

**Перспективи подальших досліджень.** Наступні дослідження будуть спрямовані на визначення функціонального стану органів та систем організму тварин та дослідження їх корекції за допомогою біорезонансної методики.

#### Література

1. Бецкий О. В. История становления КВЧ терапии и десятилетние итоги работы медико–технологической ассоциации КВЧ / О. В. Бецкий, Н. Н. Лебедева // ММ волны в биологии и медицине. – М. 2001. – № 4(24). – С. 3–12.

2. Павлусенко И. И. Современные методы биорезонансной функциональной диагностики и электромагнитная терапия: материалы научно–практической конференции с международным участием. 6–7 апреля 2013. — Киев, Украина, — С. 9–11.

#### References

Betskiy, O. V., Lebedeva, N. N. (2001). Istoriya stanovleniya KVCh terapii i desyatiletnie itogi raboty mediko–tehnologicheskoy assotsiatsii KVCh / MM volnyi v biologii i meditsine. – M. 4(24), 3–12. (in Russian).

Pavlusenko, I. I. (2013). Sovremennyye metody biorezonansnoy funktsionalnoy diagnostiki i elektromagnitnaya terapiya: materialy nauchno–prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. — Kiev, Ukraina, 9–11. (in Russian).

Стаття надійшла до редакції 9.03.2016

УДК 636.92.085.55:576.76

**Волківський І. А.**, аспірант\*<sup>©</sup>

(volkivskiy\_i@ukr.net)

*Житомирський національний агроекологічний університет, м. Житомир, Україна*

### ГІСТОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІМФАТИЧНИХ ВУЗЛІВ ТА СЕЛЕЗІНКИ КРОЛІВ ПРИ ЗГОДОВУВАННІ КОМБІКОРМУ З РІЗНИМ ВМІСТОМ ХРОМУ

*Вивчено вплив хрому на ріст молодняку кролів м'ясного напрямку продуктивності. Встановлено, що застосування комбікорму для годівлі кролів у 42–84–добовому віці, у який додатково вводиться хром у кількості 0,6–0,8 мг/кг, сприяє підвищенню інтенсивності росту кролів і, як наслідок, – збільшенню їх приростів живої маси на 1,8–2,7 %.*

*При цьому характерних змін в гістоархітектурі лімфатичних вузлів та селезінки не спостерігали. Водночас, згідно морфометричних досліджень, у кролів яким додавали до основного раціону сполуки хрому, спостерігали зростання відносної площі кіркової речовини лімфатичних вузлів порожньої кишки у кролів другої ( $p < 0,01$ ) та третьої ( $p < 0,001$ ) дослідної групи та зменшення площі мозкової речовини ( $p < 0,01$ ) у третій дослідній групі тварин. Згідно органоетричних досліджень виявляли достовірне ( $p < 0,01$ ) зростання абсолютної маси селезінки ( $p < 0,01$ ) у кролів третьої дослідної групи. Крім того, у селезінці відмічали тенденцію до зменшення площі білої пульпи у кролів другої та четвертої дослідних груп відносно до контрольних тварин.*

*Згідно отриманих даних, використання комбікорму з додаванням сполук хрому для годівлі кролів не зумовлює порушення гістоархітектоніки лімфатичних вузлів та селезінки, що свідчить про доцільне їх застосування.*

**Ключові слова:** *хром, комбікорм, гістоархітектоніка, морфологічні дослідження, морфометрія, біла пульпа, червона пульпа, лімфоїдний вузлик, селезінка, лімфатичні вузли, кролі.*

УДК 636.92.085.55:576.76

**Волковский И. А.**, аспірант

*Житомирский национальный агроэкологический университет, г. Житомир, Украина*

\* Науковий керівник – д. вет. н., професор Горальський Л. П.

© Волківський І. А., 2016

## ГИСТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛОВ И СЕЛЕЗЁНКИ КРОЛИКОВ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ КОМБИКОРМА С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ХРОМА

Изучено влияние хрома на рост молодняка кроликов мясного направления продуктивности. Установлено, что применение комбикорма для кормления кроликов в 42–84-суточном возрасте, в который дополнительно вводится хром в количестве 0,6–0,8 мг/кг, способствует повышению интенсивности роста кроликов и, как следствие, – увеличению их приростов живой массы на 1,8–2,7 %.

При этом характерных изменений в гистоструктуре лимфатических узлов и селезенки не наблюдали. В то же время, согласно морфометрических исследований, у кроликов которым добавляли к основному рациону соединения хрома, наблюдали рост относительной площади коры лимфатических узлов тонкой кишки у кроликов второй ( $p < 0,01$ ) и третьей ( $p < 0,001$ ) исследовательской группы и уменьшение площади мозгового вещества ( $p < 0,01$ ) в третьей опытной группе животных. Согласно органомерических исследований отмечали достоверный ( $p < 0,01$ ) рост абсолютной массы селезенки ( $p < 0,01$ ) у кроликов третьей исследовательской группы. Кроме того, в селезенке наблюдали тенденцию к уменьшению площади белой пульпы у кроликов второй и четвертой опытных групп по отношению к контрольным животным.

Согласно полученным данным, использование комбикорма с добавлением соединений хрома для кормления кроликов не вызывает нарушения гистоархитектоники лимфатических узлов и селезенки, что свидетельствует о целесообразном их применении.

**Ключевые слова:** хром, комбикорм, гистоархитектоника, морфологические исследования, морфометрия, белая пульпа, красная пульпа, лимфоидный узелок, селезенка, лимфатические узлы, кролики.

UDC 636.92.085.55:576.76

Volkivskiy I. A., PhD student

Zhytomyr National Agroecological University, Zhytomyr, Ukraine

## HISTOLOGICAL CHARACTERISTICS OF LYMPH NODES AND SPLEEN OF RABBITS FED ON MIXED FODDERS WITH VARIOUS CHROME CONTENT

The paper presents the investigation into the effects of chrome on the growth of young meat rabbits. It has been established that the use of mixed fodder for rabbits aged 42–84 days with the additional introduction of chrome amounting to 0,6–0,8 mg/kg contributes to the intensity of young rabbit growth and as a consequence – an increase of live weight gain on 1,8–2,7 % along with it, no characteristic changes in the histostructure of the lymph nodes and spleen were observed.

However, according to morphometric studies in rabbits that were added to the basic diet of chromium compounds, observed growth relative area of cortex of lymph nodes of jejunum in rabbits of the second ( $p < 0,01$ ) and the third ( $p < 0,001$ ) research groups and reducing the area of the brain substance ( $p < 0,01$ ) in the third experimental group of animals. According orhanometric studies, reveal significant ( $p < 0,01$ ) increase in absolute weight of spleen ( $p < 0,01$ ) in rabbits of the third research group. In addition, the spleen noted the tendency to reduce the area of white pulp in rabbits of the second and the fourth experimental group relative to the control animals.

According to the data, the use of mixed fodder with chrome content for feeding rabbits does not cause violations of histostructure the lymph nodes and spleen, indicating the appropriate applications.

**Key words:** chrome, feed, histostructure, morphological study, morphometry, white pulp, red pulp, lymphoid nodes, spleen, lymph nodes, rabbits.

**Вступ.** Основним завданням сільського господарства є забезпечення населення продуктами харчування. У виробництві м'яса значна роль відводиться кролівництву,

яке на сучасному етапі характеризується інтенсивним розвитком. Побудовано кролеферми на прикладі закордонних промислових технологій. Проте, існує ряд проблем, щодо забезпечення тварин повноцінною годівлею, так як нові технології вирощування тварин передбачають використання повнораціонних гранульованих комбікормів. При цьому, однією з основ забезпечення повноцінного живлення тварин є регулювання у складі комбікорму мінеральних елементів.

Упродовж останніх років вчені проявляють зацікавленість щодо ролі та функцій хрому у годівлі тварин. Результати багатьох експериментальних досліджень свідчать про позитивний вплив хрому на ріст і продуктивність тварин [3, 4, 11]. Тваринам, яким збільшували добавки хрому до раціону характеризувались більшими приростами живої маси та кращою конверсією корму [5, 10]. Нестача хрому в організмі тварин призводить до сповільнення їх росту, зменшення чутливості клітин до впливу інсуліну та порушення регуляторної ролі цього гормону щодо вуглеводного та ліпідного обмінів [6–10].

Проте, не зважаючи на ряд проведених досліджень, не встановлені норми цього елемента для різних видів тварин, зокрема кролів. Недостатньо вивчені питання дії хрому на продуктивність кролів та вплив його на мікроскопічну будову органів імунної системи, в тому числі лімфатичних вузлів та селезінки.

У зв'язку з цим наші дослідження буди направленні на встановлення оптимального рівня хрому в комбікормах для молодняку кролів м'ясного напрямку продуктивності та вивчення особливостей мікроскопічної будови лімфатичних вузлів (ЛВ) та селезінки у кролів дослідних груп.

**Матеріал і методи.** Порівняльний аналіз з метою встановлення оптимального рівня хрому в комбікормі для кролів проведено шляхом постановки контрольних дослідів. Було відібрано 80 голів кролів, з яких за принципом аналогів сформовано 4 групи – контрольну і 3 дослідних, по 20 голів (10 самок і 10 самців) у кожній.

Для годівлі піддослідного поголів'я молодняку кролів використовували повнораціонний комбікорм, який відрізнявся лише за вмістом хрому відповідно до схеми дослідів (табл. 1). Комбікорм, який згодовували молодняку кролів контрольної групи складав лише природний вміст хрому.

При виконанні роботи використовували зоотехнічні, анатомічні, органометричні та гістологічні методи досліджень.

Матеріалом для гістологічних досліджень були ЛВ порожньої кишки та селезінка кролів контрольної та дослідних груп, відібраний в кінці науково-господарського дослідів (84-доба).

Таблиця 1

Схема науково-господарського дослідів

Група	Період дослідів
1-а контрольна	ОР (основний раціон)
2-а дослідна	ОР + 0,4 мг Cr/kg комбікорму
3-я дослідна	ОР + 0,8 мг Cr/kg комбікорму
4-а дослідна	ОР + 1,2 мг Cr/kg комбікорму

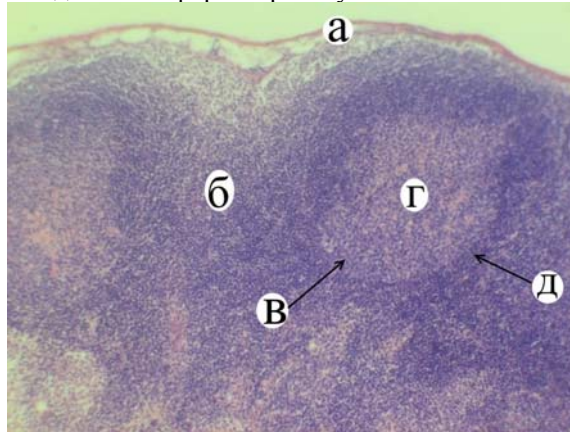
Для проведення гістологічних досліджень застосовували загальноприйняті методи фіксації тканин та виготовлення зрізів. Морфометричний аналіз проводили згідно запропонованих рекомендацій [1, 2]. Статистична обробка даних зроблена на ПЕОМ з використанням програмного забезпечення MS Excel.

**Результати досліджень.** Одним із показників росту молодняку є динаміка живої маси (ЖМ), на яку із зовнішніх чинників, беззаперечно, найбільше впливає рівень годівлі та умови утримання. За результатами наших досліджень, ЖМ кролів дослідних груп з початку дослідів (42-добового віку) до кінця дослідів (84-добового віку) змінювалась залежно від вмісту Хрому у комбікормі. Так, починаючи з 63-добового віку спостерігалась вірогідне збільшення ЖМ лише у кролів третьої групи відносно до контрольної: У 63- добовому віці на 2,1 % ( $p < 0,05$ ), у 70-добовому на 2,0 % ( $p < 0,05$ ),

77– добовому на 2,2 ( $p<0,05$ ), 84–добовому на 2,7 % ( $p<0,01$ ). Аналогічне зростання ЖМ на 1,8 % ( $p<0,05$ ) відбувалось і у кролів 84–добового віку другої дослідної групи.

Результати гістологічних досліджень свідчать, що морфологічна будова ЛВ у дослідних групах тварин майже не змінювалась і була подібною до такої у кролів контрольної групи.

Так, лімфатичні вузли у кролів, яким у раціон додавали Хром мали добре розвинену сполучнотканинну капсулу (рис. 1), товщина якої у кролів другої та третьої дослідній групах мала тенденцію до зростання по відношенню до контрольної: у другій групі з  $9,37\pm 0,46$  мкм до  $9,83\pm 0,31$  мкм, у третій – до  $9,88\pm 0,42$  мкм. Від капсули у глибини вузла відходять видовженої форми трабекули.

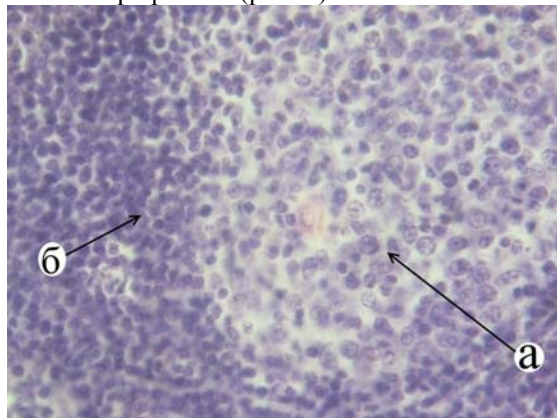


**Рис. 1. Фрагмент мікроскопічної будови ЛВ кроля другої дослідної групи:**

а – капсула; б – кіркова речовина; в – лімфоїдний вузлик; г – реактивний центр лімфоїдного вузлика; д – мантіїна зона. Гематоксилін Ерліха та еозин. X 120

На поперечному зрізі ЛВ кролів дослідних груп на периферії органу чітко виділяється кіркова речовина, в центрі – мозкова. Основу кіркової речовини складають лімфоїдні вузлики, часто з розширеними реактивними центрами. Лімфоїдні вузлики мали овальну та округлу форму та великі, середні і малі розміри. Вони досить контрастно виділялись у кірковій речовині. Часто лімфоїдні вузлики зливались між собою.

Цитоструктура лімфатичних вузлів була представлена різноманітними клітинами: малими, середніми та великими лімфоцитами, лімфобластами, ретикулярними клітинами та макрофагами (рис. 2).



**Рис. 2. Фрагмент мікроскопічної будови лімфоїдного вузлика ЛВ кроля третьої дослідної групи:** а – реактивний центр лімфоїдного вузлика; б – мантіїна зона. Гематоксилін Ерліха та еозин. X 280

Морфометричні дослідження дали змогу виявити зміни відносної площі сполучної та лімфоїдної тканин. Так, відносна площа сполучної тканини у ЛВ дослідних тварин порівняно з такою у контрольних зменшується: у тварин другої групи на 0,67 %, третьої – на 0,86 % і четвертої – на 0,41 %. Лімфоїдна тканина, відповідно, збільшується на 0,67 %, 0,86 % та 0,41 % (табл. 2).

Таблиця 2

**Морфометричні показники структурних компонентів лімфатичних вузлів кролів при згодовуванні комбікормів з різним вмістом хрому (M±m)**

Показники	Групи тварин			
	1 контрольна	2 дослідна	3 дослідна	4 дослідна
Товщина капсули, мкм	9,37±0,46	9,83±0,31	9,88±0,42	9,12±0,38
Площа (%):				
Сполучна тканина	12,18±0,43	11,51±0,38	11,32±0,59	11,77±0,54
Лімфоїдна тканина	87,82±0,37	88,49±0,41	88,68±0,57	88,23±0,35
Кіркова речовина	51,87±0,85	52,94±0,48*	53,86±0,63*	52,38±0,59
Мозкова речовина	35,95±0,91	35,55±0,48	34,82±0,76*	35,85±0,65

Примітка. \* –  $p < 0,01$ 

У кролів дослідних груп, як і в контрольних, майже половину усієї площі зрізу ЛВ припадає на кіркову речовину. Водночас у них відмічається збільшення кіркової речовини на 1,07 % ( $p < 0,01$ ) у тварин, яким до основного раціону на 1 кг комбікорму додатково додавали 0,4 мг Хрому; на 1,99 % ( $p < 0,01$ ), яким додавали 0,8 мг та тенденція до збільшення на 0,52 %, яким додавали 1,2 мг Хрому у порівнянні з контрольною групою тварин (табл. 2).

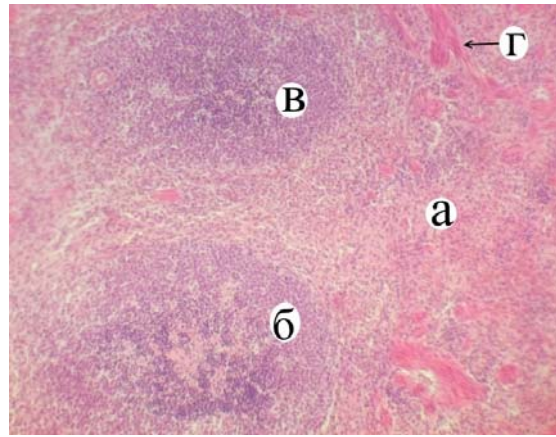
Площа мозкової речовини ЛВ у дослідних тварин, порівняно з такими показниками контрольних також дещо змінюється: спостерігається тенденція до зменшення даного показника у другій та четвертій групі дослідних кролів, відповідно на 0,4 та 0,1 % та зменшення на 1,13 % ( $p < 0,01$ ) у третій групі тварин (табл. 2).

Макро– та мікроскопічна будова селезінки кролів дослідних груп істотно не відрізнялась від контрольної групи тварин. Водночас її абсолютна маса мала пряму залежність щодо показників загальної маси тіла тварин. При цьому, відповідно до кролів контрольної групи, спостерігалась лише тенденція до зростання даного показника у кролів другої та четвертої дослідних груп. Тоді як у кролів третьої дослідної групи в порівнянні з контролем, такий показник достовірно ( $p < 0,01$ ) зріс у 1,04 раза і становив  $1,784 \pm 0,184$  г. Відносна маса органа залишалась майже без змін і дорівнювала у другій дослідній групі  $0,059 \pm 0,0034$  %, третій –  $0,060 \pm 0,0029$  % та четвертій –  $0,061 \pm 0,0042$  %.

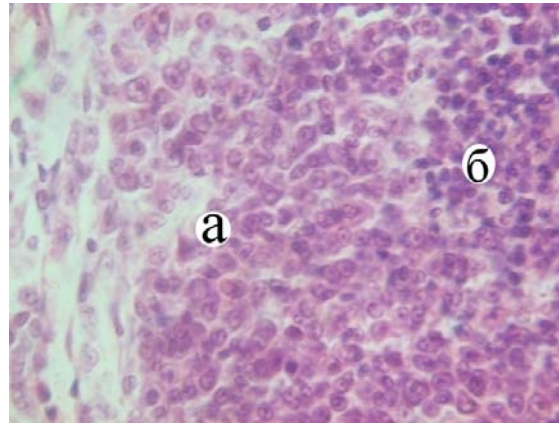
Сполучнотканинна строма селезінки кролів дослідних груп представлена опорно–скорочувальним апаратом, який складається із капсули і системи трабекул, що побудовані із щільної сполучної тканини та гладких м'язових клітин.

Паренхіма селезінки кролів дослідних груп була представлена білою і червоною пульпами та мала таку ж будову, як у тварин контрольної групи. Причому поділ на білу та червону пульпу був збережений. (рис. 3).

Біла пульпа селезінки займала порівняно невелику частину площі і складалась в основному із лімфоїдних вузликів та періартеріальних лімфоїдних піхв. Лімфоїдні вузлики мали округлу та овальну форму та чітко виділялись у гістоструктурі органа. У таких вузликах знаходилась центральна артерія, яка розташована ексцентрично. У них чітко виділяється періартеріальна зона, світлий центр, мантийна та маргінальна зони. Їх цитопопуляція була представлена лімфоцитами, лімфоцитами, ретикулярними клітинами, макрофагами (рис. 4).



**Рис. 3. Мікроскопічна будова селезінки кроля третьої дослідної групи:**  
а – червона пульпа; б – біла пульпа; в – лімфоїдний вузлик; г – трабекули.  
Гематоксилін Ерліха та еозин. X 56

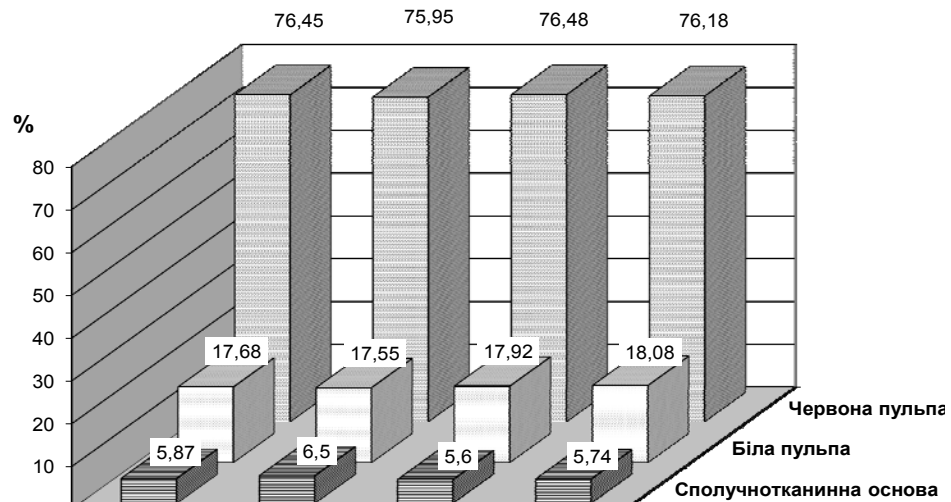


**Рис. 4. Фрагмент мікроскопічної будови лімфоїдного вузлика селезінки кроля третьої дослідної групи:** а – реактивний центр лімфоїдного вузлика; б – маргінальна зона. Гематоксилін Ерліха та еозин. X 280

У окремих тварин, особливо у кролів четвертої дослідної групи зустрічали злиття лімфатичних вузликів, що, на наш погляд, не зовсім пов'язано із додаванням до основного раціону сполук хрому, а є показником антигенного подразнення, викликаного, можливо, іншими чинниками. Виявлялись також лімфатичні вузлики з не чітко вираженими реактивними центрами.

Згідно морфометричних досліджень, товщина капсули в окремих ділянках органа різна та значно потовщена в місцях відходження трабекул та біля воріт селезінки. Її товщина, в середньому, становить у контрольних тварин  $40,70 \pm 15,83$  мкм. У тварин дослідних груп спостерігалась лише тенденція до зростання такого показника, особливо у кролів четвертої дослідної групи. Найбільш масивні трабекули виявлялись біля воріт селезінки. Площа сполучнотканинної строми селезінки кролів дослідних груп по відношенню до контрольної, істотно не змінювалась. Проте у кролів другої дослідної групи, такий показник зріс майже у 1,11 раза ( $p < 0,01$ ) і становив відповідно  $6,50 \pm 0,28$  % (рис. 5).

Площа білої пульпи селезінки у кролів контрольної групи становила  $17,68 \pm 4,40$  %. У тварин дослідних груп такий показник майже не змінювався. Спостерігалась лише тенденція до зменшення його у кролів другої дослідної групи та тенденція до зростання у тварин третьої та четвертої дослідних груп (рис. 5).



**Рис. 5. Морфометричні показники структурних компонентів селезінки кролів контрольної та дослідних груп**

Значно більшу частину селезінки займала червона пульпа і за мікроскопічною будовою була такою як у кролів контрольної групи. Проте морфометричні дослідження дали можливість встановити незначну різницю між показником її площі у кролів дослідних груп щодо контрольних. Така різниця проявлялась тенденцією до зменшення площі білої пульпи у кролів другої та четвертої дослідних груп відносно до контрольних тварин. У кролів третьої дослідної групи такий показник практично не змінювався і становив відповідно  $76,48 \pm 2,14$  % (рис. 5).

Отже, наші результати вказують на те, що введення хрому, до сухої речовини основного раціону сприяє збагаченню раціону кролів макро- та мікроелементами, сприяє підвищенню енергії росту дослідних тварин і, як наслідок, сприяє збільшенню приростів живої маси кролів на 1,8–2,7 %, не викликаючи при цьому порушення гістоархітекτονіки ЛВ та селезінки, а навпаки, сприяє активізації обмінних процесів, про що свідчать морфометричні дані.

#### **Висновки.**

1. Додавання до комбікорму для молодняка кролів хрому у кількості 0,6 та 0,8 мг/кг сприяє збільшенню їх живої маси відповідно на 1,8 та 2,7 %.

2. Додавання до ОР сполук хрому, сприяє зростанню відносної площі кіркової речовини лімфатичних вузлів порожньої кишки у кролів другої ( $p < 0,01$ ) та третьої ( $p < 0,001$ ) дослідної групи та зменшенню площі мозкової речовини ( $p < 0,01$ ) у третій дослідній групі тварин.

3. Годівля молодняка кролів дослідних груп комбікормом з різним вмістом хрому суттєво не впливає на загальний стан мікроскопічної будови селезінки. Його дія проявляється лише у достовірному ( $p < 0,01$ ) зростанні її абсолютної маси ( $p < 0,01$ ) у кролів третьої дослідної групи.

**Перспективи подальших досліджень.** Вважаємо, що подальший напрямок досліджень повинен бути направлений на проведення вивчення впливу хрому на паренхіматозні органи у дослідних тварин.

#### **Література**

1. Автандилов Г. Г. Медицинская морфометрия / Г. Г. Автандилов. – М.: Медицина, 1990. – 384 с.

2. Горальський Л. П. Основи гістологічної техніки і морфофункціональні методи дослідження у нормі та при патології / Л. П. Горальський, В. Т. Хомич, О. І. Кононський. – Житомир: Полісся, 2011. – 288 с.

3. Колешчук О. І. Фізіолого-біохімічні процеси в організмі великої рогатої худоби за умов згодовування селену, хрому, і вітаміну Е: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 03.00.04 «Біохімія» / О. І. Колешчук – Львів, 2011. – 20 с.
4. Цепко Н. Л. Метаболічний профіль крові та стан імунної системи у поросят за різних доз  $Zn^{2+}$  і  $Cr^{3+}$  в раціоні : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. вет. наук : спец. 03.00.04 «Біохімія» / Н. Л. Цепко – Львів, 2011. – 16 с.
5. Al-Bandr L. K. Effect of supplementing different sources of Chromium to diet on some physiological traits of Broiler Chickens / L. K. Al-Bandr, D. K. Ibrahim, E. H. Al-Mashhadani // Egyptian Poultry Science. – 2010. – Vol. 30(2). – P. 397–413.
6. A polarographic study of chromium–insulin–mitochondrian interaction / G. D. E. Chistian, E. C. Knoblock, W. C. Purdy, W. A. Mertz // Biochimica et Biophysica Acta. – 1963. – Vol. 66. – P. 420–423.
7. Chang X. Supplemental chromium for stressed and growing feeder calves / X. Chang, D. N. Mowat // Journal of Animal Science. – 1992. – Vol. 70. – № 2. – P. 559–565.
8. Mertz W. Interaction of chromium with insulin: a progress report / W. Mertz // Nutrition Reviews. – 1988. – Vol. 56. – P. 174–177.
9. Mooney K. W. Effect of chromium picolinate and chromium chloride as potential carcass modifiers in swine / K. W. Mooney, G. L. Cromwell // Journal of Animal Science. – 1997. – Vol. 75. – P. 2661–2671.
10. Moonsie-Shageer S. Effect of supplemental chromium on performance, serum constituents, and immune status of stressed feeder calves / S. Moonsie-Shageer, D. N. Mowat // Journal of Animal Science. – 1993. – Vol. 71. – № 1. – P. 232–238.
11. The effect of supplemental dietary chromium on blood glucose, body weight and liver enzymes of rabbits / M. Malik, S. Hussain, F. Malik [et. al] // Journal of Medicinal Plants Research. – 2011. – Vol. 5(16). – P. 3940–3945.

#### References

- Avtandilov, G. G. (1990). Meditsinskaya morfometriya / G. G. Avtandilov. – M. : Meditsina, 384. (in Russian).
- Goralskiy, L. P. (2011). Osnovi gistologichnoy tehniki i morfofunktsionalni metodi doslidzhennya u normi ta pri patologiyi / L. P. Goralskiy, V. T. Homich, O. I. Kononskiy. – Zhitomir : Polissya, 288 s. (in Ukrainian).
- Kolleshchuk, O. I. (2011). Fiziologo-biohimichni protsesi v organizmi velikoyi rogotoyi hudobi za umov zgodovuvannya selenu, hromu, i vitaminu E : avtoref. dis. na zdobuttya nauk. stupenya kand. s.-g. nauk : spets. 03.00.04 «Biohimiya» / O. I. Kolleshchuk – Lviv, 20 s. (in Ukrainian).
- Tsepko, N. L. (2011). Metabolichniy profil krovі ta stan imunnoyі sistemi u porosyat za riznih doz  $Zn^{2+}$  i  $Cr^{3+}$  v ratsioni : avtoref. dis. na zdobuttya nauk. stupenya kand. vet. nauk : spets. 03.00.04 «Biohimiya» / N. L. Tsepko – Lviv, 16 s. (in Ukrainian).
- Al-Bandr, L. K. (2010). Effect of supplementing different sources of Chromium to diet on some physiological traits of Broiler Chickens / L. K. Al-Bandr, D. K. Ibrahim, E. H. Al-Mashhadani // Egyptian Poultry Science. Vol. 30(2). – P. 397–413.
- Chistian, G. D. E. (1963). A polarographic study of chromium–insulin–mitochondrian interaction / G. D. E. Chistian, E. C. Knoblock, W. C. Purdy, W. A. Mertz // Biochimica et Biophysica Acta. – Vol. 66. – P. 420–423.
- Chang, X. (1992). Supplemental chromium for stressed and growing feeder calves / X. Chang, D. N. Mowat // Journal of Animal Science. – Vol. 70. – № 2. – P. 559–565.
- Mertz, W. (1988). Interaction of chromium with insulin: a progress report / W. Mertz // Nutrition Reviews. – Vol. 56. – P. 174–177.
- Mooney, K. W. (1997). Effect of chromium picolinate and chromium chloride as potential carcass modifiers in swine / K. W. Mooney, G. L. Cromwell // Journal of Animal Science. – Vol. 75. – P. 2661–2671.
- Moonsie-Shageer, S. (1993). Effect of supplemental chromium on performance, serum constituents, and immune status of stressed feeder calves / S. Moonsie-Shageer, D. N. Mowat // Journal of Animal Science. – Vol. 71. – № 1. – P. 232–238.
- Malik, M. (2011). The effect of supplemental dietary chromium on blood glucose, body weight and liver enzymes of rabbits / M. Malik, S. Hussain, F. Malik [et. al] // Journal of Medicinal Plants Research. – Vol. 5(16). – P. 3940–3945.

Стаття надійшла до редакції 16.03.2016