

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/nvlvet12020
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:616:591.473:616.341:636.5

Morphology of the small intestinal mucosa in chickens of different sexes

A. M. Tybinka✉

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

Article info

Received 29.09.2025
Received in revised form
29.10.2025
Accepted 30.10.2025

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-067-353-03-20
E-mail: a.m.tybinka@gmail.com

Tybinka, A. M. (2025). Morphology of the small intestinal mucosa in chickens of different sexes. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 27(120), 155–163. doi: 10.32718/nvlvet12020

The structure of the mucous membrane of the small intestine in chickens of different sexes was studied. The Isa-Brown crossbred chickens were divided into two groups: males and females. In the birds' small intestine, the volume of the entire mucosa and its individual structural parts (muscularis mucosae, crypts, villi) was investigated. The volume of connective tissue fibers located in the crypt area was also determined. The sex of the chickens has a pronounced influence on the indicators value. In males, 73.9 % of the mucosa volume is occupied by villi; 21.8 % by crypts; 4.3 % by the muscularis mucosae. In females, this ratio is 80.6 % – 15.7% – 3.7 %. Males have larger volumes of the muscularis mucosae and crypts. Females dominate only in terms of villi volume. The mucosa total volume has higher values in females, which exceed males in the duodenum by 1209.4 mm³ ($P < 0.05$), in the jejunum by 2719.5 mm³ ($P < 0.05$) and in the ileum by 424.2 mm³. In males, 70.4 % of the villi volume is occupied by the epithelial layer, and 29.6 % by the basal lamina. In females, this proportion is 74.8 % and 25.2 %. At the same time, in the entire small intestine, the largest values of the epithelium volume belong to females. They also have higher basal lamina volume of the villus in the jejunum and ileum. Connective tissue fibers support the structure and mechanical properties of the intestinal wall. Along the entire small intestine, the collagen fibers volume is greater in males, and elastic fibers in females. The males' duodenum contains 12.3 % of the small intestine collagen fibers, the jejunum – 75.9 %, the ileum – 11.8 %. In females, the proportion of collagen fibers in this area is: 16.7 %, 73.4 % and 9.9 %, respectively. The proportion of elastic fibers in the males' duodenum is 22.2 %, in the jejunum – 69.2 %, in the ileum – 8.6 %. In females, the distribution of elastic fibers along the intestinal wall is: 17.2 % – 73.7 % – 9.1 %. The presented sexual features of the small intestine mucosa morphology of chickens demonstrate its adaptive capabilities in accordance with the physiological state of the organism.

Key words: chickens, intestinal villi, intestinal crypts, collagen fibers, elastic fibers.

Морфологія слизової оболонки тонкої кишки у курей різної статі

A. M. Тибінка✉

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

Досліджено структуру слизової оболонки тонкої кишки у курей різної статі. Курей кросу "Іза-Браун" розділили на дві групи: самців та самок. У тонкій кишці птахів дослідили об'єм цілої слизової оболонки та її окремих структурних частин (м'язової пластинки, крипт, ворсинок). Також встановили об'єм сполучнотканинних волокон, розташованих в ділянці крипт. Стаття курей проявляє виражений вплив на величину показників. У самців 73,9 % об'єму слизової оболонки займають ворсинки; 21,8 % – крипти; 4,3 % – м'язова пластинка. У самок це співвідношення становить 80,6 % – 15,7 % – 3,7 %. Самці мають більші об'єми м'язової пластинки та крипт. Самки домінують лише за об'ємом ворсинок. Загальний об'єм слизової оболонки має більші значення у самок, які переважають самців в дванадцятипалій кишці на 1209,4 мм³ ($P < 0,05$), у порожній кишці – на 2719,5 мм³ ($P < 0,05$) та в клубовій кишці – на 424,2 мм³. У самців 70,4 % об'єму ворсинок займає епітеліальний шар, а 29,6 % – основна пластинка. У самок ця пропорція становить 74,8 % та 25,2 %. При цьому, у всій тонкій кишці більші значення об'єму епітелію належать самкам. Вони також мають вищі показники об'єму основної пластинки ворсинок порожньої та клубової кишок. Сполучнотканинні волокна

підтримують структуру та механічні властивості кишкової стінки. Вздовж всієї тонкої кишки об'єм колагенових волокон набуває більших значень в самців, а еластичних волокон – в самок. Дванадцятипала кишка самців містить 12,3 % колагенових волокон тонкої кишки, порожня кишка – 75,9 %, клубова кишка – 11,8 %. У самок частка колагенових волокон в цій ділянці становить відповідно: 16,7 %, 73,4 % та 9,9 %. Частка еластичних волокон в дванадцятипалій кишці самців дорівнює 22,2 %, у порожній кишці – 69,2 %, у клубовій кишці – 8,6 %. У самок розподіл еластичних волокон по кишкової стінці становить: 17,2 % – 73,7 % – 9,1 %. Представлені статеві особливості морфології слизової оболонки тонкої кишки курей демонструють її адаптаційні можливості відповідно до фізіологічного стану організму.

Ключові слова: кури, кишкові ворсинки, кишкові крипти, колагенові волокна, еластичні волокна.

Вступ

Шлунково-кишковий тракт має найбільшу відкрити поверхню в організмі та постійно піддається впливу широкого спектру потенційно шкідливих речовин. Цей бар'єр складається з фізичних, хімічних, імунологічних та мікробіологічних компонентів (Yegani & Korver, 2008; Duangnumswang et al., 2021), які в процесі онтогенетичної взаємодії формують його анатомію та фізіологічні показники (King et al., 2000). Ворсинки пальцеподібної форми виявляють у ембріонів вже після 15 днів інкубації, і жодних очевидних змін форми не спостерігається навіть після вилуплення. Висота ворсинок поступово збільшується у всіх відділах кишечника, особливо за кілька днів до та після вилуплення (Al Amin et al., 2025). У кінці ембріонального періоду процеси формування кишкової стінки прискорюються. Протягом останніх днів інкубації відносна маса кишечника збільшується приблизно з 1 % на 17-й день ембріонального розвитку до 3,5 % при вилупленні (Uni et al., 2003). Період вилуплення є переламним у онтогенезі кишечника, що пов'язано з переходом на зовнішню годівлю. Це обумовлює активацію травних ферментів та шляхів всмоктування (Sklan, 2001). У процесі подальшого становлення кишкової стінки формуються породні особливості її структури, які проявляються в розмірах ворсинок, їх епітелію, кількості келихоподібних клітин (Wali & Kadhim, 2014). Завдяки механізмам, що координують формування, розвиток, ріст та дозрівання кишечника, на момент вилуплення він є функціонально зрілим та здатним виконувати свої функції (China et al., 2017). Це є особливо важливим для промислового птахівництва, яке потребує високих темпів росту та напряму залежить від стану кишечника та показників травлення (Lilburn & Loeffler, 2015).

Морфо-функціональні характеристики органів тіла тварини обумовлюються регуляторними впливами з боку ендокринної (Honda et al., 2017) та автономної нервової (Taylor et al., 2014) систем. На ранніх етапах ембріонального розвитку перистальтика кишечника критично залежить від кальцію та не опосередковується нейронами (Chevalier et al., 2017). Проте, роль останніх швидко зростає по мірі формування нервової системи кишкової стінки (Goldstein & Nagy, 2008; Heanue et al., 2016). Окрім власних інтрамуральних нейронів, іннервація кишечника представлена зовнішніми еферентними та аферентними нервами (Burns & Le Douarin, 2001). Кишкова (внутрішня) нервова система у більшості відділів кишечника складається з двох основних шарів гангліїв: міжязового та підслизового, що містять численні типи кишкових нейронів та гліальних клітин (Yang et al., 2013; Hao et al., 2016;

Uesaka et al., 2016). При цьому, щільність розташування нейронів в кишечнику курей має виражені топографічні відмінності (Ali & McLelland, 1978; Fekete & Csoknya, 1987).

У цілому, належний морфо-функціональний стан кишечника, як і інших органів, є складовою частиною здоров'я тварини, її хорошого самопочуття, відчуття добробуту (Scanes, 2017).

При цьому, немає даних про статеві особливості морфометричних показників слизової оболонки кишечника курей.

Мета дослідження

Мета дослідження полягає у встановленні впливу статевого фактору на показники об'єму окремих структурних частин слизової оболонки тонкої кишки курей.

Матеріал і методи досліджень

Для дослідження відібрали клінічно здорових курей кросу "Іза-Браун". За статеву ознакою їх розділили на дві групи по сім тварин в кожній. Евтаназію птахів проводили за допомогою інгаляційного передозування хлороформу. Під час досліджень дотримувалися етичних вимог, що висуваються до роботи з експериментальними тваринами (Директива 2010/63/ЄС, 2010).

Після евтаназії відбирали тонкий відділ кишечника та розділяли його на окремі кишки (дванадцятипалу, порожню та клубову). У кожній з них визначали довжину та периметр (довжину по колу), а також відбирали зразки стінки, які фіксувалися у рідині Буена з подальшим виготовленням парафінових зрізів. З метою виявлення колагенових волокон гістозрізи фарбували за методом Ван-Гізона та Паччіні (Mulisch & Welsch, 2010), а для окремого виявлення лише еластичних волокон – за методом Вейгерта (Mulisch & Welsch, 2010).

Дослідження гістологічних препаратів та їх фотофіксацію проводили за допомогою світлового мікроскопа Leica DM-2500 з камерою Leica DFC450C та програмним забезпеченням Leica Application Suite 4.4 (Leica Microsystems GmbH, Німеччина). Для морфометричного дослідження використовували програму Aperio Image Scope (Leica Biosystems, США). При цьому, дослідили товщину як цілої слизової оболонки, так і її окремих структурних частин (м'язової пластинки, крипти, висоту ворсинок). У ворсинок також визначали товщину епітелію та основної пластинки. На основі отриманих даних розраховували об'єм всіх вказаних структур. У ділянці крипти слизової оболонки

також визначили відсотковий вміст колагенових та еластичних волокон. Це здійснили на основі їх оптичної щільності за допомогою програмного забезпечення WCIF ImageJ (WCIF, Канада). На основі цих та попередніх показників, встановили об'єм волокон сполучної тканини.

Середні значення дослідних груп порівнювали за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA) з урахуванням поправки Бонферроні. Цифровий матеріал в таблицях та тексті подано у вигляді: $x \pm SD$ (де x – вибіркоче середнє, SD – стандартне відхилення). Розрахунки проведено з використанням програмного забезпечення StatPlus (AnalystSoft Inc., США). Відмінності між показниками вважали достовірними при $P < 0,05$.

Результати та їх обговорення

Характеризуючи досліджені показники у різних структурних частинах кишечника, насамперед, стає

зрозумілим, що найбільш вагомий вплив на їх величину має довжина кожної з кишок. Тому, очевидним є той факт, що домінуюче становище, в цьому плані, належатиме порожній кишці в обох групах птахів. Також у більшості випадків показники дванадцятипалої кишки переважатимуть клубову. Стать курей проявляє виражений (часто достовірний) вплив на величину показників.

При аналізі об'єму окремих частин слизової оболонки (табл. 1, рис. 1, 2), встановлено, що в обох групах птахів в середньому 3/4 об'єму слизової оболонки припадає на ворсинки; 1/5 – займають крипти; решту – заповнює м'язова пластинка. Частка останньої вздовж кишкової стінки поступово зростає і динаміка цього процесу є схожою в обох групах птахів. Так, при переході від дванадцятипалої кишки до порожньої збільшення становить 1,7 %, – у самців та 1,3 %, – у самок. Перехід в клубову кишку призводить до збільшення на 1,2 % – у самців та на 1,1 % – у самок.

Таблиця 1

Абсолютні та відносні показники об'єму окремих шарів слизової оболонки тонкої кишки курей ($x \pm SD$)

Відділ кишечника	Стать	Об'єм всієї слизової оболонки мм ³	Об'єм м'язової пластинки мм ³ (% від об'єму слизової оболонки)	Об'єм крипт мм ³ (% від об'єму слизової оболонки)	Об'єм ворсинок мм ³ (% від об'єму слизової оболонки)
Дванадцятипала кишка	самець	8617,5 ± 237,1 (100 %)	253,5 ± 24,9 (2,9 %)	1885,7 ± 119,4 (21,9 %)	6478,3 ± 222,9 (75,2 %)
	самка	9826,9 ± 298,3*	251,2 ± 23,1 (2,6 %)	1703,1 ± 106,2 (17,3 %)	7872,6 ± 288,4*
Порожня кишка	самець	25875,6 ± 462,3 (100 %)	1179,4 ± 102,3 (4,6 %)	5590,5 ± 223,9 (21,6 %)	19105,7 ± 318,4 (73,8 %)
	самка	28595,1 ± 501,8*	1104,7 ± 85,0 (3,9 %)	4282,5 ± 209,9* (15,0 %)	23207,9 ± 309,2* (81,1 %)
Клубова кишка	самець	3821,7 ± 175,8 (100 %)	223,0 ± 15,2 (5,8 %)	883,9 ± 54,4 (23,1 %)	2714,8 ± 136,2 (71,1 %)
	самка	4245,9 ± 167,1 (100 %)	210,6 ± 20,3 (5,0 %)	711,7 ± 33,6 (16,8 %)	3323,6 ± 137,3* (78,2 %)
Середній показник тонкої кишки	самець	12771,6 ± 327,7 (100 %)	552,0 ± 38,3 (4,3 %)	2786,7 ± 131,5* (21,8 %)	9432,9 ± 303,8 (73,9 %)
	самка	14222,6 ± 340,8*	522,2 ± 30,3 (3,7 %)	2232,4 ± 98,4 (15,7 %)	11468,0 ± 311,2* (80,6 %)
Сумарний показник тонкої кишки	самець	38314,8 ± 388,0 (100 %)	1655,9 ± 140,1 (4,3 %)	8360,1 ± 309,4* (21,8 %)	28298,8 ± 356,2 (73,9 %)
	самка	42667,9 ± 402,4*	1566,5 ± 120,5 (3,7 %)	6697,3 ± 254,9 (15,7 %)	34404,1 ± 381,7* (80,6 %)

Примітка: * – $P < 0,05$

Несхожу динаміку демонструє частка об'єму крипт слизової оболонки. У дванадцятипалій кишці самців він набуває середніх значень. При переході у порожню кишку зменшується на 0,3 %, досягаючи мінімального показника, а при переході в клубову кишку збільшується на 1,5 %, набуваючи максимального значення. У самок найбільшою часткою крипт характеризується дванадцятипала кишка. Перехід у порожню кишку демонструє зменшення цього показника на 2,3 % та досягнення мінімальної межі. У клубовій кишці відбувається зворотній процес і частка об'єму крипт збільшується на 1,8 %, формуючи середній показник.

Частка ворсинок в загальному об'ємі слизової оболонки також суттєво відрізняється в обох групах тварин. Для самців характерною є тенденція до її зменшення: на 1,4 % – при переході в порожню кишку та на 2,7 % – при переході в клубову кишку. У самок найвищою часткою ворсинок характеризується порожня кишка. Меншою на 1,0 % вона є в дванадцятипалій кишці та на 2,9 % – в клубовій кишці.

Середній показник тонкої кишки самців встановлює наступне співвідношення між об'ємами м'язової пластинки, крипт та ворсинок слизової оболонки: 4,3 % : 21,8 % : 73,9 %. У самок дане співвідношення є дещо відмінним: 3,7 % : 15,7 % : 80,6 %.

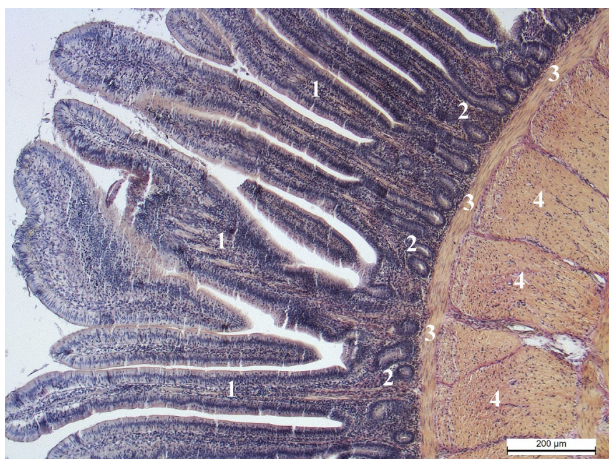


Рис. 1. Стінка порожньої кишки самця курки: ворсинки слизової оболонки (1), крипти слизової оболонки (2), м'язова пластинка слизової оболонки (3), м'язова оболонка. Забарвлення за Ван-Гізон

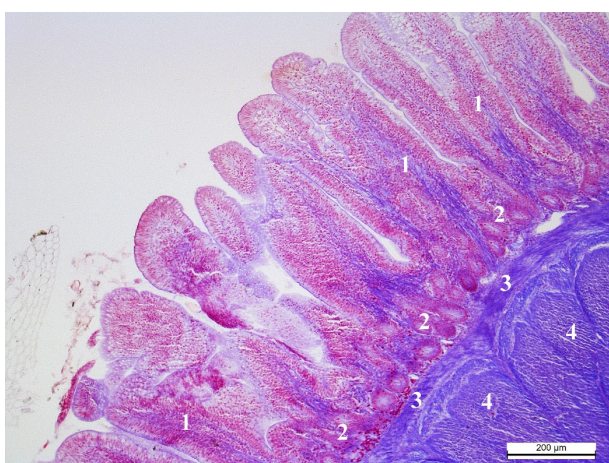


Рис. 2. Стінка клубової кишки самки курки: ворсинки слизової оболонки (1), крипти слизової оболонки (2), м'язова пластинка слизової оболонки (3), м'язова оболонка. Забарвлення за Паччіні.

Що до абсолютних значень досліджуваних показників, то за об'ємом м'язової пластинки дванадцятипалої кишки самці мінімально (на $2,3 \text{ мм}^3$) переважають іншу групу птахів. У порожній кишці ця перевага досягає максимального значення – $74,7 \text{ мм}^3$, а в клубовій кишці знову різко зменшується до $12,4 \text{ мм}^3$. У середньому показнику тонкої кишки та її сумарному показнику самки поступаються відповідно на $29,8 \text{ мм}^3$ та $89,4 \text{ мм}^3$.

Показники об'єму крипт мають аналогічний зв'язок зі статтю курей і у всіх досліджених кишках набувають більших значень у самців. При цьому, вони переважають самок на $182,6 \text{ мм}^3$ – в дванадцятипалій кишці, на 1308 мм^3 ($P < 0,05$) в порожній кишці та на $172,2 \text{ мм}^3$ ($P < 0,05$) – в клубовій кишці. За середнім об'ємом крипт та їх сумарним об'ємом в тонкій кишці домінування однієї групи птахів над іншою становить відповідно $554,3 \text{ мм}^3$ ($P < 0,05$) та $1662,8 \text{ мм}^3$ ($P < 0,05$).

На відміну від двох попередніх показників, у величині об'єму ворсинок самки вже мають цілковиту перевагу вздовж всієї тонкої кишки. У окремих її

структурних частинах самці поступаються їм на $1394,3 \text{ мм}^3$ ($P < 0,05$) – в дванадцятипалій кишці, на $4102,2 \text{ мм}^3$ ($P < 0,05$) – в порожній кишці та на $608,8 \text{ мм}^3$ ($P < 0,05$) – в клубовій кишці. У середньому та сумарному показниках тонкої кишки різниця між групами птахів становить відповідно $2035,1 \text{ мм}^3$ ($P < 0,05$) та $6105,3 \text{ мм}^3$ ($P < 0,05$).

Хоча, об'єми м'язової пластинки та ділянки крипт мають більші значення в самців, а самки переважають лише за об'ємом ворсинок, проте частка останніх значно перевищує сукупну частку двох перших показників. Тому, загальний об'єм слизової оболонки має більші значення саме у самок, домінування яких в дванадцятипалій кишці становить $1209,4 \text{ мм}^3$ ($P < 0,05$), у порожній кишці – $2719,5 \text{ мм}^3$ ($P < 0,05$) та в клубовій кишці – лише $424,2 \text{ мм}^3$. Середній та сумарний об'єми слизової оболонки у дослідних груп курей відрізняються відповідно на $1451,0 \text{ мм}^3$ ($P < 0,05$) та на $4353,1 \text{ мм}^3$ ($P < 0,05$).

Зменшений тонкий кишечник птахів, порівняно зі ссавцями, демонструє збільшену площу поверхні слизової оболонки завдяки більшій площі ворсинок (Lavin et al., 2008). Розміри ворсинок кишечника є індикаторним показником, який відображає стан слизової оболонки, вплив на неї корму та бактеріальних клітин, вплив стресових факторів (зокрема голодування), є показником росту організму курей. При цьому, розглядається можливість формування гістологічного кишкового індексу для оцінки функції кишечника. Тому, дослідження морфологічних та морфометричних показників ворсинок має практичне використання у птахівництві (Yamauchi, 2007).

З вище викладеного, зрозуміло, що вздовж всієї тонкої кишки курей зберігається морфологічна стабільність її слизової оболонки. При цьому, відповідно до функціональних особливостей різних ділянок кишки, формуються виражені морфологічні адаптації кишкової стінки, які мають зв'язок зі статтю птахів.

Наші результати вказують на те, що онтогенетичний розвиток організму курей за типом самок обумовлює стимулюючий вплив на об'єм слизової оболонки всієї тонкої кишки. Приналежність більших значень досліджуваних показників різним групам птахів, вказує на формування компенсаторного механізму, який адаптує структурні параметри кишкової стінки до відповідних статевих особливостей обміну речовин та формування морфо-функціональних характеристик різних органів. Представлена закономірність, очевидно, проявляється в особливостях кишкового травлення та всмоктуванні поживних речовин корму, що в кінцевому результаті відображається в показниках росту організму птахів (Ravindran & Abdollahi, 2021).

Дослідивши вплив статі курей на загальний об'єм ворсинок слизової оболонки тонкої кишки, також з'ясували особливості цього впливу на структурні частини ворсинок. Орієнтовно 65–75 % об'єму ворсинок займає її епітеліальний шар (табл. 2, рис. 3). Решту заповнює основна пластинка ворсинок. При цьому, у самців частка епітелію в дванадцятипалій та порожній кишках є схожою, відрізняючись лише на 0,5 %. При переході в порожню кишку вона збільшується на 5,8 %, а при переході в клубову кишку – зменшується

на 5,3%. У самок частка епітеліального шару в перших двох кишках є більшою порівняно з попередньою групою і також досягає максимального значення в

порожній кишці. Дванадцятипала кишка поступається їй на 4,4 %, а клубова кишка – аж на 12,7 %.

Таблиця 2

Абсолютні та відносні показники об'єму структурних частин ворсинок слизової оболонки тонкої кишки курей ($x \pm SD$)

Відділ кишечника	Стать	Об'єм епітелію ворсинок, мм ³ (% від об'єму ворсинок)	Об'єм основної пластинки ворсинок, мм ³ (% від об'єму ворсинок)
Дванадцятипала кишка	самець	4299,3 ± 134,9 (66,4 %)	2179,0 ± 76,2 (33,6 %)
	самка	5722,7 ± 143,9* (72,7 %)	2149,9 ± 71,8 (27,3 %)
Порожня кишка	самець	13795,6 ± 426,5 (72,2 %)	5310,1 ± 150,7 (27,8 %)
	самка	17885,1 ± 412,1* (77,1 %)	5322,8 ± 160,8 (22,9 %)
Клубова кишка	самець	1814,9 ± 88,3 (66,9 %)	899,9 ± 45,0 (33,1 %)
	самка	2140,8 ± 103,0* (64,4 %)	1182,8 ± 59,9* (35,6 %)
Середній показник тонкої кишки	самець	6636,6 ± 242,4 (70,4 %)	2796,3 ± 165,8 (29,6 %)
	самка	8582,9 ± 327,2* (74,8 %)	2885,1 ± 130,7 (25,2 %)
Сумарний показник тонкої кишки	самець	19909,8 ± 358,5 (70,4 %)	8389,0 ± 294,4 (29,6 %)
	самка	25748,6 ± 365,0* (74,8 %)	8655,5 ± 262,3 (25,2 %)

Примітка: * – $P < 0,05$

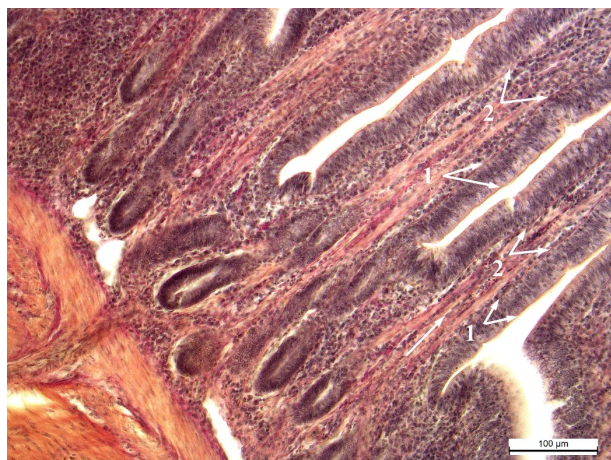


Рис. 3. Ворсинки слизової оболонки порожньої кишки самки курки: епітелій ворсинки (1), основна пластинка ворсинки (2). Забарвлення за Ван-Гіззон

Частка основної пластинки ворсинок перших двох кишків, навпаки, є більшою в самців і найвищого значення досягає в дванадцятипалій кишці. При переході в порожню кишку вона зменшується на 5,8 % досягаючи мінімуму, а при переході в клубову кишку – збільшується на 5,3 %, набуваючи середнього рівня. У птахів іншої групи порожня кишка володіє мінімальною часткою основної пластинки. Дванадцятипала кишка переважає її на 4,4 %, а клубова кишка – на 12,7 %.

За середніми показниками тонкої кишки частки об'єму епітелію та об'єму основної пластинки ворсинок у самців співвідносяться, як 70,4 % і 29,6 %, а в

самок, як 74,8 % та 25,2 %.

При аналізі абсолютних значень об'єму двох складових частин ворсинки, помітно, що в окремих кишках показники епітеліального шару у птахів різних груп відрізняються достовірно, чого не спостерігається у показників основної пластинки ворсинок. При цьому, вздовж всієї тонкої кишки більші значення об'єму епітелію відповідають самкам. Дванадцятипала кишка демонструє перевагу цієї групи птахів на рівні 1423,4 мм³ ($P < 0,05$). У порожній кишці вона зростає до максимального значення – 4089,5 мм³ ($P < 0,05$) і найменше вираження має в клубовій кишці – 325,9 мм³ ($P < 0,05$). Середній та сумарний показники у птахів обох груп відрізняються відповідно на 1946,3 мм³ ($P < 0,05$) та 5838,8 мм³ ($P < 0,05$).

На противагу епітелію, показники об'єму основної пластинки ворсинок дванадцятипалої кишки формують найбільші значення в самців, які переважають іншу групу курей на 29,1 мм³. У порожній та клубовій кишках досліджуваний показник вже стає більшим у самок, перевага яких становить відповідно 12,7 мм³ та 282,9 мм³. За середнім показником тонкої кишки відмінності між групами курей становлять 88,8 мм³, а за сумарним показником – 266,5 мм³.

Оскільки, вздовж кишкової стінки більші значення об'єму основної пластинки ворсинок належать різним групам птахів, це вказує на ще один компенсаторний механізм, направлений на оптимізацію процесу травлення відповідно до статевих особливостей розвитку організму курей. Більша частка епітеліального шару в структурі ворсинки самок може вказувати на ефекти-

вніше всмоктування поживних речовин корму.

Для підтримання структури та форми, забезпечення стійкості та пластичності слизова оболонка тонкої кишки містить колагенові і еластичні волокна, які дослідили в ділянці крипт. Результати досліджень (табл. 3) доводять, що кількість цих волокон в порож-

ній та клубовій кишках має достовірний зв'язок зі статтю птахів. При цьому, об'єм колагенових волокон вздовж всієї тонкої кишки набуває більших значень в самців, а еластичних волокон – в самок. Це, очевидно, вказує на відмінності формування гомеостазу даної ділянки апарату травлення у птахів різної статі.

Таблиця 3

Показники об'єму сполучнотканинних волокон в ділянці крипт слизової оболонки тонкої кишки курей ($x \pm SD$)

Відділ кишечника	Стать	Об'єм колагенових волокон, мм ³ (% від сумарного показника)	Об'єм еластичних волокон, мм ³ (% від сумарного показника)
Дванадцятипала кишка	самець	109,5 ± 9,2 (12,3 %)	52,1 ± 3,5 (22,2 %)
	самка	102,4 ± 8,8 (16,7 %)	54,0 ± 2,9 (17,2 %)
Порожня кишка	самець	673,3 ± 36,2* (75,9 %)	162,7 ± 14,5 (69,2 %)
	самка	450,7 ± 30,7 (73,4 %)	231,9 ± 15,8* (73,7 %)
Клубова кишка	самець	104,2 ± 6,5* (11,8 %)	20,2 ± 1,1 (8,6 %)
	самка	61,1 ± 3,0 (9,9 %)	28,7 ± 1,4* (9,1 %)
Середній показник тонкої кишки	самець	295,7 ± 22,4*	78,3 ± 5,5
	самка	204,7 ± 17,3	104,9 ± 9,5*
Сумарний показник тонкої кишки	самець	887,0 ± 58,7* (100 %)	235,0 ± 22,7 (100 %)
	самка	614,2 ± 40,5 (100 %)	314,6 ± 25,1* (100 %)

Примітка: * – $P < 0,05$

Відповідно до розмірів кишок, найбільша частка (3/4 від сумарного показника) колагенових волокон (рис. 4) розташована в порожній кишці. Дванадцятипалу кишку наповнює значно менша кількість цих волокон: на 63,6% – в самців та на 56,7 % – в самок. Клубова кишка характеризується найменшим об'ємом колагенових волокон: на 64,1 % – в самців та на 63,5 % – в самок.



Рис. 4. Колагенові волокна (вказані стрілками) ділянки крипт слизової оболонки клубової кишки самця курки. Забарвлення за Ван-Гізон

У абсолютних величинах відмінності між групами птахів в дванадцятипалій кишці є мінімальними – 7,1 мм³. У порожній кишці вони зростають до 222,6 мм³

($P < 0,05$), а в клубовій знову зменшуються до 43,1 мм³ ($P < 0,05$). При цьому, варто зазначити, що у самців показники дванадцятипалої та клубової кишок мають близькі значення, а в самок вони володіють значними відмінностями. У середньому та сумарному показниках тонкої кишки домінування самців встановлюється на рівні 91,0 мм³ ($P < 0,05$) та 272,8 мм³ ($P < 0,05$).

Об'єм еластичних волокон (рис. 5) є в 2–4 рази меншим ніж колагенових. Проте, співвідношення їх часток в окремих кишках є подібним. Так, у дванадцятипалій кишці обох груп птахів, кількість еластичних волокон становить приблизно п'яту частину від їх загальної кількості в тонкій кишці. При переході в порожню кишку, частка еластичних волокон збільшується на 47,0 % у самців та на 56,5 % – у самок. Перехід у клубову кишку супроводжується ще більшим зменшенням частки волокон: на 60,6 % – в самців та на 64,6 % – в самок. Це обумовлює формування мінімальних значень досліджуваного показника в курей обох статей.

У абсолютному вираженні найменші відмінності (1,9 мм³) між групами птахів спостерігаються в дванадцятипалій кишці. Найбільшими вони є в порожній кишці – 69,2 мм³ ($P < 0,05$). Проміжних значень набувають в клубовій кишці – 8,5 мм³ ($P < 0,05$). Середній показник тонкої кишки демонструє перевагу однієї групи птахів над іншою на рівні 26,6 мм³ ($P < 0,05$). За сумарним показником тонкої кишки ця перевага становить 79,6 мм³ ($P < 0,05$).

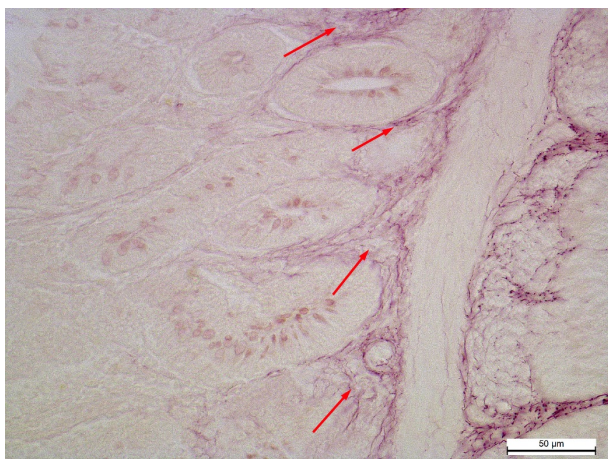


Рис. 5. Еластичні волокна (вказані стрілками) ділянки крипт слизової оболонки дванадцятипалої кишки самки курки. Забарвлення за Вейгертом

Важливість сполучної тканини у структурі органів в цілому та кишечника зокрема полягає у її, з одного боку, різнонаправлених, а, з іншого боку, інтегративних функціях. Вона, розділяючи окремі оболонки кишкової стінки, насправді, об'єднує їх в цілісну структуру, яка володіє відповідним набором функцій та забезпечує виконання конкретних завдань. Особлива роль, при цьому, відводиться сполучнотканинними волокнам (Orberg et al., 1983).

У кишкової стінки колагенові волокна характеризуються різною орієнтацією, утворюючи сітку. Вони також формують пучки різної товщини, напрямок яких підпорядковується руховим потребам кишкової стінки. Структура волокон визначається вмістом у них різних типів колагену. Найбільш поширеним

серед них є перший тип, частка якого досягає 68 %. У межах 20 % займає третій тип колагену і 12 % відповідає п'ятому типу (Graham et al., 1988).

Еластичні волокна, перебуваючи в кооперації з колагеновими, також модулюють функціональні показники кишечника, обумовлюючи його пластичні характеристики. Це є важливим під час скорочення м'язових елементів кишкової стінки, підтримки її секреторних та метаболічних показників (Loffet et al., 2023).

Важливість сполучної тканини також полягає у тому, що вона формує основу для судинного русла та нервових сплетінь, є місцем локалізації лімфоїдних структур та імунних клітин (Casteleyn et al., 2010; Revajova et al., 2013). Відповідно, сполучна тканина, зокрема її колагенові та еластичні волокна, є невід'ємною частиною морфо-функціональної стабільності кишкової стінки, підтримуючи належний процес травлення (Pandit et al., 2018).

Результати наших досліджень доводять вплив фактору статі на рівень насиченості слизової оболонки кишкової стінки колагеновими та еластичними волокнами. Збільшення частки однієї з груп волокон у курей певної статі вказує на роль цих структур в забезпеченні оптимальних параметрів травлення відповідно до потреб внутрішнього середовища організму птахів.

Оскільки, вище представлені, показники напряму залежать від довжини кишок, тому, з метою об'єктивнішої характеристики волокнистого компоненту сполучної тканини, розраховано об'єм колагенових та еластичних волокон в 1 мм³ крипт слизової оболонки тонкої кишки курей (табл. 4).

Таблиця 4

Показники об'єму сполучнотканинних волокон в 1 мм³ крипт слизової оболонки тонкої кишки курей (x ± SD)

Відділ кишечника	Стать	Об'єм колагенових волокон, мм ³	Об'єм еластичних волокон, мм ³
Дванадцятипала кишка	самець	0,0581 ± 0,0032	0,0276 ± 0,0020
	самка	0,0601 ± 0,0037	0,0317 ± 0,0022
Порожня кишка	самець	0,1204 ± 0,0068	0,0291 ± 0,0015
	самка	0,1052 ± 0,0046	0,0542 ± 0,0033*
Клубова кишка	самець	0,1179 ± 0,0085	0,0229 ± 0,0011
	самка	0,0859 ± 0,0047	0,0403 ± 0,0019*
Середній показник тонкої кишки	самець	0,0988 ± 0,0061	0,0265 ± 0,0011
	самка	0,0837 ± 0,0053	0,0421 ± 0,0019*
Сумарний показник тонкої кишки	самець	0,2964 ± 0,0179*	0,0796 ± 0,0047
	самка	0,2512 ± 0,0164	0,1262 ± 0,0065*

Примітка: * – P < 0,05

Що до колагенових волокон, то їх найменший об'єм у птахів обох статей спостерігається в дванадцятипалій кишці. Різниця між групами птахів також є мінімальною – 0,0020 мм³ з перевагою у самок. Перехід в порожню кишку, супроводжується суттєвим збільшенням цього показника і переходом переваги до самців, у яких зростання становить 0,0623 мм³. У самок об'єм колагенових волокон збільшується лише на 0,0451 мм³, внаслідок чого вони поступаються протилежній статі на 0,0152 мм³. У клубовій кишці спостерігається незначне зменшення досліджуваного об'єму на 0,0025 мм³ – в самців та на 0,0193 мм³ – в

самок. Різниця між групами збільшується до 0,0320 мм³ зі збереженням домінуючого становища самців. Середній та сумарний показники тонкої кишки демонструють перевагу самців на рівні відповідно 0,0151 мм³ та 0,0452 мм³ (P < 0,05).

Об'єм еластичних волокон має більш виражену залежність від статевого фактору. Тому, у більшості випадків, відмінності між групами птахів є достовірними з домінуванням самок. Подібно до колагенових волокон, найменшою їх перевага є в дванадцятипалій кишці – 0,0041 мм³. У порожній кишці досліджуваний показник зростає на 0,0015 мм³ – в самців та на 0,0225

мм³ – в самок, а відмінність між групами птахів збільшується до 0,0251 мм³ ($P < 0,05$). Перехід у клубову кишку призводить до зменшення об'єму еластичних волокон на 0,0062 мм³ – в самців та на 0,0139 мм³ – в самок. Домінування однієї групи птахів над іншою знижується до 0,0174 мм³ ($P < 0,05$). За середнім показником тонкої кишки відмінності між птахами різних статей становлять 0,0156 мм³ ($P < 0,05$), а згідно сумарного показника тонкої кишки – 0,0466 мм³ ($P < 0,05$).

Наші дослідження у поєднанні з даними інших науковців доводять, що кишечник птахів є зрівноваженою морфо-функціональною структурою, яка має розгалужену систему волокнистого компоненту сполучної тканини. Колагенові та еластичні волокна підтримують цілісність кишкової стінки, що обумовлює її різнопланові функціональні характеристики, пов'язані зі складними процесами ферментного і бактеріального травлення, підтримкою імунних реакцій та обмінних процесів (Scanesa & Pierzchala-Koziec, 2014; Luo et al., 2025). Це формує добробут птахів та, в кінцевому результаті, відображається на результатах промислового птахівництва.

Відомо, що харчова цінність раціонів може спричинити мікроскопічні зміни слизової оболонки кишечника (Yamauchi, 2002). Функціональність травного тракту птахів значною мірою пов'язана з типом та структурою корму, який здійснює значні механічні, фізичні та хімічні впливи на стінку кишечника в цілому та її слизову оболонку зокрема (Verdal et al., 2010; Svihus, 2014). На основі представлених результатів можна припустити, що наявність у її структурі відповідної кількості колагенових та еластичних волокон, дозволяє ефективно пристосуватися до цих впливів та уникати травматичних пошкоджень.

У цілому, дослідження апарату травлення та інших органів курей має не лише практичне значення для птахівництва. Організм курей часто розглядають як доступну модель для вивчення етіології та патогенезу різних захворювань, тестування хіміотерапевтичних препаратів, проведення токсикологічних досліджень (Bahr, 2008). Відповідно, отримані нами результати, можуть стати основою для проведення подібних досліджень на інших видах та класах тварин.

Висновки

Статеві особливості в організмі курей відображаються у структурі слизової оболонки тонкої кишки та її насиченості сполучнотканинними волокнами. Формування певної статі в організмі курей, супроводжується розвитком адаптаційних морфо-функціональних процесів у слизовій оболонці, направлених на забезпечення оптимальних процесів травлення. Це відображається у відмінностях динаміки досліджених показників вздовж кишкової стінки у різних груп птахів. Морфометричними дослідженнями встановлено, що вся тонка кишка самців характеризується вищими показниками об'єму м'язової пластинки і крипт слизової оболонки, об'єму колагенових волокон в ділянці крипт.

У всіх досліджених кишках самок виявлено більші

показники об'єму ворсинок, їх епітеліального шару та основної пластинки (окрім дванадцятипалої кишки), об'єму всієї слизової оболонки, об'єму еластичних волокон в ділянці крипт.

При цьому, у структурі слизової оболонки тонкої кишки самців 73,9 % об'єму припадає на ворсинки; 21,8 % – займають крипти; 4,3 % – заповнює м'язова пластинка. У самок це співвідношення становить 80,6 % – 15,7 % – 3,7 %.

Представлені показники об'єму як всієї слизової оболонки тонкої кишки, так і її окремих складових частин, на наш погляд, дають більш повну характеристику морфології цих структур порівняно з лінійними показниками чи показниками площі.

Описані морфометричні характеристики слизової оболонки тонкої кишки курей демонструють пластичність її структури.

Відомості про конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Al Amin, M., Alam, M. B., & Hiramatsu, K. (2025). Histological changes of the mucosal epithelium in the chicken intestine during pre- and post-hatching stages. *The Journal of Poultry Science*, 62, 2025004. DOI: 10.2141/jpsa.2025004.
- Ali, H. A., & McLelland, J. (1978). Avian enteric nerve plexuses. A histochemical study. *Cell and Tissue Research*, 189, 537–548. DOI: 10.1007/BF00209139.
- Bahr, J. M. (2008). The chicken as a model organism. *Sourcebook of Models for Biomedical Research*, 161–167. DOI: 10.1007/978-1-59745-285-4_18.
- Burns, A. J., & Le Douarin, N. M. (2001). Enteric nervous system development: analysis of the selective developmental potentialities of vagal and sacral neural crest cells using quail-chick chimeras. *The Anatomical Record*, 262(1), 16–28. DOI: 10.1002/1097-0185(20010101)262:1<16::AID-AR1007>3.0.CO;2-O.
- Casteleyn, C., Doom, M., Lambrechts, E., Van den Broeck, W., Simoens, P., & Cornillie, P. (2010). Locations of gut-associated lymphoid tissue in the 3-month-old chicken: a review. *Avian Pathology*, 39(3), 143–150. DOI: 10.1080/03079451003786105.
- Chevalier, N. R., Fleury, V., Dufour, S., Proux-Gillardeaux, V., & Asnacios, A. (2017). Emergence and development of gut motility in the chicken embryo. *PLoS ONE*, 12(2), e0172511. DOI: 10.1371/journal.pone.0172511.
- China, A. M., Hill, D. R., Aurorac, M., & Spencea, J. R. (2017). Morphogenesis and maturation of the embryonic and postnatal intestine. *Seminars in Cell and Developmental Biology*, 66, 81–93. DOI: 10.1016/j.semcdb.2017.01.011.
- Duangnumswang, Y., Zentek, J., & Goodarzi Borojoni, F. (2021). Development and functional properties of intestinal mucus layer in poultry. *Frontiers in Immunology*, 12, 745849. DOI: 10.3389/fimmu.2021.745849.
- Fekete, E., & Csoknya, M. (1987). Fluorescence characterization of the nerve plexuses in the small intestine of the

- chicken. *Acta Biologica Szegediensis*, 33, 97–104.
- Goldstein, A. M., & Nagy, N. (2008). A bird's eye view of enteric nervous system development: lessons from the avian embryo. *Pediatric Research*, 64(4), 326–333. DOI: 10.1203/PDR.0b013e31818535e8.
- Graham, M. F., Diegelmann, R. F., Elson, C. O., Lindblad, W. J., Gotschalk N., Gay, S., & Gay, R. (1988). Collagen content and types in the intestinal strictures of Crohn's disease. *Gastroenterology*, 94(2), 257–265. DOI: 10.1016/0016-5085(88)90411-8.
- Hao, M. M., Foong, J. P. P., Bornstein, J. C., Li, Z. L., Vanden Berghe, P., & Boesmans, W. (2016). Enteric nervous system assembly. Functional integration within the developing gut. *Developmental Biology*, 417, 168–181. DOI: 10.1016/j.ydbio.2016.05.030.
- Heanue, T. A., Shepherd, I. T., & Burns, A. J. (2016). Enteric nervous system development in avian and zebrafish models. *Developmental Biology*, 417(2), 129–138. DOI: 10.1016/j.ydbio.2016.05.017.
- Honda, K., Saneyasu, T., & Kamisoyama, H. (2017). Gut hormones and regulation of food intake in birds. *The Journal of Poultry Science*, 54(2), 103–110. DOI: 10.2141/jpsa.0160100.
- King, D. E., Asem, E. K., & Adeola, O. (2000). Ontogenetic development of intestinal digestive functions in White Pekin ducks. *The Journal of Nutrition*, 130(1), 57–62. DOI: 10.1093/jn/130.1.57.
- Lavin, S. R., Karasov, W. H., Ives, A. R., Middleton, K. M., & Garland, T. Jr. (2008). Morphometrics of the avian small intestine compared with that of nonflying mammals: a phylogenetic approach. *Physiological and Biochemical Zoology*, 81(5), 526–550. DOI: 10.1086/590395.
- Lilburn, M. S., & Loeffler, S. (2015). Early intestinal growth and development in poultry. *Poultry Science*, 94, 1569–1576. DOI: 10.3382/ps/pev104.
- Loffet, E. A., Durel, J. F., Kam, R., Lim, H., & Nerurkar, N., L. (2023). Elastic fibers define embryonic tissue stiffness to enable buckling morphogenesis of the small intestine. *Biomaterials*, 303, 122405. DOI: 10.1016/j.biomaterials.2023.122405.
- Luo, Z., Gong, Y., Li, Q., Zhang, M., Zhang, J., Zhang, H., Zeng, Q., Zhu, Y., Guo, Y., Li, D., Tian, Y., Kang, X., & Jiang, R. (2025). Regulation of intestinal health by *Lactobacillus rhamnosus* GG during fasting-induced molting in laying hens. *Poultry Science*, 104(5), 105057. DOI: 10.1016/j.psj.2025.105057.
- Mulisch, M., & Welsch, U. (2010). *Mikroskopische Technik*. Spektrum akademischer verlag. DOI: 10.1007/978-3-8274-2254-5.
- Orberg, J., Baer, E., & Hiltner, A. (1983). Organization of collagen fibers in the intestine. *Connective Tissue Research*, 11(4), 285–297. DOI: 10.3109/03008208309004861.
- Pandit, K., Dhote, B. S., Mahanta, D., Sathapathy, S., Tamilselvan, S., Mrigesh, M., & Mishra, S. (2018). Histological, Histomorphometrical and Histochemical Studies on the Large Intestine of Uttara Fowl. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(3), 1477–1491. DOI: 10.20546/ijcmas.2018.703.176.
- Ravindran, V., & Abdollahi, M. R. (2021). Nutrition and digestive physiology of the broiler chick: state of the art and outlook. *Animals (Basel)*, 11(10), 2795. DOI: 10.3390/ani11102795.
- Revajova, V., Slaminkova, Z., Gresakova, L., & Levkut, M. (2013). Duodenal morphology and immune responses of broiler chickens fed low doses of deoxy-nivalenol. *Acta Veterinaria Brno*, 82, 337–342. DOI: 10.2754/avb201382030337.
- Scanes, C. G. (2017). Grand and Less Grand Challenges in Avian Physiology. *Frontiers in Physiology*, 8(222), 1–5. DOI: 10.3389/fphys.2017.00222.
- Scanes, C. G., & Pierzchala-Koziec, K. (2014). Biology of the gastro-intestinal tract in poultry. *Avian biology research*, 7(4), 193–222. DOI: 10.3184/175815514X14162292284822.
- Sklan, D. (2001). Development of the digestive tract of poultry. *World's Poultry Science Journal*, 57, 415–428. DOI: 10.1079/WPS20010030.
- Svihus, B. (2014). Function of the digestive system. *The Journal of Applied Poultry Research*, 23(2), 306–314. DOI: 10.3382/japr.2014-00937.
- Taylor, E. W., Leite, C. A. C., Sartori, M. R., Wang, T., Abe, A. S., & Crossley, D. A. (2014). The phylogeny and ontogeny of autonomic control of the heart and cardiorespiratory interactions in vertebrates. *The Journal of Experimental Biology*, 217, 690–703. DOI: 10.1242/jeb.086199.
- Uesaka, T., Young, H. M., Pachnis, V., & Enomoto, H. (2016). Development of the intrinsic and extrinsic innervation of the gut. *Developmental Biology*, 417, 158–167. DOI: 10.1016/j.ydbio.2016.04.016.
- Uni, Z., Tako, E., Gal-Garber, O., & Sklan, D. (2003). Morphological, Molecular, and Functional Changes in the Chicken Small Intestine of the Late-Term Embryo. *Poultry Science*, 82, 1747–1754. DOI: 10.1093/ps/82.11.1747.
- Verdal, H., Mignon-Grasteau, S., Jeulin, C., Le Bihan-Duval, E., Leconte, M., Mallet, S., Martin, C., & Narcy, A. (2010). Digestive tract measurements and histological adaptation in broiler lines divergently selected for digestive efficiency. *Poultry Science*, 89, 1955–1961. DOI: 10.3382/ps.2010-813.
- Wali, O. N., & Kadhim, K. K. (2014). Histomorphological comparison of proventriculus and small intestine of heavy and light line pre- and at hatching. *International Journal of Animal and Veterinary Advances*, 6(1), 40–47. DOI: 10.19026/ijava.6.5615.
- Yamauchi, K. (2002). Review on chicken intestinal villus histological alterations related with intestinal function. *The Journal of Poultry Science*, 39(4), 229–242. DOI: 10.2141/jpsa.39.229.
- Yamauchi, K. (2007). Review of a histological intestinal approach to assessing the intestinal function in chickens and pigs. *Animal Science Journal*, 78, 356–370. DOI: 10.1111/j.1740-0929.2007.00448.x.
- Yang, P., Gandahi, J. A., Zhang, Q., Zhang, L. L., Bian, X. G., Wu, L., Liu, Y., & Chen, Q. S. (2013). Quantitative changes of nitrergic neurons during postnatal development of chicken myenteric plexus. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE B (Biomedicine & Biotechnology)*, 14(10), 886–895. DOI: 10.1631/jzus.B1300005.
- Yegani, M., & Korver, D. R. (2008). Factors affecting intestinal health in poultry. *Poultry Science*, 87(10), 2052–2063. DOI: 10.3382/ps.2008-00091.