

УДК: 636.92.577.112.85.612.017

ІМУНОБІОЛОГІЧНИЙ СТАН ОРГАНІЗМУ КРОЛІВ ЗА 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, Україна, Львів 79034, вул. В. Стуса 38

Метою дослідження було вивчити вплив суспензії хлорели, сульфату натрію, хлориду і цитрату хрому на активність імунної системи організму кролів та інтенсивність їх росту. Досліджували вміст глікопротеїнів та їх окремих вуглеводних компонентів, концентрацію циркулюючих імунних комплексів, молекул середньої маси, фагоцитарну активність нейтрофілів, фагоцитарний індекс, фагоцитарне число, лізоцимну і бактерицидну активність сироватки у крові кролів за введення до раціону суспензії хлорели, сульфату натрію, цитрату і хлориду хрому. Дослідження проведені на молодняку кролів у період від 50- до 122-добового віку, розділених на п'ять груп. Кролям контрольної групи згодовували вволю повнораціонний гранульований комбікорм з вільним доступом до води. Кролята I дослідної групи до основного раціону з водою отримували 50–80 мл суспензії хлорели. Тварини II дослідної групи споживали корми раціону аналогічно I дослідній групі з введенням до води добавки сульфату натрію у кількості 150–170 мг S/тварину/добу. Молодняк кролів III дослідної групи отримував раціон II групи з додатковим випоюванням, крім хлорели і сульфату натрію, хлориду хрому, в кількості 28–35 мкг Cr/тварину/добу. Кролям IV

дослідної групи згодовували корми і випоювали воду аналогічно II групі з введенням до води цитрату хрому у кількості 8–12 мкг Cr (III)/тварину/добу, отриманого методом з використанням нанотехнології. Дослідженнями встановлено, що у крові кролів II, III і IV дослідних груп, які додатково споживали в раціоні сульфат натрію, хлорид і цитрат хрому, вміст глікопротеїнів та їх вуглеводних компонентів був вірогідно вищим упродовж 62 діб дослідження порівняно з контрольною групою. Введення до раціону кролів III і IV груп мінеральних добавок зумовлювало високу імунобіологічну реактивність їхнього організму з підвищенням у крові рівня циркулюючих імунних комплексів, фагоцитарної активності нейтрофілів, лізоцимної і бактерицидної активності, порівняно з тваринами II дослідної та контрольної груп.

Ключові слова: КРОЛІ, ХРОМ, ГЛІКОПРОТЕЇНИ, ФАГОЦИТАРНА АКТИВНІСТЬ НЕЙТРОФІЛІВ, ЛІЗОЦИМНА АКТИВНІСТЬ, БАКТЕРИЦИДНА АКТИВНІСТЬ СИРОВАТКИ КРОВІ, ЦИРКУЛЮЮЧІ ІМУННІ КОМПЛЕКСИ

IMMUNOBIOLOGICAL STATE RABBITS 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, Lviv 79034, st. Stus 38, Ukraine

The aim of the study was to examine the impact of the suspension chlorella, sodium sulfate, chloride and chromium citrate on the activity of the immune system of the body of rabbits and the intensity of their growth. Studied the content of glycoprotein's and their individual carbohydrate

components, the concentration of circulating immune complexes, high molecular weight, the phagocytes activity of neutrophils, phagocytes index, phagocytes number lizotsym and bactericidal activity in blood serum of rabbits for introduction in the diet chlorella suspension,

sodium sulphate, citrate and chromium chloride . Research carried out on young rabbits between 50 and 122 days old, divided into five groups. Rabbits fed control group compound granular feed with free access to water. Rabbits and research groups to the main diet of water received 50–80 ml suspension chlorella. Animals II experimental group consumed foods diet similar and the experimental group with the introduction of the water additive sodium sulphate in an amount of 150–170 mg S/animal/day. Cubs rabbits III experimental group received a diet of Group II with extra drinking water than chlorella and sodium sulphate, chromium chloride, in an amount of 28–35 mg Cr/animal/day. Crawley fourth experimental group fed with feed and water drink similar group II with the introduction of the water in the amount of chromium citrate 8–12 mg Cr (III)/animal/day obtained by using nanotechnology. Research has established that the blood of rabbits II, III and IV research groups

additionally consumed in the diet sodium sulphate, chloride and citrate chromium content of glycoprotein's and their carbohydrate components was significantly higher during the 62 days of the study compared with the control group. Introduction to the diet of rabbits III and IV groups mineral supplements led to high immunological reactivity of their body with an increase in blood levels of circulating immune complexes, phagocyte activity of neutrophils, lizotsym and bactericidal activity compared with animals II experimental and control groups.

Key words: RABBITS, CHROME, GLYCOPROTEINS, PHAGOCYTIC ACTIVITY OF NEUTROPHILS, LIZOTSYM AND BACTERICIDAL ACTIVITY OF SERUM, CIRCULATING IMMUNE COMPLEXES

ИММУНОБИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА КРОЛИКОВ ПРИ 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, Украина, Львов, 79034, ул. В. Стуса 38

Цель исследований — изучить комплексное влияние суспензии хлореллы, сульфата натрия, хлорида и цитрата хрома на функциональную активность иммунобиологической системы организма кроликов, а также интенсивность их роста. Исследовали содержание гликопротеинов и их отдельных углеводных компонентов, концентрацию циркулирующих иммунных комплексов, молекул средней массы, фагоцитарную активность нейтрофилов, фагоцитарный индекс, фагоцитарное число, лизоцимную и бактерицидную активность в крови кроликов при введении в рацион суспензии хлореллы, сульфата натрия, цитрата и хлорида хрома. Исследования проведены на кроликах в период с 50- до 122-суточного возраста, разделенных на пять групп. Кроликам контрольной группы скармливали без ограничения полнорационный гранулированный комбикорм со свободным доступом к воде. Крольчата I опытной группы к основному рациону с водой получали 50–80 мл суспензии хлореллы. Животные II опытной группы потребляли рацион аналогичный II опытной

группе с введением в воду добавки сульфата натрия в количестве 150–170 мг S/животное/сутки. Молодняк кроликов III опытной группы получал рацион II группы с дополнительным выпаиванием кроме хлореллы и сульфата натрия, хлорид хрома в количестве 28–35 мкг Cr/животное/сутки. Кроликам IV опытной группы скармливали корма и выпаивали воду аналогично II группе с введением в воду цитрата хрома, полученного методом с использованием нанотехнологий, в количестве 8–12 мкг Cr (III)/животное/сутки.

Исследованиями установлено, что в крови кроликов II, III и IV опытных групп, которые дополнительно потребляли в рационе сульфат натрия, хлорид и цитрат хрома, содержание гликопротеинов и их углеводных компонентов было достоверно выше в течение 62 суток опытного периода по сравнению с контрольной группой. Введение в рацион кроликов минеральных добавок активизировало иммунобиологическую реактивность их организма с повышением уровня циркулирующих иммунных комплексов, фагоцитарную активность нейтрофилов,

лизосимную и бактерицидную активность сыворотки в крови по сравнению с животными контрольной и первой опытной, которой выпаивали суспензию хлореллы, групп.

Ключевые слова: КРОЛИКИ, ХРОМ, ГЛИКОПРОТЕИНЫ, ФАГОЦИТАРНАЯ АКТИВНОСТЬ НЕЙТРОФИЛОВ, ЛИЗОЦИМНАЯ АКТИВНОСТЬ, БАКТЕРИЦИДНАЯ АКТИВНОСТЬ СЫВОРОТКИ КРОВИ, ЦИРКУЛИРУЮЩИЕ ИММУННЫЕ КОМПЛЕКСЫ

Важливою умовою підвищення життєздатності та резистентності організму кролів за сучасних умов промислового ведення галузі є підтримання фізіологічного стану їх організму на різних стадіях індивідуального розвитку [1]. Ефективне функціонування імунної системи залежить від взаємодії багатьох клітинних і гуморальних компонентів, які формуються з різною швидкістю впродовж життя тварин. Відповідно імунобіологічна реактивність організму змінюється і остаточно формується тільки на певному етапі онтогенезу [7]. Резистентність тварин лише частково пов'язана з фізіологічними, генетично запрограмованими, процесами інволюції органів імунної системи і, відповідно, зниженням їх функціональної активності, а частково є наслідком патологічних процесів, що відбуваються в організмі впродовж розвитку і пов'язані з неповноцінним живленням, інфекційними захворюваннями, стресовими і екологічними чинниками [9].

Більшість молекул, які беруть участь в імунній відповіді, належать до глікопротеїнів, вони є невід'ємними елементами імунної системи, їх концентрація у крові змінюється впродовж індивідуального розвитку організму. Глікопротеїни відіграють важливу роль у біосинтезі і фізіологічній активності протеїнів, що беруть участь у розпізнаванні антигенів. Крім цього, вміст глікопротеїнових комплексів у крові може виявляти відповідь організму на дію стресорів і розвиток патологічних процесів

[11, 12] їм належить імуномодуюча роль та здатність інгібувати протеїнази [3, 13].

Тривалентний Хром і Сірка як елементи, що впливають на метаболічні реакції в організмі в останній час привертають увагу дослідників кролів. Дефіцит Хрому і Сірки викликає ряд порушень у метаболічних процесах організму, що призводить до пригнічення росту, порушуються енергетичні властивості організму і процеси відтворення у тварин. Результати експериментальних досліджень, одержані в останні роки свідчать, що Хром є есенціальним мікроелементом для людини і тварин, який впливає на активність імунної системи [15, 19, 20]. Зокрема, наявні дані сучасної літератури свідчать про позитивний вплив добавок Хрому до раціону тварин на функціональний стан клітинного і гуморального імунітету [16, 17]. Тому метою наших досліджень було вивчити вплив застосування суспензії хлорели, сульфату натрію, хлориду і цитрату хрому на вміст у крові глікопротеїнів, показники клітинних і гуморальних факторів неспецифічної резистентності організму кролів у період від 60- до 122-добового віку.

Матеріали і методи

Дослідження проведені на молодняку кролів породи сріблястий у кролівницькому господарстві с. Новосілки Буського р-ну Львівської обл., поділених на п'ять груп (контрольну і чотири дослідні), по 10 тварин (5 самців і 5 самок) у кожній, підібраних за принципом аналогів у віці 50 днів. Кролям контрольної групи згодовували вволю повнораціонний гранульований комбікорм з вільним доступом до води. Кроленята I дослідної групи до основного раціону з водою отримували суспензію хлорели штаму *Chlorella vulgaris* BIN у співвідношенні (1:3) з розрахунку 50–80 мл суспензії/тварину/добу. Тварини II дослідної групи споживали корми раціону аналогічно I дослідній групі з введенням до води з 60 доби життя сульфату натрію у

кількості 0,15–0,17 г S/тварину/добу. Молодняк кролів III дослідної групи отримував раціон II групи з додатковим впоюванням з 60 доби життя Хрому у вигляді $\text{CrCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$ у кількості 28–32 мкг Cr/тварину/добу. Кролям IV дослідної групи згодовували корми і впоювали воду аналогічно II групі з уведенням до води з 60 доби цитрату хрому з розрахунку 8–12 мкг Cr (III)/тварину/добу, отриманого методом Косінова М. В., Каплуненка В. Г. з використанням нанотехнології [4]. Тварин утримували в сітчастих односторонніх клітках у приміщенні з регульованим мікрокліматом, згідно з чинними ветеринарно-санітарними нормами. Тривалість дослідження 72 доби, у т. ч. підготовчий період — 10 діб, дослідний — 62 доби.

У підготовчому періоді (на 60 добу життя) і в дослідному — на 81 і 122 доби (21 і 62 доби впоювання), відбирали зразки крові з крайової вушної вени кролів для біохімічних досліджень. У крові визначали вуглеводні компоненти глікопротеїнових комплексів — вміст фукози за методом Діше, гексоз, зв'язаних з білками та сероглікоїдів — орциновим методом, сіалових кислот — за Свеннерхольмом, церулоплазміну — методом Равіна, гаптоглобін, а також фагоцитарну активність нейтрофілів (ФА), фагоцитарний індекс (ФІ), фагоцитарне число (ФЧ), лізоцимну активність (ЛА), бактерицидну активність сироватки крові (БАСК), вміст циркулюючих імунних комплексів (ЦІК) та молекул середньої маси (МСМ) за прийнятими у біології методами, описаними у довіднику [2]. Цифрові дані опрацьовані статистично з використанням t критерію Стюдента і комп'ютерної програми.

Результати й обговорення

Проведеними дослідженнями встановлено, що застосування мінеральних і протеїнової добавок у раціоні кролів виявляло стимулюючий вплив на функціонування імунної системи їх організму. Зокрема, вміст гексоз, зв'язаних

з білками у крові кролів II групи, яким впоювали сульфат натрію, вірогідно збільшувався на першому етапі застосування добавок, тоді як у тварин III і IV дослідних груп, які споживали у раціоні хлорид і цитрат хрому, зростав ($p < 0,05$; $p < 0,01$) впродовж дослідного періоду порівняно з контролем (табл. 1). У крові кролів II, III і IV дослідних груп рівень сероглікоїдів був відповідно вищим на 62 добу згодовування добавок за тенденції до зростання на 21 добу дослідження порівняно з контрольною групою. Вірогідне підвищення вмісту гексоз, зв'язаних з білками та сероглікоїдів у крові кролів дослідних груп, може свідчити про посилення імунобіологічної реакції їх організму під впливом застосованих добавок. З літературних джерел відомо [5, 6], що глікопротеїни беруть участь у регуляції імунобіологічних властивостей крові. Вуглеводна частина глікопротеїнів відіграє важливу роль як у процесі розпізнавання, так і в процесі адгезії та наступної елімінації імунними комплексами чужорідних антигенів.

У крові кролів III дослідної групи вміст гаптоглобіну на 21 і 62 доби дослідного періоду був вищим відповідно на 4,9 % ($p < 0,05$) і 26,1 ($p < 0,01$) і вірогідно зростав на 24,2 % ($p < 0,001$) у тварин IV групи на завершальному етапі дослідження порівняно з контрольною групою. Специфічною властивістю гаптоглобіну є можливість зв'язувати гемоглобін у стійкий комплекс Нр-Нб [10], що посилює його функціонування у процесах газообміну. Це, можливо, стимулювало імунобіологічну реактивність організму кролів дослідних груп, що було більше виражено на завершальному етапі згодовування добавок.

Впродовж дослідного періоду в крові кролів II, III і IV дослідних груп відзначено вірогідне зростання концентрації сіалових кислот і фукози порівняно з контрольною групою. Вірогідно вищі концентрації сіалових кислот і фукози в межах фізіологічних норм їх величин у крові вказують на

активацію систем імунобіологічного захисту в організмі кролів у період випоювання добавок. Оскільки відомо, що сіалові кислоти негативно заряджені і займають прикінцеве положення на бічних олігосахаридних ланцюгах макромолекул, завдяки чому зв'язують антигени і запобігають агрегації. За умов ушкодження клітинних мембран, сіалові кислоти швидко переходять у сироватку крові, де їх кількість значно зростає. Завдяки цьому рівень сіалових кислот у плазмі крові є важливим діагностичним показником при багатьох патологічних та деструктивних процесах. Деякі автори

вважають, що між вмістом сіалопротейнів у сироватці крові та реактивністю організму існує пряма залежність [18]. Фукоза також в основному займає кінцеві позиції на бічних олігосахаридних ланцюгах макромолекул, проте її кількість у білках гострої фази є незначною. Відсутність фукози в нативній структурі глікопротеїнів крові змінює доступність їх білкової частини для пептидгідролаз, що разом зі зміною стереохімічної структури вуглеводів призводить до порушення функціонування імунної, гормональної та інших систем організму [14].

Таблиця 1

Вміст глікопротеїнів та їх вуглеводних компонентів у крові кролів за періодами дослідження ($M \pm m$, $n=4$)

Показники	Група	Період дослідження		
		підготовчий, 60 доба життя	дослідний (вік у днях / доба випоювання добавок)	
			81/21	122/62
Гексози, зв'язані з білками, г/л	К	$1,06 \pm 0,02$	$1,07 \pm 0,03$	$1,08 \pm 0,02$
	Д-I	$1,08 \pm 0,03$	$1,12 \pm 0,04$	$1,11 \pm 0,02$
	Д-II	$1,09 \pm 0,03$	$1,23 \pm 0,03^{**}$	$1,13 \pm 0,05$
	Д-III	$1,13 \pm 0,03$	$1,17 \pm 0,02^*$	$1,17 \pm 0,03^*$
	Д-IV	$1,05 \pm 0,02$	$1,19 \pm 0,02^*$	$1,18 \pm 0,04^*$
Сероглікоїди, г/л	К	$0,20 \pm 0,002$	$0,21 \pm 0,005$	$0,21 \pm 0,003$
	Д-I	$0,21 \pm 0,009$	$0,21 \pm 0,008$	$0,23 \pm 0,006$
	Д-II	$0,22 \pm 0,009$	$0,23 \pm 0,004$	$0,34 \pm 0,004^{**}$
	Д-III	$0,21 \pm 0,004$	$0,21 \pm 0,003$	$0,36 \pm 0,026^{***}$
	Д-IV	$0,22 \pm 0,003$	$0,21 \pm 0,009$	$0,32 \pm 0,006^{***}$
Гаптоглобін, г/л	К	$1,45 \pm 0,02$	$1,42 \pm 0,02$	$1,57 \pm 0,03$
	Д-I	$1,42 \pm 0,03$	$1,41 \pm 0,02$	$1,65 \pm 0,04$
	Д-II	$1,47 \pm 0,02$	$1,46 \pm 0,03$	$1,71 \pm 0,08$
	Д-III	$1,44 \pm 0,03$	$1,49 \pm 0,02^*$	$1,98 \pm 0,09^{**}$
	Д-IV	$1,46 \pm 0,02$	$1,48 \pm 0,03$	$1,95 \pm 0,03^{***}$
Сіалові кислоти, у.о.	К	$118,7 \pm 2,09$	$119,0 \pm 2,27$	$113,0 \pm 3,79$
	Д-I	$120,7 \pm 2,01$	$121,5 \pm 2,22$	$118,6 \pm 2,60$
	Д-II	$121,8 \pm 1,49$	$135,3 \pm 2,43^{**}$	$133,2 \pm 2,71^{**}$
	Д-III	$115,7 \pm 1,75$	$132,2 \pm 4,80^*$	$129,0 \pm 0,57^{**}$
	Д-IV	$119,9 \pm 2,95$	$130,0 \pm 2,48^*$	$121,0 \pm 0,81^*$
Фукоза, мг%	К	$3,13 \pm 0,08$	$3,17 \pm 0,04$	$3,12 \pm 0,04$
	Д-I	$3,21 \pm 0,07$	$3,14 \pm 0,09$	$3,26 \pm 0,12$
	Д-II	$3,22 \pm 0,03$	$3,27 \pm 0,03^*$	$3,52 \pm 0,05^{***}$
	Д-III	$3,18 \pm 0,01$	$3,29 \pm 0,04^*$	$3,36 \pm 0,09^*$
	Д-IV	$3,24 \pm 0,07$	$3,28 \pm 0,04^*$	$3,28 \pm 0,06^{***}$
Церулоплазмін, у.о.	К	$371,5 \pm 3,27$	$373,0 \pm 6,61$	$341,0 \pm 4,31$
	Д-I	$385,0 \pm 5,61$	$387,3 \pm 5,59$	$398,0 \pm 6,94^{***}$
	Д-II	$386,7 \pm 8,64$	$422,3 \pm 6,38^*$	$425,3 \pm 7,98^{***}$
	Д-III	$377,1 \pm 6,41$	$403,3 \pm 5,48^*$	$390,3 \pm 6,52^{***}$
	Д-IV	$374,0 \pm 8,63$	$405,0 \pm 1,08^{***}$	$360,0 \pm 4,48^*$

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

Вміст церулоплазмину в крові тварин II, III і IV дослідних груп на 21 добу застосування добавок був відповідно вищим на 13,2; 8,1 і 8,5 %, ніж у кролів контрольної групи. На 62 добу дослідження у крові тварин усіх дослідних груп рівень цього показника був вірогідно вищим порівняно до контролю, що може свідчити про посилення метаболічних процесів та підвищення антиоксидантного захисту організму кролів, в яких церулоплазмин відіграє важливу роль.

Вірогідно вищі концентрації глікопротеїнів та їх вуглеводних компонентів у крові кролів в межах фізіологічних норм їх величин вказують на активацію системи імунобіологічного захисту в їхньому організмі у період тривалішого вypoвoвaння добавок. Менше виражена реакція організму кролів вказаних дослідних груп стосовно показників глікопротеїнового статусу у перший період досліджень (21 доба), може бути зумовлена їх фізіологічною адаптацією до дії нових аліментарних чинників у складі кормової добавки.

Рівень глікопротеїнів у крові тварин

може виражати імунобіологічну реакцію організму на дію антипоживних і шкідливих речовин і виявляти певні залежності з іншими показниками імунного захисту. Підтвердженням цієї гіпотези є міжгрупові відмінності вмісту циркулюючих імунних комплексів і молекул середньої маси крові кролів дослідних груп (табл. 2). Зокрема, концентрація ЦІК у крові кролів III дослідної групи, які споживали в раціоні хлорид хрому, була вища на 12 % за тенденції до підвищення цього показника у тварин II і IV груп на першому етапі дослідження порівняно з контролем. Підвищення імунобіологічної реактивності організму кролів виявлялось у більшій мірі на 62 добу вypoвoвaння добавок і позначилося збільшенням у крові кролів II, III і IV дослідних груп вмісту ЦІК відповідно на 22,2; 23,4 і 28,9 % порівняно з контрольною групою. Тоді як міжгрупові різниці концентрації МСМ у крові кролів були не значними та не вірогідними, що вказує на прояв компенсаторної імунної здатності організму в період дії компонентів мінерально-протеїнової добавки.

Таблиця 2

Імунологічні показники крові кролів за періодами дослідження ($M \pm m$, $n=4$)

Показники	Група	Період дослідження		
		підготовчий, 60 доба життя	дослідний (вік у днях / доба вypoвoвaння добавок)	
			81/21	122/62
Циркулюючі імунні комплекси, од. екст.	К	$24,0 \pm 0,58$	$25,0 \pm 1,15$	$25,6 \pm 0,66$
	Д-I	$24,0 \pm 2,08$	$25,3 \pm 0,33$	$26,6 \pm 0,33$
	Д-II	$27,0 \pm 1,15$	$27,0 \pm 0,57$	$31,3 \pm 1,33^{**}$
	Д-III	$26,0 \pm 1,15$	$28,0 \pm 0,57^{*}$	$31,6 \pm 0,88^{**}$
	Д-IV	$26,0 \pm 2,87$	$27,3 \pm 2,33$	$33,0 \pm 0,69^{***}$
Молекули середньої маси, г/л	К	$0,226 \pm 0,04$	$0,344 \pm 0,05$	$0,596 \pm 0,03$
	Д-I	$0,285 \pm 0,03$	$0,362 \pm 0,02$	$0,541 \pm 0,04$
	Д-II	$0,283 \pm 0,01$	$0,382 \pm 0,03$	$0,524 \pm 0,02$
	Д-III	$0,275 \pm 0,02$	$0,409 \pm 0,02$	$0,592 \pm 0,02$
	Д-IV	$0,254 \pm 0,02$	$0,488 \pm 0,08$	$0,632 \pm 0,03$

Свідченням активації імунобіологічного статусу організму кролів дослідних груп є також підвищення показників його неспецифічної резистентності (табл. 3). Так, у крові кролів II, III і IV дослідних груп рівень фагоцитарної активності нейтрофілів був

відповідно вищим на 10,6; 18,4 і 22,6 % на 21 добу дослідження порівняно з контрольною групою. На 62 добу застосування добавок у тварин III і IV дослідних груп рівень цього показника відповідно зростав на 11,5 і 12,7 % ($p < 0,05$) порівняно з контролем. Тоді як

фагоцитарний індекс і фагоцитарне число у крові кролів вказаних дослідних груп вірогідно не змінювались порівняно до контролю і корелювали з показником фагоцитарної активності. Фагоцитоз — це процес активного поглинання фагоцитуючими клітинами крові тварин патогенних живих мікроорганізмів, а також інших чужорідних агентів з наступним перетравленням їх внутрішньоклітинними ферментами. Основними клітинами, які беруть участь у процесі фагоцитозу є лейкоцити, зокрема нейтрофіли та еозинофіли [8]. Результати дослідження фагоцитарної ланки природної резистентності крові кролів дослідних груп можуть вказувати на підвищення імунобіологічної реактивності організму

кролів, які споживали сульфат натрію, хлорид і цитрат хрому впродовж дослідження. Важливою ланкою імунітету є показники, що характеризують гуморальні фактори неспецифічного захисту організму. Дослідження лізоцимної активності показало підвищення її у крові кролів II, III і IV дослідних груп порівняно з контролем за дії застосованих добавок протягом всього періоду досліджень.

Бактерицидна активність сироватки крові у тварин III і IV дослідних груп була відповідно вищою на 17,4 ($p<0,05$) і 27,9 % ($p<0,01$) на першому етапі дослідження і на 10,6 і 9,6 % ($p<0,05$) у завершальному періоді застосування добавок порівняно з контролем.

Таблиця 3

Показники неспецифічної резистентності організму кролів за періодами дослідження ($M \pm m$, $n=4$)

Показники	Група	Період дослідження		
		підготовчий, 60 доба життя	дослідний (вік у днях / доба випоювання добавок)	
			81/21	122/62
Фагоцитарна активність нейтрофілів, %	К	37,66 $\pm$ 0,89	42,01 $\pm$ 1,08	41,25 $\pm$ 1,10
	Д-I	37,60 $\pm$ 0,88	44,75 $\pm$ 1,25	41,02 $\pm$ 0,57
	Д-II	38,33 $\pm$ 1,20	46,50 $\pm$ 1,32*	43,51 $\pm$ 0,65
	Д-III	38,01 $\pm$ 1,01	49,75 $\pm$ 0,85**	46,03 $\pm$ 1,47*
	Д-IV	37,65 $\pm$ 1,20	51,51 $\pm$ 1,32**	46,52 $\pm$ 0,64*
Фагоцитарний індекс, од.	К	8,49 $\pm$ 0,17	7,50 $\pm$ 0,29	8,65 $\pm$ 0,44
	Д-I	8,38 $\pm$ 0,48	8,94 $\pm$ 0,39	8,72 $\pm$ 0,45
	Д-II	8,42 $\pm$ 0,27	8,16 $\pm$ 0,41	9,28 $\pm$ 0,74
	Д-III	8,23 $\pm$ 0,20	8,05 $\pm$ 0,34	9,75 $\pm$ 0,42
	Д-IV	8,22 $\pm$ 0,12	8,15 $\pm$ 0,16	9,24 $\pm$ 0,26
Фагоцитарне число, тис. м. т.	К	3,06 $\pm$ 0,08	3,30 $\pm$ 0,15	3,72 $\pm$ 0,22
	Д-I	3,33 $\pm$ 0,32	3,10 $\pm$ 0,10	3,80 $\pm$ 0,23
	Д-II	3,23 $\pm$ 0,17	3,80 $\pm$ 0,23	3,62 $\pm$ 0,13
	Д-III	3,03 $\pm$ 0,08	4,01 $\pm$ 0,12	3,50 $\pm$ 0,15
	Д-IV	3,12 $\pm$ 0,11	4,32 $\pm$ 0,13*	3,16 $\pm$ 0,17
Лізоцимна активність, %	К	39,01 $\pm$ 0,57	39,75 $\pm$ 0,47	48,25 $\pm$ 0,85
	Д-I	39,66 $\pm$ 1,45	40,50 $\pm$ 0,64	50,0 $\pm$ 0,57
	Д-II	39,02 $\pm$ 1,52	43,01 $\pm$ 0,57**	51,10 $\pm$ 0,90*
	Д-III	40,33 $\pm$ 1,45	44,51 $\pm$ 0,64**	53,06 $\pm$ 1,52*
	Д-IV	39,66 $\pm$ 1,45	47,08 $\pm$ 0,70***	52,33 $\pm$ 1,45*
Бактерицидна активність сироватки крові, %	К	39,58 $\pm$ 1,41	40,58 $\pm$ 1,13	41,31 $\pm$ 0,29
	Д-I	39,46 $\pm$ 0,82	40,89 $\pm$ 1,51	43,32 $\pm$ 1,44
	Д-II	38,03 $\pm$ 1,20	42,80 $\pm$ 1,21	42,52 $\pm$ 1,23
	Д-III	39,09 $\pm$ 0,10	47,67 $\pm$ 1,14*	45,71 $\pm$ 1,11*
	Д-IV	40,16 $\pm$ 1,07	51,94 $\pm$ 1,63**	45,29 $\pm$ 0,83*

Це підтверджує стимулюючий вплив Сірки та сполук хрому на різні системи організму, особливо на механізми

формування гуморальних факторів неспецифічного захисту.

Висновки

Згодовування кролям суспензії хлорели, сульфату натрію, хлориду та цитрату хрому від 60- до 122-добового віку позначилося вірогідними змінами імунобіологічних показників їх крові порівняно з контролем. У крові кролів II, III і IV дослідних груп, яким згодовували сульфат натрію та його поєднання із хлоридом і цитратом хрому відзначено вірогідно вищу концентрацію глікопротеїнів та їх вуглеводних компонентів на 21 і 62 доби згодовування добавок порівняно з контрольною групою, що може вказувати на активацію системи імунобіологічного захисту в їх організмі у період випоювання добавок.

Дослідженнями показників клітинних і гуморальних факторів неспецифічного захисту організму відзначено вірогідно вищий їх рівень у крові дослідних груп порівняно з контрольною. Уведення до раціону кролів Сірки та сполук хрому зумовлювало більше виражену імунобіологічну реактивність їхнього організму з підвищенням концентрації глікопротеїнів та їх вуглеводних компонентів, рівня ЦІК, ФА, ЛА та БАСК у крові, ніж випоювання суспензії хлорели у I дослідній групі порівняно з тваринами контрольної групи.

Перспективи подальших досліджень. Доцільно вивчити вплив різного співвідношення хлориду і цитрату хрому у раціоні на фізіолого-біохімічні процеси і продуктивність організму кролів з метою нормування їх для різних статевих груп.

1. Bashchenko M. I., Honchar O. F., Shevchenko Ye. A. *Krolivnytstvo*. [Rabbits]. Cherkasy: Cherkaskyy instytut APV, 2011. 302 p. (In Ukrainian).

2. Vlizlo V. V., Fedoruk R. S., Ratych I. B. та ін.; за ред. 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).

3. Zoryn N. A., Zoryna V. N., Zoryna R. M. Rol alfa-2-makrohlobulina pry onkolohycheskykh zabolevannyakh [The role of alpha-2-macroglobulin in oncology]. *Questions Oncology*, 2004, vol. 50, no. 5, pp. 515–519 (In Russian).

4. Kosinov M. V., Kaplunen V. H. Sposib otrymannya karboksylativ metaliv «Nanotekhnolohiya otrymannya karboksylativ metaliv» [Method of metal carboxylates «Nanotechnology get metal carboxylates»]. Patent U. no. 38391. 2009 (In Russian).

5. Kamishnykov V. S. *Spravochnyk po klynyko-byokhymycheskym yssledovanyam y laboratornoy dyahnostyke* [Handbook of clinical and biochemical studies and laboratory diagnosis]. Moscow, MEDpress-inform, 2004. 920 p. (In Russian).

6. Lakhtyn V. M. Lektynu v yssledovanny uhlevodnoy chasty hlykoproteynov y druhykh pryrodnukh hlykokonyuhatov [Lectins in the study of the carbohydrate moiety of glycoproteins and other natural glycoconjugates]. *Biochemistry*, 1995, vol. 60, no. 2, pp. 187–217 (In Russian).

7. Maslyanko R. P. *Osnovy imunolohiyi* [Fundamentals of Immunology]. Lviv, 1999. 427 p. (In Ukrainian).

8. Perederyy V. H., Zemskov A. M., Bychkov N. H. Ymmunnyy status, pryntsypy cho otsenky y korrektsyy ymmunnykh narushenyy [Immune status, the principles of evaluation and correction of immune disorders]. Kiev, 1995. 210 p. (In Ukrainian).

9. Serikh M. M., Zaytsev V. V. Sovremennye predstavlenyya o fyloheneye y ontoheneye ymmunyteta u zhyvotnykh [Modern views on the phylogeny and ontogeny of immunity in animals]. *Bulletin of SSU — Natural Science Series*, 2006, vol. 9, no. 49, pp. 246–254. (In Russian).

10. Dishlyanova E., Georgieva T. M., Petrov V., Zapryanova D., Marutsov P., Dinev I., Nikiforov I., Penchev I., Georgiev Dishlyanova E. Bood haptoglobin response in rabbits with experimentally induced *Staphylococcus aureus* infection. *Revue Méd. Vét.*, 2011, vol. 162, no 11, pp. 514–518.

11. Dube D. H., Bertozzi C. R. Glycans in cancer and inflammation — Potential for therapeutics and diagnostics, 2005, *Nat. Rev. Drug Discov.*, vol. 4, pp. 477–488.

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

13. Naito Y. Activation-dependent change in sialic acid species in mouse B cells. *Trends in Glycoscience and Glycotechnology*, 2009, vol. 21, no 120, pp. 237–246.
14. Pilatte Y., Bignon J., Lambre C. R. Sialic acids as important molecules in the regulation of the immune system: pathophysiological implications of sialidases in immunity. *Glycobiology* 1993, vol. 3, no 3, pp. 201–217.
15. Richa Shrivastava, R. K. Upreti, P. K. Seth, U. C. Chaturvedi. Effects of chromium on the immune system. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*. 2002, № 34, no 1, pp. 1–7.
16. Spears J. W. Chromium Supplementation in Cattle Diets. *21st Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, Department of Animal Sciences University of Florida*, 2010, pp. 143–153.
17. Sajid M. S., Iqbal Z., Muhammad G., Sandhu M. A., Khan M. N., Saqib M., Iqbal M. U. Effect of ivermectin on the cellular and humoral immune responses of rabbits. *Life Sci.*, 2007, № 80, no 21, pp. 1966–1970.
18. Sato C. Chain length diversity of sialic acids and its biological significance trends in glycoscience and glycotechnology. *Trends in Glycoscience and Glycotechnology*, 2004, vol. 16, no 91, pp. 331–344.
19. Vincent J. B. *The nutritional biochemistry of chromium (III)*. Department of Chemistry The University of Alabama Tuscaloosa USA, 2007, 279 p.
20. Wiernsperger N., Rapin J. Trace elements in glucometabolic disorders: an update. *Diabetology i Metabolic Syndrome*, 2010, vol. 2, pp. 1–70.