

УДК: 636.92.591.133.16

## ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ КРОВІ ТА ЯКІСТЬ СПЕРМИ КРОЛІВ-ПЛІДНИКІВ ЗА УМОВ ВИПОЮВАННЯ СПОЛУК СІРКИ І ХРОМУ

Я. В. Лесик, Р. С. Федорук, С. Й. Кропивка, О. П. Долайчук  
yaroslav\_lesyk@inenbiol.com.ua

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

Досліджували вплив випоювання сульфату натрію, хлориду і цитрату хрому на фізіолого-біохімічні показники крові та якість сперми кролів-плідників. Визначали морфологічну та біохімічну характеристики клітин крові, вміст у ній глікопротеїнів та окремих моноцукрів їхніх вуглеводних компонентів, продуктів перекисного окиснення ліпідів і активність ензимів антиоксидантного захисту та якісні показники сперми кролів. Дослідження проведені на кролях-плідниках, розділених на три групи, з яких контрольна група отримувала збалансований гранульований комбікорм і воду без обмеження. Тваринам I дослідної групи додатково до стандартного раціону випоювали сульфат натрію з розрахунку 400 мг/кг маси тіла або 0,05 г S/кг маси тіла та хлорид хрому у вигляді  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , в кількості 7 мкг Cr/кг маси тіла, II дослідної, крім сульфату натрію з розрахунку 400 мг/кг маси тіла, випоювали цитрат хрому у кількості 3 мкг Cr/кг маси тіла, отриманого з використанням нанотехнології. Дослідженнями встановлено, що випоювання кролям-плідникам добавок сульфату натрію, хлориду і цитрату хрому впродовж 73 діб позначилося вірогідно вищою кількістю лейкоцитів та еритроцитів і концентрації гемоглобіну в крові тварин дослідних груп. Випоювання самцям кролів мінеральної та органічної сполук хрому посилювало імунологічну реактивність їхнього організму з підвищенням у крові рівня гексоз, зв'язаних з білками, сероглікоїдів, гаптоглобіну, фукози, церулоплазміну та сіалових кислот, проте більше виражений біологічний вплив з вірогідними різницями встановлено для I дослідної групи, тварини якої отримували хлорид хрому. Застосування сполук сірки і хрому сприяло вірогідному зменшенню в їхній крові вмісту продуктів перекисного окиснення ліпідів і підвищенню активності ензимів антиоксидантного захисту порівняно з контролем. Випоювання кролям-плідникам дослідних груп впродовж 73 діб сульфату натрію та мінеральної й органічної сполук хрому позначилося покращенням якості їхньої сперми з підвищенням рухливості сперміїв на 3,0 і 5,0 % порівняно з контрольною групою.

**Ключові слова:** КРОЛІ, ХРОМ, СІРКА, ГЛІКОПРОТЕЇНИ, ПРОДУКТИ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСНЕННЯ ЛІПІДІВ, ЯКІСТЬ СПЕРМИ

## PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF BLOOD AND SEMEN QUALITY OF RABBITS, WATERING SULFUR AND CHROMIUM COMPOUNDS

Ya. V. Lesyk, R. S. Fedoryk, S. J. Kropyvka, O. P. Dolaychuk  
yaroslav\_lesyk@inenbiol.com.ua

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

We investigated the effect of watering sulfate, sodium chloride and citrate Chrome on physiological and biochemical parameters of blood and semen quality of rabbits-sires. We determined the morphological and biochemical characteristics of blood cells, the contents of individual monosaccharides of glycoprotein's and their carbohydrate components of lipid peroxidation and activity of antioxidant defense enzymes and qualitative characteristics of semen of rabbits. Research conducted on males sire rabbits divided into three groups. Control group received a balanced granular feed and water without restriction. Research and in addition to the standard diet consumed sodium sulfate at the rate of 400 mg/kg body, 0.05 g S/kg body weight and chromium as  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , in the amount of 7  $\mu\text{g}$  per kg body weight. The Study II additionally received sodium sulfate at the rate of 400 mg/kg body weight and Chromium citrate in an amount of 2–3  $\mu\text{g}$  Cr per kg of body weight produced using nanotechnology. Research has found that watering in the diet of rabbits, bulls additions of sodium sulfate, chloride and citrate Chrome for 73 days significantly affected higher number of white blood cells and red blood cells and hemoglobin concentration in the blood of animals of experimental

groups. Watering males rabbits mineral and organic chromium compounds increased the immunological reactivity of their body with an increase in blood levels of hexoses bound to proteins serohlykoids, haptoglobin, fucose, sialic acid and ceruloplasmin, but more pronounced biological effects of significant difference found for the experimental group and animals which received chromium chloride. The use of Sulfur and Chromium compounds contributed plausible reduction in their blood content of lipid peroxidation products and increased activity of antioxidant defense enzymes compared with control. Watering rabbits within 73 days of sodium sulfate and Chromium compounds reflected a positive effect on semen quality of rabbits, bulls research groups to improve its mobility by 3.0 and 5.0 % compared with the control group.

**Keywords:** RABBITS, CHROMIUM, SULFUR, GLYCOPROTEIN, LIPID PEROXIDATION PRODUCTS, SEMEN QUALITY

## **ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ И КАЧЕСТВО СПЕРМЫ КРОЛИКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПРИ ВЫПАИВАНИИ СОЕДИНЕНИЙ СЕРЫ И ХРОМА**

Я. В. Лесик, Р. С. Федорук, С. И. Кропивка, О. П. Долайчук  
yaroslav\_lesyk@inenbiol.com.ua

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

Исследовали влияние выпойки сульфата натрия, хлорида и цитрата хрома на физиолого-биохимические показатели крови и качество спермы кроликов-производителей. Определяли морфологическую и биохимическую характеристики клеток крови, содержание в ней гликопротеинов и отдельных моносахаров их углеводных компонентов, продуктов перекисного окисления липидов, активность ферментов антиоксидантной защиты и качественные показатели спермы кроликов. Исследования проведены на кроликах-производителях разделенных на три группы, из которых контрольная группа получала сбалансированный гранулированный комбикорм и воду без ограничений. Животным I опытной группы дополнительно к стандартному рациону выпаивали сульфат натрия из расчета 400 мг/кг массы тела или 0,05 г S/кг массы тела и хлорид хрома в виде  $CrCl_3 \cdot 6H_2O$ , в количестве 7 мкг Cr/кг массы тела, II опытной, кроме сульфата натрия из расчета 400 мг/кг массы тела выпаивали и цитрат хрома в количестве 3 мкг Cr/кг массы тела, полученного с использованием нанотехнологии. Исследованиями установлено, что выпаивание кроликам-производителям добавок сульфата натрия, хлорида и цитрата хрома в течение 73 суток сказалось достоверно высшим количеством лейкоцитов, эритроцитов и концентрации гемоглобина в крови животных опытных групп. Выпаивание самцам кроликов минерального и органического соединений Хрома усиливало иммунобиологическую реактивность их организма с повышением в крови уровня гексоз, связанных с белками, серогликоидов, гаптоглобина, фукозы, церулоплазмينا и сиаловых кислот, однако более выраженное биологическое влияние с достоверными различиями установлено для I опытной группы, животные которой получали в рационе хлорид хрома. Применение соединений Серы и Хрома способствовало достоверному уменьшению в их крови содержания продуктов перекисного окисления липидов и повышению активности ферментов антиоксидантной защиты по сравнению с контролем. Выпаивание кроликам в течение 73 суток сульфата натрия, минерального и органического соединений хрома сказалось улучшением качества спермы кроликов-производителей опытных групп с повышением подвижности сперматозоидов на 3,0 и 5,0 % по сравнению с контрольной группой.

**Ключевые слова:** КРОЛИКИ, ХРОМ, СЕРА, ГЛИКОПРОТЕИНЫ, ПРОДУКТЫ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ, КАЧЕСТВО СПЕРМЫ

Для забезпечення інтенсивного перебігу процесів відтворної функції і фізіологічного стану організму при балансуванні раціонів кролів-плідників необхідно враховувати їх підвищену потребу в мінеральних елементах [1].

Використання мікроелементів, як добавок до раціонів тварин, покращує засвоєння кормів в їхньому організмі, що супроводжується інтенсифікацією метаболічних процесів, підвищенням продуктивності та біологічної цінності

продукції [2]. Важливе значення у збільшенні біологічної доступності кормів належить есенціальним елементам, з яких у кролів важливими є Хром і Сірка [3, 4]. Результати досліджень свідчать, що Хром бере участь у регуляції метаболізму глюкози, посилює дію інсуліну [5]. Це зумовлено тим, що Хром у складі хромодуліну підвищує спорідненість рецепторів інсуліну до гормону і посилює його дію [6, 7]. Інсулін підвищує проникність мембран клітин для глюкози і посилює її метаболізм [8]. Підвищений рівень глюкози у крові призводить до збільшення продукції активних форм кисню, які утворюються в багатьох реакціях у мітохондріях, проявляючи деструктивний вплив на мембрани клітин [9]. Хром поряд з важливою роллю у регуляції обміну білків, ліпідів і вуглеводів є одним з есенціальних мікроелементів, що впливає на функціональну активність імунної системи організму тварин, в тому числі і кролів [10, 11]. Однак, результати досліджень є неоднозначні, оскільки ефекти залежать як від кількості мікроелемента, так і від форми його застосування. Крім цього, існують відмінності дії Хрому на обмін речовин організму самців та самок, що зумовлено різним гормональним фоном [12, 13].

Не менш важливою в організмі сільськогосподарських тварин є роль Сірки, проте її кількість у раціонах кролів фізіологічно недостатньо обґрунтована [4]. Відомо, що Сірка в організмі тварин знаходиться у складі КоА, окремих амінокислот, сульфатованих полісахаридів, сульфгідрильних груп ензимів, сірчаної кислоти у процесі утворення парних кон'югованих сполук з фенолами та іншими речовинами, які відіграють важливе значення в метаболічних процесах [14]. Однак, незначна кількість неорганічної Сірки, яка засвоюється організмом з корму, не завжди забезпечує потребу і фізіологічний рівень обміну речовин у кролів, особливо самців-плідників. Враховуючи наведене, метою наших досліджень було вивчити вплив комплексного застосування сульфату натрію, хлориду і цитрату хрому кролям-

плідникам впродовж 73 днів на морфологічні та біохімічні характеристики клітин крові, вміст глікопротеїнів, продуктів перекисного окиснення ліпідів, активність ензимів антиоксидантного захисту та якісні показники сперми.

### Матеріали і методи

Дослідження проведено на кролях-плідниках, віком 1–1,5 роки, масою тіла 5,5–6,0 кг породи сріблястий у кролівницькому господарстві с. Новосілки Буського р-ну Львівської обл. Для цього було сформовано три групи кролів-плідників: контрольна група — отримувала збалансований стандартний гранульований комбікорм (СГК) і воду без обмеження; дослідні: I — крім СГК, додатково, з водою, споживала сульфат натрію з розрахунку 400 мг/кг маси тіла (0,6 г S/кг маси тіла) та хлорид хрому ( $\text{CrCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$ ), в кількості 7 мкг Cr/кг маси тіла; II — крім СГК, з водою отримувала сульфат натрію (400 мг/кг маси тіла) і цитрат хрому у кількості 3 мкг Cr/кг маси тіла, виготовленого з використанням нанотехнології [15]. Тварин утримували в сітчастих одноярусних клітках у приміщеннях з регульованим мікрокліматом, що відповідав чинним ветеринарно-санітарним нормам. Тривалість дослідження 83 доби, у т. ч. підготовчий період — 10 днів, дослідний — 73 доби.

На 10 добу підготовчого і 73 добу дослідного періодів, відбирали зразки крові з крайової вушної вени самців кролів для біохімічних досліджень. У крові визначали: формені елементи за допомогою гематологічного автоматичного аналізатора — МУТНІС-18 (Німеччина), молекули середньої маси (МСМ), циркулюючі імунні комплекси (ЦК), гаптоглобін (Hr), активність каталази (КАТ), супероксиддисмутази (СОД) та глутатіонпероксидази (ГПО), вміст гідропероксидів ліпідів (ГПЛ), ТБК-активних продуктів, гексоз, зв'язаних з білками, фукози, сіалових кислот, церулоплазміну [16]. У вказані періоди також відбирали зразки сперми кролів за допомогою штучної вагіни для визначення і оцінювання якості та активності спермій за прийнятими у біології методами [18].

**Результати й обговорення**

Морфологічні та біохімічні характеристики клітин крові самців-плідників впродовж дослідження були в

межах фізіологічних величин для відповідного виду та віку тварин (табл. 1).

Таблиця 1

**Гематологічні показники кролів-плідників (M±m, n=5)**

Показники	Підготовчий період		
	контрольна	дослідна I	дослідна II
Кількість лейкоцитів, 10 <sup>9</sup> /л	11,78 ± 1,33	12,27 ± 0,86	10,60 ± 0,68
Кількість лімфоцитів, 10 <sup>9</sup> /л	2,6 ± 0,33	2,5 ± 0,25	2,5 ± 0,24
Кількість еритроцитів, 10 <sup>12</sup> /л	5,67 ± 0,38	6,25 ± 0,13	5,93 ± 0,33
Концентрація гемоглобіну, г/л	124,4 ± 7,82	134,0 ± 4,52	129,0 ± 6,78
Гематокрит, л/л	0,534 ± 0,033	0,566 ± 0,017	0,548 ± 0,026
<i>Дослідний період</i>			
Кількість лейкоцитів, 10 <sup>9</sup> /л	8,10 ± 0,50	12,66 ± 1,71*	10,18 ± 0,94*
Кількість лімфоцитів, 10 <sup>9</sup> /л	3,51 ± 0,17	3,90 ± 0,91	4,34 ± 0,31*
Кількість еритроцитів, 10 <sup>12</sup> /л	5,67 ± 0,27	6,47 ± 0,12*	6,92 ± 0,19**
Концентрація гемоглобіну, г/л	125,5 ± 4,57	139,2 ± 2,37*	139,6 ± 3,51*
Гематокрит, л/л	0,525 ± 0,024	0,566 ± 0,065	0,570 ± 0,010*

*Примітка:* у цій і наступних таблицях статистично вірогідні різниці стосовно до тварин контрольної групи: \* — p<0,05; \*\* — p<0,01; \*\*\* — p<0,001

У підготовчий період не виявлено вірогідних різниць між величинами значень досліджуваних показників крові кролів контрольної та дослідних груп. Тоді як застосування у раціоні кролів сульфату натрію та сполук хрому впродовж 73 діб дослідного періоду позначилося вірогідним збільшенням абсолютної кількості лейкоцитів у крові кролів I і II дослідних груп порівняно з контролем. Це може характеризувати позитивний вплив добавок на імунний захист організму від вірусів і бактерій [5]. У крові кролів II дослідної групи кількість лімфоцитів збільшувалася на 24,0 % (p<0,05) за тенденції до підвищення у I групі порівняно з контролем. Кількість еритроцитів та концентрація гемоглобіну в крові тварин I і II дослідних груп була відповідно вищою на 12,3 і 10,9 % (p<0,05) та 22,0 (p<0,05) і 11,2 % (p<0,05), порівняно з контролем. Збільшення кількості еритроцитів у крові тварин I і II груп корелювало з показником відношення загальної кількості еритроцитів до плазми — гематокритом, що був вірогідно вищим у тварин II групи порівняно з контрольною. Таким чином, за

дії сполук Хрому і Сірки підвищується клітинна і гуморальна ланки імунітету та гемопоезу. Характерно, що вплив цитрату хрому характеризувався більшою інтенсивністю на кількість і функціональну активність клітин як білої, так і червоної крові кролів.

Результати дослідження глікопротеїнів і моноцукрів їхніх вуглеводних компонентів (табл. 2) вказують на більше виражений вплив хлориду хрому на рівень цих сполук у крові кролів, ніж цитрату. Зокрема, вміст гексоз, зв'язаних з білками, сероглікоїдів, гаптоглобіну, фукози і церулоплазміну у крові кролів I дослідної групи були вірогідно вищими (p<0,05–p<0,01) за тенденції до збільшення її у тварин II дослідної групи порівняно з контрольною. Рівень сіалових кислот був вірогідно вищим у крові кролів I і II дослідних груп на 73 добу дослідження порівняно з контролем, що може вказувати на більше виражений вплив цитрату хрому на утворення N-нейрамінової кислоти, ніж інших глікопротеїнів [17].

**Вміст глікопротеїнів та моноцукрів їхніх вуглеводних компонентів у крові кролів (M±m, n=5)**

Показники	Група	Періоди дослідження	
		підготовчий	дослідний
Гексози, зв'язані з білками, г/л	К	1,49 ± 0,02	1,28 ± 0,03
	Д-I	1,49 ± 0,08	1,52 ± 0,08*
	Д-II	1,47 ± 0,06	1,32 ± 0,03
Сероглікоїди, г/л	К	0,22 ± 0,005	0,22 ± 0,003
	Д-I	0,29 ± 0,005	0,25 ± 0,004**
	Д-II	0,21 ± 0,007	0,23 ± 0,002
Гаптоглобін, г/л	К	1,69 ± 0,07	1,60 ± 0,07
	Д-I	1,67 ± 0,03	1,94 ± 0,07**
	Д-II	1,66 ± 0,03	1,78 ± 0,08
Сіалові кислоти, у.о.	К	105,6 ± 3,11	97,2 ± 1,66
	Д-I	106,2 ± 3,57	112,0 ± 3,52**
	Д-II	104,4 ± 3,88	105,8 ± 2,13 **
Фукоза, мг%	К	3,85 ± 0,07	3,94 ± 0,07
	Д-I	3,80 ± 0,07	4,51 ± 0,84**
	Д-II	3,83 ± 0,05	4,07 ± 0,60
Церулоплазмін, у.о.	К	327,6 ± 9,38	332,2 ± 11,47
	Д-I	336,8 ± 11,72	424,2 ± 15,32**
	Д-II	330,4 ± 8,72	341,0 ± 12,67

Вірогідно вищий вміст гексоз, зв'язаних з білками, сероглікоїдів, гаптоглобіну, церулоплазміну та фукози у крові кролів I дослідної групи, які споживали хлорид хрому і сульфат натрію, порівняно з контрольною групою, може вказувати на посилення метаболічних процесів в організмі кролів з активацією імунобіологічної та захисної функції, окисно-відновних реакцій і підвищенням його антиоксидантного захисту. У крові тварин II дослідної групи, яким випоювали додатково сульфат натрію і цитрат хрому, рівень цих показників не зазнавав вірогідних змін, проте виявляв аналогічну до I групи тенденцію до зростання порівняно з контролем. Отже, випоювання самцям кролів мінеральної та органічної сполук хрому посилює обмін глікопротеїнів з підвищенням у крові вмісту гексоз, зв'язаних з білками, сероглікоїдів, гаптоглобіну, сіалових кислот, церулоплазміну та фукози, проте більш виражений вплив з вірогідними різницями показників встановлено для I дослідної групи, тварини якої отримували хлорид хрому.

Встановлено, що випоювання кролям сульфату натрію та сполук хрому викликало зміни антиоксидантної активності їхньої крові. З наведених у таблиці 3 даних видно, що у крові тварин I і II дослідних груп відзначено тенденцію до зростання активності каталази порівняно з контрольною групою. Відомо, що каталаза відіграє важливу функцію в окисно-відновних реакціях організму тварин, тому її вища активність у крові кролів дослідних груп може свідчити про посилення окисно-відновних процесів за умов надходження в організм Хрому.

У крові кролів II дослідної групи активність супероксиддисмутази вірогідно зростала на 24,0 % за тенденції до її підвищення у тварин I групи порівняно з контролем. Це може вказувати на стимулюючий вплив застосування мінеральної та органічної сполук Хрому на активність антиоксидантних ензимів, особливо супероксиддисмутази, яка захищає мембрани клітин організму тварин від ушкоджуючої дії вільних радикалів.

Активність антиоксидантного захисту крові кролів ( $M \pm m$ ,  $n=5$ )

Група	Періоди досліджень	
	підготовчий	дослідний
<i>Каталаза, ммоль/мг білка за хв</i>		
К	5,26±0,07	4,10±0,07
Д-I	5,25±0,06	4,19±0,14
Д-II	5,26±0,02	4,18±0,05
<i>Супероксиддисмутаза, у.о./мг білка</i>		
К	0,97±0,02	1,00±0,02
Д-I	0,99±0,03	1,12±0,05
Д-II	0,95±0,01	1,24±0,04***
<i>Глутатіонпероксидаза, нмоль/мг білка за хв</i>		
К	35,96±1,42	37,80±1,00
Д-I	35,70±0,54	40,04±0,23*
Д-II	34,41±0,44	39,49±1,41

Рівень глутатіонпероксидазної активності крові, якій належить активна роль у захисті лізосомальних мембран клітин від продуктів перекисного окиснення ліпідів, характеризувався вірогідно вищими на 5,9 % показниками у кролів I дослідної групи, тоді як у тварин II групи відзначено лише тенденцію до її підвищення на 73 добу застосування сполук Хрому і Сірки. Отже, одержані дані свідчать про фізіологічну здатність як органічної, так і мінеральної сполук Хрому у поєднанні з сульфатом натрію підтримувати високу активність ензимів в окисно-відновних процесах, забезпечуючи видалення кінцевих кисневих метаболітів і залучення їх до енергетичного обміну та

активації процесів синтезу в організмі самців-плідників.

Встановлено виражений вплив застосованих добавок на активність процесів пероксидації та системи антиоксидантного захисту організму кролів. Так, на 73 добу застосування добавок у крові тварин I дослідної групи концентрація гідропероксидів ліпідів була нижчою на 14,8 % ( $p < 0,001$ ) з тенденцією до меншого вмісту в II групі порівняно з контролем (табл. 4). Рівень ТБК-активних продуктів у крові кролів I і II дослідних груп у цей період був відповідно меншим на 8,4 ( $p < 0,01$ ) і 15,1 % ( $p < 0,001$ ) порівняно з контрольною групою.

Таблиця 4

Продукти пероксидного окиснення ліпідів у крові самців кролів, ( $M \pm m$ ,  $n=5$ )

Показники	Група	Періоди досліджень	
		підготовчий	дослідний
Гідропероксиди ліпідів, од. опт. густ./мл	К	1,12 ± 0,01	1,08 ± 0,03
	Д-I	1,08 ± 0,02	0,92 ± 0,01***
	Д-II	1,10 ± 0,01	1,05 ± 0,01
ТБК-активні продукти, нмоль/мл	К	4,15 ± 0,06	3,77 ± 0,04
	Д-I	4,07 ± 0,07	3,45 ± 0,05**
	Д-II	4,06 ± 0,05	3,20 ± 0,03***

Результати дослідження рухливості спермійв кролів дослідних груп порівняно з контролем свідчать про позитивний вплив застосування сульфату натрію і сполук Хрому для кролів-плідників на її якісні показники (табл. 5). Зокрема, прямолінійно-поступальний рух спермійв у самців I і II

дослідних груп, відповідно вищий на 3,0 і 5,0 % порівняно з контролем. Аналіз даних визначення якості сперми за тестом з резазурином, свідчить про інтенсивний перебіг окисно-відновних реакцій у сперміях кролів, яким випоювали сульфат натрію та сполуки Хрому [19, 20, 21].

Отримані результати дослідження вказують на суттєво вищі показники тесту з резазурином у сперміях самців дослідних

груп — на 35,3 і 18,6 % відповідно порівняно з контрольною, проте міжгрупові відмінності були не вірогідні.

Таблиця 5

Якісні показники сперми кролів-плідників, (M±m, n=5)

Показники	Група	Періоди досліджень	
		підготовчий	дослідний
Рухливість спермій, %	К	83,0 ± 3,74	81,0 ± 3,31
	Д-I	78,0 ± 4,63	84,0 ± 1,02
	Д-II	78,0 ± 5,83	86,0 ± 2,91
Тест з резазурином, од	К	16,5 ± 5,92	21,55 ± 3,80
	Д-I	20,0 ± 5,72	29,10 ± 3,34
	Д-II	14,3 ± 2,64	25,54 ± 1,87

Отже, проведеними дослідженнями встановлено стимулюючий вплив тривалого споживання добавок сульфату натрію та сполук Хрому на метаболічні процеси самців-плідників, що позначилося активацією антиоксидантної та імунобіологічної систем в організмі і позитивно вплинуло на якість спермій.

### Висновки

1. Введення до раціону кролів-плідників добавок сульфату натрію, хлориду і цитрату хрому зумовлювало фізіологічний вплив на морфологічні та біохімічні характеристики клітин їх крові, що позначилося вірогідно вищою кількістю лейкоцитів і еритроцитів та концентрації гемоглобіну в крові тварин дослідних груп.

2. Випоювання самцям кролів мінеральної та органічної сполук Хрому з сульфатом натрію посилювало імунобіологічну реактивність їхнього організму з підвищенням у крові рівня гексоз, зв'язаних з білками, сероглікоїдів, гаптоглобіну, фукози, церулоплазміну та сіалових кислот, проте більше виражений біологічний вплив з вірогідними різницями більшості цих показників встановлено для I дослідної групи, тварини якої отримували хлорид хрому.

3. Застосування сульфату натрію та хлориду хрому тваринам I дослідної групи сприяло вірогідному зменшенню в їхній крові вмісту ГПЛ на 14,8 %, ТБК-активних продуктів на 8,4 % та підвищенню

активності глутатіонпероксидази на 5,9 % порівняно з контрольною групою. Випоювання цитрату хрому кролям II дослідної групи відзначилося зменшенням в їхній крові концентрації ТБК-активних продуктів на 15,1 % та вищим рівнем активності супероксиддисмутази на 24,0 % порівняно з контролем.

4. Випоювання кролям впродовж 73 діб сульфату натрію та сполук Хрому позначилося позитивним впливом на якість сперми кролів-плідників дослідних груп з підвищенням рухливості спермій на 3,0 і 5,0 % порівняно з контрольною групою.

**Перспективи подальших досліджень.** Доцільно вивчити вплив комплексного застосування різних кількостей цитрату хрому з цитратами інших мікроелементів з метою визначення фізіологічно-обґрунтованих норм їх введення у раціони кролів різних вікових груп.

1. Carlos de Blas, Julian Wiseman. Nutrition of the Rabbit, 2nd Edition. *Library of Congress Cataloging-in-Publication Data*, 2010, 325 p.

2. Klitsenko H. T., Kulyk M. F., Kosenko V., Lisovenko V. T. *Mineralne zhyvlennya tvaryn* [Mineral nutrition of animals]. Kyiv, Svit, 2001. P. 575 (in Ukrainian).

3. Vincent J. B. The bioinorganic chemistry of chromium(III). *Polyhedron*, 2001, 20, (1–2), pp. 1–26.

4. Sedilo H. M., Makar I. A., Havrylyak V. V., Humenyuk V. V. *Metabolichna i produktyvna diya sirky v orhanizmi ovets* [Metabolic and productive action of sulfur in the body of sheep]. Lviv, PAIS Publ., 2009, 148. (In Ukrainian).

5. Vincent J. B. The nutritional biochemistry of chromium (III). *Department of Chemistry The University of Alabama Tuscaloosa USA*, 2007, 279 p.
6. Vincent J. B., Love S. T. The need for combined inorganic, biochemical, and nutritional studies of chromium(III). *Chem. Biodivers.*, 2012, 9, (9), pp. 1923–1941.
7. Cefalu W. T., Rood J., Pinsonat P., Qin J., Sereda O., Levitan L., Anderson R. A., Zhang X. H., Martin J. M., Martin C. K., Wang Z. Q., Newcomer B. Characterization of the metabolic and physiologic response to chromium supplementation in subjects with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism*, 2010, 59, (5), pp. 755–762.
8. Król E., Krejpcio Z. Chromium(III) propionate complex supplementation improves carbohydrate metabolism in insulin-resistance rat model. *Food and Chemical Toxicology*, 2010, 48, (10), pp. 2791–2796.
9. Yousef M. I., Abdallah G. A., Kamel K. I. Effect of ascorbic acid and Vitamin E supplementation on semen quality and biochemical parameters of male rabbits. *Animal Reproduction Science*, 2003, 76, (1–2), pp. 99–111.
10. Rao S. V., Raju M. V., Panda A. K., Poonam N. S., Murthy O. K., Sunder G. S. Effect of dietary supplementation of organic chromium on performance, carcass traits, oxidative parameters, and immune responses in commercial broiler chickens. *Biol. Trace Elem. Res.*, 2012, 147, (1–3), pp. 135–141.
11. Lesyk Ya. V., Fedoruk R. S., Kovalchuk I. I., Dolaychuk O. P. Immunobiological state of rabbits under drinking water slurry chlorella, sodium sulfate, chloride and citrate chromium. *Biologiya tvaryn — The Animal Biology*, 2013, 15 (1), pp. 86–94 (In Ukrainian).
12. Oberlis D., Kharland B., Skalnyy A. *Biologicheskaya rol makro- i mikroelementov u cheloveka i zivotnykh* [Biological role of macro and micronutrients in humans and animals]. SPb.: Nauka, 2008, 544. (In Russian).
13. Kravtsiv R. Y., Oseredchuk R. S., Bilenchuk R. V. Vplyv khelatnykh spoluk mikroelementiv na produktyvnist' velykoyi rohatoyi khudoby ta biolohichnu i kharchovu tsinnist' yikh produktsiyi [Effect of chelate compounds of trace elements on the performance of cattle and biological and nutritional value of their products]. *Silskyi hospodar — Farmer*, 2001, 11–12, pp. 1–3 (in Ukrainian).
14. Syvyk T. L., Shulko O. P. Vplyv riznykh rivniv sirky v ratsioni na produktyvnist' i peretrvannist' pozhyvnykh rehovyn u molodnyaku kroliv [Effect of different levels of sulfur in the diet on performance and nutrient digestibility in young rabbits]. *Efektivni kormy ta hodivlya — Effective Feeds and Feeding*, 2010, 4, pp. 41–44.
15. Kosinov M. V., Kaplunenko V. H. Sposib otrymannya karboksylativ metaliv «Nanotekhnolohiya otrymannya karboksylativ metaliv» [Method of metal carboxylates "Nanotechnology get metal carboxylates"]. Patent U. no. 38391. 2009. (In Ukrainian)
16. Vlizlo V. V., Fedoruk R. S., Ratych I. B. ta in.; za red. V. V. Vlizla. *Laboratorni metody doslidzhen' u biolohiyi, tvarynyystvi ta veterynarniy medytsyni: dovidnyk*. [Laboratory methods for research in biology, veterinary medicine: a handbook]. Lviv, 2012. 764 p. (In Ukrainian)
17. Ghosh D., Bhattacharya B., Mukherjee B., Manna B., Sinha M., Chowdhury J., Chowdhury S. Role of chromium supplementation in Indians with type 2 diabetes mellitus. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 2002, 13, (11), pp. 690–697.
18. El-Battawy K. A. Resazurin reduction test as a tool for assessment of rabbit semen quality 9th World Rabbit Congress, 2008, pp. 349–352.
19. Mourvaki E., Cardinali R., Dal Bosco A., Corazzi L., Castellini C. Effects of flaxseed dietary supplementation on sperm quality and on lipid composition of sperm subfractions and prostatic granules in rabbit. *Theriogenology*, 2010, 73, pp. 629–637.
20. Qureshi I. Z., Abbas Q. Modulation of testicular and whole blood trace element concentrations in conjunction with testosterone release following kisspeptin administration in male rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *Biol Trace Elem Res.*, 2013, 154, (2), pp. 210–216.
21. Fayed A. H. Serum and testicular trace element concentration in rabbits at different ages. *Biol Trace Elem Res.*, 2010, 134, (1), pp. 64–67.