

Я. В. Лесик, Р. С. Федорук, О. П. Долайчук

Імунологічні показники крові кролів за умов додавання до раціону суспензії хлорели, сульфату натрію, цитрату та хлориду хрому

Досліджували вміст глікопротеїнів та їх окремих вуглеводних компонентів, фагоцитарну активність нейтрофілів, фагоцитарний індекс, фагоцитарне число, лізоцимну і бактерицидну активність сироватки крові, концентрацію циркулюючих імунних комплексів і молекул середньої маси у крові кролів за умов введення у раціон суспензії хлорели, сульфату натрію, цитрату і хлориду хрому. Дослідження проведені на кролематках масою 3,7–3,9 кг з приплодом від 1-ї доби молочного періоду до 118-добового віку, розділених на п'ять груп: контрольну і чотири дослідні. Встановлено, що у крові кролів дослідних груп, які додатково споживали в раціоні сульфат натрію, хлорид і цитрат хрому, вміст глікопротеїнів та їх вуглеводних компонентів був вірогідно вищим упродовж 118 днів дослідження порівняно з контрольною групою. Показано, що згодовування мінеральних добавок кролям дослідних груп позначилося вірогідними різницями порівняно з контролем показників неспецифічної резистентності у крові за періодами дослідження, що було більше вираженим у перші два місяці життя.

Ключові слова: кролі, хром, сірка, імунобіологічні показники крові.

ВСТУП

Стан імунобіологічної реактивності організму тварин має важливе значення у формуванні та функціонуванні його клітинних і гуморальних ланок неспецифічної резистентності [9, 10]. У системі оцінки функціонального стану імунної системи важливим є визначення вмісту в крові глікопротеїнів, оскільки більшість імунних білків є головними у біосинтезі та фізіологічній активності протеїнів, що беруть участь у розпізнаванні антигенів [1, 12]. Коливання вмісту глікопротеїнових комплексів у крові може виявляти відповідь організму на дію стресу і розвиток патологічних процесів [13], вони відіграють провідну роль у зв'язуванні та виведенні ксенобіотиків [11], а також мають імуномодулювальну [4] й антиоксидантну властивості [3]. Порухи обміну глікопротеїнів спричиняє складні зміни функцій на клітинному, тканинному та системному рівнях. Відомо, що сіалові

кислоти, завдяки прикінцевому положенню в молекулі глікопротеїнів і негативному заряду, відіграють ключову роль в адгезії клітин, їх диференціації та проліферації [13]. Вміст глікопротеїнів та їх вуглеводних компонентів в крові і показники неспецифічної резистентності організму тварин можуть виражати його імунобіологічну реакцію на дію технологічних стрес-факторів і виявляти певні залежності з іншими показниками системи імунного захисту. Разом з тим сучасні інтенсивні технології у кролівництві передбачають раннє відлучення кроленят від кролематки, що є своєрідним стресовим чинником, який призводить до зменшення продуктивності, порушення процесів травлення, зниження резистентності та стійкості тварин до захворювань [6]. Тому метою нашої роботи було оцінити зміни імунобіологічних показників крові за умов додавання до раціону кролів суспензії хлорели, сульфату натрію, цитрату і хлориду хрому.

© Я.В. Лесик, Р.С. Федорук, О.П. Долайчук

МЕТОДИКА

Дослідження проведені на кролематках масою тіла 3,7–3,9 кг з приплодом від 1-ї доби молочного періоду до 118-добового віку, отриманих від кролиць-сестер, породи сріблястий, розділених на п'ять груп: контрольну і чотири дослідні. Кролицям контрольної (І) групи згодовували повнораціональний гранульований комбікорм з вільним доступом до води. Самиці ІІ групи, крім комбікорму з першої доби після окролу з водою отримували суспензію хлорели штаму *Chlorella vulgaris* BIN у співвідношенні (1:3), з розрахунку 90–110 мл/тварину за добу. Тваринам ІІІ групи, аналогічно схемі ІІ групи, згодовували комбікорм, а з водою крім хлорели випоювали сульфат натрію з розрахунку 40,0 мг/кг маси тіла або в кількості 0,15–0,17 г S/тварину за добу. Самиці з кролятами ІV групи отримували комбікорм і воду за схемою ІІІ групи з додатковим випоюванням з водою $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, в кількості 28–32 мкг Cr/тварину за добу з розрахунку 7,6 мкг/кг маси тіла. Тварини V групи отримували комбікорм і воду відповідно до схеми ІІІ групи з додатковим введенням у воду цитрату хрому, отриманого методом Косінова, Каплуненка з використанням нанотехнологій [8] з розрахунку 2,2 мкг Cr/кг маси тіла або 8–12 мкг Cr/тварину за добу. Кролиць утримували в сітчастих одноярусних клітках у приміщеннях з регульованим мікрокліматом разом з кролятами до 45-добового віку, а після відлучення від кролематок – групами по 6 тварин (окремо самці і самиці). Зразки крові для біохімічних досліджень відбирали з крайової вušної вени кролів на 46-ту і 118-ту доби життя. У крові визначали компоненти глікопротеїнових комплексів – вміст фукози за методом Діше, гексоз, зв'язаних з білками, та сероглікоїдів – орциновим методом, сіалових кислот – за Свеннерхольмом, церулоплазміну – методом Равіна, а також фагоцитарну активність нейтрофілів, фагоцитарний індекс, фагоцитарне число, лізоцимну активність, бактерицидну

активність сироватки крові, вміст циркулюючих імунних комплексів і молекул середньої маси за прийнятими у біології методиками [2]. Цифрові результати опрацьовані статистично з використанням критерію t Ст'юдента та комп'ютерної програми.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Застосування у раціоні кролів упродовж дослідного періоду суспензії хлорели, сірки та сполук хрому впливало на вміст вуглеводних компонентів глікопротеїнів у їх крові (табл. 1). Зокрема, концентрація гексоз, зв'язаних з білками у крові кролів ІІІ, ІV і V груп, була вірогідно вищою на всіх етапах дослідження порівняно з контрольною групою. У крові тварин ІІ групи, яким випоювали суспензію хлорели, значення цього показника не зазнавали вірогідних змін, проте виявлялася тенденція до зростання за періодами дослідження порівняно з контролем. Вміст сероглікоїдів у цих групах був вищим на 9,0; 9,1 і 13,6 % відповідно на 46-ту добу та вірогідно збільшувався на 118-ту добу життя порівняно з контрольною групою. Вірогідне підвищення вмісту гексоз та сероглікоїдів у крові кролів дослідних груп може свідчити про фізіологічну здатність застосованих добавок у досліджуваних кількостях посилювати імунобіологічні реакції та підвищувати неспецифічний імунітет у кролів як під час відлучення від кролематок, так і після цього періоду. Доведено, що глікопротеїни займають важливе місце в активації імунної відповіді організму тварин [5].

Відомо, що гаптоглобін, як глікопротеїд плазми крові, має специфічну властивість зв'язувати гемоглобін у стабільний комплекс Нр-Нб і посилювати імунобіологічну реактивність організму [14]. Упродовж дослідного періоду в крові кролів ІІІ, ІV і V груп відзначено вірогідне зростання концентрації гаптоглобіну порівняно з контрольною групою. Отже, це посилює позитивний вплив сульфату натрію, хлориду та цитрату хрому на

Таблиця 1. Вміст глікопротеїнів та їх вуглеводних компонентів у крові кролів за періодами дослідження (M±m, n=4)

| Групи тварин | Згодовування добавок | |
|---|----------------------|------------------|
| | 46-та доба | 118-та доба |
| Гексози, зв'язані з білками, г/л | | |
| Контроль (I) | 1,26 ± 0,02 | 1,36 ± 0,03 |
| Дослідні тварини, які отримували суспензію хлорели (II) | 1,29 ± 0,01 | 1,32 ± 0,02 |
| сульфат натрію (III) | 1,34 ± 0,02 * | 1,50 ± 0,03 ** |
| хлорид натрію (IV) | 1,31 ± 0,01 * | 1,45 ± 0,02 * |
| цитрат хрому (V) | 1,34 ± 0,02 * | 1,44 ± 0,02 * |
| Сероглікоїди, г/л | | |
| Контроль (I) | 0,22 ± 0,002 | 0,26 ± 0,004 |
| Дослідні тварини, які отримували суспензію хлорели (II) | 0,22 ± 0,002 | 0,27 ± 0,002 * |
| сульфат натрію (III) | 0,24 ± 0,004 ** | 0,28 ± 0,003 ** |
| хлорид натрію (IV) | 0,24 ± 0,002 *** | 0,30 ± 0,007 ** |
| цитрат хрому (V) | 0,25 ± 0,003 *** | 0,29 ± 0,006 ** |
| Гаптоглобін, г/л | | |
| Контроль (I) | 1,23 ± 0,01 | 1,26 ± 0,04 |
| Дослідні тварини, які отримували суспензію хлорели (II) | 1,26 ± 0,05 | 1,28 ± 0,02 |
| сульфат натрію (III) | 1,46 ± 0,02 *** | 1,44 ± 0,02 ** |
| хлорид натрію (IV) | 1,44 ± 0,01 *** | 1,42 ± 0,01 ** |
| цитрат хрому (V) | 1,43 ± 0,04 *** | 1,47 ± 0,01 ** |
| Сіалові кислоти, ум.од. | | |
| Контроль (I) | 86,0 ± 0,08 | 88,3 ± 3,20 |
| Дослідні тварини, які отримували суспензію хлорели (II) | 89,0 ± 2,67 | 89,3 ± 1,49 |
| сульфат натрію (III) | 95,5 ± 0,64 *** | 108,3 ± 2,93 ** |
| хлорид натрію (IV) | 94,7 ± 0,62 *** | 106,3 ± 3,79 * |
| цитрат хрому (V) | 97,7 ± 0,85 *** | 109,0 ± 1,68 ** |
| Фукоза, мг% | | |
| Контроль (I) | 3,32 ± 0,06 | 3,22 ± 0,03 |
| Дослідні тварини, які отримували суспензію хлорели (II) | 3,36 ± 0,08 | 3,42 ± 0,06 |
| сульфат натрію (III) | 3,88 ± 0,06 *** | 3,67 ± 0,03 *** |
| хлорид натрію (IV) | 3,73 ± 0,05 ** | 3,49 ± 0,04 ** |
| цитрат хрому (V) | 3,77 ± 0,07 ** | 3,65 ± 0,05 *** |
| Церулоплазмін, ум.од. | | |
| Контроль (I) | 335,7 ± 1,65 | 315,2 ± 5,96 |
| Дослідні тварини, які отримували суспензію хлорели (II) | 340,7 ± 5,33 | 321,7 ± 2,17 |
| сульфат натрію (III) | 37,7 ± 1,84 *** | 338,2 ± 2,25 |
| хлорид натрію (IV) | 353,0 ± 2,27 *** | 365,5 ± 2,25 *** |
| цитрат хрому (V) | 361,7 ± 2,50 *** | 336,2 ± 4,13 * |

Примітка. Тут і в табл. 2 і 3 *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001 відносно контролю.

гемопоетичну та імуномодулювальну функцію організму кролів, що було відзначено для гексоз, зв'язаних з білками, та сероглікоїдів.

Вміст сіалових кислот і фукози вірогідно підвищувався на 46-ту і 118-ту доби життя у крові кролів III, IV і V груп порівняно з контролем. Це може свідчити про стимулювальну дію мінеральних добавок на метаболізм у клітинах крові та посилення реактивності їх організму.

Вміст церулоплазміну в крові тварин III, IV і V груп на першому етапі дослідження був вищим на 6,5; 5,1 і 7,7 % відповідно ($P < 0,001$), ніж у кролів контрольної групи. На 118-ту добу у крові тварин IV і V груп значення цього показника були вищими на 15,9 і 6,6 % порівняно з контролем. Підвищення концентрації церулоплазміну в крові кролів, які споживали сульфат натрію, хлорид та цитрат хрому, можуть вказувати на посилення метаболічних процесів в їх організмі з активацією окисно-відновних реакцій та підвищенням антиоксидантного захисту [3].

За результатами аналізу показників неспецифічної резистентності відзначено, що фагоцитарна активність нейтрофілів крові кролів дослідних груп була вірогідно вищою порівняно з контролем (табл. 2). Так, у крові кролів II, III, IV і V груп цей показник вірогідно зростав на 13,3; 24,2; 25,1 і 29,3 % відповідно у першому періоді дослідження і на 8,4; 7,2; 6,7 та 14,5 % на завершальному етапі вживання добавок порівняно з контрольною групою. Фагоцитарний індекс і фагоцитарне число виявляли позитивну кореляцію зі значенням активності фагоцитозу. Відомо, що фагоцитоз є першою стадією імунної реакції організму, в результаті чого видозмінюється антиген з утворенням антигенних детермінант. Це посилює імуногенез і забезпечує збереження антигена на клітинній мембрані у легкодоступній формі [7]. Отже, на основі цих результатів можна стверджувати, що введення до раціону кролів мінеральних добавок сприяло активації формування клітинних механізмів захисту їх організму.

Визначення гуморальних факторів неспецифічного захисту організму, з дослідженням сироватки крові, вказують також на стимулювальний вплив застосованих добавок у раціоні кролів на її лізоцимну активність. Зокрема, у крові кролів II, III, IV і V груп на 46-ту добу згодовування добавок відзначено вірогідне підвищення цього показника, тоді як на 118-ту добу у тварин III, IV і V груп відзначено тенденцію до підвищення на 6,8; 9,0 і 10,6 % відповідно порівняно з контрольною групою. Це може вказувати на позитивний вплив застосованих добавок, особливо сульфату натрію та хлориду і цитрату хрому в раціоні кролів на активацію гуморальних чинників резистентності та імунобіологічної здатності їх організму, що відзначено й за іншими показниками. Відомо, що ферментативна активність лізоциму зумовлена руйнуванням зв'язку між N-ацетилнейраміновою кислотою та N-ацетилглюкозаміном у мукополісахаридах. Утворені глюкوپептиди стимулюють синтез антитіл, підвищують цитотоксичну активність [7], що більше було виражено у крові кролів дослідних груп на 46-ту добу згодовування добавок.

Бактерицидна активність сироватки крові характеризувалася найвищими вірогідними різницями між контрольною та дослідними групами впродовж усього періоду дослідження. Так, у крові кролів II, III, IV і V груп цей показник зростав на 16,9; 26,9; 26,6 і 37,2 % відповідно ($P < 0,001$) на 46-ту добу дослідження і був вищим на 38,6; 63,1; 51,9 і 61,2 % ($P < 0,01$) на 118-ту добу порівняно з контролем. Вірогідні різниці показників бактерицидної активності сироватки крові між контрольною та дослідними групами корелюють з міжгруповими відмінностями інших показників резистентності і можуть вказувати на підвищення імунітету кролів, особливо гуморальної ланки неспецифічного захисту їх організму за дії застосованих кількостей добавок. Цей вплив добре виражений упродовж усього періоду вирощування кролів до 118-добового віку, особливо у період дії

технологічного стресу під час відлучення кроленят від кролематки.

Вміст циркулюючих імунних комплексів у крові кролів III, IV і V груп на 46-ту добу застосування добавок зростав на 85,0; 84,0 і 56,5 % відповідно і на 118-ту добу у всіх дослідних групах був вищим на 18,5; 49,9; 59,5 і 36,3 % порівняно з контролем (табл. 3). Підвищення значень цього показника можна пояснити позитивним впливом добавок,

особливо сполук хрому, оскільки відомо, що хром підсилює ефекти інсуліну, впливає на вуглеводний, ліпідний і білковий обмін та функціональний стан системи захисту їх організму і, зокрема, його імунобіологічну реактивність. При цьому дія інсуліну посилюється без зміни вмісту самого гормону, вона повністю залежить від вмісту хрому [15].

Концентрація молекул середньої маси у крові кролів усіх дослідних груп зроста-

Таблиця 2. Показники неспецифічної резистентності організму кролів за періодами дослідження ($M \pm m$, $n=4$)

| Групи тварин | Згодовування добавок | |
|---|----------------------|---------------------|
| | 46-та доба | 118-та доба |
| Фагоцитарна активність нейтрофілів, % | | |
| Контроль (I) | 9,83 \pm 0,83 | 48,25 \pm 0,85 |
| Дослідні тварини, які отримували суспензію хлорели (II) | 45,16 \pm 1,19 ** | 52,33 \pm 1,45 * |
| сульфат натрію (III) | 49,50 \pm 1,47 *** | 51,75 \pm 0,85 * |
| хлорид натрію (IV) | 49,83 \pm 0,47 *** | 51,50 \pm 0,86 * |
| цитрат хрому (V) | 51,50 \pm 1,08 *** | 55,25 \pm 1,25 ** |
| Фагоцитарний індекс, од. | | |
| Контроль (I) | 8,47 \pm 0,29 | 9,25 \pm 0,22 |
| Дослідні тварини, які отримували суспензію хлорели (II) | 9,04 \pm 0,22 | 9,45 \pm 0,55 |
| сульфат натрію (III) | 9,14 \pm 0,20 | 9,51 \pm 0,31 |
| хлорид натрію (IV) | 9,43 \pm 0,27 * | 9,70 \pm 0,48 |
| цитрат хрому (V) | 9,27 \pm 0,36 | 9,46 \pm 0,23 |
| Фагоцитарне число, од. | | |
| Контроль (I) | 3,36 \pm 0,08 | 4,63 \pm 0,20 |
| Дослідні тварини, які отримували суспензію хлорели (II) | 4,08 \pm 0,11 *** | 4,91 \pm 0,23 |
| сульфат натрію (III) | 4,53 \pm 0,09 *** | 4,90 \pm 0,21 |
| хлорид натрію (IV) | 4,70 \pm 0,13 *** | 4,82 \pm 0,21 |
| цитрат хрому (V) | 4,63 \pm 0,27 ** | 5,22 \pm 0,19 * |
| Лізоцимна активність, % | | |
| Контроль (I) | 43,66 \pm 0,91 | 46,33 \pm 0,88 |
| Дослідні тварини, які отримували суспензію хлорели (II) | 50,0 \pm 0,68 *** | 48,0 \pm 0,57 |
| сульфат натрію (III) | 51,33 \pm 1,14 *** | 49,51 \pm 0,86 * |
| хлорид натрію (IV) | 52,66 \pm 0,95 *** | 50,50 \pm 1,55 * |
| цитрат хрому (V) | 54,0 \pm 1,21 *** | 51,25 \pm 1,88 * |
| Бактерицидна активність сироватки крові, % | | |
| Контроль (I) | 40,54 \pm 0,72 | 36,01 \pm 2,94 |
| Дослідні тварини, які отримували суспензію хлорели (II) | 47,39 \pm 1,24 *** | 49,93 \pm 1,51 ** |
| сульфат натрію (III) | 51,47 \pm 1,76 *** | 58,76 \pm 4,03 ** |
| хлорид натрію (IV) | 51,34 \pm 0,66 *** | 54,71 \pm 4,01 ** |
| цитрат хрому (V) | 55,65 \pm 2,84 *** | 58,08 \pm 4,58 ** |

Таблиця 3. Імунологічні показники крові кролів за періодами дослідження ($M \pm m$, $n=4$)

| Групи тварин | Згодовування добавок | |
|---|----------------------|---------------------|
| | 46-та доба | 118-та доба |
| Циркуючі імунні комплекси, од. екстикції | | |
| Контроль (I) | 20,0 \pm 1,15 | 36,7 \pm 2,60 |
| Дослідні тварини, які отримували суспензію хлорели (II) | 22,7 \pm 1,76 | 43,5 \pm 2,02* |
| сульфат натрію (III) | 37,0 \pm 1,0 *** | 55,0 \pm 0,57 ** |
| хлорид натрію (IV) | 36,8 \pm 0,88 *** | 58,5 \pm 0,28 ** |
| цитрат хрому (V) | 31,3 \pm 0,66 ** | 50,0 \pm 2,88 * |
| Молекули середньої маси, г/л | | |
| Контроль (I) | 0,386 \pm 0,02 | 0,448 \pm 0,02 |
| Дослідні тварини, які отримували суспензію хлорели (II) | 0,426 \pm 0,03 | 0,558 \pm 0,02 ** |
| сульфат натрію (III) | 0,480 \pm 0,01 * | 0,561 \pm 0,02 * |
| хлорид натрію (IV) | 0,527 \pm 0,04 * | 0,581 \pm 0,02 ** |
| цитрат хрому (V) | 0,401 \pm 0,09 | 0,501 \pm 0,02 |

ла за періодами дослідження порівняно з контролем. Вірогідно вище значення цього показника відмічено у крові кролів III і IV груп на 46-ту добу життя, тоді як у II, III і IV групах – на 118-ту добу дослідження. Ці результати корелюють із вмістом циркулюючих імунних комплексів і можуть свідчити про коригувальний вплив добавок сірки і тривалентного хрому, а на завершальному етапі дослідження ще й суспензії хлорели на стан імунної системи та імунобіологічну реактивність організму кролів у період вирощування.

ВИСНОВКИ

1. У крові кролів дослідних груп, яким згодовували сульфат натрію та його поєднання з хлоридом і цитратом хрому відзначено вірогідно вищу концентрацію глікопротеїнів та їх вуглеводних компонентів на 46-ту і 118-ту доби згодовування добавок порівняно з контрольною групою.

2. Додавання до раціону кролів сірки та сполук хрому зумовлювало активну імунобіологічну реакцію їхнього організму з вірогідним збільшенням фагоцитарної активності нейтрофілів, лізоцимної активності, бактерицидної активності сироватки крові, ніж випоювання суспензії хлорели тваринам II дослідної та контрольної груп.

Я. В. Лесик, Р. С. Федорук, А. П. Долайчук

ИММУНОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ КРОЛИКОВ В УСЛОВИЯХ ДОБАВЛЕНИЯ В РАЦИОН СУСПЕНЗИИ ХЛОРЕЛЛЫ, СУЛЬФАТА НАТРИЯ, ЦИТРАТА И ХЛОРИДА ХРОМА

Исследовали содержание гликопротеинов и их отдельных углеводородных компонентов, фагоцитарную активность нейтрофилов, фагоцитарный индекс, фагоцитарное число, лизоцимную и бактерицидную активность сыворотки крови, концентрацию циркулирующих иммунных комплексов и молекул средней массы в крови кроликов при введении в рацион суспензии хлореллы, сульфата натрия, цитрата и хлорида хрома. Исследования проведены на крольчихах массой тела 3,7–3,9 кг с приплодом от 1-х суток молочного периода до 118-суточного возраста, разделенных на пять групп: контрольную и четыре опытных. Установлено, что в крови кроликов опытных групп, которые дополнительно потребляли в рационе сульфат натрия, хлорид и цитрат хрома, содержание гликопротеинов и их углеводных компонентов было достоверно выше в течение 118 сут по сравнению с контрольной группой. Показано, что скармливание минеральных добавок кроликам опытных групп отразилось вероятными разностями, по сравнению с контрольной, показателей неспецифической резистентности в крови по периодам исследования и было более выраженным в первые два месяца жизни.

Ключевые слова: кролики, хром, сера, иммунобиологические показатели крови.

Ya. V. Lesyk, R. S. Fedoruk, O. P. Dolaychuk

IMMUNOBIOLOGICAL BLOOD PARAMETERS IN RABBITS AFTER ADDITION TO THE DIET SUSPENSIONS OF CHLORELLA, SODIUM SULFATE, CITRATE AND CHROMIUM CHLORIDE

We studied the content of glycoproteins and their individual carbohydrate components, the phagocyte activity of neutrophils, phagocyte index, phagocyte number lizotsym and bactericidal activity of the serum concentration of circulating immune complexes and middle mass molecules in the blood of rabbits following administration into the diet chlorella suspension, sodium sulfate, chromium citrate and chromium chloride. The studies were conducted on rabbits weighing 3,7 – 3,9 kg with altered diet from the first day of life to 118 days old. Rabbits were divided into five groups: the control one and four experimental groups. We found that in the blood of rabbits of experimental groups recieved sodium sulphate, chromium chloride and chromium citrate, the content of glycoprotein's and their carbohydrate components was significantly higher during the 118 days of the study compared with the control group. Feeding rabbits with mineral supplements likely reflected the differences compared with the control parameters of nonspecific resistance in the blood for the study period, which was more pronounced in the first two months of life. Key words: rabbits, chromium, sulfur, immunological parameters of blood.

Institute of Animal Biology NAS of Ukraine, Lviv

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Башенко М.І., Гончар О.Ф., Шевченко Є.А. Кролівництво. – Черкаси: Черкас. ін-т АПВ, 2011. – 302 с.
2. Влізлю В.В., Федорук Р.С., Ратич І.Б. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині. – СПОЛЮМ, 2012. – 764 с.
3. Ващенко В.И., Ващенко Т.Н. Церулоплазмин – от метаболита до лекарственного средства // Психофармакология, биология, наркология. – 2006. – 6, № 3. – С. 1254–1269.
4. Зорин Н.А., Зорина В.Н., Зорина Р.М. Роль альфа-

- 2-макроглобулина при онкологических заболеваниях // Вопр. онкологии. – 2004. – 50, № 5. – С. 515–519.
5. Камышников В.С. Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике. – М.: МЕДпресс-информ, 2004. – 920 с.
6. Лактионов К.С. Физиология питания кроликов и пути повышения степени использования кормов. – Орел: Изд-во Орел ГАУ, 2007. – 120 с.
7. Маннапова Р.Р., Подушкина М.А. Иммунная система пушных зверей и кроликов. Современные иммунофизические проблемы развития животных при ассоциативных инфекционно-инвазионных заболеваниях и использование для их профилактики биологически активных продуктов пчеловодства // Сб. науч. тр. – М.: 2001. – С. 296–311.
8. Патент України на корисну модель № 38391. Спосіб отримання карбоксилатів металів «Нанотехнологія отримання карбоксилатів металів» // Косінов М.В., Каплуненко В.Г. / МПК (2006): C07C 51/41, C07F 5/00, C07F 15/00, C07C 53/126 (2008.01), C07C 53/10 (2008.01), A23L 1/00, B82B 3/00. Опубл. 12.01.2009, бюл. № 1/2009.
9. Тесля М.А. Кормление кроликов. – Суч. вет. мед. – 2012. – № 1. – С. 60–64.
10. Чумаченко В. Ю., Чумаченко В.В., Павленко О.А. Резистентність тварин і фактори, що впливають на її стан. Дослідження імунної системи. Фактори, що впливають на резистентність тварин // Вет. медицина України. – 2004. – № 4. – С. 26–29.
11. Fournier T. Medjoubi N., Porquet D. Alpha-1-acid glycoprotein // Biochem. Biophys. Acta, 2000. – 1482, № 1–2. – P. 157–171.
12. Huntoon K., Wang Y., Epplito Ch. The acute phase protein haptoglobin regulates host immunity // J. Leukocyte Biol. – 2008. – 84, № 1. – P. 170–181.
13. Lowe J. B. Glycosylation, immunity and autoimmunity // Cell. – 2001. – 104, № 6. – P. 809–812.
14. Thompson G.M., Cantwell J., Cornell C., Turner G.A. Abnormally fucosylated haptoglobins a cancer marker from tumor burden but not gross liver metastasis // Brit. J. Cancer, 1991. – 64, № 2. – P. 386–390.
15. Vincent J.B. The Nutritional Biochemistry of Chromium (III). – Dep. of Chem. the Univ. of Alabama Tuscaloosa, USA, 2007. – P. 71–85.

Ин-т біології тварин НААН України, Львів
E-mail: yaroslav lesyk@inenbiol.com.ua

Матеріал надійшов до редакції 14.03.2013