Original researches

Microanatomical Aspects of the Intestines and Gut-associated Lymphoid Tissue of Meat Rabbits

P. M. Gavrilin, M. O. Nikitina

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

Received: 12 January 2019
Revised: 24 January 2019
Accepted: 02 February 2019

Dnipro State Agrarian and Economic University, Sergii Efremov Str., 25, Dnipro, 49600, Ukraine

Tel.: +38-099-263-47-47
E-mail: havrylin.p.m@dsau.dp.ua
ms.margo.dp@gmail.com

Cite this article: Gavrilin, P. M., & Nikitina, M. O. (2019). Microanatomical aspects of the intestines and gut-associated lymphoid tissue of meat rabbits. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 7(1), 42–46. doi: 10.32819/2019.71008

Abstract. In the paper, we consider the morphology of intestine structures and gut-associated lymphoid tissue of meat rabbits. The investigation was carried out for the rabbits of the following ages: 1, 10, 20, 30, 60 and 90 days of postnatal development. In accordance with the age groups, the samples of small and large intestines were taken and stained with hematoxylin eosin. As the result of microscopy investigations, the morphology of intestines and lymphoid tissues was studied. We found out that the most area of a microscopic section was taken up by mucosa, whereas lymphoid cells were detected mainly in lamina propria and somewhat in epithelium. We observed that immune structures of 30-day rabbits were formed in lamina propria hardly breaking the submucous layer. For the 1-day rabbits, the lymphoid tissue was detected in sacculus rotundus and vermiform appendix. Starting from the 20-th day of postnatal development, the lymphoid tissue was also observed in lamina propria and other intestinal tracts. We found specific types of lymphoid tissue and immune structures, which were typical of each age group of the rabbits. Besides, we studied the traits of lymphatic nodule development within the selected ages as well as assessing differentiation periods of lymphoid tissue. We determined that lymphoid tissue could be detected for the newborn rabbits, viz. lymphatic nodules and aggregated lymphoid nodules (Peyer's patches) begin growing from the 20-th day of postnatal development, whereas germinal centers are observed in lymphatic nodules of 60-day rabbits. With age, the number of lymphatic nodules is increasing in lymphoid plaques whereas the amount of lymphoid tissue is decreasing between the plaques. Since birth, lymphatic nodules are mostly circular-shaped. However, irregular-shaped lymphatic nodules, which are arranged in two rows, are appearing in the lymphoid plaques starting from 30-day age. On the 90-th day of postnatal development, almost all lymphatic nodules within the lymphoid plaques have irregular shape and may be arranged in three rows. A well-developed bloodstream vessel can be observed in the proximity of the lymphoid tissue and lymphoid structures of each rabbit age group.

Keywords: hematoxylin eosin staining; small and large intestine; solitary and aggregated lymphoid nodules; sacculus rotundus; vermiform appendix.

Мікроанатомічні особливості кишечника та імунних структур, асоційованих з його слизовою оболонкою, у кролів м'ясного напрямку використання

П. М. Гаврилін, М. О. Нікітіна

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, Україна

Анотація. Інтенсивний розвиток кролівництва обумовив появу нових порід кролів, зокрема м'ясних скоростиглих кролів. У результаті цього виникла потреба у дослідженні їх м'ясних якостей, умов утримання та годівлі, розробки профілактичних заходів, при цьому важливою та малодослідженою складовою є стан кишечника та асоційованих з його слизовою оболонкою імунних структур. У кролів 1-, 10-, 20-, 30-, 60- та 90-добового віку відбирали тонкий і товстий відділи кишечника з подальшою фіксацією та заливкою в парафін для виготовлення гістологічних препаратів, забарвлених гематоксилін-еозином. В отриманих мікропрепаратах з'ясовані закономірності будови кишечника й асоційованої з його слизовою оболонкою лімфоїдної тканини. Встановлено, що найбільшу площу на зрізі займає слизова оболонка. Клітини лімфоїдного ряду зустрічаються здебільшого у власній пластинці слизової оболонки, рідше між клітинами епітелію. Імунні структури формуються у власній пластинці слизової оболонки і рідко проривають підслизову основу. При цьому в добових кроликів лімфоїдну тканину виявлено в специфічних утвореннях кишечника – в лімфоїдному дивертикулі клубової кишки та апендиксі; лише після 20 діб постнатального розвитку вона з'являється в слизовій оболонці інших відділів кишечника. Виявлено певні форми лімфоїдної тканини та імунних структур, характерні для кожної вікової групи кролів. З'ясовано закономірності формування лімфоїдних вузликів у вказані вікові періоди та періоди диференціації лімфоїдної тканини. Встановлено, що в добових кролів виявляється лише дифузна лімфоїдна тканина, з 20-ої доби постнатального розвитку формуються лімфоїдні вузлики, а з 60-ої – виявляються центри розмноження у них.

Ключові слова: методика забарвлення гематоксилін-еозином; тонкий і товстий відділи кишечника; одиничні та згруповані лімфоїдні вузлики; дивертикул клубової кишки; апендикс.

Вступ

Кролі характеризуються високими показниками плідності й скоростиглості, порівняно невеликими витратами на корми, відносно простими вимогами до умов утримання, дають дієтичне м'ясо тощо (Tsyganchuk, 2018). Ці фактори сприяють активному використанню кролів у харчовій промисловості.

У процесі розвитку кролівництва виникає необхідність у створенні нових порід кролів, які будуть мати кращі якісні та кількісні показники продукції. Тому проводяться дослідження спрямовані на вивчення генетичних особливостей (Carneiro et al., 2014), а також продуктивності, як основи для селекції, з врахуванням здатності до адаптації серед різних порід кролів (Brahmantiyo et al., 2018).

Не менш важливим напрямом досліджень є розробка методів профілактики захворюваності та зниження смертності серед поголів'я кролів. З цією метою проводили дослідження ефективності вакцин (Deng et al., 2019), антикоксидійних добавок з подальшим обов'язковим урахуванням клінічних ознак (в тому числі стану шлунково-кишкового тракту), смертності та продуктивності (Abousekken et al., 2015).

Однією з найбільш витратних складових у тваринництві, в тому числі й у кролівництві, є корми (Fernández-Carmona et al., 2010). Тому активно проводяться дослідження, спрямовані на підбір такого раціону годування кролів, що буде підвищувати поживні якості вихідної м'ясної сировини (Kurchaeva et al., 2018; Kone et al., 2019), розраховуються більш поживні та вигідні раціони з екологічної та економічної точок зору (Gidenne et al., 2017) і, одночасно зі забезпеченням здорового травлення (Gidenne, 2014).

З науковою метою кролів використовують як тваринні моделі для відтворення патогенезу різних захворювань людини, в тому числі, пов'язаних з шлунково-кишковим трактом (Haines et al., 2016), при вивченні плацентарної недостатності за введення харчових добавок, з подальшим аналізом здійсненого впливу на структуру кишечника (Gumus et al., 2018). Також кролів використовують при вивченні фармакокінетики з обов'язковим оцінюванням стану кишечника (Kumar et al., 2018). Проводилися дослідження на кроликах із хронічним запаленням кишечника для поглибленого вивчення процесу, зокрема, роль арахідонової кислоти і наступні циклогеназний і / або ліпоксигеназний метаболічні шляхи (Arthur et al., 2018).

Високий попит на продукцію кролівництва та відповідна інтенсивність виробництва вимагає додаткових досліджень у таких сферах як генетика, поліпшення якості одержуваної продукції, розробка профілактичних заходів і раціонів годівлі для кролів. При цьому одним з важливих аспектів є забезпечення нормального функціонування шлунково-кишкового тракту, що неможливо без урахування стану його імунних структур. Стан кишечника та морфогенез його основних гістологічних структур є показником його функціональної здатності у перетравленні корму, забезпеченні високих приростів а також імунного статусу. Не зважаючи на наявність окремих даних по будову, склад і топографію імунних структур кишечника добре відомих порід (Fedorenko, 2018), вони потребують періодичного оновлення, необхідні відповідні дослідження у нових скоростиглих кровів, у тому числі їх вікової динаміки.

Метою роботи є встановлення особливостей будови кишечника і його імунних структур асоційованих зі слизовою оболонкою кролів м'ясної скоростиглої породи у віковій динаміці на тканинному рівні їх структурної організації.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили на базі кафедри нормальної і патологічної анатомії с.-г. тварин Дніпровського державного аграрно-економічного університету з дотриманням вимог міжнарод-

ного та українського законодавства, а також гуманних етичних норм. Матеріалом дослідження був тонкий і товстий відділи кишечника, отримані від клінічно здорових кролів м'ясної породи, по п'ять особин у віковій групі: 1-, 10-, 20-, 30-, 60- і 90-добового постнатального розвитку.

Для гістологічного дослідження відбирали невеликі фрагменти з кожного відділу кишечника та фіксували в 10%-вому формаліні від 24 год і більше, після зневоднювали в спиртах і заливали у парафін. Парафінові зрізи органів товщиною 3 мкм забарвлювали гематоксиліном та еозином за загальноприйнятою методикою (Horalskyi et al., 2015; Gavrillin et al., 2017). Мікропрепарати досліджували за допомогою світлового мікроскопа *Leica DM 1000*, фото виготовляли з використанням програми *LAS V4.12*.

На площі зрізу визначали наявність лімфоїдної тканини та різні стадії її диференціації (скупчення лімфоїдної тканини, лімфоїдні вузлики, лімфоїдні вузлики з центрами розмноження), стадії розвитку самих лімфоїдних вузликів (дифузна лімфоїдна тканина, предвузлик, лімфоїдний вузлик із капсулою, лімфоїдний вузлик із центром розмноження), якісні показники лімфоїдних вузликів, характер розміщення лімфоїдної тканини та лімфоїдних вузликів у товщі слизової оболонки, а також особливостей самої слизової оболонки.

Результати

Мікроскопічно стінка тонкого і товстого кишечника у кролів складається зі слизової, м'язової та серозної оболонок. При цьому найбільшою з них, за площею, у всіх вікових групах та відділах є слизова. У свою чергу слизова оболонка включає епітелій, з характерними особливостями для кожного відділу, власну пластинку слизової оболонки, в якій може знаходитися лімфоїдна тканина, м'язову пластинку з гладких м'язових клітин і підслизову основу, що складається з пухкої волокнистої сполучної тканини з численними судинними сплетіннями. Імунні структури кишечника, як і організму в цілому, побудовані з лімфоїдної тканини, представлені ретикулярною тканиною, в петлях якої розміщуються клітини лімфоїдного ряду. Ретикулярна тканина складається з ретикулярних клітин і волокон. Із клітин лімфоїдного ряду виявляли лімфоцити (малі, середні та великі), плазматичні клітини та макрофаги.

У кролів добового віку в дванадцятипалій, тонкій і клубовій кишках виявляються окремі клітини лімфоїдного ряду у власній пластинці слизової оболонки, а також між клітинами епітелію. Однак уже в цей період у клубовій кишці сформовано її специфічне утворення – лімфоїдний дивертикул клубової кишки. На гістологічних препаратах лімфоїдного дивертикулу клубової кишки добре виражена дифузна лімфоїдна тканина у власній пластинці слизової оболонки під епітеліальним покривом, яка займає значну її частину. Клітини дифузної лімфоїдної тканини в даних зрізах розташовані відносно рівномірно у декілька рядів і без утворення лімфоїдних вузликів. Біля основи дифузної лімфоїдної тканини судинне русло виражено краще, ніж у відділах тонкого кишечника, де вона відсутня.

У товстому відділі кишечника новонароджених кроликів помітні окремі клітини лімфоїдного ряду у власній пластинці слизової оболонки. Однак у сліпій, великій ободовій і прямій кишках окремі клітини лімфоїдного ряду зустрічаються між епітеліальними клітинами. Крім того, для сліпої кишки вже в добових кроликів характерна наявність такого специфічного утворення, як апендикс. На гістологічних препаратах апендикса видно дифузну лімфоїдну тканину під шаром епітелію в товщі власної пластинки слизової оболонки. При цьому вона займає практично весь її простір (рис. 1). Будова дифузної лімфоїдної тканини апендикса подібна до такої у лімфоїдному дивертикул клубової кишки кроликів цього ж віку. Тобто клітини дифузної лімфоїдної тканини апендикса мають віднос-

Рис. 1. Апендикс кроля добового віку з дифузною лімфоїдною тканиною, $\times 40$

но рівномірне розташування, не утворюють лімфоїдні вузлики та розміщені, порівняно з іншими відділами товстого кишечника, над добре розвиненим судинним руслом.

На 10-ту добу постнатального розвитку кролів у тонкому відділі кишечника виявляються окремі клітини лімфоїдного ряду у власній пластинці слизової оболонки та між клітинами епітелію; крім того, у власній пластинці з'являються скупчення клітин лімфоїдного ряду, переважно на вільному від брижі краї. У лімфоїдному дивертикулі клубової кишки, на відміну від новонароджених, починають формуватися округло-овальні, рідше грушоподібні вузлики без чітких меж і капсул, шляхом більш щільного розміщення клітин, із відсутністю центру розмноження. Кількість таких вузликів варіює в діапазоні від 5 до 12.

У товстому відділі кишечника 10-добових кролів зберігаються ті ж самі особливості розміщення окремих клітин лімфоїдного ряду, що й у добових. Але відзначаються зміни в дифузній лімфоїдній тканині апендикса, як і в лімфоїдному дивертикулі клубової кишки даної вікової групи. Також з'являється скупчення лімфоїдних клітин – предвузлики переважно округло-овальної, іноді грушоподібної або неправильної форми, які не мають капсул, чітких меж і центрів розмноження, між ними лімфоцити розміщуються менш щільно. Таких вузликів налічується більше 20 на зрізі.

У групі кролів 20-добового віку в дванадцятипалій, тонкій і клубовій кишках окремі клітини лімфоїдного ряду, як і в розглянутих вікових групах, були виявлені у власній пластинці слизової оболонки, а також між епітеліальними клітинами. Проте виявляли поодинокі лімфоїдні вузлики без центрів розмноження та згруповані лімфоїдні вузлики на вільному від брижі краї кишки у власній пластинці слизової оболонки. Лімфоїдні вузлики мали округло-овальну форму. Згруповані лімфоїдні вузлики були орієнтовані своєю довгою віссю вздовж кишки і мали добре розвинену судинну мережу. У складі груп лімфоїдних вузликів спостерігали сформовані лімфоїдні вузлики з тонкою волокнистою сполучнотканинною капсулою. У деяких формувалася центр розмноження із не щільно розміщеними клітинами, а навколо центра клітини лежали щільніше, що формувало мантию лімфоїдних вузликів, у деяких – з виступаючим куполом. Деякі лімфоїдні вузлики були оточені пухкою волокнистою сполучною тканиною, яка утворювала тонкий шар. Між вузликами зберігалася дифузна лімфоїдна тканина, хоча й у меншій кількості, ніж у 10-добових кролів. У згрупованих лімфоїдних вузликах 20-добових кролів з'явилася відмінність лімфоїдних вузликів і за формою. Крім переважно округло-овальної, відзначали наявність трикутних і неправильних форм. У складі груп лімфоїдних вузликів дванадцятипалої кишки налічували близько 8 лімфоїдних вузликів, до трьох з яких мали центри розмноження, в порожній – до шести лім-

Рис. 2. Апендикс 60-добового кроля має сформовані лімфоїдні вузлики з центрами розмноження, $\times 40$

фоїдних вузликів і лише 2–3 із них були з центрами розмноження, та в клубовій кишці – близько 10 і до чотирьох із них мали центри розмноження. У згрупованих лімфоїдних вузликах клубової кишки лімфоїдні вузлики місцями розташовувалися в два ряди і мали більш витягнуту форму. У лімфоїдному дивертикулі клубової кишки лімфоїдні вузлики за формою були округло-овальними, трикутними, грушоподібними або неправильними; їх кількість становила близько 16, з них до 7 мали центри розмноження.

У товстому відділі кишечника тварин, на відміну від 10-добових, на початку сліпої кишки знаходилися округло-овальні поодинокі лімфоїдні вузлики без центрів розмноження. В апендиксі лімфоїдних вузликів налічували понад 30, деякі з них мали центри розмноження. При цьому лімфоїдні вузлики апендикса біля своєї основи мали розвинену судинну мережу, іноді розміщувалися в два ряди, що обумовлювало наявність не лише округло-овальних форм, але й трикутних, й неправильних.

На 30-ту добу постнатального періоду серед згрупованих лімфоїдних вузликів, крім перелічених форм, почали з'являтися лімфоїдні вузлики грушоподібної форми, які найчастіше розташовувалися в два ряди, іноді проникали в підслизову основу. У дванадцятипалій кишці в складі лімфоїдної бляшки налічували до 8 лімфоїдних вузликів, до трьох з яких мали центри розмноження, у порожній – близько 7 і до трьох центрів розмноження в них, у клубовій – до 16 і тільки близько 6 з них з центрами розмноження. У лімфоїдному дивертикулі клубової кишки лімфоїдні вузлики іноді розміщувалися в два ряди; їх кількість сягала 20, до 6 з них мали центри розмноження.

У групі кролів 30-добового віку в товстому відділі кишечника відмінності від попередніх вікових груп спостерігали в сліпій кишці, де формувалися згруповані лімфоїдні вузлики, у складі яких були округло-овальні чи грушоподібні 6–8 лімфоїдних вузликів без центрів розмноження, що розміщувалися не лише у власній пластинці слизової оболонки, але іноді й у її підслизовій основі. В апендиксі налічували до 30 лімфоїдних вузликів, багато з яких мали центр розмноження і часто розташовувалися в два ряди.

У 60-добових кролів лімфоїдні вузлики відрізнялися переважно неправильною формою, їх кількісними показниками у складі згрупованих лімфоїдних вузликів і незначною кількістю дифузної лімфоїдної тканини між ними. У згрупованих лімфоїдних вузликах дванадцятипалої кишки налічували близько 12 лімфоїдних вузликів, у порожній – до 8, у клубовій – до 20; практично всі вузлики мали центри розмноження. У лімфоїдному дивертикулі клубової кишки лімфоїдні вузлики розміщувалися в два–три ряди, та їх кількість досягала 50, наявність центру розмноження відзначали практично в усіх лімфоїдних вузликах.

Товстий відділ кишечника даної вікової групи характеризує наявність у згрупованих лімфоїдних вузликах сліпої кишки близько 20 вузликів, а в апендиксі – понад 40, які практично всі мали центри розмноження, а в апендиксі ще й розташовувалися в два–три ряди (рис. 2).

Тонкий відділ кишечника 90-добових кролів відрізняла кількісна характеристика лімфоїдних вузликів у складі згрупованих лімфоїдних вузликів. Так, у дванадцятипалій кишці було до 10 вузликів, у порожній кишці – близько 9, у клубовій – близько 19 вузликів. Лімфоїдних вузликів лімфоїдного дивертикулу клубової кишки налічували понад 60, вони розміщувалися в два–три ряди, мали переважно неправильну форму.

Товстий відділ кишечника кролів на 90-ту добу постнатального розвитку виділяла наявність у складі згрупованих лімфоїдних вузликів сліпої кишки до 28 лімфоїдних вузликів, розташованих у два ряди, а в апендиксі близько 40 розміщених в два–три ряди.

Обговорення

Відомо, що лімфоїдні утворення мають стадійний розвиток: на першому етапі з'являються скупчення дифузної лімфоїдної тканини, на другому – серед дифузної лімфоїдної тканини утворюються лімфоїдні вузлики без центрів розмноження, на третьому – виявляються лімфоїдні вузлики з центрами розмноження і на четвертому – в онтогенезі зникають лімфоїдні вузлики з одночасним кількісним зменшенням дифузної лімфоїдної тканини (Korableva, 2011).

За результатами дослідження Malkov et al. (2011) у кролів живою масою 1,5–2 кг у тонкому відділі кишечника виявляли лімфоїдну тканину в незначній кількості у вигляді дифузної лімфоїдної тканини в товщі власної пластинки слизової оболонки та поодинокі лімфоїдні вузлики (Malkov et al., 2011). Аналогічні результати отримані й іншими дослідниками (Velikanov et al., 2011). У тонкому відділі кишечника на його антимезентеріальному краї виявлені поодинокі лімфоїдні вузлики, деякі з яких мали центри розмноження (Cesta, 2006). Крім того, унікальність кролів полягала в наявності апендикса, який містив велику кількість лімфоїдних вузликів і лімфоїдного дивертикула клубової кишки, що являє собою периферичні згруповані лімфоїдні вузлики в кінцевій частині клубової кишки.

У порожній кишці 10-добових кролів, яких досліджував Oripov, (2011), зареєстровані невеликі скупчення лімфоїдних вузликів, переважно поблизу дванадцятипалої та клубової кишок, рідше в середній її частині. У 20-добових кроликів виявлені скупчення лімфоїдних вузликів з максимальною щільністю внутрішньотканинний лімфоцитів, у 30-добовому віці цей показник був нижче.

Зазначено, що в лімфоїдному дивертикулі клубової кишки 4-місячних кролів породи білий Паннон лімфоїдні вузлики з капсулами розташовувалися, як правило, в один ряд; більшість з них мала центр розмноження. Вузлики мали неправильну трикутну або овальну форму, були оточені пухкою волокнистою сполучною тканиною знизу та з боків, з утворенням тонкого шару. Дифузна лімфоїдна тканина представлена в незначній кількості між лімфоїдними вузликами (Fedorenko, 2018).

У лімфоїдному дивертикулі клубової кишки 2-місячних кролів виявлено лімфоїдні вузлики неправильної округлої або овальної форми, в апендиксі вони мали переважно конусоподібну форму і центри розмноження, при цьому заповнювали практично всю підслизову основу (Kisera et al., 2018).

Для домашньої птиці (курчата бройлерів та індиків) характерною особливістю є поява в незначній кількості окремих клітин лімфоїдного ряду в слизовій оболонці кишечника на 5-ту добу після вилуплення, а на 14-ту добу – перші згруповані лімфоїдні вузлики (Sell, 1996).

Лімфоїдні утворення тонкого відділу кишечника мускус-

них качок до 20 діб постнатального розвитку являють собою скупчення дифузних лімфоїдних клітин. Поодинокі лімфоїдні вузлики починають з'являтися тільки у віці 20–30 діб, а центри розмноження в них – з 90-добового віку (Barsukova, 2013; Gavrilin et al., 2014 року).

У порожній кишці новонароджених поросят виявляються згруповані лімфоїдні вузлики, у складі яких лімфоїдні вузлики без центрів розмноження. На 3-тю добу постнатального розвитку поросят у згрупованих лімфоїдних вузликах з'являються в невеликій кількості лімфоїдні вузлики з центрами розмноження, на 15-ту добу кількість лімфоїдних вузликів з центрами розмноження і без них у складі згрупованих лімфоїдних вузликів практично однакова (Slesarenko et al., 2007).

Первинний купол у вигляді лімфоїдної інфільтрації в клубовій кишці плодів овець вперше виявили на 73 добу розвитку, а згруповані лімфоїдні вузлики починають формуватися у 96-ту добу пренатального розвитку. На 147-му добу розвитку плодів у лімфоїдних вузликах згрупованих лімфоїдних вузликів зафіксували центри розмноження (Özbek & Bayraktaroglu, 2019).

Для плодів бика домашнього характерна наявність у кишечнику лімфоїдних утворень на 100-ту добу ембріонального розвитку, лімфоїдних вузликів – на 175-ту добу і згрупованих лімфоїдних вузликів – на 120-ту добу в товщі підслизової основи тонкої кишки і на 137–155 добу – в дванадцятипалій кишці (Korableva, 2011).

Аналогічно даним Cesta (2006) і Oripov (2011), у досліджуваних кролів також фіксували поодинокі вузлики в тонкому відділі кишечника з 10-добового віку; на мікроанатомічному рівні істотних відмінностей в імунних структурах, асоційованих зі слизовою оболонкою кишечника в кроликів різного напрямку використання не виявлено.

Результати наших досліджень про наявність у лімфоїдному дивертикулі клубової кишки лімфоїдних вузликів, переважно з центрами розмноження в групах кролів 60- і 90-добового віку, узгоджуються з отриманими раніше даними (Fedorenko, 2018).

Порівняно з даними, отриманими у птахів, у кролів диференціація лімфоїдної тканини відбувається в більш ранні вікові періоди, але пізніше, ніж в овець і поросят. При цьому стадійність утворення імунних структур кишечника, асоційованих з його слизовою оболонкою, подібна описаній (Korableva, 2011), проте в досліджених вікових групах не спостерігали четвертий етап їх розвитку.

Висновки

1. У кишечнику кролів є специфічні утворення – лімфоїдний дивертикул клубової кишки та апендикс, які характерні для всіх вікових груп і містять велику кількість лімфоїдної тканини, що виділяє їх макроскопічно наявністю більш щільної стінки.

2. У лімфоїдних вузликах кишечника спостерігаються характерні для вікової динаміки закономірності їх диференціації: спочатку формується дифузна лімфоїдна тканина у власній пластинці слизової оболонки (у добових кроликів), потім її ущільнення – формування передвузликів (на 10-ту добу постнатального розвитку), з подальшим формуванням лімфоїдних вузликів із капсулою і подальшою появою в них центрів розмноження (у 20-добових кролів). Усі стадії розвитку можна спостерігати в різних відділах кишечника кролів одного віку та навіть у складі згрупованих лімфоїдних вузликів; у більшості з них з віком з'являються центри розмноження і зменшується відстань між лімфоїдними вузликами.

3. Імунні структури та клітини найчастіше зустрічаються у власній пластинці слизової оболонки. Окремі клітини лімфоїдного ряду рідше можна помітити між клітинами епітелію. Біла імунних структур завжди добре розвинена судинна сітка.

References

- Abousekken, M. S., Azazy, M. F., El-Khtam, A. O., & Zagloul, W. K. (2015). Impact of artemisia annua L. Supplementation on growth performance and control of *Coccidiosis* in rabbit. *Journal of American Science* 11(5), 159–169.
- Arthur, S., Singh, S., & Sundaram, U. (2018). Cyclooxygenase pathway mediates the inhibition of Na-glutamine co-transporter B0AT1 in rabbit villus cells during chronic intestinal inflammation. *PLOS ONE*, 13(9), e0203552.
- Barsukova, V. V. (2013). Osoblivosti immunnih struktur tonkoï kishki muskusnih kachok u rann'omu postnatal'nomu ontogenezi [Features of immune structures of thin husk herbs chicken in the early postnatal ontogenesis]. *Veternarna Medytyna, Yakist i Bezpeka Produktsiyi Tvarynyystva*, 188 (1), 43–49 (in Ukrainian).
- Brahmantiyo, B., Raharjo, Y. C., & Prasetyo, L. H. (2018). Production performance of HyCole, New Zealand White Rabbits and its reciprocal. *Jurnal Ilmu Ternak Dan Veteriner*, 22(1), 16.
- Carneiro, M., Rubin, C.-J., Di Palma, F., Albert, F. W., Alfoldi, J., Barrio, A. M., Pielberg, G., Rafati, N., Sayyab, S., Turner-Maier, J., Younis, S., Afonso, S., Aken, B., Alves, J. M., Barrell, D., Bolet, G., Boucher, S., Burbano, H. A., Campos, R., Chang, J. L., Duranthon, V., Fontanesi, L., Garreau, H., Heiman, D., Johnson, J., Mage, R. G., Peng, Z., Queney, G., Rogel-Gaillard C., Ruffier, M., Searle, S., Villafuerte, R., Xiong, A., Young, S., Forsberg-Nilsson, K., Good, J. M., Lander, E. S., Ferrand, N., Lindblad-Toh, K. & Andersson, L. (2014). Rabbit genome analysis reveals a polygenic basis for phenotypic change during domestication. *Science*, 345(6200), 1074–1079.
- Cesta, M. F. (2006). Normal structure, function, and histology of mucosa-associated lymphoid tissue. *Toxicologic Pathology*, 34(5), 599–608.
- Deng, Z., Geng, Y., Wang, K., Yu, Z., Yang, P. O., Yang, Z., He, C., Huang, C., Yin, L., He, M., Tang, L. & Lai, W. (2019). Adjuvant effects of interleukin-2 co-expression with VP60 in an oral vaccine delivered by attenuated *Salmonella typhimurium* against rabbit hemorrhagic disease. *Veterinary Microbiology*, 230, 49–55.
- Fedorenko, O. V. (2018). Morphology of the rabbit sacculus rotundus. *Science and Technology Bulletin of SRC for Biosafety and Environmental Control of AIC*, 6(2), 54–58 (in Ukrainian).
- Fernández-Carmona J., Blas E., Pascual J.J., Maertens L., Gidenne T., Xiccato G., & García. (2010). Recommendations and guidelines for applied nutrition experiments in rabbits. *World Rabbit Science*, 13(4).
- Gavrilin, P. N., Gavrilina, O. G., & Kravtsova, M. V. (2017). The compartments of the parenchyma of the lymph nodes in newborn bull calves of domestic cattle (*Bos taurus*). *Regulatory mechanisms in biosystems*, 8(2), 169–178 (in Russian).
- Gidenne, T. (2014). Dietary fibres in the nutrition of the growing rabbit and recommendations to preserve digestive health: a review. *Animal*, 9(02), 227–242.
- Gidenne, T., Garreau, H., Drouilhet, L., Aubert, C., & Maertens, L. (2017). Improving feed efficiency in rabbit production, a review on nutritional, technico-economical, genetic and environmental aspects. *Animal Feed Science and Technology*, 225, 109–122.
- Gumus, H. G., Illa, M., Pla, L., Zamora, M., Crispi, F., & Gratacos, E. (2018). Nutritional intra-amniotic therapy increases survival in a rabbit model of fetal growth restriction. *PLOS ONE*, 13(2), e0193240.
- Haines, R. A., Urbiztondo, R. A., Haynes, R. A. H., Simpson, E., Niewiesk, S., & Lairmore, M. D. (2016). Characterization of New Zealand white rabbit gut-associated lymphoid tissues and use as viral oncology animal model. *ILAR Journal*, 57(1), 34–43.
- Horalskyi, L., Khomych, V., & Kononskyi, A. (2015). Histological techniques and methods of morphological studies in normal and pathological conditions. Polissia, Ukraine (in Ukrainian).
- Kisera, Y. V., Levkivsky, D. M., & Storchak, Y. G. (2018). Immunomorphologic transformation of the appendix of rabbits after antigenic loading using anti-pneumococcal prophylactic preparation “Pneumo-Pro”. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20(83), 235–239.
- Kone, A. P., Desjardins, Y., Gosselin, A., Cinq-Mars, D., Guay, F., & Saucier, L. (2019). Plant extracts and essential oil product as feed additives to control rabbit meat microbial quality. *Meat Science*, 150, 111–121.
- Korableva, T. R. (2011). Limfoidnye obrazovaniya kishchnika mlekopitayushchih. *Naukovi Praci Pivdenного Filialu Nacional'nogo Universitetu Bioresursiv i Prirodokoristuvannya Ukraïni “Kryms'kij Agrotekhnologichnij Universitet”*, 133.
- Kumar, P. V., Maki, M. A. A., Wei, Y. S., Tatt, L. M., Elumalai, M., Cheah, S.-C., Raghavan, B., & Majeed, A. B. B. A. (2018). Rabbit as an animal model for pharmacokinetics studies of enteric capsule contains recombinant human keratinocyte growth factor-loaded chitosan nanoparticles. *Current Clinical Pharmacology*, 14.
- Kurchaeva, E., Derkanosova, N., Shencova, E., Maksimov, I., Vostroilov, A., & Kashirina, N. (2018). Use of inulin and topinambur food fibers in meat-based system with addition of rabbit meat. *International Scientific and Practical Conference “AgroSMART – Smart Solutions for Agriculture” (AgroSMART 2018)*.
- Malkov, A. A., Velikanov, V. V., & Lyah, A. L. (2011). Vliyanie preparata “Ekofiltrum” na morfologiyu nekotorykh organov pishevaritel'noy sistemy krolikov. *Izvestiya Orenburgskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, 4(32–1) (in Russian).
- Özbek, M., & Bayraktaroglu, A. G. (2019). Developmental study on the ileal Peyer's patches of sheep, and cytokeratin-18 as a possible marker for M cells in follicle associated epithelium. *Acta Histochemica*, 121(3), 311–322.
- Oripov, F. (2011). Age morphology of immune structures of rabbit jejunum in the period of early postnatal ontogenesis. *Medical and Health Science Journal*, 5, 130–133.
- Sell, J. L. (1996). Physiological limitations and potential for improvement in gastrointestinal tract function of poultry. *Journal of Applied Poultry Research*, 5(1), 96–101.
- Slesarenko, V. V. & Gavrilin, P. M. (2007). Dinamika klitinnogo skladu limfoidnih blyashok porozhn'oi kishki (zadn'ogo viddilu) u porosyat neonatal'nogo ta molochnogo periodiv. *Visnik DAU*, 2 (in Ukrainian).
- Tsyganchuk, O. B. (2018). Hematologic indices of the young rabbits with the preparation of the prebiotic preparation. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20(84), 171–174.
- Velikanov, V. V., Lyah, A. L., & Malkov, A. A. (2011). Vliyanie preparata “Ekofiltrum” na slizistuyu obolochku zheludochnokishechnogo trakta krolikov. *Vestnik Bashkirskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, (2), 25–30 (in Russian).