

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

Серія: Ветеринарні науки

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518–7554 print

ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet10510

<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:591.23.628

Morphology of the adrenal gland blue rock pigeon (*Columba livia L.*)

V. Prokopenko ✉

Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

Article info

Received 19.01.2022

Received in revised form
21.02.2022

Accepted 22.02.2022

Polissia National University,
Sary Boulevard, 7, Zhytomyr,
10008, Ukraine.
Tel.: +38-098-246-45-32
E-mail: ogp.zt.2013@gmail.com

Prokopenko, V. (2022). Morphology of the adrenal gland blue rock pigeon (*Columba livia L.*). Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 24(105), 67–72. doi: 10.32718/nvlvet10510

The blue rock pigeon (*Columba livia L.*) is a cosmopolitan, synanthropic or urbanist bird. Its use as a biological model to clarify the features of the structure of organs, systems and devices is incomplete. The adrenal gland plays an important role in the body of birds. Its hormones affect the growth and differentiation of tissues, regulate metabolism, affect the body's resistance to infections, stress, intoxication, low temperatures. The aim of the work was to find out the features of the morphology of the adrenal gland of the blue rock pigeon. Anatomical, histological, morphometric and statistical research methods were used. It was found that in the blue rock pigeon, the adrenal gland is a paired organ located ventrally from the cranial lobe of the kidneys. It has a pale yellow color, elongated-pyramidal or elongated-rounded shape, absolute mass of 0.019 ± 0.001 g. of the linear dimensions of the adrenal gland of the blue rock pigeon, the largest is the length (3.53 ± 0.04 mm), slightly smaller – the width (2.59 ± 0.16 mm), the smallest – the thickness (1.33 ± 0.03 mm). The left adrenal gland is longer and wider than the right adrenal gland. The adrenal parenchyma of the blue rock pigeon is represented by cellular strands of interrenal and suprarenal tissues, which are intertwined with each other. Indicators of their relative area in the peripheral zone (71.50 ± 3.46 and 25.83 ± 3.51 %, respectively), compared with the central zone (71.00 ± 3.50 and 26.17 ± 3.56 %, respectively), do not differ. Cells of the interrenal tissue of the adrenal gland of the blue rock pigeon are columnar or cubic in shape, with an eosinophilic colored cytoplasm and a rounded or oval nucleus, which is placed eccentrically. Relative to the cells of suprarenal tissue, they have a polygonal shape, basophilic cytoplasm, and a rounded, centrally located nucleus. Venous sinuses are registered between the cell strands of interrenal and suprarenal tissues. The wall of the venous sinuses is formed by flat endotheliocytes, in some places sinusoidal hemocapillaries invaginate in it. The relative area of venous sinuses in the peripheral and central zones of the adrenal gland of the blue rock pigeon is almost the same – 2.67 ± 0.33 and 2.83 ± 0.48 %, respectively. Clusters of multipolar neurons and nodes of the autonomic nervous system are recorded in the capsule, parenchyma, or outside the adrenal capsule of the blue rock pigeon. The established features of the macro- and microscopic structure, morphometric indicators of the adrenal gland of the blue rock pigeon can be used to create a base for its normal morphological characteristics, which will make it possible to assess the Morpho-functional state of the adrenal gland of birds of this species under the influence of various factors and pathology.

Key words: blue rock pigeon, adrenal gland, topography, anatomical and microscopic structure, morphometric parameters.

Морфологія надниркової залози голуба сизого (*Columba livia L.*)

В. С. Прокопенко ✉

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

Сизий голуб (*Columba livia L.*) – це птах-космополіт, синантроп або урбаніст. Його використання як біологічної моделі для з'ясування особливостей будови органів, систем і апаратів неповне. Надниркова залоза відіграє важливу роль в організмі птахів. Її гормони впливають на ріст і диференціювання тканин, регулюють обмін речовин, впливають на резистентність організму до інфекцій, стресу, інтоксикації, низьких температур. Метою роботи було з'ясувати особливості морфології надниркової залози

голуба сизого. Використано анатомічні, гістологічні, морфометричні та статистичні методи досліджень. Встановлено, що у голуба сизого надниркова залоза є парним органом, що розміщується вентрально від краніальної частки нирок. Вона має блідо-жовтий колір, видовжено-пірамідальну або видовжено-округлу форми, абсолютну масу $0,019 \pm 0,001$ г. З лінійних розмірів надниркової залози голуба сизого найбільшим є довжина ($3,53 \pm 0,04$ мм), децю меншим – ширина ($2,59 \pm 0,16$ мм), найменшим – товщина ($1,33 \pm 0,03$ мм). Ліва надниркова залоза, порівняно з правою, довша і ширша. Паренхіма надниркової залози голуба сизого представлена клітинними тяжами інтерреналової та супрареналової тканини, які переплітаються між собою. Показники їх відносної площі в периферичній зоні ($71,50 \pm 3,46$ і $25,83 \pm 3,51$ % відповідно), порівняно з центральною ($71,00 \pm 3,50$ і $26,17 \pm 3,56$ % відповідно), не відрізняються. Клітини інтерреналової тканини надниркової залози голуба сизого стовпчастої або кубічної форми, з еозинофільно забарвленою цитоплазмою і ядром округлої або овальної форми, яке розміщене ексцентрично. Щодо клітин супрареналової тканини, вони мають полігональну форму, базофільну цитоплазму, округле, центрально розміщене ядро. Венозні синуси реєструються між клітинними тяжами інтерреналової та супрареналової тканини. Стінка венозних синусів утворена плоскими ендотеліоцитами, місцями в неї інвагують синусоїдні гемокapіляри. Відносна площа венозних синусів у периферичній і центральній зонах надниркової залози голуба сизого майже однакова – $2,67 \pm 0,33$ і $2,83 \pm 0,48$ % відповідно. Скупчення мультиполярних нейронів і вузли вегетативної нервової системи реєструються у капсулі, паренхімі або зовні капсули надниркової залози голуба сизого. Встановлені особливості макро- і мікроскопічної будови, морфометричні показники надниркової залози голуба сизого можна використовувати для створення бази її нормальної морфологічної характеристики, що дасть можливість робити оцінку морфо-функціонального стану надниркової залози птахів даного виду за впливу різних факторів і за патології.

Ключові слова: голуб сизий, надниркова залоза, топографія, анатомічна і мікроскопічна будова, морфометричні показники.

Вступ

Голубівництво належить до галузі птахівництва, що об'єднує промислове сільськогосподарське, спортивне і декоративне розведення птахів (Bachmann et al., 2007; Kabir & Hawkeswood, 2021). Потреба в дієтичних продуктах на вітчизняному ринку сприяє розвитку м'ясного голубівництва у приватних розплідниках. Федерація голубиноного спорту України об'єднує у своїх лавах більше як 2000 голубоводів-спортсменів з 32 клубів. У містах любителі голубів видають перевагу декоративним породам (Grishchenko, 2004).

Сімейство голубів (Columbinae) включає 4 підродина з 25 родами і 280 видами (Domyan & Shapiro, 2017; Erdem et al., 2021). Сизий голуб (*Columba livia* L.) – найпоширеніший і найвідоміший представник цього сімейства. Його зараховують до групи птахів-космополітів, синантропів або урбаністів. Це вид птахів, який мешкає на всіх населених континентах, зокрема частина його популяції у своїх природних ландшафтах, а саме на рівнинній та гірській території зони м'якого клімату (Donegan, 2016). У спеціальній літературі є відомості про розведення, годівлю і екологію голуба сизого (Senar et al., 2017; Batool et al., 2020; Aslam et al., 2021). Але його використання як біологічної моделі для з'ясування особливостей будови органів, систем і апаратів неповне.

Ендокринна система спільно з нервовою системою координує діяльність організму (Moghlanlo & Mohammadpour, 2019; Kot et al., 2021). Гормони надниркової залози регулюють білковий, вуглеводний, водний і мінеральний обмін, стимулюють енергетичний обмін, впливають на ріст і диференціювання тканин, резистентність організму до інтоксикації, стресу, інфекцій, низької температури (Hays, 2018; Zakrevska & Tybinka, 2019; Di Lorenzo et al., 2020; Qureshi et al., 2020; Rudik et al., 2021). Надниркова залоза голуба сизого досліджена недостатньо (Sadon, 2018).

Мета роботи – з'ясувати особливості морфології надниркової залози голуба сизого. Завдання роботи: визначити топографію, форму, колір, масу і розміри надниркової залози, встановити особливості мікроскопічної будови надниркової залози, провести мор-

фометричне дослідження мікроструктурних компонентів надниркової залози голуба сизого.

Матеріал і методи досліджень

Надниркову залозу для морфологічних досліджень відбирали від 6 голів голуба сизого (*Columba livia* L.). Всі птахи були статевозрілими, клінічно здоровими і не мали ознак захворювань. Усі втручання та забій птахів було проведено з дотриманням вимог “Загальних принципів експериментів на тваринах”, які ухвалено на Першому національному конгресі з біоетики (м. Київ, 2001 р.), узгоджено з положеннями “Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей” (м. Страсбург, 1987 р.) і відповідають Закону України № 692 “Про захист тварин від жорстокого поводження” (3447-IV) від 21.02.2006 р.

Анатомічний рівень дослідження включав в себе: забій і знекровлення голубів, розтин грудочеревної порожнини, відокремлення надниркової залози від навколишніх тканин з метою встановлення її форми і кольору (Reavill & Schmidt, 2019). Масу тіла голубів визначали шляхом зважування на вагах PS6000/C/2, абсолютну масу надниркової залози за допомогою вагів Axis ANG200C, лінійні розміри (довжину, товщину, ширину) за допомогою штангенциркуля ШЦ 160-0,05.

Для проведення мікроскопічних досліджень надниркову залозу фіксували у 10 % водному нейтральному розчині формаліну, зневоднювали в спиртах зростаючої концентрації (40 °, 70 °, 96 °, 100 °), ущільнювали у спирт-ксилолі (1 : 1) і двох порціях ксилолу та заливали у парафін за температури не вище ніж 60 °С. З парафінових блоків на санному мікромомі МС-2 виготовляли зрізи товщиною 5–8 мкм, які поміщали на предметні скельця і фарбували гематоксином Караці та еозином (Mulisch & Welsch, 2015).

Вивчення та мікрофотографування гістологічних препаратів здійснювали за допомогою цифрової фотокамери, вмонтованої у мікроскоп Primo Star (Carl Zeiss, Німеччина) і підключеної до персонального комп'ютера.

Морфометричні методи використовували для одержання об'єктивних даних структурної організації надниркової залози. Для цього використовували програмне забезпечення "Aperio ImageScope" (Leica Biosystem Inc., США, 2021). Визначали товщину капсули, відносну площу інтерреналової і супрареналової тканини, відносну площу просвіту венозних синусів надниркової залози.

Цифрові дані морфометричних досліджень обробляли варіаційно-статистичними методами на персональному комп'ютері з використанням програмного пакету "Statistica 6" (Stat Soft Inc., США). Аналіз отриманих даних базувався на показниках описової статистики, а саме середнє арифметичне, стандартна похибка середнього. Достовірність отриманих даних оцінювали за F-критерієм Фішера. Різницю між двома величинами вважали вірогідною за $P < 0,05$, $P < 0,01$, $P < 0,001$.

Результати та їх обговорення

Надниркова залоза у птахів, подібно до ссавців, є парним органом (Moawad & Hassan, 2017; El-Desoky & El-Zahraa, 2021). Результати досліджень свідчать, що у голуба сизого розрізняються права і ліва залози, які розміщуються на одному рівні вентрально краніальної частки нирок (рис. 1). Аналогічна топографія надниркової залози характерна для представників ряду Куроподібні (Moawad & Hassan, 2017; Colcimen & Cakmak, 2020; Kot & Prokopenko, 2020; El-Desoky & El-Zahraa, 2021) і Гусеподібні (Elzoghby, 2010; Al-Jebori et al., 2016).

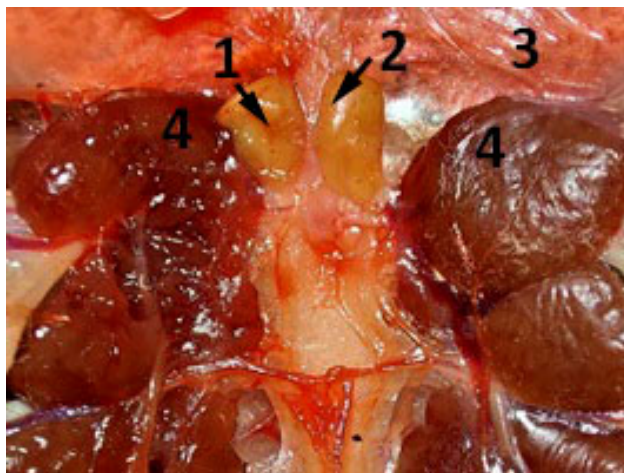


Рис. 1. Топографія надниркової залози голуба сизого: 1 – права надниркова залоза; 2 – ліва надниркова залоза, 3 – легені; 4 – нирки. Макропрепарат

Форма і колір надниркової залози у птахів різняться. З літературних джерел (Tang et al., 2009; Sarkar et al., 2014; Jabbar et al., 2021) відомо, що в африканського страуса права і ліва надниркова залози мають еліпсоподібну і довгасту форми, у свійських курки, цесарки – напівкруглу і трикутну форми відповідно. Проведеними дослідженнями встановлено, що надниркова залоза голуба сизого видовжено-пірамідальної (права залоза) або видовжено-округлої (ліва залоза)

форми, блідо-жовтого кольору. Fathima & Lucy (2014) стверджує, що свійській качці властива зміна кольору надниркової залози – від кремово-жовтого (молодняк) до коричневого (доросла птиця). На думку Scanes (2020), неоднакова інтенсивність забарвлення надниркової залози в жовтий колір обумовлена насиченістю її тканин каротиноїдами.

Абсолютна маса надниркової залози голуба сизого дорівнює $0,019 \pm 0,001$ г, що є найменшим значенням порівняно з таким в африканського страуса, свійських курки і цесарки (Tang et al., 2009; Kober et al., 2012; Moghadam & Mohammadpour, 2017; Kot & Prokopenko, 2020). Як стверджує Fathima & Lucy (2014), абсолютна маса надниркової залози прямо залежить від маси тіла птахів. У свійської качки даний показник збільшується з денного віку (0,011 г) до 12-тижневого віку (0,093 г), потім зменшується до 0,088 г на 16-му тижні життя (початку яйцевідкладання) і знову збільшується до 0,137 г у віці 24 тижнів.

У голуба сизого абсолютна маса правої та лівої надниркової залози майже однакова ($0,009 \pm 0,001$ і $0,010 \pm 0,0004$ відповідно), що суперечить даним інших авторів (Sarkar et al., 2014; Colcimen & Cakmak, 2020) про більшу масу лівої надниркової залози у червононогої куріпки і курки свійської. На думку Al-Jebori et al. (2016), лівостороння асиметрія надниркової залози птахів за масою обумовлена інтенсивнішим кровопостачанням за рахунок лівої зовнішньої клубової вени.

Визначення розмірів надниркової залози голуба сизого показало, що найбільше середнє значення має довжина ($3,53 \pm 0,04$ мм), дещо менше – ширина ($2,59 \pm 0,16$ мм) і найменше – товщина органу ($1,33 \pm 0,03$ мм). Також встановлено, що у голуба сизого довжина і ширина лівої залози ($4,01 \pm 0,06$ і $3,14 \pm 0,01$ мм відповідно), порівняно з такими показниками правої залози ($3,05 \pm 0,01$ і $2,05 \pm 0,02$ мм відповідно) достовірно ($P < 0,01$, $P < 0,05$) більші відповідно в 1,31 і 1,53 рази. Це підтверджує результати інших авторів (Fathima & Lucy, 2014; Sarkar et al., 2014; Moghadam & Mohammadpour, 2017; Jabbar et al., 2021), які досліджували надниркову залозу у свійських курки, цесарки і качки.

Зовні надниркова залоза голуба сизого вкрита капсулою завтовшки $13,46 \pm 0,67$ мкм. Вона утворена волокнистою сполучною тканиною, в якій реєструються кровоносні судини, скупчення мультиполярних нейронів, а також вузли вегетативної нервової системи (рис. 2). Останні помітні й зовні капсули надниркової залози голуба сизого, що також відмітили у своїх роботах інші автори (Elzoghby, 2010; Sarkar et al., 2014), які досліджували мікроскопічну будову надниркової залози свійських курки і гуски.

Паренхіма надниркової залози голуба сизого представлена клітинними тяжами інтерреналової і супрареналової тканин, що переплітаються між собою. Вузькі проміжки між ними заповнені прошарками пухкої волокнистої сполучної тканини з венозними синусами (рис. 2). За даними (Moghadam & Mohammadpour, 2017), у свійської цесарки на розрізі надниркової залози виділяється периферична і центральна

зони. Вони різняться співвідношенням інтерреналової і супрареналової тканин, зокрема перша домінує в периферичній, друга – у центральній зоні. Проте за результатами наших досліджень, у голуба сизого інтерреналова і супрареналова тканини рівномірно розподілені по всій наднирковій залозі. Відносна площа супрареналової тканини у периферичній і центральних зонах надниркової залози голуба сизого достовірно не відрізняється ($P > 0,05$) і дорівнює $25,83 \pm 3,51$ і $26,17 \pm 3,56$ % відповідно. Щодо показника відносної площі інтерреналової тканини надниркової залози голуба сизого, він також достовірно не відрізняється у периферичній і центральних зонах ($71,50 \pm 3,46$ і $71,00 \pm 3,50$ % відповідно), але достовірно ($P < 0,001$) перевищує такий супрареналової тканини відповідно в 2,76 і 2,71 раза.

Клітини інтерреналової тканини надниркової залози голуба сизого стовпчастої або кубічної форми, з еозинофільно забарвленою цитоплазмою і ядром округлої або овальної форми, яке розміщене ексцентрично. Щодо клітин супрареналової тканини, вони мають полігональну форму, базофілну цитоплазму, округле, центрально розміщене ядро. Як в периферичній, так і в центральній зонах надниркової залози голуба сизого між окремими клітинними тяжами інтерреналової та супрареналової тканин реєструються венозні синуси (рис. 3). Це суперечить даним інших авторів (Elzoghby, 2010; Kot & Prokopenko, 2020), які досліджували морфологію надниркової залози свійських курки і гуски та стверджували про локалізацію венозних синусів виключно в центральній зоні.

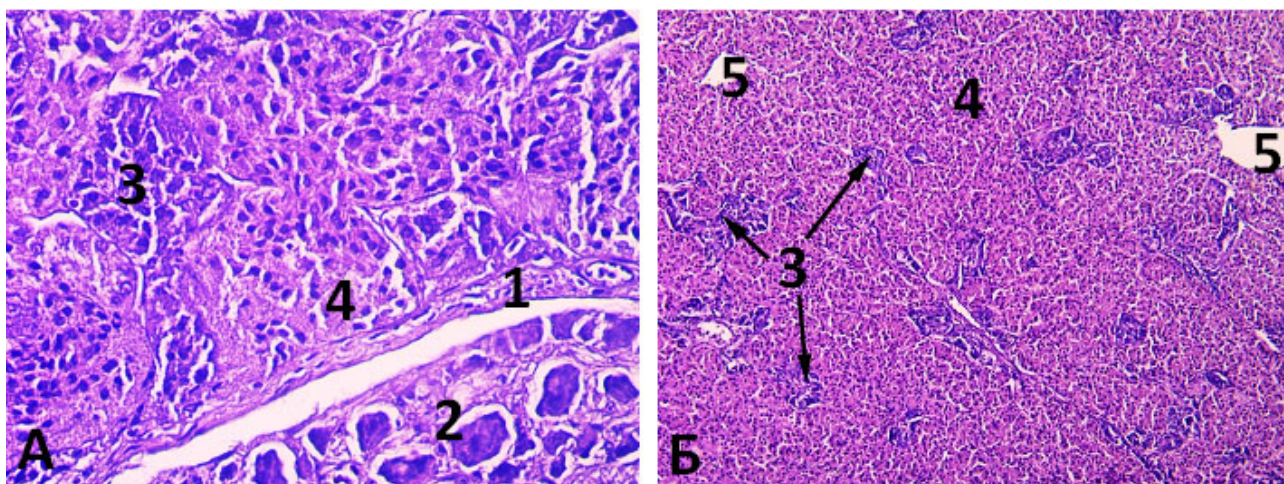


Рис. 2. Фрагмент мікроскопічної будови надниркової залози голуба сизого:
1 – капсула; 2 – вузол вегетативної нервової системи; 3 – супрареналова тканина; 4 – інтерреналова тканина; 5 – венозний синус. Гематоксилін Караці та еозин. $\times 400$ (А), $\times 100$ (Б)

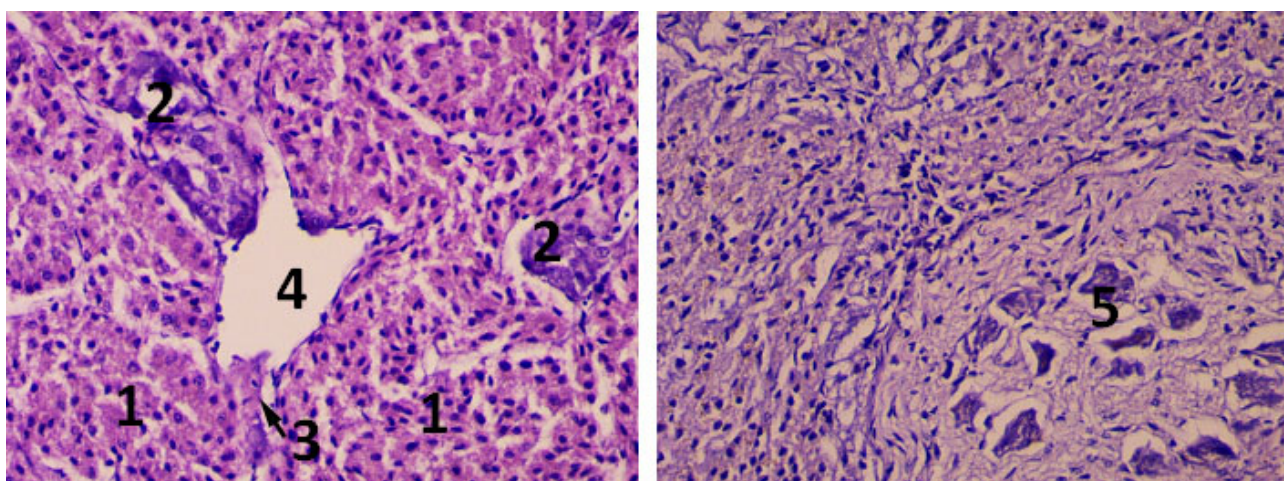


Рис. 3. Фрагмент мікроскопічної будови надниркової залози голуба сизого:
1 – клітини інтерреналової тканини; 2 – клітини супрареналової тканини; 3 – синусоїдний гемокапіляр;
4 – провіт венозного синуса; 5 – скупчення мультиполярних нейронів у паренхімі.
Гематоксилін Караці та еозин. $\times 400$

Стінка венозних синусів надниркової залози голуба сизого утворена плоскими ендотеліоцитами, місцями в неї інвагінують синусоїдні гемокапіляри. Відносна площа провіту венозних синусів у периферич-

ній і центральних зонах надниркової залози голуба сизого достовірно не відрізняється ($P > 0,05$) і дорівнює $2,67 \pm 0,33$ і $2,83 \pm 0,48$ % відповідно. У паренхімі надниркової залози голуба сизого помітні скупчення

мультиполярних нейронів або вузли вегетативної нервової системи (рис. 3).

Висновки

Надниркова залоза голуба сизого є парним органом, що розміщується вентрально краніальної частки нирок, має блідо-жовтий колір, видовжено-пірамідальну або видовжено-округлу форму, масу – $0,019 \pm 0,001$ г, довжину – $3,53 \pm 0,04$ мм, ширину – $2,59 \pm 0,16$ мм, товщину – $1,33 \pm 0,03$ мм. Паренхіма надниркової залози голуба сизого характеризується рівномірним розподілом венозних синусів, інтерреналової і супрареналової тканин у периферичній та центральній зонах. Скупчення мультиполярних нейронів або вузлів вегетативної нервової системи реєструється у капсулі, паренхімі або зовні капсули надниркової залози голуба сизого. Показники відносної площі інтерреналової, супрареналової тканин, просвіту венозних синусів периферичної зони ($71,50 \pm 3,46$, $25,83 \pm 3,51$, $2,67 \pm 0,33$ %), порівняно з такими показниками центральної зони ($71,00 \pm 3,50$, $26,17 \pm 3,56$, $2,83 \pm 0,48$ %) надниркової залози голуба сизого, достовірно не відрізняються. Особливості макро- і мікроскопічної будови, морфометричні показники надниркової залози голуба сизого можна використовувати для створення бази її нормальної морфологічної характеристики. Це дасть можливість робити оцінку морфо-функціонального стану надниркової залози птахів голуба сизого в умовах впливу різних факторів та за патології.

Перспективи подальших досліджень. Перспективи подальших досліджень полягають у дослідженні особливостей вмісту і локалізації нуклеїнових кислот, білків, вуглеводів та ліпідів у структурних елементах надниркової залози голуба сизого.

Відомості про конфлікт інтересів

Автор заявляє про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Al-Jebori, G. A. J., Al-Jebori, K. H. A., Hossain, O. A., & Al-Tamimi, S. M. Z. (2016). Histomorphological study of adrenal gland in local adult female duck (*Anas platyrhynchos*). *Basrah Journal of Veterinary Research*, 15(2), 164–175. URL: <https://www.iasj.net/iasj/download/cbec4e867910ea23>.
- Aslam, M. W., Wajid, M., Waheed, A., Ahmad, S., Jafar, K., Akmal, H., Khan, T., Maqsood, M. S., & Khan, M. S. (2021). Revision of some measurements of the menstrual cycle, food preferences and hematological parameters in breeding pairs of blue rock pigeon *Columba livia*, selected from Punjab, Pakistan. *Brazilian Journal of Biology*, 11(83), 1–6. DOI: 10.1590/1519-6984.252059.
- Bachmann, T., Klän, S., Baumgartner, W., Klaas, M., Schröder, W., & Wagner, H. (2007). Morphometric characterisation of wing feathers of the barn owl *Tyto alba pratincola* and the pigeon *Columba livia*. *Frontiers in Zoology*, 4, 23–35. DOI: 10.1186/1742-9994-4-23.
- Batool, F., Khan, H., & Saifur Rehman, M. (2020). Feeding ecology of blue rock pigeon (*Columba livia*) in the three districts of Punjab, Pakistan. *Brazilian Journal of Biology*, 80(4), 881–890. DOI: 10.1590/1519-6984.225451.
- Colcimen, N., & Cakmak, G. (2020). A stereological study of the renal and adrenal glandular structure of red-legged partridge (*Alectoris chukar*). *Folia morphologica*, 80(1), 210–214. DOI: 10.5603/FM.a2020.0010.
- Di Lorenzo, M., Barra, T., Rosati, L., Valiante, S., Capaldo, A., De Falco, M., & Laforgia, V. (2020). Adrenal gland response to endocrine disrupting chemicals in fishes, amphibians and reptiles: A comparative overview. *General and Comparative Endocrinology*, 297, 113–150. DOI: 10.1016/j.ygcen.2020.113550.
- Domyan, E. T., & Shapiro, M. D. (2017). Pigeonetics takes flight: evolution, development, and genetics of intraspecific variation. *Developmental Biology*, 427(2), 241–250. DOI: 10.1016/j.ydbio.2016.11.008.
- Donegan, T. (2016). The pigeon names *Columba livia*, *C. domestica* and *C. oenas* and their type specimens. *Bulletin of the British Ornithologists*, 136(1), 14–27.
- El-Desoky, S. M., & El-Zahraa, F. M. (2021). Morphological and histological studies of the adrenal gland in the Japanese quail (*Coturnix japonica*). *Microscopy Research and Technique*, 84(10), 2361–2371. DOI: 10.1002/jemt.23791.
- Elzoghby, I. M. (2010). Light and electron microscope studies of the adrenal glands of the Egyptian Geese (*Alopochen aegyptiaca*). *Lucrări științifice-Medicină Veterinară, Universitatea de științe Agricole și Medicină Veterinară*, 12(1), 195–203. URL: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20103293050>.
- Erdem, E., Ozbasher, F., Gurkan, E., & Sosal, M. (2021). The morphological and morphometric characteristics of Alabadem pigeons. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 45, 372–379. URL: <https://journals.tubitak.gov.tr/veterinary/issues/vet-21-45-2/vet-45-2-21-2005-58.pdf>.
- 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. DOI: 10.9790/2380-07635862.
- Grishchenko, V. T. (2004). Checklist of the birds of Ukraine. *Berkut*, 13(2), 141–154.
- Hays, V. J. (2018). The development of the adrenal glands of birds (Classic Reprint). Forgotten Books.
- Jabbar, I. A., Kareem, H., & Abdulghafoor, R. (2021). Histomorphological comparative study of the adrenal glands in local Guinea Fowl (*Numida Meleagris*) and Muscovy duck (*Cairina Moschata Domestica*). *Annals of Romanian Society for Cell Biology*, 25(3), 4360–4369.
- Kabir, A., & Hawkeswood, T. (2021). Management and commercial breeding of pigeons in Bangladesh: a review international. *Journal of Biology and Other Sciences*, 865, 1–8
- Kober, H., Masato, A., & Shoei, S. (2012). Morphological and histological studies on the adrenal gland of the Chicken (*Gallus domesticus*). *Journal of Poultry Science*, 49(1), 39–45. DOI: 10.2141/jpsa.011038.

- Kot, T. F., & Prokopenko, V. S. (2020). Osoblivosti morfolohii nadnirkovoi zalozy kurej. *Naukovi gorizonti*, 5(90), 82–88. DOI: 10.33249/2663-2144-2020-90-5-82-88 (in Ukrainian).
- Kot, T. F., Rudyk, S. K., Huralska, S. V., Zaika, S. S., & Khomenko, Z. V. (2021). Doslidzhennia morfolohii nadnyrkovoi zalozy iz davnyiny do sohodennia. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho*, 101(23), 75–81. DOI: 10.32718/nvlvet10113 (in Ukrainian).
- Moawad, U., & Hassan, M. R. (2017). Histocytological and histochemical features of the adrenal gland of Adult Egyptian native breeds of chicken (*Gallus Gallus domesticus*). *Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(2), 199–208. DOI: 10.1016/j.bjbas.2017.04.001.
- Moghadam, D., & Mohammadpour, A. (2017). Histomorphological and stereological study on the adrenal glands of adult female guinea fowl (*Numida meleagris*). *Comparative Clinical Pathology*, 26(3), 1227–1231. DOI: 10.1007/s00580-017-2514-3.
- Moghanlo, M. D., & Mohammadpour, A. A. (2019). Anatomy and histomorphology of thyroid, parathyroid and ultimobranchial glands in Guinea fowl (*Numida meleagris*). *Comparative Clinical Pathology*, 28(1), 225–231. DOI: 10.1007/s00580-018-2819-x.
- Mulisch, M., & Welsch, U. (2015). *Romeis – mikroskopische technik*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 382–420.
- Qureshi, S., Khan, M., Shafi, S., Mir, M., Adil, S., & Khan, A. (2020). A study on histomorphology of adrenal gland in broiler chickens subjected to cold stress and its ameliorating remedies. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(4), 1160–1168. DOI: 10.20546/ijcmas.2020.904.137.
- Reavill, D., & Schmidt, R. (2019). Post-mortem examination. *Manual of ackyard poultry medicine and surgery*. BSA-VA. Manual of Bachyard Poultry Medicine and Surgery, 25, 291–308. DOI: 10.22233/9781910443194.25.
- Rudik, O., Kot, T., Guralaska, S., Dovhiy, Y., & Zhytova, O. (2021). Micropathology of the internal organs of Japanese Quails naturally infected with *Eimeria tenella*. *Journal of World's Poultry Research*, 11(3), 322–331. DOI: 10.36380/jwpr.2021.38.
- Sadon, A. H. (2018). Morphological and histochemical study of adrenal gland in local domestic pigeons (*Columba livia domestica*) in Basrah province. *Basrah of Journal Veterinary Research*, 17(1), 74–85. DOI: 10.18535/jmscr/v5i9.58.
- Sarkar, S., Islam, M. N., Adhikary, N. G., Paul, B., & Bhowmik, N. (2014). Morphological and histological studies on the adrenal gland in male and female chicken (*Gallus domesticus*). *International Journal of Biological and Pharmaceutical Research*, 5(9), 715–718.
- Scanes, C. G. (2020). Avian physiology: are birds simply feathered mammals? *Physiology*, 11(9), 1–6. DOI: 10.3389/fphys.2020.542466.
- Senar, J. C., Montalvo, T., Pascual, J., & Peracho, V. (2017). Reducing the availability of food to control feral pigeons: changes in population size and composition. *Pest Management Science*, 73(2), 313–317. DOI: 10.1002/ps.4272.
- Tang, L., Peng, K.-M., Wang, J.-X., Luo, H.-Q., Cheng, J.-Y., Zhang, G.-Y., Sun, Y.-F., Liu, H.-Z., & Song, H. (2009). The morphological study on the adrenal gland of African ostrich chicks. *Tissue and Cell*, 41(4), 231–238. DOI: 10.1016/j.tice.2008.11.003.
- Zakrevska, M. V., & Tybinka, A. M. (2019). Histological characteristics of accessory adrenal glands of rabbits with different types of autonomous tonus. *Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 21(93), 1–6. DOI: 10.32718/nvlvet9322.