

VETERINARY SCIENCE

МІКРОСКОПІЧНА БУДОВА ОРГАНІВ КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ ЗА ЗБАГАЧЕННЯ РАЦІОНУ КОМПЛЕКСОМ НАНОМІКРОЕЛЕМЕНТІВ (Zn, Cu, Ag, Co, He, Mg)

¹аспірант **В. М. Кириченко,**

²д. вет. н., професор **І. В. Яценко,**

³к.вет. н., доцент **Л. В. Бусол,**

⁴к.вет. н., доцент **В. Я Бінкевич,**

⁵к.вет.н., доцент **Я. К. Сердюков**

^{1,2,3}Україна, Харків, Харківська державна зооветеринарна академія

⁴Україна, Львів, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького

⁵Україна, Київ, Національний університет біоресурсів і природокористування України

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_sr/31032020/6995

ARTICLE INFO

Received 21 January 2020

Accepted 11 March 2020

Published 31 March 2020

KEYWORDS

nano-microelements,
broiler chickens,
microscopic organ structure.

ABSTRACT

The work is devoted to the study of the microscopic structure of broiler chicken organs for the enrichment of the diet with a complex of nano trace elements which include the citrates of nano Zn, Cu, Ag, Co, He, Mg. It was found that the use of a complex of nano-micronutrients, at a dose of 1 cm³/dm³ of drinking water in the drinking mode for five days in a row after five days, did not cause pathomorphological changes in the internal organs and skeletal muscles of slaughtered broiler chickens.

The use in the diet of the experimental bird complex of nano trace elements at a dose of 10 and 20 cm³/dm³ drinking water can lead to structural disorders in the liver, kidneys and spleen in the form of local circulatory disorders, necrosis of cells of the parenchyma of organs. Extracapillary glomerulonephritis and necrotic-dystrophic changes in the epithelium of the tubules are recorded in the kidneys (proteinaceous nephrosis by type of granular dystrophy, in some cases necrotic nephrosis); In internal organs there are local circulatory disorders (congestive hyperemia, stasis, etc.). In cells of parenchyma of organs destruction of organelles, cell membranes is registered, that causes at first development of dystrophic processes on decompositive type, and subsequently - death of cells.

Citation: В. М. Кириченко, І. В. Яценко, Л. В. Бусол, В. Я Бінкевич, Я. К. Сердюков. (2020) Mikroskopichna Budova Orhaniv Kurchat-Broileriv za Zbahachennia Ratsionu Kompleksom Nanomikroelementiv (Zn, Cu, Ag, Co, He, Mg). *Science Review*. 3(30). doi: 10.31435/rsglobal_sr/31032020/6995

Copyright: © 2020 В. М. Кириченко, І. В. Яценко, Л. В. Бусол, В. Я Бінкевич, Я. К. Сердюков. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Вступ. Розробки у сфері нанобіотехнологій широко застосовуються у тваринництві, ветеринарній та гуманній медицині для лікування, профілактики, а також для діагностики захворювань різної етіології, годівлі тварин в тому числі птиці [1, 2]. При цьому кількість наноматеріалів, які виготовляють для застосування в тваринництві постійно зростають, проте думки дослідників щодо шкідливості нанорозмірних препаратів протиречиві, що підтверджує необхідність наукового обґрунтування таких розробок.

Це пов'язано з тим, що наночастки більш активізують біохімічні й фізіологічні процеси в біологічних системах та характеризуються значно меншою токсичністю, у порівнянні з неорганічними солями аналогічних металів [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

Дослідженнями специфічної активності наночасток металів на сільськогосподарських ссавцях [12], птиці [13, 14, 15] та рибі [16], встановлено, що у тварин підвищуються темпи їх росту й збереження, пришвидшується початок яйценоскості у курей, знижуються наслідки від стресів, підвищується вміст каротину в крові й жовтках, Кальцію в шкарлупі й кістках, зменшується захворюваність через стимулюючий вплив на лімфоїдні органи тварин.

Доведено, що наночастки можуть легко проникати в клітини, минаючи біологічні бар'єри й вибірково накопичуються в різних клітинах. Для наночасток характерний трансцитоз через епітеліальні й ендотеліальні клітини, можуть поширюватися за ходом відростків нервів, циркулюють з кров'ю і лімфою, мають специфічну гістотропність [17].

Інгаляційна форма дуже дрібних наночасток (1 нм) проникають через слизову оболонку у тканини, всмоктуються в кров і вже через 2–4 години виявляється у внутрішніх органах [18].

Крім позитивного ефекту, який чинять на організм наночастки металів, вченими описано і їх цитотоксичну активність, яку пов'язують з окиснювальним стресом, порушенням функцій мітохондрій і збільшенням проникності мембрани [19, 20, 21, 22, 23], і навіть здатність до спричинення канцерогенного ефекту через здатність генерувати активні форми кисню [24], гемодинамічні порушення й помірну дистрофію паренхіматозних елементів [25].

Поряд з активним впровадженням нанотехнологій у тваринництво взагалі та у ветеринарну медицину, зокрема, не до кінця з'ясованим залишається питання щодо накопичення наночасток у продукції і подальший вплив їх на людський організм у разі вживання цієї продукції. У зв'язку з цим реалізація і споживання продукції тваринництва, в тому числі й птахівництва, за збагачення раціонів тварин наномікроелементними добавками, можлива виключно у разі гарантування її безпечності та якості для споживачів [26].

Таким чином, дослідження особливостей мікроскопічної будови істивних органів курчат-бройлерів за впоювання їм наночасток у вигляді цитратів нано Цинку, Купруму, Аргентуму, Кобальту, Германію, Магнію є актуальним, має теоретичне й практичне значення як в гігієні харчових продуктів, так і в гуманній та ветеринарній медицині.

Мета дослідження – з'ясувати вплив різних доз наномікроелементної кормової добавки, до складу якої входять цитрати нано Цинку, Купруму, Аргентуму, Кобальту, Германію, Магнію, на мікроскопічну будову внутрішніх органів забійних курчат-бройлерів.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження виконані впродовж 2014–2019 рр. на базі кафедри ветеринарно-санітарної експертизи та судової ветеринарної медицини Харківської державної зооветеринарної академії. Досліди проведені в умовах виробничого пташника Навчально-практичного центру Харківської державної зооветеринарної академії.

Об'єктами досліджень були курчата-бройлери кросу «Кобб-500». Під час роботи з дослідними тваринами дотримувалися «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах» [27].

Під час годівлі дослідних курчат раціон збагачували комплексом наномікроелементів (КНМ), вироблений ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології» (Україна), згідно з технічними умовами [28]. До складу цього комплексу входять цитрати Цинку у дозі 200,0 мг на 1 дм³ розчину; Купруму – 100,0 мг на 1 дм³; Аргентуму – 50,0 мг на 1 дм³; Кобальту – 50,0 мг на 1 дм³; Германію – 50,0 мг на 1 дм³; Магнію – 2,4 г на 1 дм³, отримані методом Каплуненка-Косінова [29].

Для цього було сформовано три дослідних і одну контрольну групи курчат-бройлерів, по 30 голів в кожній групі за принципом аналогів. Мікроклімат у пташнику регулювався автоматично.

Курчата першої дослідної групи отримували основний раціон (ОР), а також їм впоювали КНМ в дозі 1 см³/дм³ води 5 діб поспіль з інтервалом 5 діб; курчатам другої дослідної групи – ОР+10 см³/дм³ води; третьої групи – ОР+20 см³/дм³ води КНМ, 5 діб поспіль з інтервалом 5 діб. Курчата контрольної групи отримували лише основний раціон. Доступ до води та корму для курчат-бройлерів був необмежений. Дослід тривав 38 діб – з 5 до 42 доби життя птиці. Забій курчат-бройлерів проводили на 42 добу життя (38 доба досліді) методом перерізання шиї.

Гістологічну структуру органів курчат-бройлерів (печінку, підшлункову залозу, селезінку, нирки, серце, скелетні м'язи) контрольної та дослідних груп проводили за загальноприйнятою методикою [30]. Заливку кусочків органів проводили в парафін. Забарвлювали гістологічні зрізи гематоксилином Караці і еозином. Мікроскопічні дослідження

проводили за допомогою мікроскопа *Leica DM 1000* з системою обробки та аналізу зображень *LAS v 3.8 Leica QWin VS* (для морфометрії) та мікроскопа Біолам з біокулярною насадкою. Цифрові фотознімки виконували фотокамерою «*Olimpus C-5060 Wide Zoom*».

Результати дослідження. За результатами вивчення гістопрепаратів печінки, підшлункової залози, нирок, селезінки, міокарду і скелетних м'язів курчат-бройлерів контрольної та трьох дослідних груп, які отримували комплекс наномікроелементів у дозах $1 \text{ см}^3/\text{дм}^3$, $10 \text{ см}^3/\text{дм}^3$, $20 \text{ см}^3/\text{дм}^3$ питної води було встановлено такі особливості мікроскопічної будови цих органів.

Печінка. На гістопрепаратах печінки курчат контрольної групи визначається типова будова органа. Паренхіма була утворена часточками з радіально орієнтованими до центральної вени розгалуженими печінковими пластинками (трубочками – особливість у птахів). Розміщені між ними синусоїдні капіляри помірно кровонаповнені. Цитоплазма гепатоцитів із помірною оптичною щільністю, виявляє незначну базофілію на гістологічних препаратах, забарвлених гематоксилином і еозином, містить окремі краплини ліпідних включень невеликого розміру. Часточки розмежовані тонкими, ледь помітними прошарками пухкої сполучної тканини, яка краще визначається в ділянках портальних трактів.

У курчат 1 дослідної групи, які отримували КНМ у дозі $1 \text{ см}^3/\text{дм}^3$ питної води, суттєвих відмінностей у мікроскопічній будові печінки, порівняно з тваринами контрольної групи, не було встановлено, за винятком: розширення просвіту центральних вен часточок, зокрема, периферичних. Навколо розширених центральних вен спостерігали збільшення щільності розташування печінкових пластинок за рахунок зменшення просвіту синусоїдних капілярів в центральній частині часточок. Проте, ознак порушення гемомікроциркуляції не виявлено. Цитоплазма гепатоцитів, порівняно з тваринами контрольної групи, більш рівномірно й інтенсивно забарвлена, ліпідні включення в ній майже не визначалися.

На гістопрепаратах печінки курчат 2 та 3 дослідних груп, яким випоювали КНМ у дозах $10 \text{ см}^3/\text{дм}^3$ і $20 \text{ см}^3/\text{дм}^3$, відповідно, виявляли розлади гемоциркуляції та зміни в гепатоцитах (рис. 1).

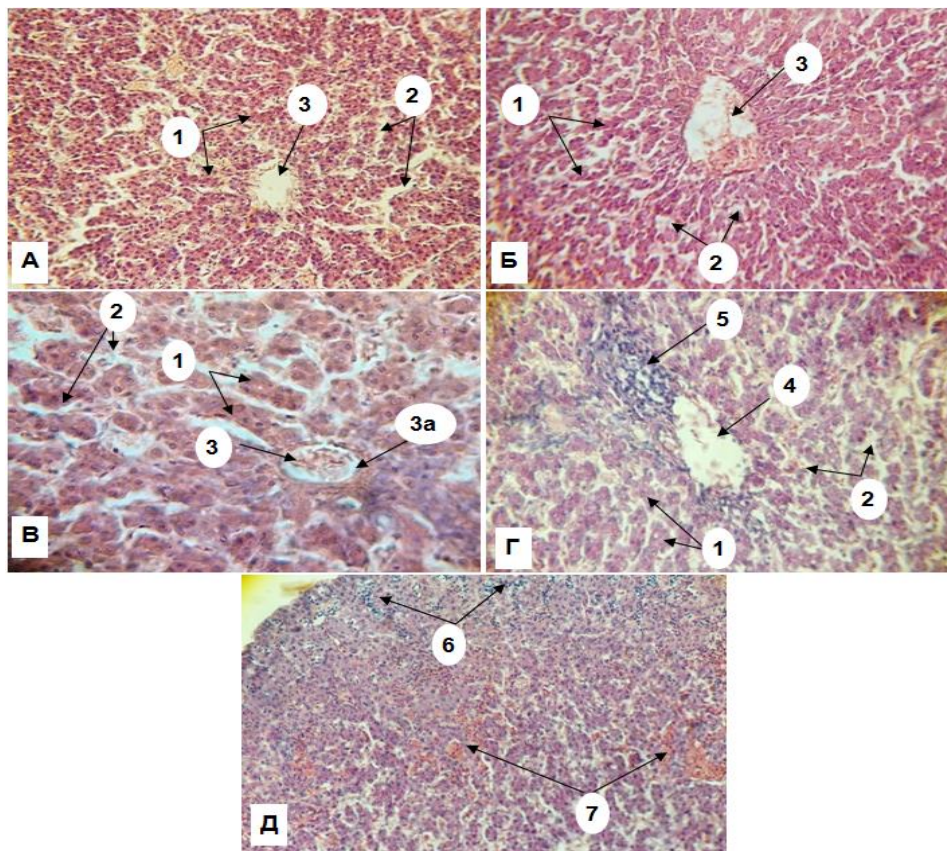


Рис. 1. Печінка курчат-бройлерів. Гістопрепарат (гематоксилін і еозин, А, Б, Г $\times 200$, В $\times 400$, Д $\times 100$). А – контрольна група; Б – 1 дослідна група; В – 2 дослідна група, Г, Д – 3 дослідна група.

Позначення: 1 – печінкові пластинки (трубочки), 2 – синусоїдні капіляри, 3 – центральна вена, 3а – потовщення стінки центральної вени, 4 – міжчасточкова вена, 5 –

лімфоїдно-макрофагальна інфільтрація в зоні портального тракту, 6 – скупчення тромбоцитів у синусоїдах крайової зони печінки, 7 – локальні розширення і гіперемія синусоїдних капілярів.

У курчат 2 дослідної групи, які отримували КНМ в дозі $10 \text{ см}^3/\text{дм}^3$, відмічалася потовщення стінок кровоносних судин як портальних трактів, так і центральної вени часточок і сублобулярних вен. У міжчасточковій сполучній тканині виявляли ознаки інтерстиційного запалення з інфільтрацією клітинами лімфоїдно-макрофагального ряду, що більш виражено в ділянках портальних трактів. У печінкових часточках спостерігали часткову дезінтеграцію печінкових пластинок, в деяких ділянках гепатоцити втрачали міжклітинні контакти. В таких гепатоцитах цитоплазма більш світлого забарвлення, не містить жирових включень, в ядрах не визначаються ядрця, гетерохроматин смужкою зливається з внутрішньою поверхнею каріолеми (маргінація хроматину). Синусоїдні капіляри формують локальні кровонаповнені розширення, як в центральній частині часточок, так і на їх периферії.

У курчат 3 дослідної групи, яким задавали КНМ у дозі $20 \text{ см}^3/\text{дм}^3$ питної води, поряд з описаними ознаками інтерстиційного запалення, в синусоїдних капілярах на периферії органа, в підкапсулярній зоні, відмічали агрегацію тромбоцитів і еритроцитів, а також утворення складжів в різних ділянках венозного русла, що свідчить про порушення мікроциркуляції у вигляді стазу. В цитоплазмі гепатоцитів містилися краплини ліпідних включень. У разі вживання високих доз КНМ серед гепатоцитів реєстрували окремі клітини з ознаками апоптозу (маргінація хроматину, втрата міжклітинних контактів), а також некрозу (каріопікноз, сітчаста або «розмита» структура цитоплазми).

Підшлункова залоза. Підшлункова залоза курчат усіх досліджуваних груп на мікроскопічному рівні мала типову будову. Паренхіма формує нечітко визначені часточки, які містять ацинуси, внутрішньо-часточкову систему вивідних проток і панкреатичні острівці. Ацинуси на поперечних зрізах утворені 8-12 панкреатоцитами, в яких добре визначаються оксифільний – апікальний і базофільний – базальний полюси. За результатами вживання курчатам-бройлерам КНМ не виявляються на рівні світлової мікроскопії ознаки структурної дезорганізації ацинусів і панкреатичних острівців. У підшлунковій залозі курчат 2 та 3 дослідних груп в окремих ділянках препарату дещо збільшені прошарки пухкої сполучної тканини (рис. 2).

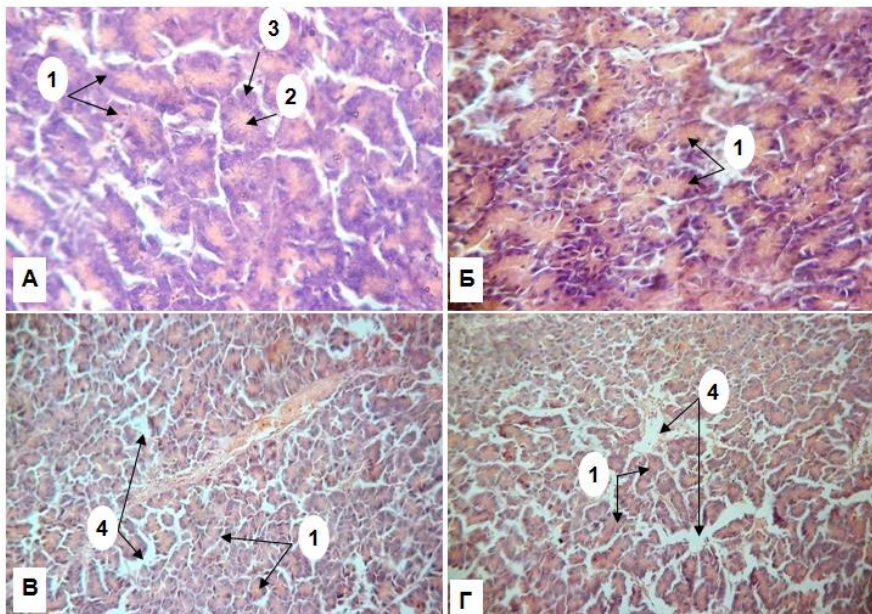


Рис. 2. Підшлункова залоза курчат-бройлерів. Гістопрепарат (гематоксилін і еозин, А $\times 1000$, Б $\times 400$, В, Г $\times 200$). А – контрольна група; Б – 1 дослідна група; В – 2 дослідна група, Г – 3 дослідна група.

Позначення: 1 – ацинуси, 2 – оксифільний полюс ациноцитів, 3 – базофільний полюс ациноцитів, 4 – прошарки пухкої сполучної тканини.

Мікроскопічні зміни в підшлунковій залозі тварин дослідних груп, порівняно з тваринами контрольної групи, не спостерігалися.

Селезінка. Гістологічна структура селезінки курчат контрольної групи характеризує типову для птахів будову органа. Виражені ознаки антигенної стимуляції та запалення відсутні. В паренхімі селезінки визначаються біла і червона пульпа. Біла пульпа зосереджена вздовж розгалужень пульпарних артерій і представлена периартеріальними лімфатичними піхвами (*T*-залежна зона) і лімфоїдними вузликами (*B*-залежна зона). Добре визначаються термінальні гілки пульпарних артерій – китичкові (пеніцилярні) артеріоли, які закінчуються еліпсоїдами. Лімфоїдні вузлики утворені переважно малими лімфоцитами. В них не визначаються світлий центр і мантійна зона, а також маргінальна зона, яка, на думку багатьох дослідників, взагалі не притаманна для селезінки птахів. Червона пульпа містить форменні елементи крові, серед яких переважаючими є еритроцити. Зміни форми і цілісності еритроцитів відсутні. Пульпарне венозне русло не виявляє ознак порушення гемомікроциркуляції.

У курчат 1 дослідної групи реєстрували збільшення площі білої пульпи за рахунок переважно *T*-залежних зон. В лімфоїдних вузликах виявляли гермінативні центри. Спостерігали регіони пульпи, в яких лімфоцити утворювали дифузні скупчення за відсутності сформованих лімфоїдних вузликів. У цих ділянках візуалізуються пульпарні артерії, китичкові артеріоли і еліпсоїди, навколо яких збільшена щільність розташування лімфоцитів, що може свідчити про активний хомінг – міграцію лімфоцитів в орган із периферичного кровотоку, як за рахунок рециркулюючого пулу, так і нульових лімфоцитів, що надходять у селезінку із центральних органів імуногенезу (рис. 3).

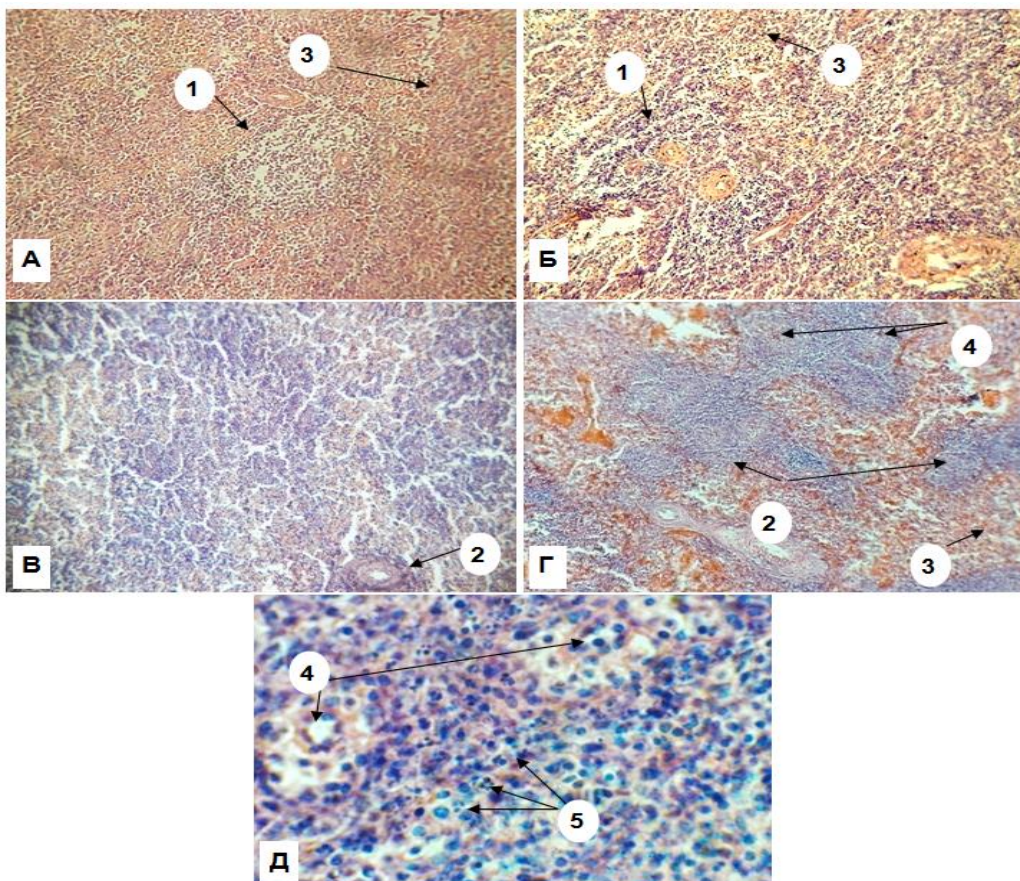


Рис. 3. Селезінка курчат-бройлерів. Гістопрепарат (гематоксилін і еозин, А, Б, В, Г $\times 200$, Д $\times 1000$). А – контрольна група; Б – 1 дослідна група; В – 2 дослідна група; Г, Д – 3 дослідна група.

Позначення: 1 – лімфоїдний вузлик (*B*-залежна зона), 2 – периартеріальна лімфоїдна муфта (*T*-залежна зона), 3 – червона пульпа, 4 – китичкові артеріоли, 5 – апоптозні тільця.

В червоній пульпі відмічається незначне розширення венозних синусів і пульпарних вен при їх помірному кровонаповненні. Серед формених елементів крові в червоній пульпі збільшується кількість лімфоцитів. Виявлені ознаки гістоструктурних змін в селезінці курчат-бройлерів 1 дослідної групи свідчать про активацію реактивності органа.

У курчат 2 та 3 дослідних груп спостерігається значне збільшення площі періартеріальних лімфоїдних піхв (*T*-залежна зона) і дифузна інфільтрація лімфоцитами пульпи селезінки.

У курчат 2 групи добре контурують періартеріальні лімфоїдні піхви. Червона пульпа була інфільтрована лімфоцитами, що може свідчити про активну міграцію останніх в орган із кровоносного русла. Лімфоїдні вузлики білої пульпи визначалися слабо і не містили гермінативні центри. Однак, на тлі збільшення кількості та щільності лімфоцитів, в пульпі селезінки виявляли руйнування лімфоцитів шляхом апоптозу. На це вказує наявність в усіх полях зору лімфоцитів з ознаками маргінації хроматину в ядрі та великої кількості апоптозних тілець, останні виявляли і в цитоплазмі макрофагів.

У курчат 3 групи, поряд з описаними змінами, реєструються ознаки порушення гемоциркуляції, які супроводжуються венозним застоєм і гемолізом еритроцитів.

Виявлені патологічні зміни у курчат 2 і 3 груп свідчать про токсичну дію КНМ, в дозах $10 \text{ см}^3/\text{дм}^3$ і $20 \text{ см}^3/\text{дм}^3$ питної води відповідно, на структуру і функцію селезінки, не порушуючи при цьому механізми міграції лімфоцитів в орган із судинного кровотоку.

Нирки. Нирки курчат контрольної групи мають типову для птахів часточкову будову. В межах кожної часточки визначаються кіркова і мозкова речовина. Кіркова речовина містить ниркові тільця і каналці нефронів, мозкова речовина утворена збірними трубочками, які об'єднуються в міжчасточкові збірні трубочки. Ниркові тільця мають неоднаковий розмір, що є особливістю нирок птахів.

У курчат контрольної групи порожнина капсули нефрона має вигляд вузької порожньої щілини, яка охоплює зовні судинний клубочок з внутрішнім листком капсули. Морфологія нефроцитів і каналців нефронів на мікроскопічному рівні адекватна відповідним їх відділам, без наявності ознак структурної дезорганізації і альтерації (рис. 4).

Судини внутрішніх органів, в тому числі і ворітної системи нирок, помірно кровонаповнені.

У курчат 1 дослідної групи реєстрували збільшене кровонаповнення судин, особливо перитубулярної сітки. В ниркових тільцях збільшувалася кількість мезангіоцитів. Порожнина капсули була помітно розширена. В каналцях структурних зміни не виявлялися.

У курчат 2 дослідної групи, поряд із реакцією з боку ниркових тілець і судин мікроциркуляторного русла, виявляли альтеративні зміни в епітеліоцитах ниркових каналців, більш виражені в проксимальних відділах нефронів. Епітеліоцити втрачали міжклітинні зв'язки, в їх ядрах відмічали маргінацію хроматину. Виявляються поодинокі або групи клітин, в яких проходять процеси фрагментації ядра і цитоплазми з утворенням апоптозних тілець. При цьому не виявляли ознаки некрозу і запалення.

У курчат 3 дослідної групи спостерігали виражені порушення гемомікроциркуляції, зокрема венозний застій крові в перитубулярній сітці. Ознаки руйнування тубулярного епітелію виявлялися в проксимальних відділах нефронів, проте епітелій дистальних відділів нефронів і збірних трубочок зберігав цілісність. В цитоплазмі епітеліоцитів каналців на деяких ділянках була виражена оксифільна зернистість, каналці на значній площі зрізу повністю втрачали структурну організацію.

Судинні клубочки були зменшені в розмірах, втрачали рисунок внутрішньої будови, порожнина капсули була розширена, подекуди містила оксифільну зернисту речовину.

Міокард. У курчат контрольної і всіх дослідних груп міокард мав типову будову, утворений м'язовими волокнами, побудованими із кардіоміоцитів. Волокна утворені за допомогою анастомозів між кардіоміоцитами. Кардіоміоцити витягують форми, цитоплазма їх зафарбована у світло-червоний колір, багато з них були двоядерні. Між волокнами визначалися прошарки пухкої сполучної тканини з судинами мікроциркуляторного русла.

Скелетні м'язи. Під час гістологічного дослідження скелетних м'язів не виявляли суттєвих відмінностей в мікроструктурі зразків як стегнових, так і грудинних м'язів курчат контрольної та дослідних груп. М'язові волокна на поздовжніх і поперечних гістозрізах мали чіткі контури, не виявляли порушення їх внутрішньої структури та цілісності сарколеми. На поздовжніх зрізах зразків м'язів стегна курчат усіх досліджених груп м'язові волокна мали хвилясті контури. Під сарколемою містилися видовженої форми ядра, орієнтовані вздовж м'язових волокон. Мікроскопічних змін в міокарді та скелетних м'язах тварин дослідних груп, порівняно з тваринами контрольної групи, не спостерігали.

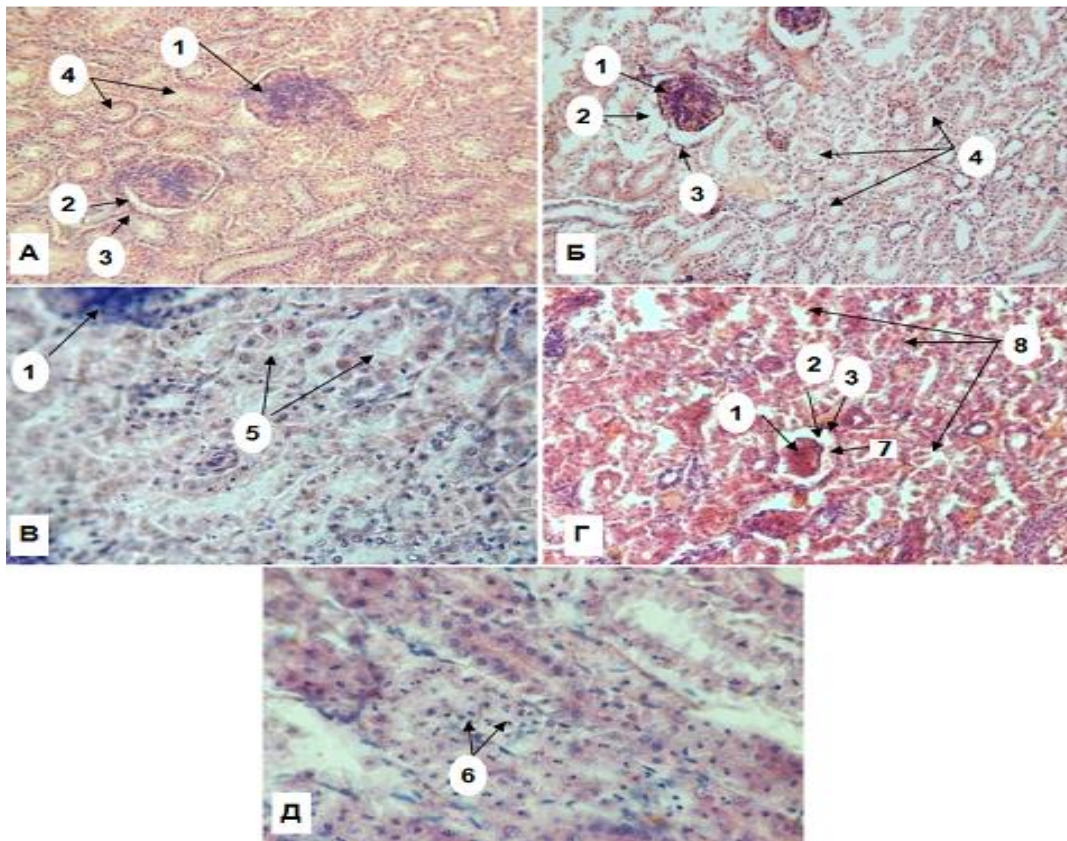


Рис. 4. Нирки курчат-бройлерів. Гістопрепарат (гематоксилін і еозин, А, Б $\times 400$, Г $\times 200$, Д, В $\times 1000$). А – контрольна група; Б – 1 дослідна група; В – 2 дослідна група; Г, Д – 3 дослідна група.

Позначення: 1 – артеріальний судинний клубочок, 2 – порожнина капсули нефрона, 3 – зовнішній листок капсули нефрона, 4 – зрізи каналців нефрона, 5 – проксимальні каналці нефронів з ознаками апоптозу нефроцитів, 6 – апоптозні тільця, 7 – білок в просвіті капсули нефрона, 8 – руйнування епітелію каналців.

Отже, доза препарату $1 \text{ см}^3/\text{дм}^3$ питної води в режимі випоювання п'ять діб поспіль з інтервалом п'ять діб на мікроскопічному рівні не спричинила ознак структурно-функціональних порушень, проте дози препарату 10 і $20 \text{ см}^3/\text{дм}^3$ питної води спричиняли характерний комплекс морфологічних змін. Такі морфологічні зміни спостерігали в печінці, нирках і селезінці. Основними морфологічними ознаками токсичної дії препарату були місцеві розлади кровообігу, некроз клітин паренхіми органів. За застосування препарату в дозі $20 \text{ см}^3/\text{дм}^3$ питної води, на гістозрізах нирок визначалися екстракапілярний гломерулонефрит та некротично-дистрофічні зміни в епітелії каналців (білковий нефроз за типом зернистої дистрофії, в окремих випадках – некротичний нефроз). Вочевидь, за десяти- і особливо за двадцятикратного перевищення рекомендованої дози препарату виявляється токсична дія препарату, що нагадує вплив на організм солей важких металів із вираженою гепато- і особливо нефротоксичністю. Токсична дія частинок препарату у великих дозах впливає на судинну стінку, внаслідок чого в судинах внутрішніх органів розвиваються різноманітні місцеві розлади кровообігу (застійні гіперемії, стаз тощо). Дія ж токсинів на клітини паренхіми органів зумовлює руйнування органел, клітинних мембран, що зумовлює спочатку розвиток дистрофічних процесів за декомпаративним типом, а згодом – загибель клітин.

Отримані дані підтверджуються результатами досліджень крові, які також свідчать про токсичний вплив зазначених доз препарату на організм птиці [31]. Тому використовувати комплекс наномікроелементів, до складу якого входять цитрати нано Цинку, Купруму, Аргентуму, Кобальту, Германію, Магнію препарат необхідно, дотримуючись дозування, застосованого тваринам першої дослідної групи.

Висновки. 1. Застосування комплексу наномікроелементів, до складу якого входять цитрати нано Цинку, Купруму, Аргентуму, Кобальту, Германію, Магнію у дозі $1 \text{ см}^3/\text{дм}^3$ питної

води в режимі випоювання п'ять діб поспіль через п'ять діб не спричиняє патоморфологічних змін у внутрішніх органах і скелетних м'язах забійних курчат-бройлерів.

2. Використання в раціоні курчат-бройлерів комплексу наномікроелементів в дозі 10 і 20 см³/дм³ питної води може призвести до структурних порушень в печінці, нирках та селезінці.

ЛІТЕРАТУРА

1. West J. L., Halas N. J. (2000). Application of nanotechnology to biotechnology. *Current Opinion in Biotechnology*. 11. 215–217.
2. Bawa R. (2008). Nanoparticle-based therapeutics in humans: a survey. *Nanotechnology Law & Business*. 5, 2. 135–155.
3. Glushhenko N. N., Bogoslovskaya O. A., Olkhovskaya I. P. (2002). Fiziko-khimicheskie zakonomernosti biologicheskogo dejstviya vysokodispersnykh poroshkov metallov. *Khimicheskaya fizika*. 21(4). 79–85.
4. Ampleeva L. E. (2006). Fiziologicheskoe sostoyanie krolikov pri vvedenii v raczion viki, vyrashhennoj s ispolzovaniem ultradispersnykh poroshkov zheleza i kobalta : dissertacziya ... kand. biol. nauk : 03.00.13. Ryazan. 142.
5. Bajtukalov T. A. (2009). Izuchenie vozdeystviya nanochasticz zheleza na sodержanie gidropiroksidov v lipidakh pecheni v processe regeneraczii kozhi posle naneseniya eksperimentalnykh polnoslojnykh ran. *Sbornik nauchnykh trudov II Vserossijskoj nauchnoj konferenczii «Fiziko-khimicheskie i prikladnye problemy magnitnykh dispersnykh nanosistem»*. Stavropol. 276.
6. Bogoslovskaya O. A. (2009). Izuchenie bezopasnosti vvedeniya nanochasticz medi s razlichnymi fiziko-khimicheskimi kharakteristikami v organizm zhivotnykh. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2. 124–128.
7. Glushhenko N. N., Bogoslovskaya O. A., Olkhovskaya I. P. (2006). Sravnitel'naya toksichnost solej i nanochasticz metallov i osobennost ikh biologicheskogo dejstviya. *Nanotekhnologiya – tekhnologiya KhKhI veka: Tez.dokl. Moskva*. 93–95.
8. Yausheva E.V. (2013). Issledovanie nanochasticz metallov v kachestve istochnika mikroelementov dlya zhivotnykh. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 5. 470.
9. Rohner F. (2007). Synthesis, characterization, and bioavailability in rats of ferric phosphate nanoparticles. *J. Nutr.* 2007. 137. 614–619.
10. Le Vet Fyong (2005). Ispolzovanie vysokodispersnykh poroshkov zheleza, medi, margancza, czinka v premiksakh czyplyat-brojlerov: dis.. kand. s.-kh. nauk: 06.02.02. Moskva. 114.
11. Chekman I. S. (2011). *Nanofarmakologiya*. K.: Zadruga. 424.
12. Sizova E. A., Miroshnikov I. S. (2014). Osobennosti obmena khimicheskikh elementov v organizme zhivotnykh pri vnutrimyshechnom vvedenii nanochasticz elementarnogo zheleza. *Vestnik myasnogo skotovodstva*. 3 (86). 80–84.
13. Vishnyakov A. I. (2011). Osobennosti elementnogo statusa krasnogo kostnogo mozga czyplyat-brojlerov pri vvedenii v organizm nanoporoshka medi. *Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj medicziny im. N. E. Baumana*. 207. 105–110.
14. Yausheva E. V., Miroshnikov S. A. (2014). Issledovanie vliyaniya vysokodispersnykh chasticz metallov na gomeostaz pokazatelej obshhego belka i intensivnosti rosta czyplyat-brojlerov. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2. 508.
15. Polishhuk S. D., Ampleeva L. E., Konkov A. A. (2015). Biokhimicheskij status krovi czyplyat-brojlerov pri vvedenii v raczion suspenczii nanochasticz seleno. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P. A. Kostycheva*. 1 (25). 36–39.
16. Miroshnikova E. P. (2012). Obmen khimicheskikh elementov v organizme karpa pri ispolzovanii nanochasticz kobalta i zheleza v korme. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 6. 170–175.
17. Kagan V. E., Bayir H., Shvedova A. A. (2005). Nanomedicine and nanotoxicology: two sides of the same coin. *Nanomedicine: nanotechnology, biology and medicine*. 1. 315–316.
18. Oberdorster G., Oberdorster E., Oberdorster J. (2005). Nanotoxicology : An Emerging Discipline Evolving from Studies of Ultrafine Particles. *Environmental Health Perspectives*. 7 (13). 823–839.
19. Allsopp M., Walters A., Santino D. (2007). Nanotechnologies and nanomaterials in electrical and electronic goods: A review of uses and health concerns. *Greenpeace research laboratories*. 12. 22.
20. Kabanov A. V. (2006). Polymer genomics: an insight into pharmacology and toxicology of nanomedicines. *Adv. Drug Deliv. Rev.* 58(15). 1597–1621.
21. Kagan V. E., Bayir H., Shvedova A. A. (2005). Nanomedicine and nanotoxicology: two sides of the same coin. *Nanomedicine: nanotechnology, biology and medicine*. 1. 315–316.
22. Chen Z., Meng H., Hing G. (2006). Acute toxicological affects of copper nanoparticles in vivo. *The J. of physical chemistry. Toxicology Letters*. 163. 109–120.
23. Zhang Y., Cao S. (2006). *Zhongguo huanjing kexue*. China Environ. Sci. 26. 1. 16–19.
24. Zholdakova Z. I., Siniczyna O. O. (2007). Nekotorye skhodstva i razlichiya v toksicheskikh svojstvakh nanochasticz i drugikh khimicheskikh veshhestv. «Metodologicheskije problemy izucheniya i ocenki bio- i nanotekhnologij (nanovolny, chasticzy, struktury, proczessy, bioobekty) v e`kologii cheloveka i gigiene okruzhayushhej sredy». *Materialy plenuma Nauchnogo soveta po ekologii cheloveka i gigiene okruzhayushhej sredy RAMN i Minzdravsocrazvitiya Rossijskoj Federaczii*. Moskva. 52–57.

25. Sulejmanova L. V. (2009). Morfologicheskie izmeneniya v organakh i tkanyakh eksperimentalnykh zhyvotnykh pri vozdejstvii nanochasticz zolota : dis. ... kand. med. nauk : 14.00.15; [GOUVPO «Saratovskij gosudarstvennyj mediczinskij universitet»]. Saratov. 107.
26. Orobchenko O. L. (2017). Farmako-toksikologichna oczinka nanochastok metaliv (ag, cu, fe i dvoockis mn) ta eksperimental no-teoretichne obruntuvannya yikh bezpechnikh reglamentiv za vikoristannya u ptakhivnicztvi. Avtoreferat disertacziyi na zdobuttya naukovogo stupenya doktora veterinarikh nauk. Lviv. 2017. 40.
27. Pro zakhyst khrebetnykh tvaryn, shcho vykorystovuiutsia dlia eksperymentiv abo v inshykh naukovykh tsiliakh [Elektronnyi resurs]: Yevropeiska konventsiiia vid 18.03.1986 r. URL: conventions.coe.int/rreaty/en/Treaties/Html/123.htm
28. Dobavka mikroelementna kormova «Mikrostimulin». Tekhnichni umovi. TU U 15.7-35291116-009:2011.
29. Kosinov M. V., Kaplunenko V. G. (2008). Patent na korisnu model. # 29856 Ukrayina, MPK (2008) B01J 13/00, B82B 3/00. Sposib otrimannya akvakhelativ nanometaliv «Erozijno-vibukhova nanotekhnologiya otrimannya akvakhelativ nanometaliv». Opubl. 25.01.2008, Byul. 2/2008. 4.
30. Goralskij L. P., Khomich V. T., Kononskij O. I. (2011). Osnovi gistologichnoyi tekhniki i morfofunkcionalni metodi doslidzhen u normi ta pri patologii. Navchalnij posibnik. Zhitomir: Polissya. 288.
31. Yatsenko I.V., Kyrychenko V.M. (2018). Veterynarno-sanitarna ekspertyza i otsinochni kryterii produktiv zaboiu kurchat-broileriv za zbahachennia ratsionu kompleksom nanomikroelementiv. Nauk. Prakt. rek-tsii: Reokmend. Naukovo-metodychnoiu komisiieiu Ministerstva ahrarynoi polityky ta prodovolstva Ukrainy z napriamu «Veterynarna medytsyna». Kharkiv: Styl-Yzdat.