

УДК: 636.2: 546.76:022.532

Хомин М.М., к.б. н, с.н.с. (mkhomyn@mail.ru)
Федорук Р.С., д.вет.н., професор, членкор НААН
Кропивка С. Й., к.с.-г.н., с.н.с.
Інститут біології тварин НААН, м. Львів

ВПЛИВ НАНОАКВАЦИТРАТУ ТА ХЛОРИДУ ХРОМУ НА АНТИОКСИДАНТНУ СИСТЕМУ ОРГАНІЗМУ КОРІВ ТА БІОЛОГІЧНУ ЦІННІСТЬ МОЛОКА

Наведено експериментальні дані щодо вивчення впливу добавок хлориду Хрому та наноаквацитрату Хрому на антиоксидантний статус організму корів за 2 міс. до – і 4 міс. після отелення. Виявлено, що включення до раціону тварин II та III дослідних груп протягом дослідного періоду як хлориду Хрому, в кількості 0,1 мг Cr/кг с. р. корму/добу, так і нанополуки Хрому, у кількості 2,7 мкг Cr/кг.с.р. корму/добу, сприяло підвищенню вмісту відновленого глутатіону, ретинолу та α -токоферолу у їх крові. Крім цього, у крові корів дослідних груп підвищувалась активність каталази, СОД, ГП та знижувалась концентрація ГПЛ і МДА, що вказує на активуючий вплив Хрому на функціонування антиоксидантної системи організму тварин. Добавки Хрому стимулюють секрецію молочної залози, що зумовлює зростання молочної продуктивності корів II та III груп відповідно на 8,2 та 3,5% і жирності їх молока на 0,17 та 0,25%.

Ключові слова: корови, кров, хлорид Хрому, наноаквацитрат Хрому, антиоксидантна система, якість молока

Вступ. Як відомо, реалізація генетичного потенціалу с.-г. тварин залежить від агроекологічних і технологічних умов їх утримання та рівня годівлі [1-3]. Останній чинник є дуже важливий, особливо у західному регіоні України, який є дефіцитним за деякими біогенними елементами, в т. ч. Хромом [4-6]. Нестача останнього в раціоні високопродуктивних корів, особливо у період сухостою та на початку лактації, призводить до пригнічення вуглеводного та ліпідного обмінів, що негативно впливає на здоров'я одержаного потомства, якість молока та молочну продуктивність [4, 6]. Для нівелювання негативного впливу раціонів з дефіцитом Хрому, який ще на даний час не нормуються в годівлі тварин, нами проведено дослідження впливу введення до комбікорму хлориду та наноаквацитрату Хрому на обмінні процеси в корів, у т. ч. на антиоксидантний статус їх організму, в останні два місяці тільності та перші три місяці лактації.

Матеріал і методи. Дослідження проводили в ПСП "Мамаївське" Чернівецької області на тільних (8 міс. тільності), сухостійних повновікових коровах української червоно-рябої молочної породи, аналогах за масою тіла (650–700 кг), продуктивністю (5–6 тис. кг молока) та лактацією (3–5 лактація), які були розділені на контрольну (I) і дві дослідні (II, III) групи, по 6 голів у кожній. Тварини усіх груп утримувалися прив'язно з нормованою годівлею і вільним доступом до води [7]. Коровам II і III дослідних груп, на відміну від контрольної, за 2 міс. до – і 4 міс. після отелення, згодовували відповідно хлорид Хрому ($\text{CrCl}_3 \times$

6H₂O), в кількості 0,1 мг Ст/кг с. р. корму/добу (II гр.) та наноаквацитрат Хрому* (III гр.), у кількості 2,7 мкг Ст/кг с.р. корму/добу.

Для проведення фізіолого-біохімічних досліджень від корів кожної групи відбирали зразки крові з яремної вени – у підготовчий період, а також на 30, 90 і 180 доби згодовування добавок. Крім цього, контролювали клінічний стан тварин, перебіг тільності, а також визначали молочну продуктивність і біологічну цінність молока у перші 3 місяці лактації.

У зразках крові, отриманій з яремної вени, визначали: вміст глутатіону (Вудворд і Фрей в модифікації Чулкової Н. І., 1955), активність супероксиддисмутази (СОД) (Дубинина Е. Е. і др., 1983), глутатіонпероксидази (ГП) (Моин В. М., 1986); у плазмі крові — концентрацію ретинолу та α -токоферолу (методом високоефективної рідинної хроматографії у модифікації Олексюк Н. П., Лемківська Л. Г. та ін., 2007 на приладі "Міліхром-4"); у сироватці крові — перекисне окиснення ліпідів за вмістом гідроперекиси ліпідів (ГПЛ) (Миرونчик В. В., 1984) і малонового діальдегіду (МДА) (Корабейникова С. Н., 1989). Крім цього, у молоці визначали показники хімічного складу – вміст жиру, білка, лактози, мінеральних речовин з використанням приладу "Екомілк". У зразках натурального молока визначали вміст вітамінів А і Е. Контролювали показники продуктивності щомісяця за добовими надоями.

Результати досліджень. Згодовування хлориду Хрому коровам II дослідної групи та наноаквацитрату Хрому – III дослідної групи не зумовлювало суттєвих змін гематологічних показників порівняно з рівнем їх у корів контрольної групи.

Однак, у крові корів дослідних груп відмічається підвищення рівня загального глутатіону за рахунок його відновленої фракції (табл. 1). Так, у крові корів II групи на 1-, 3- та 6-му місяцях досліджень вміст відновленого глутатіону був вірогідно вищим відповідно на 17,4, 17,8 і 15,2%. У тварин III групи ця різниця була більше вираженою — відповідно на 21,6, 21,5 і 19,9% порівняно з контролем. Підвищення рівня відновленого глутатіону у крові корів II та III дослідних груп впродовж шести місяців досліджень може свідчити про посилення окисно-відновних процесів в їх організмі завдяки активній фізіологічній дії відповідно хлориду та наноаквацитрату Хрому.

Включення до раціону корів дослідних груп мінеральної та органічної сполук Хрому сприяло підвищенню у плазмі крові вмісту ретинолу та α -токоферолу (табл. 2). Так, згодовування хлорид Хрому та наноаквацитрату Хрому стимулювало підвищення концентрації ретинолу у крові корів II та III груп у всі періоди досліджень. При цьому на 3-му місяці досліджень у крові корів II дослідної групи вміст α -токоферолу був вищим 11,9% ($p < 0,05$).

**наноаквацитрат Хрому виготовлено за методом В. Г. Каплуненка, М. В. Косінова, отримано від професора В. Г. Каплуненка, НВО "Нанобіотехнології", м. Київ, Україна*

Підвищувався вміст і вітаміну Е, однак вірогідних змін порівняно з показником тварин контрольної групи не виявлено. Одержані результати вмісту жиророзчинних вітамінів А та Е, які є другою ланкою антиоксидантного захисту організму, підтверджують позитивний вплив на дану систему застосованих добавок Хрому.

Таблиця 1

Вміст глутатіону у крові корів за згодовування хлориду та наноаквацитрату Хрому ($M \pm m$, $n=3$)

Показник	Група	Періоди дослідження			
		підготовчий	дослідний, місяць згодовування		
			1	3	6
Глутатіон, мг%: загальний	I	33,74±1,77	35,12±2,03	34,97±1,58	34,35±1,46
	II	38,34±0,89	41,87±0,72	40,03±0,52	39,11±0,81
	III	37,58±0,77	41,10±0,66	40,95±0,29	40,03±0,29
відновлений	I	28,52±2,21	29,14±1,98	29,29±1,57	29,29±1,40
	II	31,44±0,46	34,20±1,01*	34,50±1,04*	33,74±0,83*
	III	32,05±1,63	35,43±0,81*	35,58±0,56*	35,12±0,29**
окиснений	I	5,21±0,73	5,98±0,15	5,67±0,29	5,06±0,15
	II	6,91±0,46	7,67±1,08	5,52±0,97	5,37±0,15
	III	5,52±0,90	5,67±0,46	5,37±0,39	4,91±0,43

Примітка: у цій і наступних таблицях вірогідність різниць між контрольними (I) і дослідними (II, III) групами враховували * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$

За результатами досліджень окремих ферментів антиоксидантної системи встановлено, що включення протягом місяця до раціону хлориду Хрому сприяє зниженню на 23,0% ($p < 0,01$) активності СОД у еритроцитах крові корів II дослідної групи. На 3-му місяці досліджень активність СОД та ГП у крові корів II дослідної групи була вищою стосовно аналогічних показників тварин контрольної групи. На 6-му місяці згодовування добавки у крові цих корів спостерігається вищий рівень активності досліджуваних антиоксидантних ферментів, особливо СОД, активність якого зросла стосовно контрольного показника на 12,0% ($p < 0,05$).

Подібна реакція організму спостерігалась і у крові корів III дослідної групи, які отримували наноаквацитрат Хрому. На 1-му місяці згодовування добавки відмічено зниження активності каталази, ГП та особливо СОД, активність якої знизилась стосовно контрольної групи на 20,1% ($p < 0,05$). Як і з добавкою хлориду хрому коровам II групи відзначені зміни активності ферментів можуть бути пов'язані з адаптаційною реакцією організму на застосування добавок Хрому в останній місяць тільності. Відомо, що цей період є критичним у корів, а введення Cr^{+3} до раціону корів наприкінці тільності збільшує сприйнятливність тканин до дії інсуліну. Після отелення і становлення лактації, на 3- та 6-му місяцях згодовування наноаквацитрату Хрому спостерігали більш виражений позитивний антиоксидантний ефект, ніж від хлориду Хрому. На це вказують вищі показники активності досліджуваних ферментів не тільки порівняно з аналогічними показниками контрольної групи, але й з тваринами II дослідної групи. При цьому, активність каталази на 6-му місяці досліджень у крові корів III дослідної групи була вищою на 13,1% ($p < 0,05$).

Таблиця 2

**Антиоксидантні показники крові корів за згодовування хлориду та
наноаквацитрату Хрому ($M \pm m$, $n=3$)**

Показник	Група	Періоди дослідження			
		підготовчий	дослідний, місяць згодовування		
			1	3	6
Ретинол, мкг/мл	I	0,237±0,039	0,208±0,030	0,334±0,012	0,388±0,034
	II	0,259±0,029	0,221±0,026	0,358±0,021	0,440±0,025
	III	0,242±0,019	0,217±0,020	0,383±0,013*	0,413±0,051
α -токофе-рол, мкг/мл	I	8,30±0,106	7,81±0,147	8,25±0,342	9,30±0,579
	II	8,15±0,146	7,26±0,190	9,23±0,147*	9,78±0,755
	III	7,73±0,372	8,07±0,412	8,47±0,471	10,77±0,389
Каталаза, мМоль/мг білка/хв	I	2,406±0,173	2,129±0,047	3,558±0,257	3,381±0,077
	II	2,172±0,047	2,138±0,038	3,458±0,191	3,545±0,131
	III	2,259±0,108	2,043±0,037	3,818±0,173	3,824±0,157*
СОД, ум. од./мг білка	I	0,834±0,052	0,891±0,055	1,284±0,043	1,213±0,047
	II	0,764±0,002	0,686±0,003**	1,344±0,055	1,359±0,027*
	III	0,776±0,052	0,712±0,020*	1,396±0,086	1,389±0,074
ГП, нМоль/хв/мг білка	I	29,45±2,39	26,35±3,19	25,43±1,181	24,49±1,586
	II	30,93±1,82	24,79±2,21	27,74±4,194	29,84±2,825
	III	29,56±6,59	20,15±2,06	29,34±3,145	31,83±2,624
ГПЛ, од.Е/мл	I	0,98±0,002	0,94±0,010	0,97±0,010	1,02±0,010
	II	0,98±0,002	0,95±0,004	0,99±0,010	0,98±0,010*
	III	0,97±0,010	0,90±0,010*	0,95±0,010	1,03±0,011
МДА, нМоль/мл	I	4,01±0,30	4,23±0,02	4,21±0,03	5,05±0,03
	II	3,93±0,10	4,24±0,04	4,26±0,03	4,92±0,10
	III	3,73±0,01	4,17±0,02	4,03±0,03*	4,93±0,01*

Аналізуючи результати проведених досліджень, слід відзначити, що включення протягом 3-6 місяців до раціону корів II та III дослідних груп відповідно хлориду та наноаквацитрату Хрому сприяє підвищенню активності антиоксидантної системи організму тварин обох дослідних груп. При цьому спостерігаються зміни ступеня пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) в їх організмі, про що свідчить рівень ГПЛ та МДА у плазмі крові тварин дослідних груп. Зокрема, на першому місяці згодовування наносполуки хрому, у крові корів III групи значення ГПЛ знизилось на 4,3% ($p < 0,05$), у той час, як мінеральна добавка хлориду Хрому сприяла вірогідному зниженню даного показника на 4,0% ($p < 0,05$) у крові корів II групи лише на 6-му місяці дослідження.

Вірогідні відмінності щодо вмісту МДА, який є кінцевим продуктом ПОЛ встановлено лише у корів III дослідної групи. Так, на 3- і 6-му місяцях згодовування наносполуки Хрому спостерігається вірогідне зниження у їх крові вмісту МДА порівняно з контрольним показником відповідно на 4,3 та 2,4%. Це може свідчити про більш виражений вплив цієї сполуки Хрому, ніж хлориду на процеси пероксидного окиснення ліпідів.

Біохімічні зміни, які відбуваються в організмі тварин за згодовування добавок Хрому, вплинули на біологічну цінність і якісні показники молока корів дослідних груп (табл. 3). Як видно з даної таблиці хлорид Хрому сприяє підвищенню у молоці корів ретинолу, особливо на 6-му місяці на 20,3% ($p < 0,05$) та в меншій мірі — α -токоферолу. Натомість, наноаквацитрат Хрому більш суттєво

впливає на підвищення вмісту α -токоферолу у молоці корів III групи на 3- та 6-му місяцях відповідно на 49,0 та 25,9% ($p < 0,05$), що свідчить про вищу його біологічну цінність.

Таблиця 3

Біохімічні показники молока корів за згодовування хлориду та наноаквацитрату Хрому ($M \pm m$, $n=6$)

Показник	Група	Періоди дослідження	
		дослідний, місяць згодовування	
		3	6
Вітамін А, мкг/мл	I	0,078 \pm 0,026	0,291 \pm 0,010
	II	0,102 \pm 0,007	0,350 \pm 0,019*
	III	0,098 \pm 0,019	0,317 \pm 0,039
Вітамін Е, мкг/мл	I	3,55 \pm 0,254	2,39 \pm 0,115
	II	4,13 \pm 0,439	2,61 \pm 0,347
	III	5,29 \pm 0,381*	3,01 \pm 0,130*
Жир, %	I	3,25 \pm 0,266	3,50 \pm 0,110
	II	3,69 \pm 0,329	3,67 \pm 0,176
	III	3,97 \pm 0,160	3,75 \pm 0,466

У молоці корів обох дослідних груп був вищим вміст жиру, білка та лактози, хоча ці різниці були невірогідні порівняно з молоком тварин контрольної групи.

Хлорид Хрому, натомість, сприяв у більшій мірі підвищенню інтенсивності секреції молочної залози, в результаті чого корови II (дослідної) групи мали вищі добові надії (табл. 4) порівняно з контрольною групою на 3- та 6-му місяцях згодовування добавки відповідно на 3,6 та 8,2%. Тоді як згодовування наносполуки Хрому сприяло підвищенню надоев молока на 3,5% лише на 6-му місяці досліджень.

Таблиця 4

Добовий надій корів за згодовування різних сполук хрому, кг ($M \pm m$, $n=6$)

Показник	Група	Періоди дослідження	
		дослідний, місяць згодовування	
		3	6
Добовий надій, кг	I	16,8 \pm 2,81	17,1 \pm 1,16
	II	17,4 \pm 1,75	18,5 \pm 1,51
	III	16,4 \pm 2,64	17,7 \pm 2,01

Отже, включення до раціону корів в останні два місяці тільності та у перші чотири місяці після отелення мінеральної та органічної сполук Хрому сприяє підвищенню антиоксидантного статусу організму упродовж періоду згодовування добавок. Наносполука Хрому зумовлює більш виражену активуючу дію на організм корів з підвищенням біологічної цінності молока, а хлорид Хрому, у більшій мірі, впливає на секреторну функцію молочної залози з підвищенням молочної продуктивності на 3,6 – 8,2%.

Висновки.

Згодовування протягом 6-ти місяців хлориду Хрому, в кількості 0,1 мг Сг/кг с. р. корму/добу та наноаквацитрату Хрому в кількості 1,7 мкг Сг/кг с.р. корму/добу коровам II та III дослідних груп сприяло підвищенню у крові вмісту відновленої форми глутатіону, вітамінів А та Е, а також СОД та ГП і зниженню

концентрації у крові корів ГПЛ та МДА, що свідчить про покращення антиоксидантного статусу їх організму.

Хлорид Хрому сприяє зростання вмісту ретинолу в молоці корів, у той час, як наноаквацитрат Хрому — у більшій мірі впливає на збільшення концентрації α -токоферолу. Дані добавки хрому стимулюють секрецію молочної залози, що зумовлює зростання молочної продуктивності корів II та III груп, на шостому місяці згодовування, відповідно на 8,2 та 3,5% і жирності їх молока на 0,17 та 0,25%.

Література

1. Ноздрехина Л. Р. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. М.: Наука. — 1997. 184 с.
2. Федорук Р. С., Кравців Р. Й. Фізіологічні механізми адаптації тварин до умов середовища // Біологія тварин. — 2003. — Т.5. — №1–2. — С. 75 – 82.
3. Фисинин В., Сурай П. Природные минералы в кормлении животных и птицы // Животноводство России. — 2008. — №9. — С. 62 – 63.
5. Седіло Г. М. Роль мінеральних речовин у процесах вовноутворення. — Львів: “Афіша”, 2002. — 184 с.
6. Anderson R. A., Polonsky M. M., Bryden N. A. Stability and absorption of chromium and absorption of chromium histidinate complexes by humans // Biol. Trace Elem. Res. — 2004. — Vol. 101. №3. — P. 211 – 218.
4. Сологуб Л. І., Антоняк Г. Л., Бабич Н. О. Хром в організмі людини і тварин. Біохімічні, імунологічні та екологічні аспекти. — Львів: ЄвроСвіт, 2007. — 128 с.
7. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: Справочное пособие / А. П. Калашников, Н. И. Клейменов, В. Н. Баканов и др. — М.: Агропромиздат, 1985. — 352 с.

Summary

M. M. Khomyn, R. S. Fedoruk, S. Y. Kropyvka
Institute of biology of animals NAAN, Lviv, Ukraine

THE IMPACT OF CHROMIUM NANOACQUACITRATE AND CHROMIUM CHLORIDE ON THE ANTIOXIDANT SYSTEM OF COW'S ORGANISM AND BIOLOGICAL VALUE OF THEIR MILK

The data about the impact of chromium chloride and chromium nanoaquacitrate supplement on antioxidant status of cow's organism for 2 month and 4 month after calving have been presented. It was sound addition of chromium chloride and chromium nanoaquacitrate (0.1 mg Cr/kg/day and 2.7 mcg Cr/kg/day respectively to the diet of II and III experimental groups contributes to a higher content of reduced glutathione, retinol and α -tokoferol in their blood. It was shown increasing of activity of catalase, superoxide dismutase in the blood of cows of experimental groups, indicating the activating effect of chromium on the functioning of antioxidant system of animals. Chromium supplements stimulate the mammary gland secretion which causes the rising of milk production and their milk fat content.

Key words: cows, blood, chromium chloride, chromium nanoaquacitrate, antioxidant system, the quality of milk

Рецензент – д.с.-г.н., проф. Цісарик О.Й.