

УДК: 636.2:678.048:637.047:636.087

## **БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ В ОРГАНІЗМІ КОРІВ І БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ МОЛОКА ЗА ВПЛИВУ ЦИТРАТІВ ХРОМУ, СЕЛЕНУ, КОБАЛЬТУ ТА ЦИНКУ**

*М. М. Хомин, Р. С. Федорук, С. Й. Кропивка*  
inenbiol@mail.lviv.ua

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

*Досліджено вплив цитратів мікроелементів, виготовлених методом нанотехнологій, на біохімічні процеси в організмі лактуючих корів, середньодобові надої молока та показники його біологічної цінності. Дослід проведено у стійловий і пасовищний періоди утримання на 16 повновікових коровах-аналогах української чорно-рябої молочної породи. У підготовчий період (1-й місяць після отелення) корів було розділено на 3 групи. Тварини контрольної (I) та дослідних (II і III) груп отримували основний раціон (ОР), збалансований за поживністю. У дослідний період коровам II групи у склад ОР вводили цитрати хрому, селену, кобальту та цинку (30 мкг Cr, 25 мкг Se, 20 мкг Co та 20 мг Zn на кг с. р. раціону), а тваринам III групи — аналогічну добавку з більшим вмістом цитратів кобальту і цинку (30 мкг Cr, 25 мкг Se, 100 мкг Co та 100 мг Zn на кг с. р. раціону). Водні розчини цитратів мікроелементів наносили на добову даванку комбікорму щоденно впродовж двох місяців кожній тварині окремо.*

*Включення до раціону корів дослідних груп у перші два місяці лактації цитратів хрому, селену, кобальту та цинку сприяє активації обмінних процесів в організмі, що характеризується підвищенням у крові концентрації Ca, P на протязі досліду, каталазної, супероксиддисмутазної і глутатіонпероксидазної активності на 1-му місяці згодовування добавки та зменшенням кількості лейкоцитів, вмісту гідроперекисів ліпідів і ТБК-активних продуктів у 1- і 2-ий місяці її застосування. Біологічний вплив цитратів мікроелементів зумовлювало посилення секреторних процесів у молочній залозі з підвищенням середньодобових надоїв молока на 1,5–2,0 кг, що більше виражено на 2-ий місяць — на 7,8 %, вмісту в ньому жиру — на 0,20, білка — 0,07, лактози — 0,08 % (абсолютних), вітамінів А, Е, а також Са і неорганічного фосфору. Згодовування коровам II групи мінеральної добавки з нижчим вмістом цитратів кобальту і цинку має менше виражений вплив на рівень лейкоцитів, Са і неорганічного фосфору у крові, антиоксидантні процеси в організмі, молочну продуктивність та біологічну цінність молока, ніж III групи, яка отримувала в 5 разів більшу кількість Co і Zn.*

**Ключові слова:** КОРОВИ, КРОВ, МОЛОКО, ЦИТРАТИ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ, АНТИОКСИДАНТНІ ФЕРМЕНТИ, ВІТАМІНИ А і Е, СЕРЕДНЬОДОБОВІ НАДОЇ, БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ МОЛОКА

## **BIOCHEMICAL PROCESSES IN THE COWS AND BIOLOGICAL VALUE OF MILK UNDER INFLUENCE OF CHROMIUM, SELENIUM, COBALT AND ZINC CITRATES**

*М. М. Khomyn, R. S. Fedoruk, S. Y. Kropyvka*  
inenbiol@mail.lviv.ua

Institute of animal biology NAAS, str. Stus, 38, Lviv, 79034, Ukraine

*The effect of citrates of trace elements produced by nanotechnology on biochemical processes in the lactating cows, average milk yield and performance and its biological value has been studied. The experiment was carried out at the stall and pasture maintenance period on adult 16 cows-analogues of Ukrainian black and white dairy cattle. In the preparatory period (first month after calving) cows were divided into 3 groups. Animals of the control (I) and experimental (second and third) group received a basic*

*nutritionally balanced ration. In the experimental period, the cows of the second group obtained chromium, selenium, cobalt and zinc citrates (30 mg Cr, 25 mg Se, 20 mg Co and 20 mg Zn kg of diet), and the third group of animals — the same additive with a higher content of cobalt and zinc citrate (30 mg Cr, 25 mg Se, 100 mg and 100 mg of Co Zn kg). Aqueous solutions of citrate of trace elements applied to daily feed for two months each animal individually.*

*The inclusion in the diet of cows of experimental groups in the first two months of lactation chromium, selenium, cobalt and zinc citrate contributes to the activation of metabolic processes in the body, characterized by an increase in the blood concentration of Ca, P during the experiment, catalase, superoxide dismutase activity and glutathione for 1st month of feeding supplements and decrease in leukocyte content, lipid hydro peroxides and TBA- active products in the first and second month of use. The biological effect of citrate resulted in amplification of trace elements secretory processes in the mammary gland with increasing average daily milk yield at 1.5–2.0 kg, which is more pronounced in the second month — 7.8 % increase of fat content — at 0.20 of protein — 0.07 of lactose — 0.08 %, vitamins A, E, calcium and inorganic phosphorus. Feeding cows of Group II by mineral supplements with lower in cobalt and zinc citrate has less pronounced effect on blood leukocytes, calcium and inorganic phosphorus in the blood, antioxidant processes in the body, milk production and biological value of milk than compared with the third group received 5 times more amount of Co and Zn.*

**Keywords:** COWS, BLOOD, MILK, CITRATE TRACEMINERAL ANTIOXIDANT ENZYMES, VITAMINS A AND E, AVERAGE MILK YIELD, BIOLOGICAL VALUE MILK

### **БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ОРГАНИЗМЕ КОРОВ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ МОЛОКА ПРИ ВЛИЯНИИ ЦИТРАТОВ ХРОМА, СЕЛЕНА, КОБАЛЬТА И ЦИНКА**

*М. М. Хомин, Р. С. Федорук, С. И. Кропивка*  
inenbiol@mail.lviv.ua

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

*Исследовано влияние цитратов микроэлементов, изготовленных методом нанотехнологий, на биохимические процессы в организме лактирующих коров, среднесуточные удои молока и показатели его биологической ценности. Опыт проведен в стойловый и пастбищный периоды содержания на 16 полновозрастных коровах-аналогах украинской черно-пестрой молочной породы. В подготовительный период (1-ый месяц после отела) коровы были разделены на 3 группы. Животные (I) контрольной и опытных (II, III) групп получали основной рацион (ОР), сбалансированный по питательности. В опытный период коровам II группы в состав ОР вводили цитраты хрома, селена, кобальта и цинка (30 мкг Cr, 25 мкг Se, 20 мкг Co и 20 мг Zn на кг с . в. рациона), а животным III группы — аналогичную добавку с большим содержанием цитратов кобальта и цинка (30 мкг Cr, 25 мкг Se, 100 мкг Co и 100 мг Zn на кг с . в. рациона). Водные растворы цитратов микроэлементов наносили на суточную порцию комбикорма ежедневно в течении двух месяцев каждому животному отдельно.*

*Введение в рацион коров опытных групп в первые два месяца лактации цитратов хрома, селена, кобальта и цинка способствует активации обменных процессов в организме, что характеризуется повышением в крови концентрации Ca, P в течении опыта, каталазной, супероксиддисмутазной и глутатионпероксидазной активности на 1-ом месяце скармливания добавки и уменьшением количества лейкоцитов, содержания гидроперекисей липидов и ТБК-активных продуктов на 1- и 2-ом месяцах ее применения. Биологическое влияние цитратов микроэлементов обусловило усиление секреторных процессов в молочной железе с повышением среднесуточных удоев молока на 1,5-2,0 кг, что более выражено на 2-ой месяц — на 7,8 %, содержания в нем жира — на 0,20, белка — 0,07, лактозы — на 0,08 % (абсолютных), витаминов А, Е, а также Са и неорганического фосфора. Скармливание коровам II группы минеральной добавки с низшим содержанием цитратов кобальта и цинка имеет менее выраженное влияние на уровень лейкоцитов, Са и неорганического фосфора в крови, антиоксидантные процессы в организме,*

*молочную продуктивность и биологическую ценность молока, чем III группы, получавшей в 5 раз большее количество Co и Zn.*

**Ключевые слова:** КОРОВЫ, КРОВЬ, МОЛОКО, ЦИТРАТЫ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ, АНТИОКСИДАНТНЫЕ ФЕРМЕНТЫ, ВИТАМИНЫ А и Е, СРЕДНЕСУТОЧНЫЕ УДОИ, БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ МОЛОКА

Для забезпечення повноцінного живлення організму тварин у світовій практиці застосовують мінеральні добавки, що містять Купрум, Йод, Кобальт, Цинк та інші біогенні мікроелементи [1, 2]. Активно вивчаються солі органічних кислот, що містять макро- і мікроелементи, зокрема цитрати мікроелементів, які є безпечними для здоров'я тварин та людини. Такі солі лимонної кислоти і багатьох біоелементів володіють антиоксидантною та радіопротекторною здатністю, а також оптимізуючим впливом на функціонування різних систем організму людини і тварин [3, 4].

В останні роки стрімко розвивається такий новий напрямок науки, як нанотехнологія, що забезпечує можливість використання наночастинок мікроелементів у тваринництві та ветеринарній медицині [5, 6]. Застосування у годівлі тварин карбоксилатів, зокрема цитратів мікроелементів, одержаних на основі нанобіотехнології, забезпечує високу біологічну і технологічну ефективність та екологічну безпечність цих сполук [7–9]. Однак, «наноцитрати» мікроелементів були вперше одержані в Україні лише в останні 5 років тому і вивчення їхніх біологічних ефектів потребує всебічних досліджень, що були розпочаті в ІБТ НААН на щурах, кролях, свинях і продовжуються сьогодні на ВРХ та бджолах [10, 11].

Метою досліджень було вивчити вплив різної кількості добавок цитратів хрому, селену, кобальту та цинку, виготовлених методом нанотехнології, на фізіолого-біохімічні процеси в організмі корів, їхню продуктивність та біологічну цінність молока у перші два місяці лактації.

### Матеріали і методи

Дослід проведено у ДП «ДГ

Пасічна» Інституту кормів і сільського господарства Поділля НААН на 16 повновікових коровах української чорнорябої молочної породи, аналогах за молочною продуктивністю (6,5–7,5 тис. кг молока), віком (3–4 лактація), масою тіла (550–650 кг) та періодом лактації (1-й місяць після отелення). Утримання корів було прив'язне у стійловий та пасовищне — у весняно-літній період з нормованою годівлею за живою масою і рівнем продуктивності. У підготовчий період корів було розділено на 3 групи. Тварини контрольної (I) та II і III дослідних груп отримували основний раціон (ОР), збалансований за поживністю [12]. У дослідний період коровам II дослідної групи, крім ОР, у склад мінеральної добавки вводили цитрати хрому, селену, кобальту та цинку (30 мкг Cr, 25 мкг Se, 20 мкг Co та 20 мг Zn на кг с. р. раціону), а тваринам III дослідної групи — аналогічну добавку з більшим вмістом цитратів кобальту та цинку (30 мкг Cr, 25 мкг Se, 100 мкг Co та 100 мг Zn на кг с. р. раціону). Мінеральні добавки виготовлені методом М. Косінова і В. Каплуненка (2009) з використанням нанотехнології [13]. Водні розчини цитратів вказаних мікроелементів наносили на добову даванку комбікорму щоденно кожній тварині окремо.

Для лабораторних досліджень один раз у підготовчий період та на 30 і 60 доби застосування мінеральних добавок були взяті зразки крові з яремної вени та проби молока з добових надоїв для визначення його біологічної цінності. У зразках крові визначали кількість еритроцитів, лейкоцитів, концентрацію гемоглобіну (Гаврилець Є. С., Демчук М. В., 1966), концентрацію загального білка (Кондрахин І. П., 1985), активність каталази (Королюк М. А., 1988), супероксиддисмутази

(Дубинина Е. Е. і др., 1983), глутатіонпероксидази (Моин В. М., 1986), перекисне окиснення ліпідів (Миرونчик В. В., 1984), ТБК-активних продуктів (Корабейникова С. Н., 1989), Кальцію і неорганічного фосфору на біохімічному аналізаторі «Humalyzer 2000», а в молоці — вміст жиру, лактози, білка — на апараті ЕКОМІLK «TOTAL»; концентрацію вітамінів А та Е — на апараті «Міліхром-4» (Н. П. Олексюк та ін., 2007); Кальцію і неорганічного фосфору — колориметричним методом на апаратів «СФ-46». Біохімічні дослідження проводили за описаними у довіднику методиками [14]. Крім цього, у вказані періоди визначали середньодобові надії молока. Отримані числові дані оброблено за допомогою стандартного пакету статистичних програм Microsoft EXCEL.

### Результати й обговорення

Результати проведених досліджень показали, що включення до раціону корів II та III дослідних груп цитратів хрому,

селену, кобальту та цинку не викликало суттєвих міжгрупових відмінностей їхніх гематологічних показників. Рівень гемоглобіну, загального білка, еритроцитів і лейкоцитів знаходився у межах фізіологічної норми (табл. 1). Однак, кількість лейкоцитів у крові корів дослідних груп була меншою впродовж двох місяців досліджень.

Вміст Кальцію і неорганічного фосфору у крові корів дослідних груп впродовж згодовування добавки був дещо вищим порівняно з контролем і на 2-му місяці міжгрупові різниці рівня цих мікроелементів були вірогідні ( $p < 0,05$ ). Характерно, що суттєвіший вплив на концентрацію Кальцію і неорганічного фосфору у крові виявлявся у тварин III дослідної групи, які отримували з комбікормом вищий вміст цитратів кобальту та цинку. Так, на 1-му місяці згодовування добавки на 8,0 % ( $p < 0,01$ ) збільшувався вміст неорганічного фосфору, а на 2-му — на 4,1 % ( $p < 0,05$ ) Кальцію та на 6,4 % ( $p < 0,05$ ) — неорганічного фосфору.

Таблиця 1

Фізіолого-біохімічні показники крові корів за згодовування цитратів мікроелементів ( $M \pm m$ ,  $n=3-4$ )

Показник	Група	Періоди дослідження		
		підготовчий	дослідний, місяць згодовування добавок	
			1	2
Гемоглобін, г/л	I	102,9±4,24	109,3±3,06	104,7±3,12
	II	96,2±3,83	104,1±3,27	108,2±2,21
	III	108,0±1,56	108,4±3,88	107,9±3,81
Еритроцити, Т/л	I	4,83±0,17	5,79±0,07	6,34±0,18
	II	4,87±0,17	5,64±0,14	6,43±0,16
	III	4,65±0,14	5,81±0,13	6,44±0,21
Лейкоцити, $10^9$ /л	I	5,68±0,10	5,70±0,04	5,81±0,05
	II	5,56±0,08	5,66±0,06	5,69±0,04
	III	5,60±0,07	5,59±0,05	5,62±0,04*
Загальний білок, г/л	I	88,7±1,94	84,6±1,65	85,8±0,58
	II	88,8±1,68	86,7±0,50	82,9±1,78
	III	84,5±3,71	82,8±2,77	87,1±0,82
Кальцій, ммоль/л	I	1,76±0,06	1,96±0,05	2,17±0,02
	II	1,82±0,03	2,11±0,09	2,20±0,06
	III	1,75±0,03	2,14±0,05	2,26±0,02*
Фосфор неорг., ммоль/л	I	1,28±0,05	1,37±0,02	1,41±0,01
	II	1,37±0,02	1,45±0,15	1,49±0,02*
	III	1,35±0,06	1,48±0,01**	1,50±0,03*

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

Дослідження ферментної ланки антиоксидантної системи показали, що включення протягом місяця до раціону корів II дослідної групи мінеральної добавки з меншим вмістом Кобальту та Цинку сприяло вірогідному підвищенню у крові каталазної активності на 10,5 % ( $p < 0,05$ ) та незначному — супероксиддисмутазної, а також зниженню вмісту ГПЛ і ТБК-активних продуктів (табл. 2).

Натомість, введення до раціону корів III дослідної групи добавки з більшим вмістом цитратів кобальту та цинку сприяло вірогідному підвищенню показників антиоксидантної здатності організму. Зокрема, застосування її у раціоні тварин III групи протягом місяця зумовлювало підвищення каталазної активності крові на 22,5 % ( $p < 0,02$ ), ГП — на 4,7 % ( $p < 0,05$ ) та СОД — на 10,2 % ( $p < 0,05$ ) порівняно з аналогічними показниками корів контрольної групи. Відмічене також інгібування процесів перекисного окиснення ліпідів, що характеризувалося зниженням у їхній крові вмісту ГПЛ та ТБК-активних продуктів відповідно на 6,9 та 12,0 % ( $p < 0,05$ ). За тривалішого періоду згодовування добавки у крові корів III дослідної групи не

виявлено вірогідних змін активності досліджуваних ферментів і вмісту продуктів перекисного окиснення ліпідів.

Згодовування добавок протягом двох місяців не виявило суттєвого впливу на вказані показники антиоксидантної системи організму корів обох дослідних груп. Відмічене лише зменшення вмісту ТБК-активних продуктів у крові корів II групи на 11,6 % ( $p < 0,05$ ) і III — на 5,3 % порівняно з тваринами контрольної групи, що свідчить про більш виражений вплив цитратів цих мікроелементів на утворення парних сполук з тіобарбітуровою кислотою, ніж на ферментну ланку антиоксидантної системи захисту організму.

Незважаючи на різний вміст у добавці цитратів кобальту та цинку на 2-му місяці її застосування антиоксидантна система організму корів II та III дослідних груп не виявила суттєвих реакцій. Це може зумовлюватися адаптацією мікрофлори передшлунків до рівнів надходження, використання та біологічного впливу застосованих цитратів мікроелементів на стан антиоксидантної системи захисту організму.

Таблиця 2

Антиоксидантна активність і вміст продуктів ПОЛ у крові корів за згодовування цитратів мікроелементів ( $M \pm m$ ,  $n=3-4$ )

Показник	Група	Періоди дослідження		
		підготовчий	дослідний, місяць згодовування добавок	
			1	2
Каталаза, ммоль/мг білка/хв	I	3,77±0,10	3,15±0,01	3,33±0,05
	II	3,91±0,27	3,48±0,10*	3,28±0,13
	III	3,98±0,07	3,86±0,18*	3,30±0,06
ГП, нмоль/хв./мг білка	I	46,0±2,08	40,5±0,59	41,5±0,44
	II	48,8±2,38	40,4±0,98	37,5±0,99
	III	46,1±0,13	42,4±1,25*	42,9±0,40
СОД, ум.од/мг білка	I	1,07±0,03	0,98±0,03	1,15±0,05
	II	1,12±0,06	1,01±0,01	1,14±0,04
	III	1,14±0,01	1,08±0,04*	1,07±0,01
ГПЛ, од.Е/мл	I	2,09±0,04	2,03±0,02	1,88±0,025
	II	2,17±0,02	1,97±0,01	1,85±0,027
	III	2,15±0,05	1,89±0,01*	1,81±0,010
ТБК-активні продукти, мкмоль/л	I	4,93±0,16	4,42±0,04	4,14±0,04
	II	5,16±0,07	4,11±0,07	3,70±0,04*
	III	4,82±0,04	3,89±0,04*	3,92±0,05

Значне підвищення показників антиоксидантного статусу організму тварин дослідних груп, може бути першочергово пов'язане з надходженням у складі мінеральної добавки цитрату селену. Як відомо, Селен є природним антиоксидантом, що входить до глутатіонпероксидази, яка активує антиоксидантні процеси в живому організмі [1, 2]. Крім цього, цитрати мікроелементів, що виготовлені методом нанотехнології, мають більше виражену дію на біохімічні процеси в організмі тварин, ніж їхні солі мінеральних кислот [6, 10].

Включення мікроелементних добавок до раціону корів дослідних груп сприяло підвищенню у молоці концентрації вітамінів А та Е (табл. 3). Однак, вірогідні різниці їхнього рівня стосовно показників тварин контрольної групи відмічено лише у корів III дослідної групи. На 1-му місяці її згодовування у молоці корів цих корів на 4,8 % ( $p < 0,05$ ) підвищувалась концентрація вітаміну Е, а на 2-му місяці — на 17,3 %

( $p < 0,05$ ) вітаміну А тоді, як для молока корів II групи вищий рівень цих вітамінів був невірогідним, що може вказувати на більш виражений вплив цитратів кобальту і цинку на біосинтез жиророзчинних вітамінів молока.

Також у молоці корів III дослідної групи був вищий вміст Кальцію і неорганічного фосфору. За згодовування протягом місяця мінеральної добавки їхній вміст збільшився на 2,7 та 5,2 % ( $p < 0,05$ ), а протягом двох місяців — відповідно на 4,6 та 8,3 % ( $p < 0,05$ ).

Мікроелементна добавка з меншим вмістом Кобальту та Цинку не виявляла вірогідного впливу на концентрацію у молоці корів II дослідної групи досліджуваних макроелементів у перший місяць її згодовування. Відмічалось лише вірогідне підвищення на 7,3 % ( $p < 0,05$ ) концентрації у молоці неорганічного фосфору за двохмісячного періоду її згодовування.

Таблиця 3

**Хімічний склад молока корів за згодовування цитратів мікроелементів ( $M \pm m$ ,  $n=3-4$ )**

Показник	Група	Періоди дослідження		
		підготовчий	дослідний, місяць згодовування добавок	
			1	2
Вітамін А, мкмоль/л	I	1,08±0,003	1,32±0,02	1,39±0,07
	II	1,09±0,04	1,40±0,05	1,57±0,11
	III	1,14±0,03	1,27±0,04	1,63±0,07*
Вітамін Е, мкмоль/л	I	5,28±0,08	5,37±0,04	5,38±0,15
	II	5,36±0,09	5,57±0,11	5,55±0,12
	III	4,99±0,11	5,63±0,09*	5,49±0,13
Са, ммоль/л	I	36,2±0,88	33,7±0,35	32,3±0,25
	II	35,5±0,47	34,8±0,46	33,7±0,61
	III	36,4±0,46	34,6±0,15*	33,8±0,36*
Р неорг., ммоль/л	I	20,9±0,69	19,1±0,33	19,3±0,27
	II	19,2±0,35	19,5±0,25	20,7±0,42*
	III	19,6±0,33	20,1±0,23*	20,9±0,65*
Жир, %	I	3,59±0,03	3,62±0,09	3,62±0,06
	II	3,71±0,15	3,72±0,15	3,78±0,07
	III	3,67±0,09	3,69±0,09	3,82±0,05*
Білок, %	I	3,03±0,06	2,79±0,16	2,98±0,03
	II	3,01±0,14	2,86±0,08	3,02±0,05
	III	2,85±0,07	2,80±0,09	3,05±0,10
Лактоза, %	I	4,69±0,05	4,50±0,23	4,82±0,07
	II	4,54±0,16	4,57±0,05	4,77±0,06
	III	4,59±0,09	4,52±0,10	4,90±0,10

Мікроелементні добавки до раціону корів сприяли незначному підвищенню жирності молока та до певної міри вмісту в ньому білка. Так, вміст жиру у молоці тварин II і III дослідних груп на 1-му місяці був вищим від контролю відповідно на 0,10 та 0,07 % (абсолютних). На 2-му місяці застосування мінеральних добавок вміст жиру у молоці корів II дослідної групи збільшився на 0,16 %, а у III групі — на 0,20 % (абсолютних) ( $p < 0,05$ ) порівняно з аналогічним показником тварин контрольної групи.

Згодовування цитратів мікроелементів активувало секреторну функцію молочної залози корів дослідних груп, зумовлювало підвищення молочної

продуктивності (рис.). Так, добавка з меншим вмістом цитратів кобальту та цинку сприяла підвищенню середньодобових надоїв молока корів II дослідної групи на 1-му місяці її згодовування на 2,4 %, що становило  $24,1 \pm 0,24$  кг проти  $23,5 \pm 0,92$  кг у контролі, а на 2-му — на 6,6 %, ( $24,9 \pm 1,03$  кг проти  $23,3 \pm 0,68$  кг). У той час, як у тварин III дослідної групи, які отримували мінеральну добавку з більшим вмістом цитратів кобальту та цинку, середньодобові надої молока на 1- і 2-му місяцях її застосування були вищі від контролю відповідно на 3,3 та 7,8 %, ( $24,3 \pm 0,36$  кг проти  $23,5 \pm 0,92$  кг та  $25,2 \pm 0,56$  кг проти  $23,3 \pm 0,68$  кг у контролі).

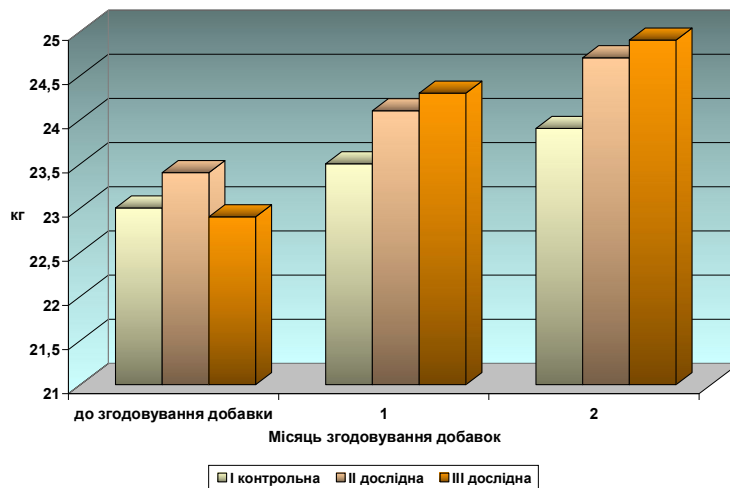


Рис. Добовий надій молока корів за згодовування цитратів мікроелементів, кг ( $M \pm m$ ,  $n = 4$ )

Отже, включення протягом двох місяців, до раціону корів III дослідної групи добавки з більшим вмістом цитратів кобальту і цинку зумовлювало більш виражений позитивний вплив на фізіолого-біохімічні процеси в організмі, у т. ч. і на антиоксидантний статус корів, покращення їхньої продуктивності та біологічної цінності молока. Добавка цитратів хрому, селену, кобальту та цинку (30 мкг Cr, 25 мкг Se, 100 мкг Co та 100 мг Zn на кг с. р. раціону) сприяла підвищенню антиоксидантної активності крові та концентрації у ній Кальцію і неорганічного фосфору, зниженню утворення продуктів ГПЛ, збільшенню вмісту вітамінів А та Е, Кальцію, неорганічного фосфору і жиру в

молоці, а також середньодобових надоїв корів.

## Висновки

1. Застосування у годівлі корів II групи мінеральної добавки у вигляді цитратів хрому, селену, кобальту та цинку (30 мкг Cr, 25 мкг Se, 20 мкг Co та 20 мг Zn/кг с. р. раціону) сприяло підвищенню каталазної активності крові на 10,5 %, концентрації неорганічного фосфору, зменшенню вмісту ТБК-активних продуктів, а у молоці — збільшенню вмісту неорганічного фосфору, а також жиру на 1- і 2-му місяцях на 0,10 та 0,16 % (абсолютних) та середньодобових надоїв —

на 2,4 та 6,6 %.

2. Включення до раціону корів III групи мінеральної добавки у вигляді цитратів хрому, селену, кобальту та цинку (30 мкг Cr, 25 мкг Se, 100 мкг Co та 100 мкг Zn/кг с. р. раціону) зумовлювало зростання у крові каталазної, глутатіонпероксидазної та супероксиддисмутазної активності відповідно на 22,5, 4,7 і 10,2 %, зменшення вмісту ГПЛ на 6,9 %, ТБК-активних продуктів — на 12,0 % та збільшення вмісту неорганічного фосфору — на 8,0 % на 1-му місяці, а на 2-му місяці підвищення концентрації Кальцію на 4,1 % та неорганічного фосфору — на 6,4 %. У молоці корів на 2-му місяці згодовування добавки на 17,3 % зріс рівень вітаміну А, на 4,6 % — Кальцію та на 8,3 % — неорганічного фосфору. Жирність молока у корів за 1- і 2-й місяці підвищилася на 0,07 та 0,20 % (абсолютних), а середньодобові надой відповідно на 3,3 та 7,8 %.

**Перспективи подальших досліджень.** Необхідно дослідити вплив згодовування есенціальних мікроелементів, виготовлених за допомогою нанотехнології, на імунобіологічні показники відтворювальну здатність корів, збереженість отриманого потомства та його резистентність.

1. Fisinin V., Suraj P. Natural minerals in of animals and poultry feeding. *Stockbreeding of Russia*, 2008, № 9, pp. 62–63 (in Russian).

2. Sedilo H. M. The role of mineral stuff in the proctss of wool forming. Lviv, Afisha, 2002, 184 p. (In Ukrainian).

3. Melshnikov E. B., Lankin V. Z., Zenkov N. K., Bondar I. A., Krugovyh N. F., Trufakin V. A. Oxidative stress. Pro-oxidants and antioxidants. M., Firma Slovo, 2006, 551 p. (In Russian).

4. Solohub L. I., Antonyak H. L., Babych N. O. Chromium in human and animal orgznism. Biochemical immunological and ecological aspects. Lviv, Yevrosvit, 2007, 128 p. (In

Ukrainian).

5. Paton B., Moskalenko V., Chekman I., Movchan B. Namoscience and nanotechnologies, technical, medical and social aspects. *Bulletin of NAS Ukraine*б, 2009, № 6, pp. 18–26 (in Ukrainian).

6. Borusevuch V. B., Borusevuch B. V., Kaplunencko V. G., Kosinov M. V. Nanotechnology in veterinary medicine. Kiev, Lira, 2009, 232 p. (In Ukrainian).

7. Nesli S., Jozef L. Kokini Nanotechnology and its applications in the food sector. *Trends in Biotechnology*, 2009, Vol. 27, № 2, pp. 82–89.

8. Jain K. K. Nanomedicine: application of nanobiotechnology in medical practice. *Med. Princ. Pract.*, 2008, Vol. 17, № 2, pp. 89–101.

9. 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.

10. Khomyn M. M., Fedoruk R. S. Antioxidant profile of the organism and the biological value of milk cows in the first month of lactation by feeding selenium and chromium citrate. *Biolojiya tvaryn*, 2013, T. 15, № 2, S. 140–148 (in Ukrainian).

11. Khomyn M. M., Fedoruk R. S., Khrabko M. I. Physiological and biochemical effect of citrate nanoparticles of chromium and selenium in the body schurenayat. *The animal biology*, 2013, T. 15, № 4, S. 141–149 (in Ukrainian).

12. Standards and ration feeding highly valuable cattle: directory-guide. Za nauk. red. H. O. Bohdanova, A. M. Kandyba. K., Ahrar. Nauka, 2012. 296 s. (In Ukrainian).

13. Patent Ukrayiny na korysnu model' №23550. Useful model patent of Ukraine №23550. Vethod of erosion-explosive dispersion of metals. Kosinov M. V., Kaplunencko V. H. /MPK (2006) V 22 F 9/14/ opubl. 25.05.07, № 7 (in Ukrainian).

14. Laboratory methods of investigation in biology, stock-breeding and veterinary: *reference book*. V. V. Vlizlo, R. S. Fedoruk, I. B. Ratych ta in. Lviv, SPOLOM, 2012. 764 p. (In Ukrainian).