

УДК 546.76:636.4

ОСОБЛИВОСТІ АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ ТА ЛІПІДНОГО ОБМІНУ В ОРГАНІЗМІ СВИНОМАТОК І ПОРОСЯТ ЗА ДІЇ ХРОМ ЦИТРАТУ

Р. Я. Іскра, В. В. Влізло
iskra_r@ukr.net

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

Досліджували активність ензимів антиоксидантної системи, вміст відновленого глутатіону, вітаміну Е та ліпідів у крові свиноматок і поросят за умови додавання до раціону хром цитрату в кількостях 20 і 100 мкг Cr (III)/кг комбікорму. Спектрофотометричними та хроматографічними методами досліджень було встановлено, що за дії хром цитрату, в кількості 100 мкг Cr (III)/кг корму, у свиноматок на 5-ту добу після родів підвищувалася супероксиддисмутаза, каталаза, глутатіонпероксидаза та глутатіонредуктазна активність лізату еритроцитів, але знижувався вміст триацилгліцеролів та холестеролу. У поросят 20-добового віку дія хром цитрату, в кількості 20 мкг Cr (III)/кг корму, призводила до підвищення супероксиддисмутази та

глутатіонредуктазної активності лізату еритроцитів і вмісту вітаміну Е у плазмі їх крові, а в кількості 100 мкг Cr (III)/кг корму — підвищення вмісту відновленого глутатіону, глутатіонпероксидази та глутатіонредуктази активності лізату еритроцитів. Отримані результати свідчать про позитивний вплив хром цитрату у досліджуваних кількостях на систему антиоксидантного захисту в організмі свиноматок і новонароджених поросят. Зниження вмісту триацилгліцеролів та холестеролу в крові свиноматок другої дослідної групи свідчить про коригуючий вплив Cr (III) на метаболізм ліпідів у перші доби після родів.

Ключові слова: СВИНОМАТКА, ПОРОСЯ, ХРОМ ЦИТРАТ, АНТИОКСИДАНТНА СИСТЕМА, ЛІПІДИ

THE PECULIARITIES OF ANTIOXIDANT DEFENSE AND LIPID METABOLISM IN THE ORGANISM OF SOWS AND PIGS UNDER CHROMIUM CITRATE ACTION

R. Ja. Iskra, V. V. Vlizlo
iskra_r@ukr.net

Institute of animal biology NAAS, Lviv, 79034, V. Stusa str. 38

The activity of antioxidant enzymes system, the content of reduced glutathione, vitamin E and lipids in the blood of sows and piglets if added to their diet at doses of chromium citrate 20 and 100 μ g Cr (III)/kg feed were studied. Spectrophotometric and chromatographic methods of research shown that for actions chromium citrate, in the amount of 100 mg Cr (III)/kg feed in sows on the 5-th day after farrowing increased superoxide dismutase, catalase, glutathione peroxidase and glutathione reductase activity of erythrocyte lysate, but declined content of triacylglycerols and cholesterol. In pigs 20 days old action chromium citrate, in the amount of 20 mg Cr (III)/kg of feed, led to an increase in superoxide dismutase and glutathione reductase

activity of erythrocyte lysate and content of vitamin E in their blood plasma, and in the amount of 100 mg Cr (III)/kg of feed — increasing the content of reduced glutathione, glutathione peroxidase and glutathione reductase activity of erythrocyte lysate. These results suggest a positive effect in chromium citrate investigated quantities in antioxidant system in the body sows and newborn piglets. Reduction of triacylglycerols and cholesterol in the blood of sows second experimental group suggests corrective influence of Cr (III) on lipid metabolism in the first days after birth.

Keywords: SOW, PIG, CHROMIUM CITRATE, ANTIOXIDANT SYSTEM, LIPIDS

ОСОБЕННОСТИ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ И ЛИПИДНОГО ОБМЕНА В ОРГАНИЗМЕ СВИНОМАТОК И ПОРОСЯТ ПРИ ДЕЙСТВИИ ЦИТРАТА ХРОМА

Р. Я. Искра, В. В. Влизло
iskra_r@ukr.net

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

Исследовали активность ферментов антиоксидантной системы, содержание восстановленного глутатиона, витамина Е и липидов в крови свиноматок и поросят при условии добавления к рациону цитрата хрома в дозах 20 и 100 мкг Cr (III)/кг комбикорма. Спектрофотометрическими и хроматографическими методами исследований было установлено, что при действии цитрата хрома, в количестве 100 мкг Cr (III)/кг корма, у свиноматок на 5-е сутки после родов повышалась супероксиддисмутазная, каталазная, глутатионпероксидазная и глутатионредуктазная активность лизата эритроцитов, но снижалось содержание триациглицеролов и холестерина. У поросят 20-суточного возраста действие цитрата хрома, в количестве 20 мкг Cr (III)/кг корма, приводило к повышению супероксиддисмутазной и глутатионредуктазной активности лизата эритроцитов и содержанию витамина Е в плазме их крови, а в количестве 100 мкг Cr (III)/кг корма — повышению содержания восстановленного глутатиона, глутатионпероксидазной и глутатионредуктазной активности лизата эритроцитов. Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии цитрата хрома в исследуемых количествах на систему антиоксидантной защиты в организме свиноматок и новорожденных поросят. Снижение содержания триациглицеролов и холестерина в крови свиноматок второй опытной группы свидетельствует о корректирующем воздействии Cr (III) на метаболизм липидов в первые сутки после родов.

Ключевые слова: СВИНОМАТКА, ПОРОСЕНОК, ЦИТРАТ ХРОМА, АНТИОКСИДАНТНАЯ СИСТЕМА, ЛИПИДЫ

Хром (III) має важливе значення для життєдіяльності організму людини і тварин, бере участь у регуляції

вуглеводного, протеїнового та ліпідного обміну [1–3]. За недостатнього надходження Cr (III) в організмі виникають метаболічні порушення, симптоми яких подібні до тих, що спостерігаються при діабеті та серцево-судинних хворобах [4]. Cr (III) відіграє важливу роль в підтримці нормального рівня глюкози в крові, зниження рівня холестеролу та триацилгліцеролів у плазмі, інгібуванні розвитку оксидативного стресу та секреції запальних цитокінів [5]. Дослідженнями з'ясовано, що хром хлорид проявляє антиоксидантні властивості, зменшуючи при цьому секрецію фактора некрозу пухлини- α , окиснювальний стрес і пероксидне окиснення ліпідів за високого рівня глюкози і H_2O_2 в культурах моноцитів клітин U937 [6]. Крім цього, позитивний антиоксидантний ефект Cr (III) був встановлений у людей з цукровим діабетом 2-го типу [7]. Антиоксидантна дія Cr (III) зумовлена його здатністю взаємодіяти з пероксидами ліпідів, зменшуючи при цьому рівень пероксидного окиснення [1, 3].

У тваринництві на сьогодні перспективним є використання Cr (III) у вигляді цитратів, оскільки це найзручніша для засвоєння організмом форма мікроелементів. Цитрати є добрими провідниками елементів у клітину та життєво необхідними проміжними субстратами циклу трикарбонових кислот. Використання Cr (III) у вигляді цитрату є приблизно в 10 разів ефективнішим порівняно з неорганічними сполуками, засвоєння в організмі яких становить лише 0,4 і 2,0 % [1]. Проте даних про вплив хром цитрату на ензими антиоксидантної системи та вміст ліпідів у крові тварин в науковій літературі не виявлено.

Метою дослідження було вивчити вплив хром цитрату, при додаванні його до раціону свиноматок у дозах 20 і 100 мкг Cr (III)/кг комбікорму, на стан антиоксидантної системи та ліпідного обміну в їх організмі та новонароджених поросят.

Матеріали і методи

Дослід проводили на свиноматках великої білої породи та народжених від них поросятах. Для цього сформували три групи вагітних свиноматок — контрольну та дві дослідні, по 3 тварини в кожній. Свиноматкам дослідних груп за 10–15 діб до родів та протягом 20 діб після них до кормів додавали хром цитрат у кількостях 20 мкг Cr (III)/кг комбікорму (перша дослідна група) і 100 мкг Cr (III)/кг (друга дослідна група). Свиноматкам контрольної групи згодовували комбікорм без добавки Cr (III). Матеріалом для дослідження була кров свиноматок, відібрана за 10–15 діб до та на 5- і 20-ту доби після родів, а також поросят 5- і 20-добового віку.

У крові визначали супероксиддисмутазну активність (СОД; КФ 1.1.15.1.) за методикою описаною Є. Є. Дубініною [8]. До 0,2 мл лізату еритроцитів додавали 0,5 мл етанолу і 0,3 мл хлороформу, інтенсивно перемішували та центрифугували протягом 15 хв при 7000 об/хв. Далі до 0,1 мл надосадової рідини додавали 0,1 мл 1 мкМ ЕДТА («Reanal», Угорщина), 0,1 мл 1 % желатину («Макрохім», Україна), 0,1 мл 1,8 мкМ розчину феназинметасульфату («Acros Organics», Бельгія), 0,1 мл 0,4 мкМ нітротетразолію синього («Acros Organics», Бельгія) і 0,1 мл 1,0 мМ НАДН («Acros Organics», Бельгія). Загальний об'єм суміші доводили 0,15 М фосфатним буфером (pH 7,8) до 3,0 мл та інкубували при кімнатній температурі у темному місці впродовж 30 хв, після чого вимірювали абсорбцію при $\lambda = 540$ нм. У контрольний зразок замість гомогенату тканини вносили дистильовану воду. Активність СОД виражали в умовних одиницях, із розрахунку на 1 мг протеїну.

Глутатіонпероксидазну активність (ГП; КФ 1.11.1.9) визначали за швидкістю окиснення відновленого глутатіону (ВГ) до і після інкубації з гідропероксидом третинного бутилу (ГТБ) за допомогою кольорової реакції з 5,5-дитіобіс-2-нітробензойною кислотою (ДТНБК), внаслідок якої утворюється забарвлений продукт — тіонітрофенільний аніон [9]. Кількість останнього прямо пропорційна кількості SH-груп, що прореагували з ДТНБК. 0,2 мл лізату еритроцитів інкубували на водяній бані при 37 °C протягом 10 хв з 0,85 мл 4,8 мМ розчину ВГ («Acros Organics», Бельгія), який готували в 0,1 М трис-НСІ буфері (pH 8,5), що містив 6 мМ ЕДТА («Хімлаборреактив», Україна) і 12 мМ азиду натрію («Хімлаборреактив», Україна). Потім додавали 0,05 мл 20 мМ ГТБ («Хімлаборреактив», Україна) і ще раз інкубували протягом 5 хв. Реакцію зупиняли додаванням 0,4 мл 10 % розчину трихлороцтової кислоти (ТХО), після чого осад центрифугували при 7000 об/хв протягом 10 хв. Далі до 0,1 мл надосадової рідини додавали 5 мл 0,1 М трис-НСІ буфера (pH 8,5), 0,1 мл реактиву Елмана (0,01 М розчин ДТНБК («Acros Organics», Бельгія) на метанолі), перемішували і через 5 хв вимірювали абсорбцію зразка при $\lambda = 412$ нм. Активність ензиму виражали в мкМоль ВГ/хв на 1 мг протеїну.

Каталазну активність (КТ; КФ 1.11.1.6) визначали як описано М. А. Корольок [10]. Реакцію ініціювали додаванням 2 мл пероксиду гідрогену до 0,1 мл лізату клітин. У контрольну пробу замість лізату еритроцитів вносили 0,1 мл дистильованої води. Реакцію зупиняли через 10 хв додаванням 1,0 мл 4 % молібдату амонію («Хімлаборреактив», Україна). Інтенсивність забарвлення вимірювали при $\lambda = 410$ нм проти контрольного зразка, в який замість пероксиду гідрогену додавали 2,0 мл дистильованої води. Активність ензиму виражали в мкМоль H_2O_2 /хв на 1 мг протеїну, використовуючи коефіцієнт

молярного поглинання, який дорівнює $22,2 \times 103 \text{ mM}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$.

Глутатіонредуктазну активність (ГР; КФ 1.6.4.2) визначали в реакційній суміші, яка містила 2,5 мл фосфатного буфера (0,15 М фосфатний буфер, рН 7,4, «Хімлаборреактив», Україна), 0,2 мл окисненого глутатіону (7,5 мМ, «Acros Organics», Бельгія), 0,1 мл гомогенату тканин (лізату еритроцитів), 0,1 мл НАДФН (1,2 мМ, «Acros Organics», Бельгія). Активність ензиму визначали спектрофотометрично за зниженням вмісту НАДФН при 37 °С протягом 1 хв при $\lambda = 340 \text{ нм}$. Активність ГР виражали в мкмоль НАДФН/хв на 1 мг протеїну [11].

З метою визначення вмісту відновленого глутатіону (ВГ) до 1 мл лізату клітин перед центрифугуванням додавали 1,5 мл 0,01 М НСООН («Хімлаборреактив», Україна) та відстоювали на льоду. До 0,5 мл надосадової рідини додавали 2 мл 0,1 М фосфатного буфера («Хімлаборреактив», Україна). Після витримування проби 5 хв при кімнатній температурі реакцію ініціювали додаванням 100 мкл ортофталевого альдегіду («Acros Organics», Бельгія). Абсорбцію проб вимірювали при $\lambda = 420 \text{ нм}$ на спектрофотометрі [12].

Вміст вітаміну Е у крові тварин визначали за допомогою високоефективної рідинної хроматографії на хроматографі «Міліхром-4» («Научприбор», Росія) [11]. Для цього у пробірці вносили по 0,5 мл плазми і таку ж кількість 1 н розчину КОН з метою омилення цієї суміші на водяній бані при 60 °С протягом 60 хв під струменем азоту. Після цього проби охолоджували і екстрагували три рази, додаючи 1 мл гексану («Макрохім», Україна) в кожну пробу. До одержаного екстракту додавали 1,5 мл дистильованої води і відстоювали 1 год для розшарування фаз. З верхньої гексанової фази відбирали 2 мл екстракту і висушували на водяній бані при 40 °С до сухого залишку. Для проведення хроматографічного аналізу у пробірці з сухим залишком наливали 1 мл гексану. Цей гексановий розчин використовували для подальшого

визначення вітаміну Е на «Міліхромі-4». Вміст вітаміну оцінювали прямо пропорційно площі піку з максимумом поглинання при $\lambda = 292 \text{ нм}$. Концентрацію вітаміну Е визначали за калібрувальним графіком і виражали в мМоль на л.

Визначення концентрації холестеролу та триацилгліцеролів у плазмі крові проводили за допомогою стандартних наборів, виготовлених фірмою «LACHEMA» (Чехія) на біохімічному аналізаторі «Humalizer-2000». Холестерол і триацилгліцероли визначали після їх ензимного гідролізу ліпазами за кількістю хіноніміну, який утворюється з 4-аміноантипірину, 4-хлорфенолу та пероксиду гідрогену за впливу пероксидази.

Одержані цифрові дані обробляли статистично за допомогою комп'ютерної програми варіаційної статистики з використанням t-критерію Стюдента.

Результати й обговорення

На основі отриманих даних було встановлено зростання СОД активності в еритроцитах крові свиноматок другої дослідної групи на 5-ту добу після родів на 41,9 % ($p < 0,05$) і 20-добових поросят першої дослідної групи на 25,5 % ($p < 0,05$; табл. 1).

При визначенні КТ активності встановлено, що на 5-ту добу після родів вона була вищою на 95,5 % ($p < 0,05$) в еритроцитах крові свиноматок другої дослідної групи, порівняно до контрольної. Разом з цим, у крові поросят дослідних груп, порівняно до контрольної, вірогідної різниці активності ензиму не встановлено.

Важливу роль у реалізації антирадикального та антипероксидного захисту клітин відіграє глутатіонова система [13]. Узгоджена дія всіх її компонентів сприяє встановленню оптимального рівня пероксидних сполук і збереженню антиоксидантного гомеостазу. Встановлено зростання вмісту ВГ у крові 20-добових поросят другої дослідної групи на 34,6 % ($p < 0,05$). Роль ВГ в еритроцитах полягає у формуванні основного

низькомолекулярного антиоксидантного потенціалу, що дає змогу протистояти гемоглобін-ензимозалежній генерації активних форм Оксигену.

ГП активність лізату еритроцитів у крові свиноматок першої та другої дослідних груп на 5-ту добу після родів вища на 38,2 % ($p < 0,05$) та 107,4 % ($p < 0,05$) порівняно з контролем. У поросят другої дослідної групи на 20-ту добу життя активність досліджуваного ензиму є вища на 50,3 % ($p < 0,05$). Проте необхідно відзначити, що активація ензиму можлива лише за умови підтримання ГР достатньо високого рівня внутрішньоклітинного ВГ.

З'ясовано, що ГР активність лізату еритроцитів крові свиноматок другої дослідної групи на 5-ту добу після родів збільшується на 44,1 % ($p < 0,05$) порівняно з контролем. У крові поросят першої та другої дослідних груп на 20-ту добу життя ГР активність також зростала на 45,9 % ($p < 0,05$). Варто вказати, що функціонування ланок антиоксидантної системи залежить від НАДФН, які синтезуються в пентозофосфатному шунті, забезпечують підтримання глутатіону у відновленому стані і, таким чином, впливають на функціонування глутатінового редокс-циклу.

Таблиця 1

Показники антиоксидантної системи в крові свиноматок і поросят за дії хром цитрату ($M \pm m$)

Група тварин	Свиноматки, n=3			Поросята, n=9	
	15 діб до родів	5 доба після родів	20 доба після родів	5-добові	20-добові
<i>Супероксиддисмутазна активність, ум. од /мг протеїну</i>					
Контрольна	0,30±0,03	0,31±0,02	0,47±0,04	0,36±0,03	0,47±0,04
Дослідна-I	0,36±0,04	0,28±0,02	0,48±0,03	0,33±0,02	0,59±0,03*
Дослідна-II	0,31±0,02	0,44±0,04*	0,39±0,03	0,36±0,03	0,43±0,05
<i>Каталазна активність, мкМоль/хв × мг протеїну</i>					
Контрольна	2,71±0,23	2,91±0,50	2,83±0,30	2,45±0,24	4,31±0,60
Дослідна-I	2,65±0,92	3,16±0,08	2,23±0,22	2,71±0,37	4,07±0,19
Дослідна-II	1,92±0,38	5,69±0,44*	3,28±0,59	2,37±0,33	4,76±0,70
<i>Глутатіонпероксидазна активність, мкМоль/хв × мг протеїну</i>					
Контрольна	8,37±1,64	8,08±0,82	7,81±1,41	9,90±1,17	12,46±1,51
Дослідна-I	9,32±1,28	11,17±0,73*	7,72±0,67	8,42±0,42	12,34±0,97
Дослідна-II	8,42±1,25	16,76±1,83*	10,94±1,15	7,24±1,04	18,73±1,84*
<i>Глутатіонредуктазна активність, мкМоль/хв × мг протеїну</i>					
Контрольна	0,46±0,02	0,34±0,02	0,49±0,09	0,41±0,06	0,37±0,04
Дослідна-I	0,45±0,03	0,36±0,06	0,36±0,05	0,49±0,08	0,54±0,06*
Дослідна-II	0,39±0,04	0,49±0,03*	0,47±0,03	0,28±0,05	0,54±0,04**
<i>Відновлений глутатіон, мкМоль/л</i>					
Контрольна	0,057±0,003	0,020±0,002	0,033±0,006	0,064±0,005	0,107±0,012
Дослідна-I	0,055±0,018	0,026±0,002	0,035±0,002	0,052±0,005	0,114±0,015
Дослідна-II	0,065±0,009	0,017±0,002	0,037±0,006	0,062±0,004	0,144±0,012*
<i>Вітамін E, мМоль/л</i>					
Контрольна	5,37±0,22	2,64±0,43	4,06±0,39	2,13±0,16	2,46±0,20
Дослідна-I	5,06±0,31	2,68±0,65	4,37±0,50	2,50±0,15	4,36±0,49**
Дослідна-II	5,07±0,56	2,29±0,32	4,19±0,33	2,38±0,10	2,61±0,20

Примітка: вірогідність різниць показників дослідних груп порівняно до контролю * — $p < 0,05$;

** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$

Збільшення активності антиоксидантних ензимів в еритроцитах тварин за дії Cr (III), очевидно, може бути зумовлено його здатністю здійснювати регуляторний вплив на експресію генів антиоксидантних ензимів в еритроїдних клітинах кісткового мозку [1]. Крім цього, ензиматична активність може змінюватися

шляхом впливу Cr (III) на рівень і фізіологічну доступність інших мікроелементів, які є кофакторами цих ензимів.

У дослідженнях не було встановлено вірогідних різниць активності антиоксидантних ензимів між тваринами контрольної та обох дослідних груп у крові

поросят на 5-ту добу життя, що, можливо, зумовлюється недостатнім надходженням Cr (III) з молоком матері та відсутністю змін у кількості субстратів антиоксидантних реакцій в цей віковий період.

На основі отриманих даних було встановлено, що вміст вітаміну Е у плазмі крові свиноматок за дії хром цитрату вірогідно не змінювався (табл. 1). Однак, у поросят першої дослідної групи він зростає на 77,2 % ($p < 0,01$) на 20-ту добу життя. Дослідженнями інших авторів було показано, що Cr (III) разом з вітаміном Е здійснюють захист від окиснювальних

пошкоджень, пов'язаних з впливом чотирехлористого Карбону у щурів [14], а також зменшують пероксидне окиснення ліпідів в ізолюваних гепатоцитах щурів [15].

За умови згодовування свиноматкам хром цитрату в кількості 100 мкг Cr (III)/кг корму на 5-ту добу після родів у їх крові спостерігалось зниження вмісту триацилгліцеролів на 32,0 % ($p < 0,05$) та холестеролу на 9,6 % ($p < 0,05$). На 20-ту добу після родів у свиноматок спостерігалась лише тенденція до зниження їх рівнів у крові тварин дослідних груп (табл. 2).

Таблиця 2

Показники ліпідного обміну в плазмі крові свиноматок і поросят за дії хром цитрату ($M \pm m$)

Група тварин	Свиноматки, n=3			Поросята, n=9	
	15 днів до родів	5 доба після родів	20 доба після родів	5-добові	20-добові
<i>Триацилгліцероли, мМоль/л</i>					
Контрольна	0,48±0,08	0,50±0,04	0,44±0,08	1,22±0,14	0,86±0,09
Дослідна-I	0,52±0,10	0,40±0,03	0,49±0,06	0,92±0,16	0,84±0,08
Дослідна-II	0,49±0,07	0,34±0,04*	0,34±0,04	1,21±0,16	0,85±0,10
<i>Холестерол, мМоль/л</i>					
Контрольна	1,94±0,19	3,24±0,08	2,16±0,44	3,61±0,29	4,19±0,37
Дослідна-I	1,48±0,25	2,94±0,13	1,89±0,16	3,49±0,42	4,64±0,56
Дослідна-II	1,86±0,17	2,93±0,07*	1,80±0,11	3,66±0,34	4,27±0,86

Примітка: вірогідність різниць показників дослідних груп порівняно до контролю * — $p < 0,05$;

** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$

Ці дані становлять інтерес у зв'язку з тим, що в курей-несучок, яким згодовували раціон з добавкою Cr (III), вміст триацилгліцеролів і холестеролу в плазмі крові також зменшувався [16]. Очевидно, Cr (III) шляхом регуляції специфічних протеїнів SREPs, які належать до ліпогенних транскрипційних факторів, впливає на синтез досліджуваних ліпідів [17].

У плазмі крові поросят, народжених від свиноматок, яким згодовували хром цитрат, не було виявлено вірогідних змін вмісту триацилгліцеролів і холестеролу. Очевидно, Cr (III), який надходить з молоком свиноматки, не впливає на вміст ліпідів у крові новонароджених поросят.

Таким чином, результати проведених досліджень свідчать, що добавки хром цитрату до раціону свиноматок призводять до зниження вмісту ліпідів у їх крові в перші доби після родів на тлі послаблення процесів пероксидації та, ймовірного, посилення дії інсуліну, що супроводжується підвищенням активності

антиоксидантної системи в їх організмі. У той час, як у новонароджених поросят за впливу Cr (III), який надходить з молоком свиноматок, зростання активності антиоксидантної системи відбувається лише на 20-ту добу життя.

Висновки

1. За умови додаткового внесення до комбікорму свиноматок хром цитрату, в кількості 100 мкг Cr (III)/кг корму, на 5-ту добу після родів підвищується супероксиддисмутаза ($p < 0,05$), каталаза ($p < 0,05$), глутатіонпероксидаза ($p < 0,05$) і глутатіонредуктаза ($p < 0,05$) активність лізату еритроцитів їх крові, що свідчить про стимулюючий вплив застосованої кількості сполуки Cr (III) на систему антиоксидантного захисту їх організму у період їх вагітності та лактації.

2. У поросят 20-добового віку дія Cr (III), в кількості 20 мкг Cr (III)/кг корму свиноматки, супроводжується підвищенням

супероксиддисмутази (p<0,05) та глутатіонредуктази (p<0,05) активності лізату еритроцитів і вмісту вітаміну Е (p<0,01) у плазмі їх крові, а в кількості 100 мкг Cr (III)/кг корму — підвищенням вмісту відновленого глутатіону (p<0,05), глутатіонпероксидази (p<0,05) та глутатіонредуктази (p<0,01) активності лізату еритроцитів, що свідчить про стимулюючий метаболічний ефект сполуки Cr (III) у досліджуваних кількостях на стан антиоксидантної системи поросят.

3. За дії хром цитрату, в кількості 100 мкг Cr (III)/кг корму, в крові свиноматок на 5-ту добу після родів знижується вміст триацигліцеролів (p<0,05) та холестеролу (p<0,05), що свідчить про коригуючий вплив Cr (III) на метаболізм ліпідів у перші доби після родів.

Перспективи подальших досліджень. У перспективі планується розробити способи корекції інсулінорезистентності в свиноматок у період вагітності.

1. Vincent J. B. The Nutritional Biochemistry of Chromium (III). Department of Chemistry The University of Alabama Tuscaloosa, USA, 2007. 277 p.

2. Iskra R. Ya., Vlizlo V. V. Biologichna rol khromu v orhanizmi tvaryn [Biological role of chromium in animals]. *Biologhiia tvaryn — The Animal Biology*, 2011, vol.13, no.1–2, pp. 31–47 (in Ukrainian).

3. Pechova A., Pavlata L. Chromium as an essential nutrient: a review. *Veterinarni Medicina*, 2007, vol. 52, no.1, pp. 1–18.

4. Cefalu W. T., Hu F. B. Role of Chromium in Human Health and in Diabetes. *Diabetes Care*. 2004, vol. 27, no.11, pp. 2741–2751.

5. Jain S. K., Rains J. L., Croad J. L. High glucose and ketosis (acetoacetate) increases, and chromium niacinate decreases, IL-6, IL-8, and MCP-1 secretion and oxidative stress in U937 Monocytes. *Antioxid Redox Signal*, 2007, vol. 9, pp. 1581–1590.

6. Jain S. K., Kannan K. Chromium Chloride Inhibits Oxidative Stress and TNF- α Secretion Caused by Exposure to High Glucose in Cultured U937 Monocytes. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 2001, vol. 289, pp. 687–691.

7. Anderson R. A., Roussel A. M., Zouari N., Mahjoub S. Potential antioxidant effects of zinc and chromium supplementation in people with type

2 diabetes mellitus. *Journal of the American College of Nutrition*, 2001, vol. 20, no. 3, pp. 212–218.

8. Dubinina Ye. Ye., Salnikova L. A., Yefimova L. F. Aktivnost i izofermentnyy spektr superoksiddismutazy eritrotsitov i plazmy krovi cheloveka [Activity and superoxide dismutase isozyme spectrum of red blood cells and plasma of human blood]. *Lab. Delo — Laboratory work*, 1983, no. 10, pp.30–33 (in Russian).

9. Moin V. M. Prostoy i spetsificheskiy metod opredeleniya aktivnosti glutationperoksidazy v eritrotsitakh [A simple and specific method for determining the activity of glutathione peroxidase in erythrocyte]. *Lab. Delo — Laboratory work*, 1986, no. 12, pp. 724–727 (In Russian).

10. Korolyuk M. A., Ivanova L. I., Mayorova I. G., Tokarev V. Ye. Metod opredeleniya aktivnosti katalazy [The method for determining the activity of catalase]. *Lab. Delo — Laboratory work*, 1988, no. 1, pp. 16–18 (in Russian).

11. Laboratorni metody doslidzhen' u biolohiyi, tvarynnystvi ta veterinarniy medytsyni: dovidnyk [Laboratory methods for research in biology, veterinary medicine: a guide]. Edited by Vlizlo V. V. Lviv: VMS, 2012. 764 p. (In Ukrainian).

12. Hissin P. J., Hilf R. A. A fluorometric method for determination of oxidized and reduced glutathione in tissues. *Analytical Biochem*, 1976, vol.74, pp. 214–226.

13. Honchar O. O., Mankovska I. M. Adaptatsiya hlutationovoyi systemy sertsya shchuriv do diyi hostroho stresu pid vplyvom riznykh rezhymiv hipoksychnykh trenuvan [Adapting the glutathione system of rat hearts to action acute stress under various modes of hypoxic training]. *Ukr. biokhim. zhurn. — Ukrainian Biochemical Journal*, 2007, vol. 79, no. 3, pp.79–85 (in Ukrainian).

14. Tezuka M. Chromium (III) decreases carbon tetrachloride originated trichloromethyl radical in mice. *J. Inorg. Biochem*, 1991, vol. 44, pp. 261–265.

15. Preuss H. G. The insulin system: influence of antioxidants. *J. Am. Coll. Nutr*, 1998, vol. 17, pp.101–102.

16. Sahin K., Onderci M., Sahin N., Aydin S. Effect of dietary chromium picolinate and ascorbic acid supplementation on egg production, egg quality and some serum metabolites of laying hens reared under a low ambient temperature (6 °C). *Arch. Tierernahr*, 2002, vol. 56, no.1, pp. 41–49.

17. Peter J. Espenshade SREBPs: sterolregulated transcription factors. *Journal of Cell Science*, 2006, vol.119, pp.973–976.

Стаття надійшла до друку 29.04.2013 р.