnyy zhurnal — Electronic informative scientific journal, 2004, № 1 (22), pp. 1–17. (In Russian).
5. Ovchinnikova T. Selen: I yad i protivoyadie [Selenium: the poison and the antidote] *Zhivotnovodstvo Rossii — Livestock Russia*, 2005, pp. 45 (In Russian).
6. Solohub L. I., Antonyak H. L., Babych N. O. Khrom v orhanizmi lyudyny i tvaryn. Biokhimichni, imunolohichni ta ekolohichni aspekty [Chromium in human and animal orgnism. Biochemical immunological and ecological aspects]. Lviv, Yevrosvit Publ., 2007. 128 p. (In Ukrainian).
7. Anderson R. A., Polonsky M. M., Bryden N. A. Stability and absoption of chromium and absoption of chromium histidinate complexes by humans. *Biol. Trace. Elem. Res*, 2004, Vol. 101, №3, pp. 211–218.
8. Salata O. V. Application of nanoparticles in biology and medicine. *J. Nanobiotech*, 2004, pp.1–6.
9. Paton B., Moskalenko V., Chekman I., Movchan B. Nanonauka i nanotekhnolohiyi: tekhnichnyy, medychnyy ta sotsialnyy aspekty [Namoscience and nanotechnologies, technical, medical and social aspects]. *Visnyk NAN Ukrayiny — Bulletin of NAS Ukraine*, 2009, №6, pp.18–26 (In Ukrainian).
10. Borusevuch V. B., Borusevuch B. V., Kaplunenکو V. G., Kosinov M. V. Nanotekhnologiya u veterinarniy meditsini [Nanotechnology in veterinary medicine]. Kiev, Lira Publ., 2009. 232 p. (In Ukrainian).
11. Nesli S., Jozef L. Kokini Nanotechnology and its applications in the food sector. *Trends in Biotechnology*, 2009, Vol. 27, №2, pp. 82–89.
12. Jain K. K. Nanomedicine: application of nanobiotechnology in medical practice. *Med. Princ. Pract.*, 2008, Vol. 17, № 2, pp. 89–101.
13. Baun A. N. B., Hartmann G. K., Grieger G. et al. Ecotoxicity of engineered nanoparticles to aquatic invertebrates: a brief review and recommendations for future toxicity testing. *Ecotoxicology*, 2008, Vol. 17, pp. 387–395.
14. Sharma C et al. Single-walled carbon nanotubes induces oxidative stress in rat lung epithelial cells. *J Nanosci Nanotechnol*, 2007; 7 (7): 2466–72.
15. Lystsov V. N., Murzin N. V. Problemy bezopasnosti nanotekhnologiy [Problems of safety in nanotechnologies]. M., MIFI, 2007, 70 p. (In Russian).
16. Bohdanok H. O., Karavashenko V. F. ta in. Hodivlya Dovidnyk po hodivli silskohospodarskykh tvaryn [Feeding. Reference book of farming animals feeding]. Kiev, Urozhay Publ., 1986. 488 p. (In Ukrainian).
17. Patent Ukrayiny na korysnu model №23550. Sposib eroziyno-vybukhovoho dysperhuvannya metaliv. [Useful model patent of Ukraine №23550. Vethod of erosion-explosive dispersion of metals] Kosinov M. V., Kaplunenکو V. H. /MPK (2006) V 22 F 9/14/ opubl. 25.05.07, № 7. (In Ukrainian).
18. Vlizlo V. I., Fedoruk R. S., Ratych I. B. ta in. Laboratorni metody doslidzhen u biolohiyi, tvarynnytstvi ta veterynarniy medytsyni [Laboratory methods of investigation in biology, stock-breeding and veterinary] : *dovidnyk — reference book*. Lviv, SPOLOM Publ., 2012. 764 p. (In Ukrainian).

Стаття надійшла до друку 04.06.2013 р.