



UDC 619:636.52/.58:591.445

PECULIARITIES OF THE MORPHOLOGY OF THE ADRENAL GLANDS OF CHICKENS

T. Kot, V. Prokopenko

Article info

Received
24.03.2020

Accepted
27.05.2020

Zhytomyr
National
Agroecological
University
7, Staryi Blvd,
Zhytomyr,
10008, Ukraine

E-mail:
tkotvet@ukr.net;
ogp.zt.2013@gmail.com

Kot, T., Prokopenko, V. (2020). Peculiarities of the morphology of the adrenal glands of chickens. Scientific Horizons, 05 (90), 82–88. doi: 10.33249/2663-2144-2020-90-5-82-88.

Knowledge of the laws of development, structure and functions of the adrenal glands of birds is an urgent problem of veterinary medicine. Its solution is practical importance for assessing the morpho-functional state of birds of a certain species and age, which is important for the scientific justification of technologies for growing them and studying the mechanisms of development of adrenal diseases.

The aim of the work was to study the features of the adrenal morphology of cross-Hysex brown chickens at the age of 210 days using anatomical, histological, morphometric and statistical methods. It is established that the adrenal glands of chickens are paired parenchymal organs that have a pale yellow color, a loose consistency, a rounded (right adrenal gland) or pyramidal (left adrenal gland) shape. The right and left adrenal glands are located on the ventral surface of the cranial lobe, respectively, of the right and left kidneys, just before the bifurcation of the caudal vena cava. The outside of the adrenal glands of chickens is covered with a capsule with a thickness of 20.12 ± 1.41 microns. It is formed by loose fibrous connective tissue, in which blood vessels and congestion sells of nervous system are registered. The adrenal parenchyma of chickens is represented by interrenal and suprarenal tissues, whose cells form strands intertwining with each other. Places between the visible layer of loose fibrous binder with sinusoidal capillars and venous sinus. On a sagittal section of the adrenal glands of chickens, you can distinguish the peripheral and central zones. The relative area of the suprarenal tissue, and sinusoid capillars with venous sinus of central zone (47.86 ± 2.83 and 4.05 ± 0.12 %, respectively), as compared to those with peripheral zone (of 27.02 ± 2.64 and 1.12 ± 0.47 %, respectively), more ($P < 0.001$) 1.77 and 3.62 times, respectively, and the relative area of interrenal tissue, on the contrary, less ($P < 0.001$) is 1.49 times (48.09 ± 2.03 against 71.87 ± 3.62 %).

To study the intensity of protein, carbohydrate and lipid metabolism in the adrenal glands of chickens, it is planned to conduct his to chemical studies to identify and localize basic and acidic proteins, glycogen, neutral glycol proteins, and total lipids.

Key words: domestic chicken, adrenal gland, anatomy, microstructure, morphometry.

ОСОБЛИВОСТІ МОРФОЛОГІЇ НАДНИРКОВОЇ ЗАЛОЗИ КУРЕЙ

Т. Ф. Кот, В. С. Прокопенко

Житомирський національний агроєкологічний університет
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

Пізнання закономірностей розвитку, будови і функцій надниркової залози птахів є актуальною проблемою ветеринарної медицини. Її вирішення має практичне значення для оцінки морфо-функціонального стану птахів певного виду і віку, що важливо для наукового обґрунтування

технологій їх вирощування та опанування механізмів розвитку захворювань надниркової залози.

Метою роботи було вивчення особливостей морфології надниркової залози курей кросу Хайсекс браун віком 210 діб з використанням анатомічних, гістологічних, морфометричних і статистичних методик. Встановлено, що надниркова залоза курей є парним паренхіматозним органом, який має блідо-жовтий колір, пухку консистенцію, округлу (права надниркова залоза) або пірамідальну (ліва надниркова залоза) форму. Права і ліва надниркові залози курей розміщені на вентральній поверхні краніальної частки відповідно правої та лівої нирок, безпосередньо перед роздвоєнням каудальної порожнистої вени. Зовні надниркова залоза курей вкрита капсулою завтовшки $20,12 \pm 1,41$ мкм. Вона утворена пухкою волокнистою сполучною тканиною, в якій реєструються кровоносні судини і скупчення нервових клітин. Паренхіма надниркової залози курей представлена інтерреналовою і супрареналовою тканинами, клітини яких утворюють тяжі, що переплітаються між собою. Місцями між ними помітні прошарки пухкої волокнистої сполучної з синусоїдними гемоканілярами та венозними синусами. На сагітальному розрізі надниркової залози курей можна виділити периферичну і центральну зони. Показники відносної площі супрареналової тканини і синусоїдних гемоканілярів з венозними синусами центральної зони ($47,86 \pm 2,83$ і $4,05 \pm 0,12$ % відповідно), порівняно з такими показниками периферичної зони ($27,02 \pm 2,64$ і $1,12 \pm 0,47$ % відповідно) більші ($P < 0,001$) в 1,77 і 3,62 рази відповідно, а відносна площа інтерреналової тканини, навпаки, менша ($P < 0,001$) в 1,49 рази ($48,09 \pm 2,03$ проти $71,87 \pm 3,62$ %).

Для вивчення інтенсивності білкового, вуглеводного і ліпідного обмінів у наднирковій залозі курей планується провести гістохімічні дослідження на виявлення і локалізацію основних та кислих білків, глікогену, нейтральних глікопротеїдів, загальних ліпідів.

Ключові слова: свійська курка, надниркова залоза, анатомія, мікроструктура, морфометрія.

Вступ

Фундаментальною і прикладною проблемою сучасної біології, гуманної та ветеринарної медицини є дослідження закономірностей розвитку, будови та функціонування органів ендокринної системи, оскільки остання разом з нервовою системою регулює та контролює всі процеси життєдіяльності організму (Parker et al., 2011; Zakrevska & Tybinka, 2019).

Надниркова залоза є периферичним органом ендокринної системи. Її гормони впливають на ріст і диференціювання тканин, регулюють водний, білковий, вуглеводний, жировий і мінеральний обміни, впливають на резистентність організму до інфекцій, інтоксикації, стресу, низької температури та інших факторів (Matos, 2008).

За морфологічними ознаками надниркова залоза є однією з найбільш варіабельних ендокринних залоз хребетних тварин (Barszcz et al., 2016; Zakrevska & Tybinka, 2019). Для птахів характерне видове різноманіття форми надниркової залози і ряд особливостей будови її паренхіми (Kober et al., 2012; Moawad & Randa, 2017).

Аналіз спеціальної літератури показав, що багато досліджень присвячено вивченню будови структурних компонентів надниркової залози курей за їх експериментального утримання і годівлі (Müller et al., 2015; Abeena et al., 2017), при

захворюваннях (Blachuta & Wrońska-Fortuna, 2012; Kashani et al., 2018). Морфологія надниркової залози курей в нормі досліджена недостатньо. Особливо це стосується порід й кросів, які різняться між собою за продуктивністю. З цього питання у спеціальній літературі є неповні та суперечливі дані (Kober et al., 2012; Moawad & Randa, 2017), які обмежені певними віковими групами птиці та потребують подальших більш глибоких досліджень.

Вивчення особливостей морфології надниркової залози курей в нормі з використанням анатомічних, гістологічних, морфометричних і статистичних методик є актуальною проблемою. Її вирішення має практичне значення для оцінки морфофункціонального стану птахів цього виду в певні періоди життя, що необхідно для наукового обґрунтування технологій їх вирощування і використання, а також для опанування механізмів розвитку захворювань даного органа, формування їх симптомів та способів усунення.

Матеріали та методи досліджень

Робота є фрагментом НДР «Морфологія надниркової залози птахів» (номер державної реєстрації № 0120U101089), виконана на кафедрі анатомії і гістології факультету ветеринарної медицини Житомирського національного

агроекологічного університету впродовж 2019-2020 років.

Мета досліджень – встановити особливості морфології надниркової залози курей. Для досягнення мети необхідно було вирішити наступні завдання: з'ясувати топографію, форму, колір і консистенцію надниркової залози; визначити органометричні показники надниркової залози; з'ясувати мікроскопічну будову та провести морфометричний аналіз структурних елементів надниркової залози.

Надниркову залозу відібрали від курей кросу Хайсекс браун віком 210 діб ($n=6$), які утримувалися в умовах філії «Солотвинської птахофабрики» ТОВ «Зелений вал» Бердичівського району Житомирської області.

Усі втручання і евтаназію птиці проводили з дотриманням вимог «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних і наукових цілей» (Страсбург, 1986 р.), ухвали Першого національного конгресу з біоетики (Київ, 2001 р.) і Закону України № 692 «Про захист тварин від жорстокого поводження» (3447-IV) від 21.02.2006 р.

Масу тіла курей визначали зважуванням після евтаназії на вагах *PS 6000/C/2* з точністю до 0,5 г. Надниркову залозу відпрепарувували від оточуючих тканин і визначали її форму, колір та консистенцію. Абсолютну масу надниркової залози визначали шляхом зважування на вагах *Axis ANG200C* з точністю до 0,001 г. Лінійні проміри (довжину, товщину, ширину) надниркової залози визначали штангенциркулем *ШЦ 160-0,05* з точністю до 0,05 мм.

Для проведення гістологічних досліджень застосовували загальноприйняті методи фіксації матеріалу і виготовлення гістозрізів (*Goralskyu et al.*, 2011). Для встановлення особливостей будови надниркової залози і морфометричного дослідження її структур зрізи фарбували гематоксилином Караці та еозином, і за Ван Гізон.

Морфометрію мікроструктур надниркової залози виконували згідно рекомендацій з біометрії (*Tashke*, 1980). Дослідження проводили за допомогою світлових мікроскопів *МБС-10*, *Micros MC-50*.

Макропрепарати фотографували цифровим фотоапаратом *Olymtus SP-510UZ*. Мікрофотографування гістологічних препаратів здійснювали за допомогою цифрової фотокамери, вмонтованої у мікроскоп *Primo Star (Carl Zeiss, Німеччина)* і підключеної до персонального комп'ютера.

Цифрові дані морфометричних досліджень обробляли варіаційно-статистичними методами з використанням програмного пакету «*Statistica 6*» (*Stat Soft Inc., США*) для *Windows XP*. Визначали середньоарифметичну (M), статистичну помилку середньоарифметичної (m), середньоквадратичне відхилення (s), показник суттєвої різниці між середньоарифметичним двох варіаційних рядів за критерієм достовірності (td) і таблицями Стьюдента (*Goralskyu et al.*, 2011). Різницю між двома величинами вважали вірогідною за $P<0,05$; 0,01; 0,001.

Результати досліджень та обговорення

Проведеними дослідженнями надниркової залози курей підтверджено дані інших авторів (*Kober et al.*, 2012; *Moawad & Randa*, 2017), що цей орган птахів є парним паренхіматозним. Права і ліва надниркові залози курей розміщені на вентральній поверхні краніальної частки відповідно правої та лівої нирок (рис. 1), перед роздвоєнням каудальної порожнистої вени.

Надниркова залоза курей має блідо-жовтий колір, пухку консистенцію, дещо горбисту поверхню. Права надниркова залоза округлої форми, ліва – пірамідальної. Каудальний кінець останньої може бути загостреним або заокругленим (рис. 2).

Морфометричним дослідженням встановлено лівосторонню асиметрію органометричних показників надниркової залози курей, що узгоджується з даними дослідників, які вивчали її будову у птахів інших видів (*Basha et al.*, 2009; *Fathima & Lucy*, 2014). Абсолютна маса лівої надниркової залози курей ($0,065\pm 0,003$ г) на 0,023 г більша такого показника правої надниркової залози ($0,042\pm 0,003$). Проте, вказана різниця показників не є достовірною ($P>0,05$). Середнє значення абсолютної маси надниркової залози курей становить $0,053\pm 0,004$ г, відносної маси – $0,003\pm 0$. Щодо лінійних промірів надниркової залози курей, довжина і товщина лівої надниркової залози ($0,69\pm 0,02$ і $0,39\pm 0,01$ см відповідно), порівняно з такими показниками правої надниркової залози ($0,57\pm 0,02$ і $0,35\pm 0,01$ см відповідно) більші відповідно на 0,12 і 0,04 см. Проте, вказана різниця показників не є достовірною ($P>0,05$). Ширина обох надниркових залоз однакова і не перевищує $0,56\pm 0,02$ см. Середнє значення довжини, ширини і товщини надниркової залози курей дорівнює відповідно $0,63\pm 0,01$, $0,56\pm 0,02$ і $0,37\pm 0,03$ см.

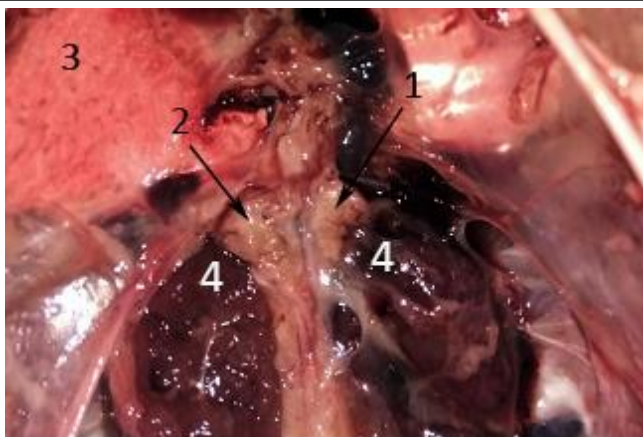


Рис. 1. Ліва (2) і права (2) надниркові залози, легені (3), краніальна частка нирок (4) курки віком 210 діб. Макропрепарат



Рис. 2. Ліва (1) і права (2) надниркові залози курки віком 210 діб. Макропрепарат

Згідно гістологічних досліджень, зовні надниркова залоза курей вкрита капсулою, яка утворена пухкою волокнистою сполучною тканиною. Місцями в ній спостерігаються кровоносні судини і скупчення нервових клітин

(рис. 3, 4). Товщина капсули надниркової залози курей варіює від $18,14 \pm 1,82$ мкм (ліва надниркова залоза) до $22,09 \pm 2,17$ мкм (права надниркова залоза). Середнє значення даного показника дорівнює $20,12 \pm 1,41$ мкм.

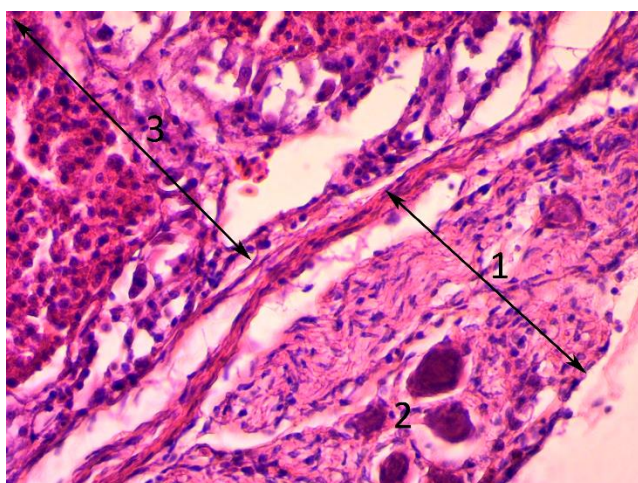


Рис. 3. Фрагмент мікроскопічної будови надниркової залози курки віком 210 діб:
1 – капсула; 2 – скупчення нервових клітин;
3 – паренхіма. Гематоксилін Караці та еозин
 $\times 400$

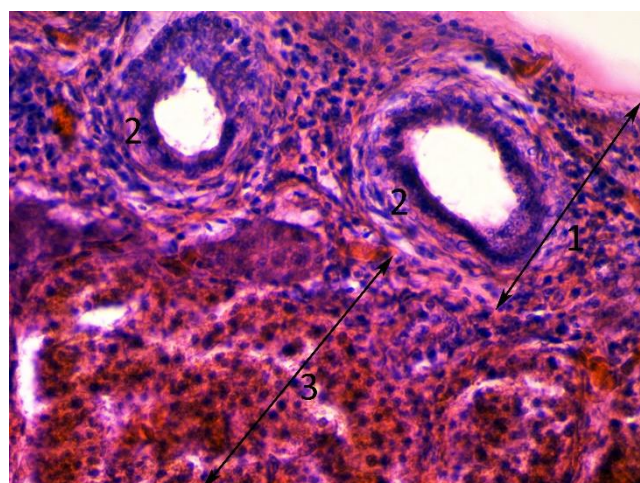


Рис. 4. Фрагмент мікроскопічної будови надниркової залози курки віком 210 діб:
1 – капсула; 2 – кровоносні судини;
3 – паренхіма. Гематоксилін Караці та еозин
 $\times 100$

За результатами (Kober et al., 2012; Moawad & Randa, 2017; Sarkar et al., 2014), паренхіма надниркової залози птахів сформована кірковою і мозковою речовинами, які на відміну від ссавців виявляються у периферичній та центральній зонах органа. Ми вважаємо, що кіркова речовина повинна знаходитись на периферії органа, а мозкова – у центрі, так як описано у ссавців (Zakrevska & Tybinka, 2019). Проте за

результатами наших досліджень, тяжі кіркової речовини знаходяться як у периферичній, так і центральній зонах надниркової залози, тому пропонуємо називати кіркову речовину – інтерреналова, мозкову – супрареналова тканини, які, як відомо, відрізняються за походженням, функцією та будовою (Matos, 2008). Клітини інтерреналої та супрареналової тканин утворюють тяжі, які переплітаються між собою (рис. 5).

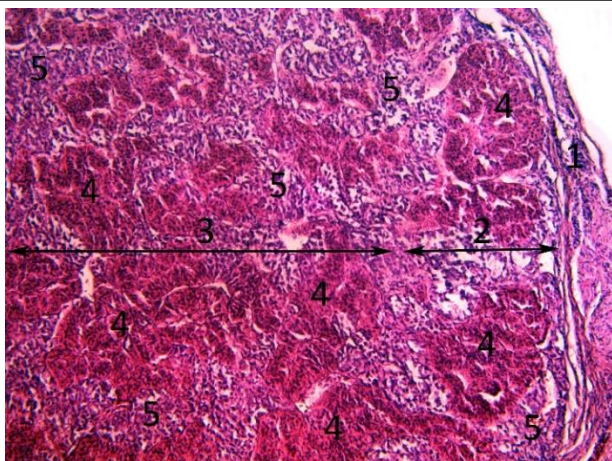


Рис. 5. Фрагмент мікроскопічної будови надниркової залози курки віком 210 діб:
1 – капсула; 2 – периферична зона;
3 – центральна зона; 4 – інтерреналова тканина; 5 – супрареналова тканина.
Гематоксилін Караці та еозин
× 100

Вузькі проміжки між цими тяжами заповнені прошарками пухкої волокнистої сполучної

тканини, в яких реєструються синусоїдні гемокапіляри і венозні синуси.

На сагітальному розрізі надниркової залози курей можна виділити дві зони – периферичну і центральну, що узгоджується з даними інших авторів (Kober *et al.*, 2012; Moawad & Randa, 2017). Інтерреналова тканина периферичної зони надниркової залози курей відносно вузька. Вона представлена циліндричними тяжами ендокриноцитів, які формують острівці. Останні на сагітальному розрізі залози мають переважно округлу або овальну форму (див. рис. 5). У периферичній зоні надниркової залози курей середнє значення відносної площі інтерреналової тканини ($71,87 \pm 3,62$ %) в 2,66 рази ($P < 0,001$) перевищує такий показник супрареналової тканини ($27,01 \pm 2,64$ %). Синусоїдні гемокапіляри та венозні синуси займають найменшу площу даної зони надниркової залози – $1,12 \pm 0,47$ %. Достовірної різниці між показниками відносної площі досліджуваних мікроскопічних структур периферичної зони лівої та правої надниркової залози курей не зареєстровано (табл.).

Таблиця. Відносна площа мікроскопічних структур (%) надниркової залози курей ($M \pm m$, $n=6$)

Мікроскопічні структури		Зони надниркової залози	
		периферична	центральна
Інтерреналова тканина	лівої залози	$72,57 \pm 4,16$	$49,29 \pm 2,63$
	правої залози	$71,17 \pm 5,02$	$47,04 \pm 4,16$
	середнє значення	$71,87 \pm 3,62$	$48,09 \pm 2,03$
Супрареналова тканина	лівої залози	$26,29 \pm 3,48$	$46,88 \pm 4,75$
	правої залози	$27,74 \pm 1,52$	$49,11 \pm 3,62$
	середнє значення	$27,01 \pm 2,64$	$47,86 \pm 2,83$
Венозні синуси і синусоїдні гемокапіляри	лівої залози	$1,14 \pm 0,71$	$4,09 \pm 0,23$
	правої залози	$1,09 \pm 2,64$	$4,01 \pm 0,18$
	середнє значення	$1,12 \pm 0,47$	$4,05 \pm 0,12$

У центральній зоні надниркової залози курей клітинні тяжі інтерреналової тканини відносно більші, на сагітальному розрізі безформні, мають різну орієнтацію, щільно переплітаються з клітинними тяжами інтерреналової тканини. Показники відносної площі інтерреналової і супрареналової тканин центральної зони надниркової залози курей вірогідно не відрізняються. Разом з тим, порівняно з периферичною зоною, у центральній зоні надниркової залози курей середнє значення відносної площі інтерреналової тканини зменшується ($P < 0,001$) в 1,49 рази ($48,09 \pm 2,03$ %), а супрареналової тканини,

навпаки, збільшується ($P < 0,001$) в 1,77 рази ($47,86 \pm 2,83$ %). На синусоїдні гемокапіляри та венозні синуси припадає $4,05 \pm 0,12$ % площі центральної зони надниркової залози курей, що в 3,62 рази перевищує ($P < 0,001$) такий показник периферичної зони досліджуваного органа. Вірогідної різниці між показниками відносної площі мікроскопічних структур центральної зони лівої та правої надниркової залози курей не встановлено.

Щодо морфологічної характеристики клітин інтерреналової та супрареналової тканин надниркової залози курей, ендокриноцити першої

мають, переважно, стовпчасту або кубічну форму, еозинофільно забарвлену цитоплазму, округлої або овальної форми ядро, що розміщене ексцентрично (рис. 6). Клітини супрареналової тканини надниркової залози курей полігональної форми, мають базифільну цитоплазму, округле, центрально розміщене ядро.

Як було відмічено вище, між окремими клітинними тяжами інтерреналової та супрареналової тканин спостерігаються синусоїдні гемокапіляри. Відомо, що синусоїдні

гемокапіляри надниркової залози утворюються внаслідок злиття артеріальних і венозних капілярів. У них тече змішана кров (Barszcz *et al.*, 2016). Щодо венозних синусів, наші дослідження показали, що вони реєструються, переважно, в центральній зоні надниркової залози курей. Стінка венозних синусів тонка, утворена плоскими ендотеліоцитами, місцями переривчаста за рахунок синусоїдних гемокапілярів, які відкриваються в їх просвіт (див. рис. 6).

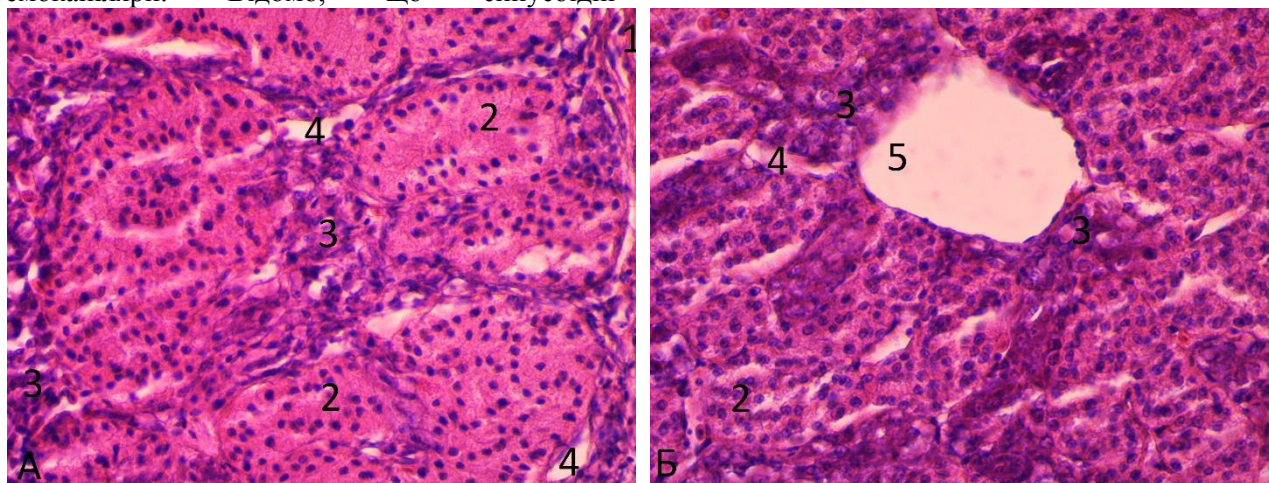


Рис. 6. Фрагмент мікроскопічної будови периферичної (А) і центральної (Б) зони надниркової залози курки віком 210 діб: 1 – капсула; 2 – клітини інтерреналової тканини; 3 – клітини супрареналової тканини; 4 – синусоїдний гемокапіляр; 5 – просвіт венозного синуса. Гематоксилін Караці та еозин × 400

Таким чином, узагальнення проведених досліджень дали змогу встановити особливості морфології надниркової залози курей кросу Хайсекс браун, які можна використовувати для створення бази її нормальної морфологічної характеристики, що дасть можливість робити оцінку морфо-функціонального стану надниркової залози птахів даного виду в умовах впливу різних факторів та за патології.

Висновки

1. Колір надниркової залози курей блідо-жовтий, консистенція – пухка, форма – округла або пірамідальна, маса дорівнює $0,053 \pm 0,004$ г, довжина, ширина і товщина – $0,63 \pm 0,01$, $0,56 \pm 0,02$ і $0,37 \pm 0,03$ см відповідно.

2. Капсула надниркової залози курей завтовшки $20,12 \pm 1,41$ мкм, утворена пухкою волокнистою сполучною тканиною, в якій реєструються кровоносні судини і скупчення нервових клітин.

3. У курей, порівняно з тваринами класу «савці», тяжі кіркової речовини виявляються як у периферичній, так і центральній зонах надниркової залози. За загальноприйнятим положенням кіркова речовина повинна знаходитись на периферії органа, тому ми пропонуємо називати кіркову речовину – інтерреналова, мозкову – супрареналова тканини.

4. На сагітальному розрізі надниркової залози курей виділяється периферична і центральна зони, що зумовлено конфігурацією тяжів інтерреналової та супрареналової тканин. Більшість венозних синусів реєструється, переважно, в центральній зоні надниркової залози.

5. Показники відносної площі інтерреналової тканини і синусоїдних гемокапілярів з венозними синусами центральної зони ($47,86 \pm 2,83$ і $4,05 \pm 0,12$ % відповідно), порівняно з такими показниками периферичної зони ($27,02 \pm 2,64$ і $1,12 \pm 0,47$ % відповідно) більші

($P < 0,001$) в 1,77 і 3,62 рази відповідно, а відносна площа супраренальної тканини, навпаки, менша ($P < 0,001$) в 1,49 рази ($48,09 \pm 2,03$ проти $71,87 \pm 3,62$ %), що свідчить про різну функціональну активність мікроструктур досліджуваних зон надниркової залози курей.

References

- Abeena, B., George, A., Shejir, R., Mohammed, N. & Manomohan, C. (2017). Pathology of endocrine glands of layer chicken in experimental aflatoxicosis. *Indian Journal of Veterinary Pathology*, 41 (2), 163–166. doi: 10.5958/0973-970X.2017.00041.4.
- Barszcz, K., Przespolewska, H., Olbrych, K., Czopowicz, M., Klećkowska-Nawrot, J., Goździewska-Harłajczuk, K. & Kupczyńska, M. (2016). The morphology of the adrenal gland in the European bison (*Bison bonasus*). *BMC Veterinary Research*, 12, 161. doi: 10.1186/s12917-016-0783-8.
- Basha, S., Kannan, T. & Geetha, R. (2009). Age related changes of the adrenal gland in japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Tamilnadu J. Veterinary & Animal Sciences*, 5 (5), 198–202.
- Błachuta, M. & Wrońska-Fortuna, D. (2012). Changes in estrogen receptor ER α and ER β expression in chicken (*Gallus domesticus*) adrenal gland during short-fasting and refeeding. *Folia Biologica*, 60 (3–4), 199–203. doi: 10.3409/fb60_3-4.199-203.
- Fathima, R. & Lucy, K. (2014). Morphological studies on the adrenal gland of kuttanad ducks (*Anas platyrhynchos domesticus*) during post hatch period. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 7 (6), 58–62.
- Horalskyi, L. P., Khomych, V. T. & Kononskyi, A. I. (2011). Osnovy histolohichnoi tekhniky i morfofunktsionalni metody doslidzhen u normi ta pry patolohii [Fundamentals of histological technology and morphofunctional methods of research in norm and in pathology]. Zhytomyr : Polissia [in Ukrainian].
- Kashani, B., Maqbool Darzi, M., Kamil, S., Bashir Beigh, A., Quadir, A., Shah, A., ... Ali, R. (2018). Endocrinopathies associated with colibacillosis in broiler and layer birds of Kashmir valley. *International Journal of Chemical Studies*, 6 (2), 12–15.
- Kober, H., Masato, A. & Shoei, S. (2012). Morphological and histological studies on the adrenal gland of the chicken (*Gallus domesticus*). *The Journal of Poultry Science*, 49 (1), 39–45. doi: <https://doi.org/10.2141/jpsa.011038>.
- Matos, R. (2008). Adrenal steroid metabolism in birds: anatomy, physiology, and clinical considerations. *The veterinary clinics of North America. Exotic animal practice*, 11 (1), 35–57. doi: 10.1016/j.cvex.2007.09.006.
- Moawad, U. K. & Randa, M. H. (2017). Histocytological and histochemical features of the adrenal gland of Adult Egyptian native breeds of chicken (*Gallus Gallus domesticus*). *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 6 (2), 199–208. <https://doi.org/10.1016/j.bjbas.2017.04.001>.
- Müller, B., Medeiros, H., Sousa, R. & Molento, C. (2015). Chronic welfare restrictions and adrenal gland morphology in broiler chickens. *Poultry Science*, 94 (4), 574–578. doi: 10.3382/ps/pev026.
- Parker, V., Menzies-Junior, W. & Douglas, A. (2011). Differential changes in the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and prolactin responses to stress in early pregnant mice. *Journal of Neuroendocrinology*, 23 (11), 1066–1078. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2826.2011.02204.x>.
- Sarkar, S., Islam, N., Adhikary, G. & Paul, B. (2014). Morphological and histological studies on the adrenal gland in male and female chicken (*Gallus domesticus*). *International Journal of Biological & Pharmaceutical Research*, 5 (9), 715–718.
- Tashke, K. (1980). Vvedeniye v kolichestvennyuyu tsito-gistokhimicheskuyu morfologiyu [Introduction to quantitative citohistological morphology]. Budapesht : Izd-vo AN SRR [in Russian].
- Zakrevska, M. V. & Tybinka, A. M. (2019). Histolohichna kharakterystyka dodatkovykh nadnyrkovykh zaloz kroliiv z riznyimi typamy avtonomnoho tonusu [Histological characteristics of additional adrenal glands of rabbits with different types of autonomous tone]. *Naukovyi visnyk LNUVMtaB im. S. Z. Hzhyskoho*, 21 (93), 125–130 [in Ukrainian]. doi: <https://doi.org/10.32718/nvlvet9322>.
- Zakrevska, M. V. & Tybinka, A. M. (2019). Peculiarities of microstructure of the suprarenal glands of rabbits with different types of autonomic tone. *Regulatory Mechanisms in Biosystem*, 10 (4), 415–421. doi: <https://doi.org/10.15421/021962>.