

УДК: 636.92.577.112.85.612.017

РЕЗИСТЕНТНІСТЬ ОРГАНІЗМУ КРОЛЕМАТОК ТА ЖИТТЄЗДАТНІСТЬ КРОЛЕНЯТ ЗА УМОВ ТРИВАЛОГО ВИПОЮВАННЯ СУСПЕНЗІЇ ХЛОРЕЛИ, СУЛЬФАТУ НАТРІЮ, ХЛОРИДУ І ЦИТРАТУ ХРОМУ

Я. В. Лесик, Р. С. Федорук, І. І. Ковальчук, О. П. Долайчук
yaroslav_lesyk@inenbiol.com.ua

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

Досліджували вплив тривалого випоювання суспензії хлорели, сульфату натрію, хлориду і цитрату хрому на стан імунобіологічної та репродуктивної систем організму кролематок і життєздатність їхніх кроленят. Визначали вміст глікопротеїнів та окремих моноцукрів їхніх вуглеводних компонентів, концентрацію циркулюючих імунних комплексів, молекул середньої маси, фагоцитарну активність нейтрофілів, фагоцитарний індекс, фагоцитарне число, лізоцимну і бактерицидну активність крові кролиць, кількість і якість приплоду, збереженість кроленят. Дослідження проведені на самицях кролів, які отримані від матерів, що споживали разом з приплотом вищевказані добавки від народження і були розділені на п'ять груп, аналогічно схемі цього досліду. Кролицям контрольної групи згодовували вволю збалансований гранульований комбікорм з вільним доступом до води. Самиці I дослідної групи до основного раціону з водою отримували 12,5–20 мл суспензії хлорели на кг маси тіла/добу. Тварини II дослідної групи споживали корми раціону аналогічно I дослідній групі з введенням до води добавки сульфату натрію у кількості 37,5–42,5 мг S/kg маси тіла на добу. Кролематки III дослідної групи отримували раціон II групи з додатковим випоюванням хлориду хрому в кількості 7–8,7 мкг Cr/kg маси тіла на добу. Кролицям IV дослідної групи згодовували корми і випоювали воду аналогічно II групі з

введенням до води цитрату хрому у кількості 2–3 мкг Cr/kg маси тіла на добу, отриманого методом з використанням нанотехнології. Дослідженнями встановлено, що у крові самок кролів II, III і IV дослідних груп, які додатково споживали в раціоні сульфат натрію, хлорид і цитрат хрому, вміст глікопротеїнів та окремих моноцукрів їхніх вуглеводних компонентів був вірогідно вищим на 20 добу лактації порівняно з контрольною групою. Уведення до раціону самок кролів III і IV дослідних груп мінеральної та органічної сполук хрому зумовлювало високу імунобіологічну реактивність їхнього організму з підвищенням у крові рівня циркулюючих імунних комплексів, фагоцитарної активності нейтрофілів, лізоцимної і бактерицидної активності сироватки крові, порівняно з тваринами I і II дослідної та контрольної груп. Застосування добавок Сірки і Хрому у раціоні кролематок позитивно вплинуло на їх репродуктивну функцію, що позначилося вищою молочністю самок за 20 днів лактації та більшою масою тіла і збереженістю кроленят на 20 і 40 доби життя порівняно з контролем.

Ключові слова: КРОЛІ, ХРОМ, СІРКА, ГЛІКОПРОТЕЇНИ, ФАГОЦИТАРНА, ЛІЗОЦИМНА І БАКТЕРИЦИДНА АКТИВНІСТЬ КРОВІ, РЕПРОДУКТИВНА ФУНКЦІЯ

RESISTANCE OF THE BODY RABBITS LONG UNDER DRINKING WATER SLURRY CHLORELLA, SODIUM SULFATE, CHLORIDE AND CITRATE CHROMIUM

Ya. V. Lesyk, R. S. Fedoryk, I. I. Kovalchuk, O. P. Dolaychuk
yaroslav_lesyk@inenbiol.com.ua

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

The aim of effects prolonged suspension watering chlorella, sodium sulfate, chromium

chloride and citrate on immunobiological status and reproductive systems rabbits and viability of

their offspring. We determined the content of individual glycoproteins and their carbohydrate component monosaccharide's, the concentration of circulating immune complexes, the average molecular weight, the phagocyte activity of neutrophils, phagocyte index, phagocyte number lizotsym and bactericidal activity of blood rabbits, the number and quality of offspring, survival rabbits. Research conducted on females rabbits that received from mothers who consumed along with the above-mentioned additives offspring from birth and were divided into five groups, similar to the scheme this experiment. Rabbits of the control group were fed a balanced granulated feed with free access to water. Females and research groups to the main diet of water received 50–80 ml or chlorella 12.5–20 ml suspension per kg body weight. Animals I experimental group consumed a similar diet food and the experimental group with the introduction of the water additive sodium sulfate in an amount of 37.5–42.5 mg S per kg of body weight. Rabbits third experimental group received a diet of Group II with additional watering except chlorella and sodium sulfate, a chromium chloride in an amount of 7–8.7 mkg Cr per kg of body weight. Rabbits fourth experimental group fed with feed and water similar group II with the introduction of the water in the amount of chromium citrate 2–3 mkg Cr per kg of body weight obtained by using

nanotechnology. Research has found that females in the blood of rabbits II, III and IV research groups consumed in the diet plus sodium sulphate, chloride and citrate chromium content of glycoprotein's and their carbohydrate monosaccharides individual components was significantly higher on day 20 of lactation compared with the control group. Introduction to ration females rabbits III and IV research groups mineral and organic chromium compounds led to their high immunological reactivity of the organism with increased blood levels of circulating immune complexes, neutrophil phagocyte activity, lizotsym and bactericidal activity of serum, compared with animals I and II experimental and control groups. The use of sulfur and chromium supplementation in the diet rabbits positive impact on their reproductive function, affecting higher milking females for 20 days of lactation and higher body weight and safety of offspring at 20 and 40 days of life compared with controls.

Keywords: RABBITS, CHROME, SULFUR, GLYCOPROTEINS, PHAGOCYtic, LIZOTSYM AND BACTERICIDAL ACTIVITY OF SERUM, REPRODUCTIVE FUNCTIONS

РЕЗИСТЕНТНОСТЬ ОРГАНИЗМА КРОЛЬЧИХ И ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ КРОЛЬЧАТ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ВЫПАИВАНИИ СУСПЕНЗИИ ХЛОРЕЛЛЫ, СУЛЬФАТА НАТРИЯ, ХЛОРИДА И ЦИТРАТА ХРОМА

Я. В. Лесик, Р. С. Федорук, И. И. Ковальчук, О. П. Долайчук
 yaroslav_lesyk@inenbiol.com.ua

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

Исследовали влияние длительного выпаивания суспензии хлореллы, сульфата натрия, хлорида и цитрата хрома на состояние иммунологической и репродуктивной систем организма крольчих и жизнеспособность их крольчат. Определяли содержание гликопротеинов и отдельных моносахаров их углеводных компонентов, концентрацию циркулирующих иммунных комплексов, молекул средней массы, фагоцитарную активность нейтрофилов, фагоцитарный индекс, фагоцитарное число, лизоцимную и бактерицидную активность крови крольчих, количество и качество приплода, сохранность крольчат. Исследования проведены на самках крольчих, полученных от матерей, потреблявших вместе с приплодом вышеуказанные добавки

от рождения которые были разделены на пять групп, аналогично схеме этом опыта. Крольчихам контрольной группы скармливали без ограничения сбалансированный гранулированный комбикорм со свободным доступом к воде. Самки I опытной группы к основному рациону с водой получали 12,5–20 мл суспензии хлореллы на кг массы тела. Животные II опытной группы потребляли корма рациона аналогично I опытной группе с введением в воду добавки сульфата натрия в количестве 37,5–42,5 мг S/кг массы тела в сутки. Крольчихи III опытной группы получали рацион II группы с дополнительным выпаиванием хлорида хрома, в количестве 7–8,7 мкг Cr/кг массы тела в сутки. Крольчихам IV опытной группы скармливали корма и воду аналогично II группе с введением в воду

цитрата хрома в количестве 2–3 мкг Cr/кг массы тела в сутки, полученного методом с использованием нанотехнологии. Исследованиями установлено, что в крови самок кроликов II, III и IV опытных групп, которые дополнительно потребляли в рационе сульфат натрия, хлорид и цитрат хрома, содержание гликопротеинов и отдельных моносахаров их углеводных компонентов было достоверно высшим на 20 сутки лактации по сравнению с контрольной группой. Введение в рацион самок кроликов III и IV опытных групп минеральной и органической соединений хрома приводило высокую иммунобиологическую реактивность их организма с повышением в крови уровня циркулирующих иммунных комплексов, фагоцитарной активности нейтрофилов, лизоцимной и бактерицидной активности сыворотки крови, по сравнению с животными I и II опытных и контрольной групп. Применение добавок Сера и Хрома в рационе крольчих положительно повлияло на их репродуктивную функцию, что сказалось высшей молочностью самок за 20 сутки лактации и большей массой тела и сохранностью крольчат на 20 и 40 сутки жизни по сравнению с контролем.

Ключевые слова: КРОЛИКИ, ХРОМ, СЕРА, ГЛИКОПРОТЕИНЫ, ФАГОЦИТАРНАЯ, ЛИЗОЦИМНАЯ И БАКТЕРИЦИДНАЯ АКТИВНОСТЬ СЫВОРОТКИ КРОВИ, РЕПРОДУКТИВНАЯ ФУНКЦИЯ.

Однією з основних передумов підвищення продуктивності та резистентності організму кролів за сучасного промислового ведення кролівництва є їх повноцінне мінеральне живлення [1]. Відсутність або нестача окремих мінеральних речовин, а також порушення їх співвідношення у раціоні призводить до зменшення ефективності використання поживних речовин кормів і, як наслідок — зниження продуктивності та імунобіологічного статусу їх організму [2].

Хром (III) і Сірка в останній час привертають увагу дослідників, як елементи, що впливають на метаболічні реакції в організмі тварин [3–5], його резистентність і функцію розмноження [6]. Нестача в раціоні Хрому і Сірки викликає низку порушень у метаболічних процесах організму, що призводить до пригнічення

росту, енергетичного обміну та відтворення у тварин [7–9]. Результати експериментальних досліджень, одержані в останні роки, свідчать, що Хром є есенціальним мікроелементом для людини і тварин, який впливає на активність імунної системи [10, 11]. Зокрема, наявні дані сучасної літератури свідчать про позитивний вплив добавок Хрому до раціону тварин на функціональний стан клітинного і гуморального імунітету [13]. Поряд з тим, у формуванні та функціонуванні імунобіологічної здатності організму ссавців важлива роль належить глікопротеїнам, оскільки зміна структури вуглеводних компонентів глікопротеїнів може стати причиною модифікації міжклітинної взаємодії. Це, в свою чергу, визначає адгезивні властивості, імуногенність клітин, рецепторний статус, доступність білків до дії протеолітичних ферментів. Глікопротеїновим комплексам, рівні яких у крові можуть виявляти відповідь організму на дію метаболічних стресорів і розвиток патологічних процесів, належить імуномодулююча функція [14].

Враховуючи важливу роль глікопротеїнів у забезпеченні імунітету та регуляції імунобіологічної функції крові [15] їх рівень, а також концентрація вуглеводних компонентів глікокон'югатів у плазмі крові, вказують на активність імунної системи тварин і можуть суттєво доповнювати інформативність інших імуних показників. Тому метою наших досліджень було вивчити тривалий вплив застосування суспензії хлорелі, сульфату натрію, хлориду і цитрату хрому на вміст у крові глікопротеїнів, показники клітинних і гуморальних факторів неспецифічної резистентності організму самок кролів на 20 добу лактації та ріст, розвиток і збереженість кроленят до 40-добового віку.

Матеріали і методи

Дослідження проведені на самках кролів, віком 120–124 доби, масою тіла 3,8–4,0 кг породи сріблястий у

кролівницькому господарстві села Новосілки Буського району Львівської області, поділених на п'ять груп (контрольну і чотири дослідні), по 10 самиць у кожній, підібраних за принципом аналогів. Самиці дослідних груп народжені від матерів, які впродовж вирощування отримували у відповідних співвідношеннях добавки сполук хрому і Сірки та їх поєднання з суспензією хлорели і перебували в експерименті з вивчення тривалого впливу (ембріональний, фетальний і постнатальний періоди онтогенезу). Самкам кролів контрольної групи згодовували вволю збалансований гранульований комбікорм з вільним доступом до води. Кролиці I дослідної групи до основного раціону з водою отримували суспензію хлорели штаму *Chlorella vulgaris* BIN у співвідношенні (1:3) з розрахунку 12,5–20 мл суспензії хлорели на кг маси тіла/добу. Тварини II дослідної групи споживали корми раціону аналогічно I дослідній групі з введенням до води сульфату натрію у кількості 37,5–42,5 мг S/кг маси тіла на добу. Самиці III дослідної групи отримували раціон II групи з додатковим впоюванням Хрому у вигляді $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ у кількості 7–8,7 мкг Cr/кг маси тіла на добу. Кролицям IV дослідної групи згодовували корми і впоювали воду аналогічно II групі з введенням до води цитрату хрому з розрахунку 2–3 мкг Cr/кг маси тіла на добу, отриманого з використанням нанотехнології [16]. Тварин утримували в сітчастих одноярусних клітках у приміщенні з регульованим мікрокліматом, згідно з чинними ветеринарно-санітарними нормами. Тривалість дослідження 64 доби, в тому числі підготовчий період — 10 діб, дослідний — 54 доби. У дослідному періоді (на 184 добу життя, 20 доба лактації), відбирали зразки крові з крайової вушної вени самок кролів для біохімічних досліджень. У крові визначали моноцукри вуглеводних компонентів глікопротеїнів — вміст фукози за методом

Діше, гексоз, зв'язаних з білками, та сероглікоїдів — орциновим методом, сіалових кислот — за Свеннерхольмом, та глікопротеїнових комплексів — церулоплазміну — методом Равіна, гаптоглобіну — фотометричним методом, а також фагоцитарну активність нейтрофілів (ФА) — за Никольским, фагоцитарний індекс (ФІ), фагоцитарне число (ФЧ), лізоцимну активність (ЛА) — методом Дорофейчика, бактерицидну активність сироватки крові (БАСК) — методом Смирновой і Кузьминой, вміст циркулюючих імунних комплексів (ЦІК) — методом Николайчика та молекул середньої маси (МСМ) — за прийнятими у біології методами, описаними в довіднику [17]. За періодами досліду визначали динаміку показників маси тіла кроленят, масу гнізда, молочність кролематок (за різницею маси тіла кроленят на першу і двадцятую доби життя) і збереженість кроленят за кількістю живого приплоду на 20 і 40 доби росту. Цифрові дані опрацьовані статистично з використанням t критерію Стьюдента.

Результати й обговорення

Глікопротеїни є невід'ємною частиною імунної системи і їх концентрація у крові та співвідношення окремих компонентів може вказувати на стан імунної системи. Аналіз одержаних результатів вмісту глікопротеїнів у крові лактуючих самок кролів свідчить, що тривале застосування сполук Хрому, Сірки та їх поєднання з хлорелою виявляло стимулюючий вплив на функціонування імунної системи їх організму. Зокрема, вміст гексоз, зв'язаних з білками, у крові кролів II групи, яким додатково впоювали сульфат натрію, вірогідно збільшувався на 20 добу лактації на 9,3 %, тоді як у тварин III і IV дослідних груп, які споживали у раціоні хлорид і цитрат хрому, відповідно на 11,0 і 11,8 % ($p < 0,01$) порівняно з контролем (табл. 1). У крові кролиць I, II, III і IV дослідних груп рівень сероглікоїдів був відповідно вищим на 10,5 % ($p < 0,05$); 26,3; 21,0 і 31,5 % ($p < 0,001$) порівняно з

контрольною групою. Вірогідне підвищення вмісту гексоз, зв'язаних з білками, та сероглікоїдів у крові самиць дослідних груп порівняно з контролем, може свідчити про посилення імунобіологічної реактивності їх організму під впливом застосованих добавок. Оскільки відомо, що глікопротеїни, зокрема їх вуглеводна частина, відіграють важливу роль як у процесі розпізнавання, так і в процесі адгезії та наступної елімінації імунними комплексами чужорідних антигенів [18, 19]. Крім цього, сероглікоїди виконують транспортну функцію і беруть участь у гострофазній відповіді тканин на запальну реакцію, а також у місцевих пластичних та імунологічних процесах. Отже, вищий рівень цього глікопротеїну в крові кролиць дослідних груп може посилювати пластичні та енергетичні процеси в

їхньому організмі.

На 20 добу лактації у крові самок кролів усіх дослідних груп вірогідно зростає вміст гаптоглобіну порівняно з контрольною групою. Це може вказувати на посилення кровотворної та імунної функцій організму кролематок за дії застосованих добавок у раціоні, оскільки основна здатність гаптоглобіну полягає у вибіркового зв'язуванні гемоглобіну. Цей комплекс є грубо дисперсним, а тому він не фільтрується через ниркові клубочки, завдяки чому попереджується втрата організмом заліза. Крім захисту організму від втрати Феруму, гаптоглобін бере участь у детоксикації, захищає білки від протеолізу, забезпечує транспорт вітаміну В₁₂, виконує бактеріостатичні та імуномодельючі властивості організму тварин [20, 21].

Таблиця 1

Вміст глікопротеїнів, моноцукрів їхніх вуглеводних компонентів, ЦІК і МСМ у крові самок кролів, (M±m, n=4)

Показники	Група				
	К	Д-I	Д-II	Д-III	Д-IV
Гексози, зв. з білком, г/л	1,18 ± 0,03	1,21 ± 0,02	1,29 ± 0,01*	1,31 ± 0,01**	1,32 ± 0,02**
Сероглікоїди, г/л	0,190 ± 0,006	0,211 ± 0,003*	0,242 ± 0,003***	0,231 ± 0,002***	0,250 ± 0,003***
Гаптоглобін, г/л	1,37 ± 0,01	1,42 ± 0,02*	1,46 ± 0,09**	1,59 ± 0,01***	1,63 ± 0,01***
Сіалові кислоти, у.о.	90,5 ± 1,32	93,7 ± 1,65	99,7 ± 1,88**	101,0 ± 1,58**	104,2 ± 1,25***
Фукоза, мг %	4,89 ± 0,01	4,92 ± 0,03	5,24 ± 0,07**	5,42 ± 0,08***	5,63 ± 0,08***
Церулоплазмін, у.о.	332,5 ± 1,19	336,2 ± 1,93	359,5 ± 5,83**	369,5 ± 4,69***	382,2 ± 2,49***
Циркулюючі імунні компл., од. екст.	23,0 ± 1,58	24,5 ± 2,72	28,0 ± 1,82*	28,7 ± 1,97*	29,7 ± 1,25**
Молекули середньої маси, г/л	0,435 ± 0,009	0,436 ± 0,008	0,447 ± 0,001	0,456 ± 0,009	0,445 ± 0,009

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

На піку лактації у крові кролематок II, III і IV дослідних груп відзначено вірогідне зростання концентрації сіалових кислот і фукози порівняно з контрольною групою, що підтверджує імуностимулюючий вплив застосованих сполук і може вказувати на активацію систем імунобіологічного захисту в організмі самиць у період тривалого впоювання добавок. Оскільки відомо, що сіалові кислоти відіграють важливу роль в регуляції імунної відповіді. Зокрема, вони

взаємодіють з регуляторним білком активації комплементу — фактором Н, блокуючи класичний, лектиновий та альтернативний шляхи активації комплементу [22, 23]. Фукоза бере участь у процесах клітинної диференціації та формуванні неспецифічного імунітету. Встановлено, що порушення синтезу фукозилізованих гліканів викликає хронічний імунодефіцит і недорозвиненість тканини тимуса [24].

З літературних джерел відомо, що однією з основних функцій церулоплазміну є нейтралізація вільних радикалів, які звільняються макрофагами і нейтрофілами під час фагоцитозу. Цей складний білок-глікопротеїн володіє імуномодулюючими властивостями, підвищує фагоцитарну активність моноцитів, впливає на міоген індувану проліферацію лімфоцитів і продукцію цитомединів мононуклеарами крові [25]. Вміст церулоплазміну в крові тварин II, III і IV дослідних груп на 20 добу лактації був відповідно вищим на 8,1 % ($p < 0,01$); 11,1 і 14,9 % ($p < 0,01$) порівняно з контрольною групою. Це може свідчити про посилення метаболічних процесів, у яких церулоплазмін відіграє важливу роль, і підвищення антиоксидантного захисту організму кролів.

Глікопротеїни крові виконують також не менш важливу роль у забезпеченні імунітету, так як до них належать більшість імунних молекул. Тому отримані результати щодо вищого рівня окремих глікопротеїнів у крові самиць кролів свідчать про здатність застосованих добавок Сірки та сполук Хрому змінювати глікопротеїновий статус організму та підвищувати резистентність і природний імунітет у кролематок впродовж лактації.

Рівень глікопротеїнів у крові тварин може виражати імунобіологічну реакцію організму на дію застосованих добавок у раціоні і виявляти певні залежності з іншими показниками імунного захисту. Одержані результати підтверджують позитивний вплив застосованих сполук не тільки на рівень глікопротеїнів, але й на вміст ЦІК і МСМ крові кролиць дослідних груп порівняно з контролем. Зокрема, концентрація ЦІК у крові кролематок II і III дослідних груп, які споживали у раціоні сульфат натрію і хлорид хрому, була вищою відповідно на 21,7 і 24,7 % ($p < 0,05$) порівняно з контролем. Підвищення

імунобіологічної реактивності організму самиць було більше виражено у крові тварин IV дослідної групи, які споживали цитрат хрому, і позначилося збільшенням вмісту ЦІК на 29,1 % ($p < 0,01$) порівняно з контрольною групою. Різниці концентрації МСМ у крові тварин дослідних і контрольної груп були не значними та не вірогідними, що вказує на можливий прояв компенсаторної імунної здатності організму самиць в період тривалої дії компонентів застосованих добавок.

З таблиці 2 видно, що підтвердженням активації імунної системи організму самок кролів дослідних груп є також підвищення показників його неспецифічної резистентності. Зокрема, у крові кролів III і IV дослідних груп рівень фагоцитарної активності нейтрофілів був відповідно вищим на 17,8 і 21,1 % ($p < 0,01$) порівняно з контрольною групою. Тоді як фагоцитарний індекс і фагоцитарне число у крові кролів вказаних дослідних груп корелювали з показником фагоцитарної активності, але вірогідних різниць не відзначено порівняно до контролю. Отже, результати дослідження фагоцитарної ланки природної резистентності крові кролематок, які споживали додатково у раціоні сполуки хлориду і цитрату хрому, корелюють з показниками вмісту глікопротеїнів, їх односпрямовані зміни можуть вказувати на підвищення імунобіологічної реактивності організму тварин дослідних груп [15]. Дослідження лізоцимної активності крові самиць кролів на 20 добу лактації, як показника, що характеризує гуморальні фактори імунного захисту організму показало вірогідне підвищення її у крові тварин II, III і IV дослідних груп порівняно з контролем. Бактерицидна активність сироватки крові у тварин II, III і IV дослідних груп була відповідно вищою на 9,8 % ($p < 0,05$); 15,9 і 13,6 % ($p < 0,01$) порівняно з контрольною групою.

Показники неспецифічної резистентності організму кролів (M±m, n=4)

Показники	Група				
	К	Д-I	Д-II	Д-III	Д-IV
Фагоцитарна активність нейтрофілів, %	39,21 ± 1,10	41,11 ± 1,47	42,10 ± 1,48	46,21 ± 0,85**	47,50 ± 1,04**
Фагоцитарний індекс, од.	7,61 ± 0,45	8,09 ± 0,36	8,90 ± 0,53	8,65 ± 0,58	8,93 ± 0,69
Фагоцитарне число, од.	3,91 ± 0,16	3,42 ± 0,15	3,60 ± 0,21	4,14 ± 0,20	4,22 ± 0,22
Лізоцимна активність, %	45,75 ± 1,25	47,10 ± 0,91	48,51 ± 0,64*	50,75 ± 1,37*	51,11 ± 1,68*
Бактерицидна активність сироватки крові, %	39,11 ± 0,47	41,66 ± 1,24	42,96 ± 1,04*	45,36 ± 1,53**	44,43 ± 0,91**

Відомо, що формування імунної системи та її функцій у тварин починається під час внутрішньоутробного розвитку, продовжується протягом ранньої стадії постнатального періоду, і залежить від трансплацентарного та колострального надходження імунних білків організму матері в організм плода [2].

Отже, одержані результати дають підставу стверджувати, що тривале впоювання хлориду і цитрату хрому в більшій мірі проявляло стимулюючий вплив на систему імунобіологічного захисту організму самиць, отриманих від матерів, які впродовж ембріонального, плідного і постнатального розвитку і вирошування, а також вагітності та лактації споживали вказані сполуки, ніж добавки хлорелі та натрію сульфату.

Аналіз результатів оцінки росту і розвитку організму кроленят до 40-добового віку показав, що довготривале застосування сульфату натрію та сполук Хрому самицям у період сукрільності позитивно впливало на постнатальний період розвитку їх приплоду (табл. 3). Так, маса кроленят у гнізді на першу добу життя характеризувалася не суттєвими різницями між контрольною та I і II дослідними групами, тоді як у III і IV групах була відповідно вищою на 2,1 і 4,9 %. На 20 добу життя маса кроленят II, III і IV дослідних груп була відповідно

вищою на 2,8; 5,5; 11,5 і 10,8 % і корелювала з показником середньої маси одного кроленяти у гнізді, яка за вказаний період перевищували на 2,3; 6,1 і 3,6 % тварин контрольної групи. Найвищі показники інтенсивності росту відзначено на 40 добу життя у кроленят II, III і IV дослідних груп, які відповідно перевищували контрольних тварин на 9,8; 14,2 і 12,7 %, що підтверджувалися середньою масою кроленят вказаних груп на останньому етапі дослідження.

З отриманих даних видно, що молодняк II, III і IV дослідних груп, тварини (самиці і приплід) яких до раціону додатково отримували сульфат натрію і сполуки Хрому, відзначався більшою масою гнізда та однієї тварини як на першу, двадцяту, так і на сорокову доби життя і лактаційного періоду самиць порівняно з контрольною групою. Це може свідчити про стимулюючий вплив Сірки і сполук Хрому(III) на метаболічні процеси в організмі та утворення молока в молочній залозі кролематок, а також їх молочність, що стимулювало ріст і розвиток приплоду у підсисний період. Оскільки доведено, що від якості і кількості виділеного молока кролематок залежать ріст і розвиток кроленят у підсисний період, а також становлення його фізіологічних систем, у тому числі імунної [2].

Таблиця 3

Динаміка росту кроленят впродовж дослідження, (M±m, n=75-88)

Група	Маса кроленят у гнізді, г (доба життя)			Середня маса одного кроленяти, г (доба життя)		
	1	20	40	1	20	40
К	479,0 ± 37,2	3420,5 ± 20,3	6818,1 ± 41,2	58,5 ± 2,39	511,5 ± 12,98	1011,1 ± 17,81
Д-I % до конт.	481,6 ± 34,9 100,5	3519,0 ± 32,9 102,8	7000,0 ± 20,7 102,6	59,7 ± 1,79 102,0	513,9 ± 14,56 100,4	1042,7 ± 20,11 103,1
Д-II % до конт.	483,2 ± 47,2 100,8	3609,0 ± 52,1 105,5	7489,0 ± 35,8 109,8	60,8 ± 2,15 103,9	525,1 ± 16,45 102,6	1095,7 ± 14,32 108,3
Д-III % до конт.	489,4 ± 34,9 102,1	3815,0 ± 42,2 111,5	7790,2 ± 39,0 114,2	63,1 ± 1,18 107,8	543,1 ± 14,29 106,1	1110,6 ± 10,43 109,8
Д-IV % до конт.	502,9 ± 45,3 104,9	3790,2 ± 42,2 110,8	7690,2 ± 39,0 112,7	63,5 ± 2,05 108,5	530,3 ± 11,14 103,6	1063,9 ± 15,12 105,2

Застосування сульфату натрію, хлориду і цитрату хрому в раціоні самок II, III і IV дослідних груп відзначилося відповідно вищою на 6,2; 13 і 11,7 %

кількістю продукованого молока як в середньому за добу, так і за 20 діб лактаційного періоду порівняно з тваринами контрольної групи (табл. 4).

Таблиця 4

Молочність кролематок та збереженість молодняку впродовж дослідження, (M±m, n=10)

Група	Молочність кролематок в середньому, г		Збереженість кроленят, %	
	за 20 діб	за добу	20	40
К	6471,3 ± 20,3	323,5 ± 37,2	92,4 ± 0,4	89,3 ± 0,1
Д-I % до конт.	6682,2 ± 32,9 103,2	334,1 ± 34,9 103,2	93,9 ± 0,2 101,6	89,5 ± 0,1 100,2
Д-II % до конт.	6876,7 ± 52,1 106,2	343,8 ± 47,2 106,2	95,0 ± 0,5 102,8	92,3 ± 0,3 103,3
Д-III % до конт.	7316,3 ± 40,8 113,0	365,8 ± 31,8 113,0	96,4 ± 0,3 104,3	93,1 ± 0,2 104,2
Д-IV % до конт.	7232,0 ± 42,2 111,7	361,6 ± 45,3 111,7	96,2 ± 0,4 104,1	94,1 ± 0,2 105,3

Збереженість кроленят за періодами дослідження була найвищою у тварин III і IV дослідних груп, які споживали у раціоні сполуки тривалентного Хрому, і коливалася в межах 4–5 % порівняно з контрольною групою. Довготривале згодовування сульфату натрію тваринам II дослідної групи порівняно з контролем позначилося вищою на 2,8 і 3,3 % збереженістю молодняку за періодами дослідження.

Висновки

Встановлено, що тривале згодовування кролематкам суспензії хлорели, сульфату натрію, хлориду та цитрату хрому позначилося вірогідно вищими змінами в межах фізіологічних норм, імунобіологічних показників — ЦПК і глікопротеїнів їхньої крові на піку лактації порівняно з контролем. У крові кролиць II, III і IV дослідних груп, яким згодовували сульфат натрію, хлорид і цитрат хрому, відзначено вищу ($p < 0,01$ – $p < 0,001$) концентрацію глікопротеїнів та

окремих моноцукрів їх вуглеводних компонентів на 20 добу лактації порівняно з контрольною групою, що може вказувати на активацію системи імунного захисту їх організму.

Тривале випоювання добавок Хрому і Сірки виражено впливає на показники клітинних і гуморальних факторів неспецифічного захисту організму самок у період лактації, що характеризується вірогідно вищим їхнім рівнем у крові тварин дослідних груп порівняно з контрольною. Застосування в раціоні кролематок сполук хрому виявляло більше виражену імунобіологічну реактивність їхнього організму з підвищенням концентрації ЦПК, ФА, ЛА та БАСК у крові, ніж випоювання суспензії хлорели у I дослідній та контрольній групах.

Застосування добавок Сірки та Хрому позитивно вплинуло на репродуктивну функцію кролематок, що позначилося вищою молочністю самок за 20 діб лактації та більшою масою тіла і

збереженістю кроленят на 20 і 40 доби життя порівняно з контролем.

Перспективи подальших досліджень. Доцільно вивчити вплив комплексного застосування різних кількостей хлориду і цитрату хрому з метою визначення фізіологічних норм у раціоні кролів та фізіологічну дію на фізіолого-біохімічні процеси в організмі та відтворну здатність.

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

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

3. Vincent J. B. The nutritional biochemistry of chromium (III). *Department of Chemistry The University of Alabama Tuscaloosa USA*, 2007, 279 p.

4. 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.

5. 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).

6. Spears J. W. Micronutrients and immune function in cattle. *Proc. Nutr.*, 2000, 59, pp. 1–8.

7. 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.

8. Rhodes N. R., Le Blanc P. A., Rasco J. F., Vincent J. B. Monocarboxylate transporters are not responsible for Cr⁽³⁺⁾ transport from endosomes. *Biol. Trace. Elem. Res.*, 2012, 148, (3), pp. 409–414.

9. Uyanik F. The effects of dietary chromium supplementation on some blood parameters in sheep. *Biol. Trace. Elem. Res.*, 2001, 84, pp. 93–101.

10. Padmavathi I. J., Rao K. R., Venu L., Ganeshan M., Kumar K. A., Rao Ch. N., Harishankar N., Ismail A., Raghunath M. Chronic maternal dietary chromium restriction modulates visceral adiposity: probable underlying mechanisms. *Diabetes.*, 2010, 59, (1), pp. 98–104.

11. Wang M. Q., Wang C., Li H., Du Y. J., Tao W. J., Ye S. S., He Y. D. Effects of chromium-loaded chitosan nanoparticles on growth, blood metabolites, immune traits and

tissue chromium in finishing pigs. *Biol. Trace. Elem. Res.*, 2012, 149, (2), pp. 197–203.

12. Staniek H., Krejpcio Z., Iwanik K., Szymusiak H., Wiczorek D. Evaluation of the Acute Oral Toxicity Class of Trinuclear Chromium(III) Glycinate Complex in Rat. *Biol. Trace. Elem. Res.*, 2011, 143, (3), pp. 1564–1575.

13. Huntoon K., Wang Y., Epplito Ch. The acute phase protein haptoglobin regulates host immunity. *J. Leukocyte Biol.*, 2008, 84, pp. 170–181.

14. Naito Y. Activation-dependent change in sialic acid species in mouse B cells. *Trends in Glycoscience and Glycotechnology*, 2009, 21, (120), pp. 237–246.

15. Lowe J. B. Glycosylation, immunity and autoimmunity. *Cell*, 2001, 104, pp. 809–812.

16. 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).

17. Vlizlo V. V., Fedoruk R. S., Ratych I. B. ta in.; za red. V. V. Vlizla. *Laboratorni metody doslidzhen u biolohiyi, tvarynnytstvi ta veterynarniy medytsyni: dovidnyk*. [Laboratory methods for research in biology, veterinary medicine: a handbook]. Lviv, 2012. 764 p. (in Ukrainian).

18. Cook G. M. W. Cell surface carbohydrates: molecules in search for a function. *Cell Sci.*, 1986, 82, (4), pp. 45–70.

19. Jeneway C. A. The T cell receptor as a multicomponent signaling machine: CD4/CD8 coreceptors and CD45 in cell activation. *Annu. Rev. Immunol.*, 1992, 10, 645–674.

20. Arredouani M., Matthijs P., Hoeyveld V., Kasran A., Baumann H., Ceuppens J. L. Haptoglobin directly affects cells and suppresses T helper cell type 2 cytokine release. *Immunology*, 2003, 108, pp. 144–151.

21. Arredouani M., Kasran A., Vanoirbeek J. A., Berger F. G., Baumann H., Ceuppens J. L. Haptoglobin dampens endotoxin-induced inflammatory effects both in vitro and in vivo. *Immunology*, 2005, 114, pp. 263–271.

22. Varki A., Gaaneux P. Multifarious roles of sialic acids in immunity. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 2012, 1253, pp. 16–36.

23. Park D., Ryu K. S., Choi D. Characterization and role of fucose mutarotase in mammalian cells. *Glycobiology.*, 2007, 17, (9), pp. 955–962.

24. Adory D., Rhodes N. R., Briggins F., Bailey M. M., Di Bona K. R., Goodwin C., Vincent J. B., Rasco J. F. Potential of chromium(III) picolinate for reproductive or developmental toxicity following exposure of male CD-1 mice prior to mating. *Biol. Trace. Elem. Res.*, 2011, 143, (3), pp. 1666–1672.

25. Rhodes N. R., Le Blanc P. A., Rasco J. F., Vincent J. B. Monocarboxylate transporters are not responsible for Cr⁽³⁺⁾ transport from endosomes. *Biol. Trace. Elem. Res.*, 2012, 148, (3), pp. 409–414.