

Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies

ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.15421/nvlvet8309
<http://nvlvet.com.ua/>

UDC 636.5

Histostructure of immunocompetent organs in chicken broilers at the action of aquacrita of micro elements

S.M. Medvid¹, A.V. Hunchak¹, E.P. Hmil²

¹Institute of Animal Biology of NAAS, Lviv, Ukraine

²Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

Article info

Received 04.01.2018
Received in revised form
21.02.2018
Accepted 26.02.2018

Institute of Animal Biology of
NAAS, V. Stusa Str., 38, Lviv,
79034, Ukraine.
Tel.: +38-098-266-52-53
E-mail: a_gunchak@ukr.net

Stepan Gzhytskyi National Univer-
sity of Veterinary Medicine and
Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv, 79010,
Ukraine.

Medvid, S.M., Hunchak, A.V., & Hmil, E.P. (2018). Histostructure of immunocompetent organs in chicken broilers at the action of aquacrita of micro elements. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. 20(83), 44–50. doi: 10.15421/nvlvet8309

The article presents data on the influence of composition of micro elements (Fe, Cu, Mn, Co, Zn) in the form of nanocaccurate on histostructure of immunocompetent organs. It was established that the introduction of micro elements in nano-disperse form into the composition of diets of broiler chickens, in quantities that are significantly lower than those included in the mineral premixes in organic form (10–50%), provides the corresponding morphofunctional development of thymus, cloacal bag and spleen. The mass of these lymphoid organs, and especially their weight indexes in the bird of the experimental groups, did not undergo significant deviations, and only in the chicks of the first experimental group, with the introduction of nanobiometals in high (equal to the number of micro elements in the molecular form) dose, the birds tended to slightly decrease the mass of immunobiological organs. According to macroscopic studies it was found that the thymus, cloacal bag and spleen had a characteristic anatomical structure, corresponding color, elastic consistency. Microscopically, the structure of the thymus in the poultry of all experimental groups was preserved, and there was a small lobular structure. Cortical matter occupied a large area, was densely populated with thymocytes of various sizes. The cerebellum was represented by lymphocytes, macrophages and epithelioreticulocytes, including those of the Hassallea. Cloacal pouch in chickens of all groups was rounded, small size, light pink color, hollow structure, without contents. With its microscopic study, the histostructure of this organ was preserved. The cellular composition is represented by lymphocytes and lymphoblasts. Connective tissue strips relieffy separate the follicles. However, in chicks that received high (1 : 1) and very low (0.1 : 1) amounts of biomaterial aquaciters in comparison with their hydrochloric and sulfate salts, there was a pronounced decrease in the size and number of particles, cell deprivation of parenchyma, thickening of connective tissue layers, and infiltration by cells of different histiocytic series, indicating the marked development of destructive changes and processes of involution of the body. The spleen macroscopically in the bird of the experimental groups had a rounded form, a dark red color, and the stored structure on the cut. Microscopically, the histostructure of the organ was preserved, with an available division into red and white pulp, the presence of small and medium lymphocytes, lymphoblasts and plasmocids in the cellular composition of nodules. Consequently, the introduction into the diet of chicken broilers of micro elements in nanofom allows us to achieve a positive result from their action in significantly lower doses, which is positive in both economic and ecological aspects.

Key words: chickens-broilers, immunocompetent organs, histostructure, aquacitrate of micro elements.

Гістоструктура імунокомпетентних органів в курчат-бройлерів за дії аквацитрату мікроелементів

С.М. Медвідь¹, А.В. Гунчак¹, Є.П. Хміль²

¹Інститут біології тварин НААН України, м. Львів, Україна

²Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, м. Львів, Україна

У статті наведено дані щодо впливу композиції мікроелементів (Fe, Cu, Mn, Co, Zn) у формі наноаквацитрату на гістоструктуру імуноткомпетентних органів. Встановлено, що введення до складу раціонів курчат-бройлерів мікроелементів у нанодисперсній формі у кількостях, що є значно нижчими за ті, що входять до складу мінеральних преміксів в органічній формі (10–50%), забезпечує відповідний морфофункціональний розвиток тимусу, клоакальної сумки і селезінки. Маса цих лімфоїдних органів, особливо індекси їх маси в птиці дослідних груп, не зазнавали суттєвих відхилень, і лише в курчат першої дослідної групи, за умови введення нанобіометалів у високій (рівній кількості мікроелементів у молекулярній формі) дозі, відзначена тенденція до незначного зниження маси досліджуваних імунобіологічних органів. За макроскопічних досліджень з'ясовано, що тимус, клоакальна сумка і селезінка мали характерну анатомічну будову, відповідне забарвлення, пружну консистенцію. Мікроскопічно структура тимусу в птиці усіх дослідних груп була збережена, мала часточкову будову. Кіркова речовина займала більшу площу, була щільно заселена тимоцитами різних розмірів. Мозкова речовина була представлена лімфоцитами, макрофагами і епітеліоретикулоцитами, в тому числі тільцями Гасала. Клоакальна сумка у курчат всіх груп була округлої форми, невеликих розмірів, світло-рожевого кольору, порожнистої структури, без вмістимого. При її мікроскопічному дослідженні гістоструктура цього органу була збережена. Клітинний склад представлений лімфоцитами і лімфобластами. Сполучнотканинні прокладки рельєфно відділяють фолікули. Однак у курчат, що отримували високу (1 : 1) і надто низьку (0,1 : 1) кількість аквацитрату біометалів, порівняно з хлористоводневими і сульфатними їх солями, спостерігали виражене зменшення розмірів і кількості часточок, клітинне спустошення паренхіми, потовщення сполучнотканинних прошарків та інфільтрацію клітинами різного гістіоцитарного ряду, що свідчило про виражений розвиток деструктивних змін та процесів інволюції органу. Селезінка макроскопічно у птиці дослідних груп мала округлу форму, темно-червоний колір, збережену структуру на розрізі. Мікроскопічно гістоструктура органу була збережена, з наявним поділом на червону і білу пульпу, наявністю малих і середніх лімфоцитів, лімфобластів і плазмоцитів у клітинному складі вузликів. Отже, введення до складу раціонів курчат-бройлерів мікроелементів в наноформі дозволяє досягти позитивного результату від їх дії в значно менших дозах, що є позитивним як в економічному, так і екологічному аспектах.

Ключові слова: курчата-бройлери, імуноткомпетентні органи, гістоструктура, аквацитрат мікроелементів.

Вступ

Птахівництво в Україні є однією з найбільш розвинутих, інтенсивних і динамічних галузей аграрного виробництва, які забезпечують населення дієтичними та висококалорійними продуктами, зокрема м'ясом і яйцями (Tereshchenko, 2011; Bublyk, 2011; Sobolev et al., 2017). Особливо стрімко за останні десятиріччя прогресують технології з виробництва м'яса бройлерів. Це пов'язано із здатністю птиці до високої конверсії корму при добрій адаптації до промислових умов утримання, а також з дієтичними властивостями продуктів птахівництва, а саме великим вмістом білка при низькій калорійності та рівні холестеролу (Kyryliv et al., 2015; Medvid et al., 2017).

Важливим фактором підвищення продуктивності птиці є раціональна і збалансована годівля. При цьому, важливим є не лише повноцінне протеїнове живлення, а й створення відповідного мінерального балансу (Bratyshko et al., 2005; Suraj, 2009; Ibatullin et al., 2017).

Заборона використання антибіотиків у птахівництві передбачає пошуки альтернативної їх заміни. В Україні розроблені й успішно застосовуються кормові, в т. ч. мінеральні добавки, які зможуть замінити антибіотичні стимулятори росту. Надзвичайно перспективним в цьому плані є використання наноаквацелатів біогенних і біоцидних металів, здатних не тільки протистояти кишковій мікрофлорі, а й стимулювати асиміляційні процеси в організмі птахів (Voloshyna et al., 2008; Podolian, 2010).

Стан імунної системи птиці в онтогенезі зазнає істотних змін, пов'язаних зі старінням, технологічними умовами утримання та годівлі і є вирішальним фактором в отриманні високих показників продуктивності (Apatenko, 2002; Voronin et al., 2002; Hariv and Gutyj, 2016; Hunchak et al., 2016).

Імунна система є важливою складовою організму птиці, яка забезпечує захист від дії біологічних, хімічних та фізичних факторів і представлена імуноткомпетентними органами, а також скупченням лімфоїдних клітин у різних органах і тканинах (Zhila et al.,

2011; Zhyla, 2016; Khariv et al., 2017). За морфофункціональним значенням лімфоїдні органи поділяють на центральні та периферійні. До центральних таких структур у птиці відносять тимус і фабрицієву (клоакальну) бурсу. Периферійними є лімфатичні вузли, селезінка, лімфоїдні утворення шлунково-кишкового каналу, шкіра, кров, мононуклеарні фагоцити тощо.

У зв'язку з появою і застосуванням в годівлі птиці мікроелементів у наноформі та здатністю їх підвищувати інтенсивність обмінних процесів в значно менших кількостях, ніж ті, що рекомендуються в молекулярному вигляді, важливе значення має вивчення їхнього впливу на морфологічну структуру імуноткомпетентних органів.

Метою роботи було вивчити вплив аквацитрату мікроелементів у різних кількостях (Fe, Cu, Mn, Zn, Co) на морфологічну структуру імуноткомпетентних органів, а саме тимусу, клоакальної сумки і селезінки.

Матеріал і методи досліджень

Дослід проведено на шести групах (по 15 голів у кожній) курчат-бройлерів кросу РОСС-308, починаючи з 10-добового віку. Утримання і годівля птиці відповідала технологічним вимогам. Вся птиця одержувала повнораціонний комбікорм (ПРК), збалансований за поживними і біологічно активними речовинами. Курчатам дослідних груп випоювали з водою мінеральний комплекс за схемою, представленою в таблиці 1.

У кінці досліду, що збігався із періодом завершення вирощування птиці, проведено забій курчат-бройлерів і відібрано органи імунної системи, а саме: тимус, клоакальну сумку (фабрицієва бурса) і селезінку. Визначено їхню масу та індекс маси (відношення маси органа до маси тіла).

Відбір шматочків досліджуваних органів для гістологічних досліджень, їх фіксацію та виготовлення гістозрізів проводили за методикою Г.А. Меркулова, (1969). З цією метою використовували 10% нейтральний формалін. Зневоднення здійснювали спиртом із

подальшим застосуванням хлороформу і парафіну. З парафінових блоків виготовляли гістозрізи (мікротом МПС – 2) товщиною 6 ± 2 мкм і фарбували їх гематоксиліном та еозином. Світлову мікроскопію і мікрофотографування гістопрепаратів тимусу, клоакальної сумки і селезінки проводили за допомогою мікроскопа OLYMPUS CX 41 і фотокамери OLYMPUS C-5050.

Таблиця 1

Схема досліджу

Групи	Характер живлення
Контрольна	ПРК + СП (стандартний премікс)
1 дослідна	ПРК + випоювання комплексу мінеральних речовин у формі аквацитрату (кількість біоелементів аналогічна кількості у СП)
2 дослідна	ПРК + випоювання комплексу мінеральних речовин у формі аквацитрату (кількість біоелементів – 3/4 від кількості у СП)
3 дослідна	ПРК + випоювання комплексу мінеральних речовин у формі аквацитрату (кількість біоелементів – 1/2 від кількості у СП)
4 дослідна	ПРК + випоювання комплексу мінеральних речовин у формі аквацитрату (кількість біоелементів – 1/4 від кількості у СП)
5 дослідна	ПРК + випоювання комплексу мінеральних речовин у формі аквацитрату (кількість біоелементів – 1/10 від кількості у СП)

Таблиця 2

Маса тіла та індекси маси лімфоїдних органів у птиці за дії аквацитрату мікроелементів, $M \pm m$, $n = 15$

Групи тварин	Тимус		Клоакальна сумка		Селезінка	
	М (2)	ІМ	М (2)	ІМ	М (2)	ІМ
К (контрольна)	7,22 ± 0,27	0,30 ± 0,03	1,86 ± 0,24	0,08 ± 0,003	3,36 ± 0,16	0,14 ± 0,008
Д ₁ (дослідна І)	5,76 ± 0,30	0,25 ± 0,04	1,80 ± 0,22	0,08 ± 0,003	3,20 ± 0,26	0,13 ± 0,06
Д ₂ (дослідна ІІ)	7,10 ± 0,24	0,29 ± 0,07	1,90 ± 0,40	0,07 ± 0,002	3,30 ± 0,20	0,13 ± 0,06
Д ₃ (дослідна ІІІ)	8,16 ± 0,32	0,32 ± 0,03	1,94 ± 0,18	0,08 ± 0,003	3,50 ± 0,16	0,14 ± 0,08
Д ₄ (дослідна ІV)	8,30 ± 0,18	0,33 ± 0,03	2,02 ± 0,11	0,08 ± 0,003	3,44 ± 0,16	0,14 ± 0,06
Д ₅ (дослідна V)	8,02 ± 0,36	0,32 ± 0,03	1,90 ± 0,25	0,08 ± 0,003	3,32 ± 0,28	0,30 ± 0,08

Так, індекси маси тимусу і селезінки у птиці цієї групи були, порівняно з контролем, на, відповідно, 16,7 і 7,1% нижчими, що, ймовірно, у функціональному плані може характеризуватися пригніченням реакцій імунної системи.

Макроскопічно тимус у контрольній і всіх досліджуваних групах курчат-бройлерів мав характерну анатомічну будову. Часточки тимуса світло-рожевого кольору, пружної консистенції, від 4 до 6 штук розмішувалися в два ряди в підшкірній клітковині шийної ділянки.

Мікроскопічна структура тимусних часточок збережена в усіх групах курчат (рис. 1–2). Часточки чітко розділені на кіркову і мозкову речовини. Міжчасточкові перегородки вузькі. Кіркова речовина займала більшу площу часточок тимуса, була щільно заселена тимоцитами різних розмірів, особливо у курчат 3 та 4 дослідних груп (Д₃ і Д₄), порівняно з контрольною групою (рис. 3–5). Мозкова речовина представлена

Результати та їх обговорення

У результаті проведених досліджень встановлено, що маса тимусу, клоакальної сумки і селезінки та індекси їх маси в курчат-бройлерів дослідних груп, за винятком групи Д₁, були близькими або мали тенденцію до незначного зростання, порівняно із контролем (табл. 2). Кращий результат за цим показником відзначено у курчат третьої і четвертої дослідних груп, що отримували з раціоном наноконпозицію мікроелементів (Fe, Cu, Zn, Mn, Co) у кількості, яка відповідала 1/2 і 1/4 дози біометалів у складі мінерального преміксу. Маса тимусу в курчат цих груп була на 13,0 і 14,9%, клоакальної сумки – на 4,3 і 8,6% та селезінки – на 4,1 і 2,4%, відповідно більшою за масу цих органів у птиці контрольної групи, хоч за показником відносної маси цих органів до маси тіла відхилення були менш відчутні. Маса досліджуваних імунокомпетентних органів у птиці, що отримувала навіть найнижчу досліджувану дозу мікроелементів (група Д₅), суттєво не відрізнялася від птахів контрольної групи. Однак, нами встановлено, що через високу біодоступність та біо-активність мікроелементів у нанодисперсній формі доза аквацитрату рівна кількості біометалів в молекулярній формі є необґрунтованою, оскільки викликає певні морфологічні і, очевидно, функціональні зміни в структурі органів.

значно меншою кількістю клітин, переважно лімфоцитами, макрофагами та епітеліоретикулоцитами. Тільця Гасаля невеликих розмірів, округлої форми, локалізувались у мозковій речовині (рис. 6).

Клоакальна сумка (фабрицева бурса) курчат у всіх досліджуваних групах була округлої форми, невеликих розмірів, світло-рожевого кольору, порожнистої структури, без вмісту.

При мікроскопічному дослідженні клоакальної сумки гістологічна структура органу збережена у курчат всіх груп (рис. 7–8). Часточки (фолікули) в більшості видовженої або заокругленої форми, поділ на кіркову та мозкову речовини збережений, в окремих – слабозбережений або відсутній. Клітинний склад представлений переважно лімфоцитами різного розміру, лімфобластами. Епітелій слизової оболонки рівномірно розвинутий, ядра епітеліальних клітин розміщені біля базального краю. Сполучнотканинні прошарки рельєфно відділяють фолікули (рис. 9–10).

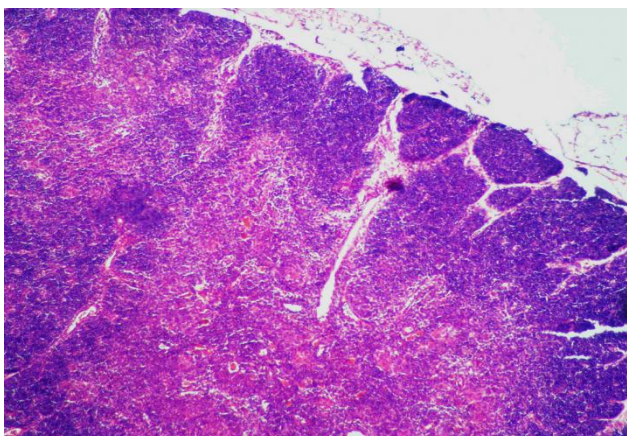


Рис. 1. Гістологічна структура тимуса курчат-бройлерів. Контрольна група. Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 4.

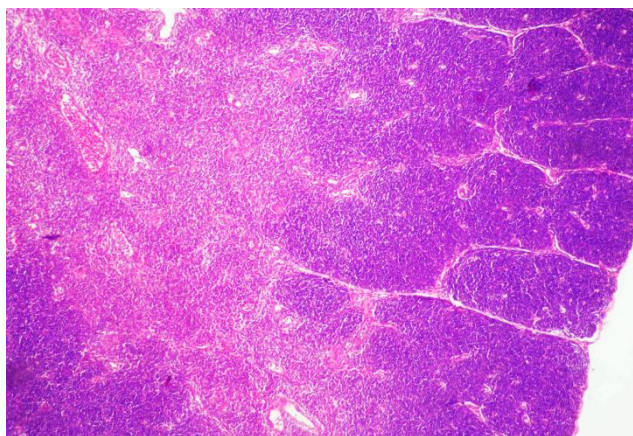


Рис. 2. Гістологічна структура тимуса курчат-бройлерів. Група Д₄. Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 4.

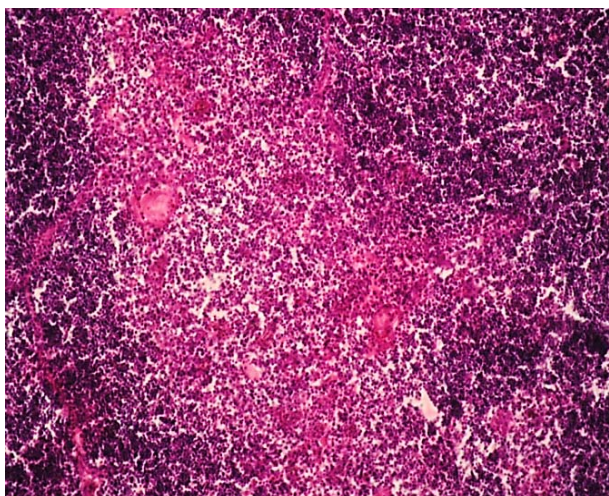


Рис. 3. Часточка тимуса курчат-бройлерів групи Д₄. Поділ на кіркову та мозкову речовини збережений. Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 10

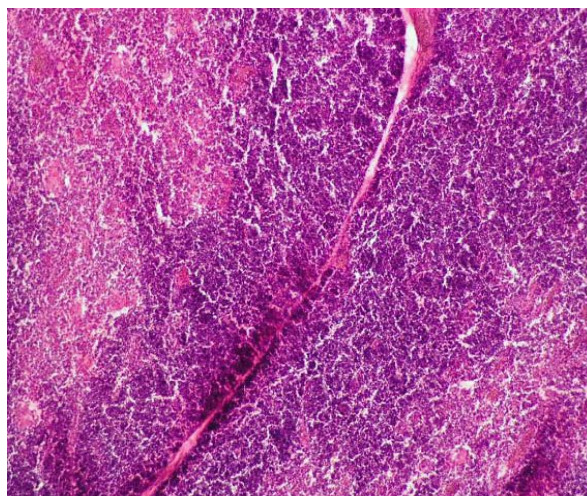


Рис. 4. Тимус курчат-бройлерів групи Д₃. Кіркова речовина добре розвинена, міжчасточкова сполучнотканинна перегородка вузька. Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 10

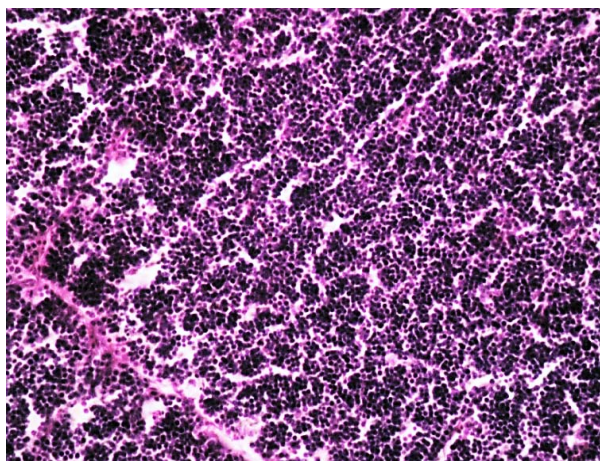


Рис. 5. Висока щільність заселення тимоцитами кіркової речовини тимуса курчат-бройлерів групи Д₄. Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 20

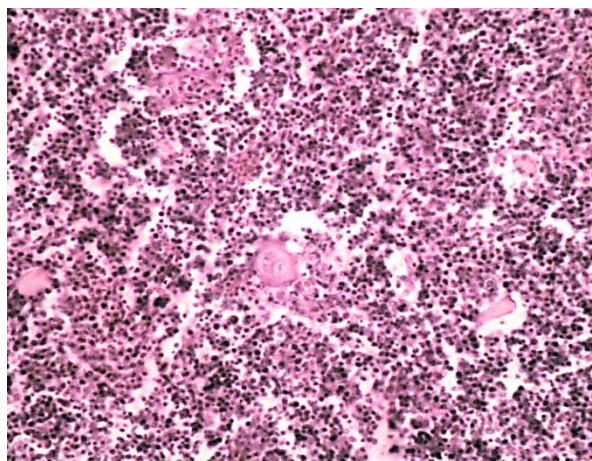


Рис. 6. Сформовані Тільця Гассалья в мозковій речовині тимусної часточки курчат-бройлерів групи Д₄. Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 20

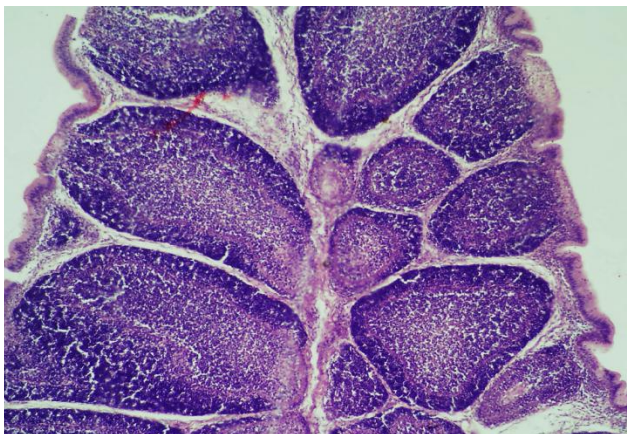


Рис. 7. Гістоструктура клоакальної сумки курчат-бройлерів групи Д₃. Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 10

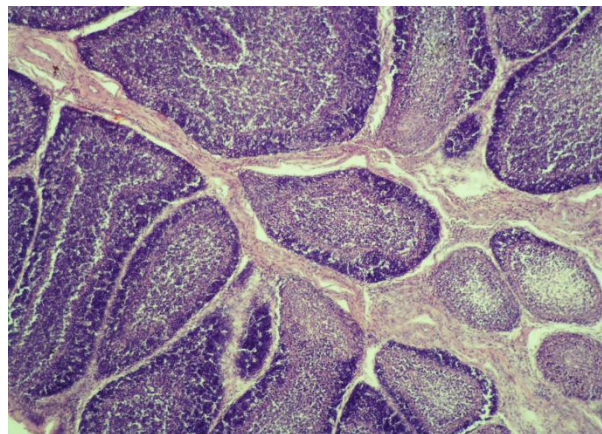


Рис. 8. Гістоструктура клоакальної сумки курчат-бройлерів групи Д₅. Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 10



Рис. 9. Клоакальна сумка курчат-бройлерів групи Д₄. Часточки заокругленої форми, поділ на кіркову та мозкову речовини слабо виражений. Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 20

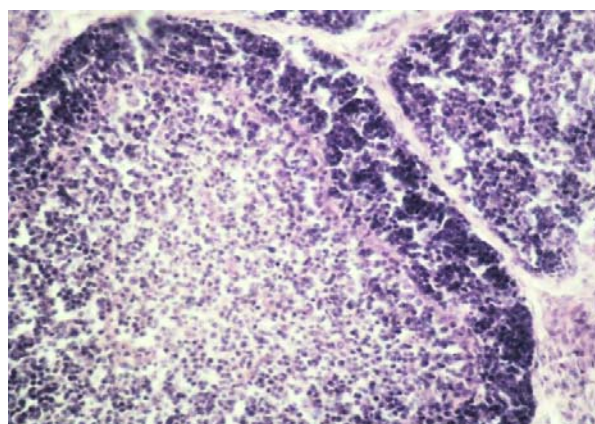


Рис. 10. Клоакальна сумка курчат-бройлерів групи Д₃. Границя між кірковою та мозковою речовинами добре виражена. Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 40

Слід відмітити, що у курчат 1 та 5 дослідних груп спостерігали більш виражене зменшення розмірів і кількості часточок, клітинне спустошення паренхіми, потовщення сполучнотканинних прошарків, їх розво-

локнення та інфільтрацію клітинами різного гістіоцитарного ряду, що свідчило про більш виражений розвиток деструктивних змін порівняно із іншими досліджуваними групами курчат-бройлерів (рис. 11–12).

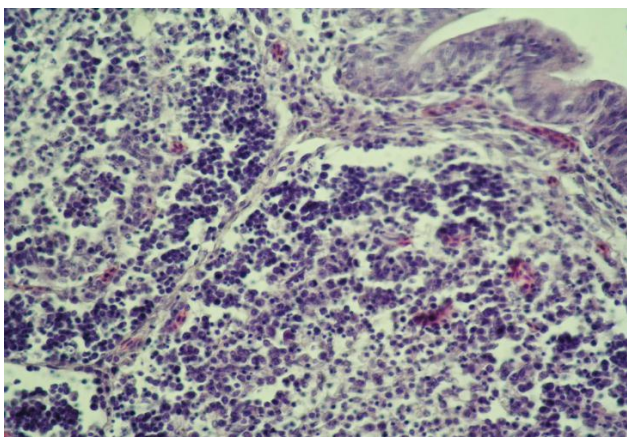


Рис. 11. Клітинне спустошення паренхіми клоакальної сумки курчат-бройлерів групи Д₅. Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 40

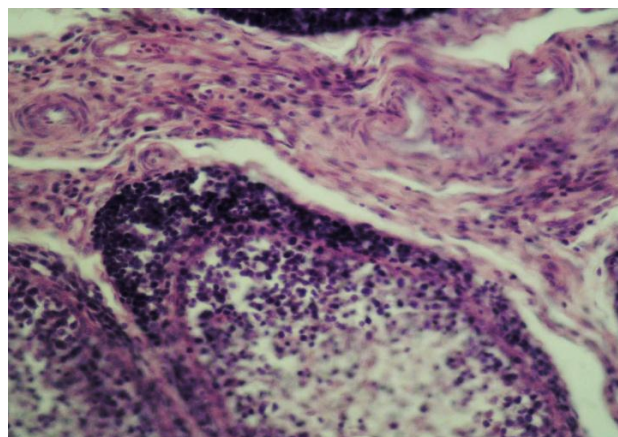


Рис. 12. Розростання міжчасточкової сполучної тканини в клоакальній сумці курчат-бройлерів контрольної групи Д₁. Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 40

Макроскопічно селезінка дослідних груп курчат-бройлерів округлої форми, темно-червоного кольору, структура на розрізі органа збережена, краї розрізу сходяться, зіскоб пульпи незначний. Мікроскопічна структура селезінки теж збережена у всіх досліджуваних групах курчат-бройлерів. Поділ на червону і білу пульпу наявний (рис. 13). Лімфоїдні вузлики (фоліку-

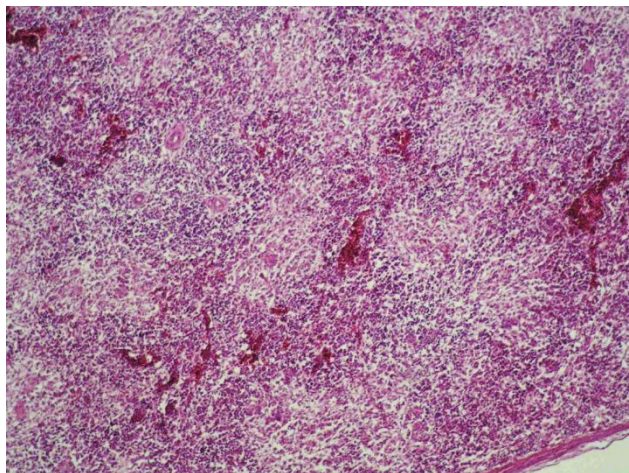


Рис. 13. Селезінка курчат-бройлерів групи Д₄. Поділ на червону і білу пульпу збережений. Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 10

Отже, макроскопічна та мікроскопічна структура досліджуваних органів імунної системи збережена у всіх групах курчат-бройлерів і вказувала на їхній активний морфофункціональний стан. При гістологічному дослідженні імунокомпетентних органів курчат-бройлерів, що отримували мікроелементи у наноцитратній формі (25 і 50% від кількості в молекулярній формі) встановлено сповільнення процесів вікової інволюції імунокомпетентних органів порівняно з контролем, що може слугувати чинником застосування біоелементів в такій формі як ефективної мінеральної підгодівлі.

З урахуванням інших проведених нами досліджень, в тому числі із вивчення впливу наноконпозиції мікроелементів на метаболічні процеси, можна стверджувати, що найвища досліджувана доза мікроелементів (співвідношення біометалів в нано- і неорганічній формі 1 : 1) і найнижча (0,1 : 1) є необґрунтованими для застосування птиці з метою стимулювання імунорезистентності організму.

Висновки

Відповідний морфофункціональний стан імунокомпетентних органів досягається шляхом введення до раціонів курчат-бройлерів мікроелементів у формі аквацитрату в половинній і навіть четвертинній кількості відносно до дози біометалів в неорганічній формі, що робить наноконпозицію мікроелементів ефективною як в економічному, так і в екологічному сенсі.

ли) середніх розмірів, чітко контуровані, локалізувались біля центральних артерій, в окремих характеризувалися реактивними (світлими) центрами. Клітинний склад вузликів представлений малими та середніми лімфоцитами, лімфобластами та плазмоцитами (рис. 14).

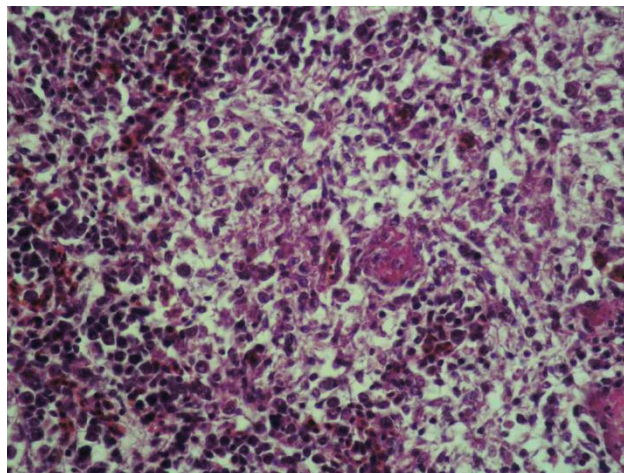


Рис. 14. Лімфоїдний вузлик з реактивним центром у селезінці курчат-бройлерів групи Д₄. Гематоксилін та еозин. Ок. 10, об. 40

References

- Apatenko, V.M. (2002). *Veterynarna imunolohiia ta imunopatolohiia*. K.: Kolos (in Ukrainian).
- Bratyshko, N.I., Horobets, A.I., & Prytulenko, O.V. (2005). *Rekomendatsii z normuvannia hodivli silskohospodarskoi pytysi*. Birky (in Ukrainian).
- Bublyk, M. (2011). *Analiz vyrobnytstva m'iasa pytysi v Ukraini*. *Ekonomichnyi analiz*. 9(1), 44–47 (in Ukrainian).
- Hariv, M.I., & Gutyj, B.V. (2016). Influence of the liposomal preparation Butaintervite on protein synthesis function in the livers of rats under the influence of carbon tetrachloride poisoning. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, medicine*. 7(2), 123–126. doi: 10.15421/021622.
- Hunchak, A.V., Ratych, I.B., Gutyj, B.V., & Paskevych, H.A. (2016). Metabolic effects of iodine in poultry for its deficiency or excess in the diet. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj*. 18, 2(67), 70–76. doi: 10.15421/nvlvet6716
- Ibatullin, I.I., & Holubiev, M.I. (2017). Effect of feeds containing different sources of manganese on certain carcass parameters of quail. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 19(79), 13–16. doi: 10.15421/nvlvet7903
- Ibatullin, I.I., Ilchuk, I.I., & Kryvenok, M.Ya. (2017). Digestibility of nutrients and nitrogen balance in chicken breeder meat direction of productivity at different levels of lysine in the fodder. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 19(74), 7–11. doi: 10.15421/nvlvet7402

- Khariv, I., Gutyj, B., Hunchak, V., Slobodyuk, N., Vynyarska, A., Sobolta, A., Todoriuk, V., & Seniv, R. (2017). The influence of brovitatoxide in conjunction with milk thistle fruits on the immune system of turkeys for eimerioz invasion. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 19(73), 163–168. doi: 10.15421/nvlvet7334
- Kyryliv, Ya.I., Nodzhak, M.M., & Barylo, B.S. (2015). Efektyvnist vykorystannia vitaminiv ta mikroelementiv u hodivli kurchat-broileriv. *Naukovyi visnyk LNUVMBT im. S.Z. Hzhyskoho*. 17(61), 85–90 (in Ukrainian).
- Medvid, S.M., Hunchak, A.V., Gutyj, B.V., & Ratykh, I.B. (2017). Prospects of rational security chicken-broilers with mineral substances. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 19(79), 127–134. doi: 10.15421/nvlvet7925
- Podolian, Yu.M. (2010). Pidvyshchennia produktyvnosti bez antybiotykiv. *Tvarynnytstvo Ukrainy*. 7, 240–244 (in Ukrainian).
- Sobolev, O.I., Gutyj, B.V., Petryshak, O.J., Golodjuk, I.P., Petryshak, R.A., & Naumjuk, O.S. (2017). Morfolo-gichni ta biohimichni pokaznyky krovi kachenjat, shho vyroshhujut'sja na m'jaso, za riznogo rivnja seleniu v kombikormah. *Naukovyj visnyk LNUVMBT imeni S.Z. G'zhyc'kogo*. 19(74), 57–62 (in Ukrainian). doi:10.15421/nvlvet7413
- Sobolev, A., Gutyj, B., Grynevych, N., Bilkevych, V., & Mashkin, Y. (2017). Enrichment of meat products with selenium by its introduction to mixed feed compounds for birds. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 8(3), 417–422. doi: 10.15421/021764
- Suraj, P. (2009). Kormlenie vysokoproduktivnyh krossov m'jasnoj i jaichnoj pticy: sovremennye problemy i reshenija. *Aktual'nye problemy sovremennogo pticevodstva*. Har'kov, 273–280 (in Russian).
- Tereshchenko, O.V. (2011). Stan i perspektyvy rozvytku ptakhivnytstva. *Suchasne ptakhivnytstvo*. 7–8 (104–105), 4–7 (in Ukrainian).
- Voloshyna, N.O., Petrenko, O.F., Kaplunencko, V.H., & Kosinov, M.V. (2008). Perspektyvni zastosuvannia nanochastynok metaliv u veterynarnii medytsyni. *Veterynarna medytsyna Ukrainy*. 9, 32–34 (in Ukrainian).
- Voronin, E.S., Petrov, A.M., Seryh, M.M., & Devrishov, D.A. (2002). *Immunologija*. M.: Kolos (in Russian).
- Zhila, N.I., Kocjumbas, I.Ja., & Shkil', M.I. (2011). Morfologicheskie issledovanija organov immunoj systemy cypljat-brojlerov pri klinicheskom ispytanii jeffektivnosti probiotika. *Sovremennye problemy patologicheskoy anatomii, patogeneza i diagnostiki boleznej zhivotnyh: Mat-ly HVII Vserossijskoj nauchno-metodicheskoy konferencii po patologicheskoy anatomii zhivotnyh*. Moskva, 141–144 (in Russian).
- Zhyla, M.I. (2016). Otsinka morfofunktsionalnoho stanu orhaniv imunnoi systemy indykiv pry klinichnomu vprovadzheni preparatu Bioton. *Biolo-hiia tvaryn*. 18(3), 30–35 (in Ukrainian). doi: 10.15407/animbiol18.03.030