

Original researches

Cellular composition of lymph nodes of parenchyma of lymph nodes of rabbits of meat direction

P. M. Gavrilin, I. I. Myroshnychenko

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

Received: 01 November 2019

Revised: 24 November 2019

Accepted: 18 December 2019

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

Tel.: +38-099-054-38-41

E-mail: gibertinna@gmail.com

Cite this article: P. M. Gavrilin, & I. I. Myroshnychenko. (2019). Cellular composition of lymph nodes of parenchyma of lymph nodes of rabbits of meat direction. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 7(4), 245–250. doi: 10.32819/2019.74042

Abstract. Intensive technologies for growing animals are accompanied by a decrease in the impact on them of biotic and abiotic factors and an increase in the dependence of the body on artificially created living conditions. An important criterion for the effectiveness of animal husbandry is animal health, which depends primarily on the state of their immune system, in particular the structural and functional state of the lymphoid organs. Lymph nodes are the peripheral organs of the lymphoid hematopoiesis and immunological protection, which are placed in the direction of passage of the lymphatic vessels, and function as biological filters of the lymph. Somatic (popliteal and submandibular) and visceral (caudal mesentericals and caudal mediastinal) lymph nodes of rabbits of the 90-day age in meat-producing. On histological preparations stained with azur II - eosin, cytoarchitectonics of separate functional zones of the parenchyma (units of the deep cortex (center, peripheral part), primary lymph nodes, lymph nodes with centers (light center, mantle zone) medullary cords were established. The lymph nodes of rabbits are represented by a cluster of compartments, which include structurally functional areas: paracortical, lymph nodes with adjacent parenchyma territories, and medullary cords that are distinguished by the specificity of cellular composition. Determined that the cytogram of individual functional areas of the lymph nodes differs depending on the localization of the lymph nodes (somatic or visceral). It has been found that the main cells of each functional zone of the parenchyma are lymphocytes (small, medium and large), plasma, reticular cells, macrophages and other cells. The main cell population in all functional areas is determined by lymphocytes 67.5–85.5 %. In both somatic and visceral lymph nodes the predominant forms are small lymphocytes, the total number of which ranges from 42 to 45 %.

Keywords: lymphoid parenchyma; cytoarchitectonics; small, medium, large lymphocytes; macrophages; somatic and visceral lymph nodes; lymph nodulus.

Клітинний склад лімфоїдних часточок паренхіми лімфатичних вузлів кролів м'ясного напрямку використання

П. М. Гаврилін, І. І. Мирошніченко

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, Україна

Анотація. Інтенсивні технології вирощування тварин супроводжуються збільшенням кількості антропогенних чинників, що негативно впливають на органи імунної системи, стан здоров'я та продуктивність тварин. Лімфатичні вузли – це периферичні органи кровотворення та імунного захисту, які виконують функцію біологічних фільтрів лімфи. Досліджували соматичні (підколінний, нижньощелепний) та вісцеральні (каудальний брижовий, каудальний середостінний) лімфатичні вузли кролів м'ясного напрямку використання 90-добового віку. На гістологічних препаратах, забарвлених азур II-еозином, установлювали цитоархітектоніку окремих функціональних зон паренхіми (одиниць глибокої кори (центр, периферична частина), первинних лімфатичних вузликів, лімфатичних вузликів із центрами (світлий центр, мантійна зона), мозкових тяжів. Паренхіма лімфатичних вузлів кролів представлена комплексом часточок (компаратментів), до складу яких входять структурно-функціональні зони: паракортикальна (одиниці глибокої кори), лімфатичні вузлики з прилеглими до них територіями паренхіми та мозкові тяжі. Встановлено, що цитограма окремих функціональних зон лімфатичних вузлів відрізняється залежно від локалізації лімфатичних вузлів (соматичні чи вісцеральні). З'ясовано, що основні клітини кожної функціональної зони паренхіми – це лімфоцити (малі, середні, великі), плазматичні та ретикулярні клітини, макрофаги, інші клітини. Основну популяцію клітин в усіх функціональних зонах складають лімфоцити 67,5–85,5 %, переважають малі лімфоцити. У соматичних лімфатичних вузлах у паракортикальній зоні переважну більшість складають малі форми лімфоцитів (42–43 %), у лімфатичних вузликах зі світлим центром їх найбільше (50–53 %), у первинних лімфатичних вузликах переважають середні форми (41–43 %). У вісцеральних лімфатичних вузлах малих лімфоцитів найбільше у мозковій речовині (44–45 %), в усіх інших зонах – середніх лімфоцитів (30–46 %).

Ключові слова: лімфоїдна паренхіма; цитоархітектоніка; малі, середні, великі лімфоцити; макрофаги; соматичні і вісцеральні лімфатичні вузли; лімфатичні вузлики.

Вступ

Імунна система ссавців являє собою функціонально поєднану сукупність лімфоїдних органів (червоний кістковий мозок, тимус, селезінка, лімфатичні вузли, мигдалики, агреговані лімфоїдні вузлики) і скупчення лімфоїдних клітин тіла, де постійно відбуваються процеси проліферації, диференціації, міграції, кооперації та апоптозу імунокомпетентних елементів (Sapin et al., 1978).

Імунітет – це комплекс реакцій, спрямованих на підтримку гомеостазу під час зустрічі організму з агентами, які розцінюються як чужорідні, незалежно від того, утворені вони в самому організмі чи надходять іззовні. Імунна система – одна з найважливіших гомеостатичних систем організму і багато в чому визначає ступінь здоров'я та його адаптаційні можливості. Периферичні органи імунної системи контролюють якість імунної відповіді. Будь-які зміни у структурі цих органів значно впливають на стан імунітету. Лімфатичні вузли, фільтруючи лімфу, забезпечують транспорт антигенів в органи імунітету за допомогою спеціалізованих макрофагів (Willard-Mack, 2006; Sainte-Marie, 2010; Margaris & Black, 2012).

У морфології імунної системи залишаються невирішеними і дискусійними низька питань, зокрема, це стосується історичного і порівняльно-морфологічного аспектів вивчення даної системи.

Лімфатичні вузли беруть найактивнішу участь у компенсації структурно-функціональних порушень, що виникають в організмі (Elmoge, 2006). Традиційно в лімфатичних вузлах виділяють три зони: кіркову і мозкову речовини, паракортикальну зону. В- і Т-лімфоцити розміщені в різних зонах, де відбувається їх антигензалежна проліферація і диференціація. Крім того, виконуючи захисну функцію, лімфатичні вузли беруть участь в імунних реакціях і відіграють роль своєрідних фільтрів для відтікаючої лімфи на її шляху до кровоносного русла (Ikomi et al., 2012).

Наразі відомо, що паренхіма лімфатичних вузлів поділена на лімфатичні часточки чи компартменти (Vyrenkov et al., 1995; Butler et al., 2016; Gavrilin et al., 2017). Кожна лімфоїдна часточка у різних видів тварин має однаковий принцип будови та представлена сукупністю чотирьох основних компонентів: зони проліферації Т- і В-лімфоцитів; зони транзиту лімфоцитів і міжклітинної взаємодії та зони накопичення плазмочитів та синтезу антитіл (Kowala & Schoefl, 1986; Margaris & Black, 2012; Ikomi et al., 2012).

Відомо, що формування лімфатичних часточок відбувається у пренатальному періоді онтогенезу (Mebius, 2003). Згідно з дослідженнями лімфатичних вузлів плодів великої рогатої худоби відокремлення часточок із формуванням комплексу основних функціональних зон відбувається з 5-місячного віку (Gavrilin et al., 2018).

Лімфа в лімфатичному вузлі проходить через цілу фільтраційну систему, представлену лімфатичними синусами: підкапсулярним, проміжними кірковими, мозковими, хіларним. Крім клітин, що вистилають стінки синусів і розташованих у їх просвіті, там міститься мережа колагенових і ретикулярних волокон. В очищенні лімфи в синусах беруть участь також лімфоїдні клітини і макрофаги. Порушення транспортної функції лімфатичного русла відбувається у разі патологічних змін лімфатичних вузлів. Їх бар'єрна функція у випадку запалення полягає в уповільненні лімфотоку, створенні оптимальних умов для фагоцитозу, накопиченні лімфоцитів із максимальним зближенням їх із макрофагами. За дії антигенів відбувається проліферація лімфоцитів і плазмочитів, у результаті в лімфу надходять антитіла (Sapin et al., 1978; Elmoge, 2006).

Клітинний склад паренхіми лімфатичних вузлів ссавців та його динаміку протягом онтогенезу висвітлено у низці досліджень. Зокрема, досліджено морфогенез лімфатичних вузлів та

їх клітинний склад протягом пренатального періоду онтогенезу у великої рогатої худоби (Lieshcheva, 2007), у постнатальному періоді розвитку свиней (1–10-та доба) (Tishkina & Gavrilin, 2008; Grigoriev, 2013), нутрій – від місяця до 3 років (Kiseliova & Panfilov, 2008), статевозрілих верблюдів (Gavrilin et al., 2013; 2015).

З'ясовано що клітинний склад лімфоїдної паренхіми як кількісно, так і якісно відрізняється у соматичних та вісцеральних вузлах. У внутрішніх, зокрема, у каудальному середостінному та брижових лімфатичних вузлах, міститься значно більше клітинних компонентів, що може бути показником більш активного функціонального стану (Lieshcheva, 2007). Цитоархітекtonіка різних функціональних зон паренхіми лімфатичних вузлів теж відрізняється. Так, у кірковому плато лімфатичних вузлів переважно більшість складають середні лімфоцити, у невеликій кількості наявні нейтрофіли та еозинофіли гранулоцити різної стадії зрілості. У мозкових тяжках найбільше малих лімфоцитів, а ретикулярних клітин значно більше у фолікулах, дещо менше в кірковому плато і мозковій речовині (Gavrilin & Lieshcheva, 2008).

Згідно з наявними морфологічними даними щодо лімфатичних вузлів у лабораторних тварин з'ясовано, що у новонароджених кроликів вузли не диференційовані та не містять лімфоїдних фолікулів (Marsulov, 2011). Попередніми дослідженнями встановлено, що паренхіма лімфатичних вузлів кролів 90-добового віку характеризується чітко вираженою морфологічною полярністю з наростанням її обсягу та щільністю у напрямку приносних лімфатичних судин (Gavrilin & Gibert, 2018). У структурно-функціональному відношенні кіркова речовина поділялася на інтерфолікулярну та фолікулярну зони (В-залежні) і центри одиниць глибокої кори та паракортикальні зони (Т-залежні). Лімфоїдні фолікули, залежно від їх розмірів, поділялися на малі, середні та великі. Структурні компоненти паренхіми відрізнялися кількісним умістом клітинних елементів залежно від віку кролів. Основна маса імунокомпетентних клітин була зосереджена в кірковій речовині лімфатичних вузлів (Gavrilin & Gibert, 2018).

Метою роботи було встановлення цитоархітекtonіки різних функціональних зон лімфоїдної паренхіми лімфатичних вузлів 90-добових статевозрілих кролів м'ясного напрямку використання.

Матеріал і методи досліджень

Досліджували лімфатичні вузли: соматичні (підколінні, нижньощелепні) та вісцеральні (каудальні брижові, каудальні середостінні), які методом анатомічного препарування відбирали від 5 особин 90-добових статевозрілих клінічно здорових кролів кросу Нурплус в умовах приватного господарства Запорізької області. Вік тварин датований за часом народження.

Експериментальна частина роботи виконана в лабораторії гістології, імуноцитохімії та патоморфології Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК при кафедрі нормальної та патологічної анатомії сільськогосподарських тварин Дніпровського державного аграрно-економічного університету. Кожен лімфатичний вузол розрізали в сагітальній площині через ворота з урахуванням їх гістоархітекtonіки, фіксували у 10 % водному розчині нейтрального формаліну з подальшим заливанням у парафін, виготовленням тонких парафінових зрізів і забарвленням азур II-еозином (Goralskij et al., 2015). Відносну кількість клітин (цитограми) окремих структурно-функціональних зон паренхіми: паракортикальна зона (одиниці глибокої кори), лімфоїдних вузликів (первинні лімфатичні вузлики, вузлики зі світлим центром (світлий центр, мантійна зона), мозкових тяжів лімфатичних вузлів визначали шляхом диференційного підрахунку 100 клі-

Таблиця 1. Відносна кількість клітин в одиницях глибокої кори лімфоїдної паренхіми лімфатичних вузлів кролів, % (M ± m, n = 5)

Клітини	Лімфатичні вузли				
	підколінний	нижньощелепний	каудальний брижовий	каудальний середостінний	
Лімфоцити	бласти і великі	2,98 ± 0,36	3,12 ± 0,25	2,87 ± 0,38	2,52 ± 0,18
	середні	37,16 ± 2,18	38,23 ± 1,56	41,15 ± 2,07	42,08 ± 1,76
	малі	43,15 ± 2,11	42,32 ± 2,74	37,41 ± 2,95	36,28 ± 2,32
	плазматичні	1,86 ± 0,16	1,68 ± 0,21	2,65 ± 0,28	2,23 ± 0,35
	ретикулярні	11,36 ± 1,42	10,23 ± 1,87	12,46 ± 1,84	12,89 ± 1,65
	макрофаги	2,54 ± 0,38	3,18 ± 0,65	1,89 ± 0,15	2,25 ± 0,22
	інші	0,95 ± 0,16	1,24 ± 0,14	1,57 ± 0,13	1,75 ± 0,28

тин у 5 полях зору кожної ділянки на 3 препаратах кожного органа (Avtandilov, 1990).

Морфометричну обробку даних здійснювали за допомогою програми Leica QwinV.3. У таблицях наведено середні значення (M) та їх похибка (m). Гістологічні зрізи фотографували цифровою камерою Leica DFC 295 і зберігали зображення у форматі малюнків на електронних носіях.

Результати

З'ясовано, що цитоархітектоніка паракортикальних зон (одиниці глибокої кори) лімфатичних вузлів 90-добових кролів м'ясного напрямку використання характеризується високим умістом лімфоцитів, загальна кількість яких коливається від 85,5 % у соматичних до 83,5 % у вісцеральних лімфатичних вузлах (табл. 1).

Одиниці глибокої кори соматичних лімфатичних вузлів характеризуються великою кількістю малих форм лімфоцитів, які сягають майже 45 %, у той час як у вісцеральних ці показники дещо менші, не перевищують 38 %. Уміст середніх лімфоцитів цієї функціональної зони соматичних вузлів не вищий 38,2 %, а у вісцеральних ці показники складають 42 %. Друга за чисельністю популяція клітин в одиницях глибокої кори – ретикулярні клітини. Їх уміст у соматичних лімфатичних вузлах сягає 11,5 %, а у вісцеральних – 13 %. В одиницях глибокої кори також трапляються у невеликій кількості плазматичні клітини, їх кількість у соматичних лімфатичних вузлах не перевищує 1,9 %, а у вісцеральних – 2,65 %. Відносна кількість макрофагів у соматичних вузлах приблизно 3,18, а у вісцеральних – 2,25 %. Постійними клітинними елементами в кожній функціональній зоні паренхіми лімфатичних вузлів кролів є клітини крові, а саме еритроцити, еозинофілії, базофілії та нейтрофілії лейкоцити. Їх кількість в одиницях глибокої кори підко-

лінного вузла не перевищує 1 %, в той час як в інших вузлах становить 1,2–1,75 % (див. табл. 1).

Мозкові тяжі – це зона лімфоїдної паренхіми, що має вигляд клітинних тяжів, які переплітаються між собою і розділені системою мозкових синусів. Особливість їх клітинного складу полягає у відносно високому вмісті ретикулярних клітин і великих лімфоцитів, порівняно з іншими функціональними зонами паренхіми лімфатичних вузлів (табл. 2).

Проаналізувавши клітинний склад мозкових тяжів лімфатичних вузлів кролів м'ясного напрямку використання, визначили, що переважні клітинні елементи – це клітини лімфоїдного ряду, які сумарно складають у соматичних вузлах 80 %, а у вісцеральних – 78,5 %. Як і в паракортикальних зонах, найбільше з них малих: їх кількість у соматичних сягає 43,5 % та 44,5 % у вісцеральних. Відносно середніх лімфоцитів, їх кількість у соматичних вузлах складає майже 35 %, на відміну від вісцеральних, де їх кількість не перевищує 31 %. Цікаво, що в цій функціональній зоні серед лімфоцитів найбільше малих як у соматичних, так і в вісцеральних вузлах.

У мозковій речовині (мозкових тяжках) соматичних лімфатичних вузлів відносна кількість бластів і великих лімфоцитів сягає майже 4 %, порівняно з вісцеральними, де не перевищує 3,2 %. Вміст ретикулярних клітин у цій зоні паренхіми соматичних вузлів складає 16,7 %, дещо вищий цей показник у вісцеральних – майже 17,9 %. Уміст інших клітин у мозковій речовині лімфатичних вузлів порівняно з іншими елементами незначний і складає відповідно 1,6 % і 1,4 %.

Зважаючи на отриманні дані, можна зробити висновок, що основна маса лімфоїдної тканини лімфатичних вузлів 90-добових кролів м'ясного напрямку використання зосереджена в кірковій речовині.

Незважаючи на те, що лімфоїдні вузлики складаються з тих самих клітинних компонентів, кількість різних клітин знач-

Таблиця 2. Відносна кількість клітин мозкових тяжів лімфоїдної паренхіми лімфатичних вузлів кролів, % (M ± m, n = 5)

Клітини	Лімфатичні вузли				
	підколінний	нижньощелепний	каудальний брижовий	каудальний середостінний	
Лімфоцити	бласти і великі	3,56 ± 0,43	3,82 ± 0,25	2,91 ± 0,38	3,14 ± 0,35
	середні	34,81 ± 2,52	32,43 ± 1,82	30,65 ± 1,19	30,88 ± 1,26
	малі	41,75 ± 2,83	43,45 ± 2,86	44,16 ± 1,69	44,52 ± 2,12
	плазматичні	1,33 ± 0,23	1,21 ± 0,17	1,85 ± 0,18	1,37 ± 0,25
	ретикулярні	16,21 ± 1,75	16,69 ± 1,52	17,65 ± 0,96	17,89 ± 1,23
	макрофаги	1,05 ± 0,32	1,16 ± 0,25	1,56 ± 0,29	1,13 ± 0,12
	інші	1,29 ± 0,35	1,24 ± 0,34	1,22 ± 0,27	1,07 ± 0,25

Таблиця 3. Відносна кількість клітин у первинних лімфатичних вузликах деяких соматичних та вісцеральних лімфатичних вузлів кролів м'ясного напрямку використання, % ($M \pm m$, $n = 5$)

Клітини	Лімфатичні вузли			
	підколінний	нижньощелепний	каудальний брижовий	каудальний середостінний
Лімфоцити				
бласти і великі	1,53 ± 0,16	2,35 ± 0,28	2,27 ± 0,13	2,88 ± 0,27
середні	41,42 ± 2,66	43,36 ± 1,25	35,22 ± 1,16	32,85 ± 1,34
малі	36,14 ± 1,16	33,77 ± 1,03	31,65 ± 1,45	31,76 ± 1,18
плазматичні	0,81 ± 0,15	2,25 ± 0,36	3,22 ± 0,31	1,63 ± 0,21
ретикулярні	11,25 ± 0,32	12,43 ± 0,58	20,67 ± 2,72	22,38 ± 1,65
макрофаги	4,53 ± 0,61	2,62 ± 0,34	4,28 ± 0,54	6,63 ± 0,74
інші	4,32 ± 0,48	3,12 ± 0,27	1,69 ± 0,13	1,87 ± 0,18

но відрізняється залежно від розміщення лімфатичних вузлів (соматичні і вісцеральні), а також від ступеня розвитку лімфатичних вузликів (із центром розмноження та без центра). У первинних вузликах (без центрів розмноження) так само, як і в паракортикальній зоні, основними клітинними компонентами визначаються лімфоцити та ретикулярні клітини. Кількість ретикулярних клітин у первинних лімфатичних вузликах вісцеральних вузлів сягає 22,4 %, а у соматичних – близько 12,5 %. Порівняно з іншими структурами, у первинних лімфатичних вузликах як соматичних, так і вісцеральних лімфатичних вузлів значно більше визначається макрофагів 4,5 та 6,7 % та інших клітин 4,4 та 1,9 % відповідно (табл. 3).

У вторинних лімфоїдних вузликах (із центрами розмноження) чітко виражені гермінативні центри, а також навколишня периферійна мантийна зона. Клітинний склад кожної зони вузлика представлений однаковими клітинами, але з різною щільністю і відносною кількістю кожної клітинної популяції. Так, у мантийній зоні клітини розміщені більш щільно, а в центрі вузлика – рідше (рисунк).

Світлі центри в лімфатичних вузликах лімфатичних вузлів кролів утворені ретикулярними клітинами, середніми та великими лімфоцитами, що оточені малими лімфоцитами, скупчення яких створює темні зони. У вузликах із центрами розмноження як у світлому центрі, так і в мантийній зоні переважні клітини складають лімфоцити, найбільше яких визначено в соматичних (86 %), у вісцеральних цей показник – приблизно 80 %. У мантийній зоні вторинних лімфатичних вузликів загальна кількість лімфоцитів складає 83 % у соматичних та

80 % у вісцеральних. Установлено, що в лімфатичних вузликах із центрами розмноження в соматичних вузлах максимальну кількість складають малі лімфоцити, як у світлому центрі (53,7 %) , так і в мантийній зоні (50,7 %). Фактично удвічі рази менше у цих зонах середніх лімфоцитів. У світлих центрах соматичних лімфатичних вузлів їх відносна кількість складає 29,7 %, а в мантийній – 33,5 %. Мінімальну кількість у відповідних зонах лімфоїдної паренхіми соматичних вузлів складають бласти і великі лімфоцити. При цьому їх кількість у мантийній зоні значно нижча, ніж у світлих центрах. Так, у мантийній зоні вторинних вузликів їх кількість не перевищує 1,6 % у соматичних та 1,7 % у вісцеральних, а у світлих центрах ці показники сягають 2,2 % та 4,9 % відповідно (табл. 4).

Обговорення

На органному рівні структурної організації лімфатичні вузли являють собою щільні компактні утворення. Соматичні лімфатичні вузли кролів – це повністю відокремлені, поодинокі органи, в той час як вісцеральні характеризуються множинним скупченням різних за розміром лімфатичних вузлів, що утворюють або великі пакети (брижові лімфатичні вузли), щільно розміщені у жировій тканині, або грона (середостінні лімфатичні вузли), не утворюючи при цьому конгломератів (Gavrilin & Gibert, 2016).

Гістоархітектоніка лімфоїдної паренхіми в лімфатичних вузлах кролів характеризується чітко вираженою морфологічною полярністю. Вони побудовані за єдиним принципом і явля-

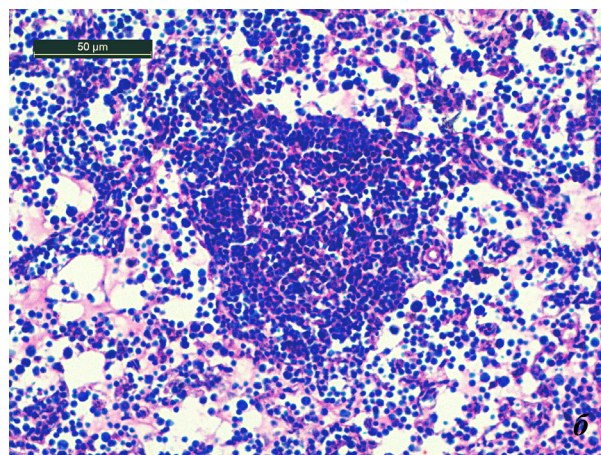
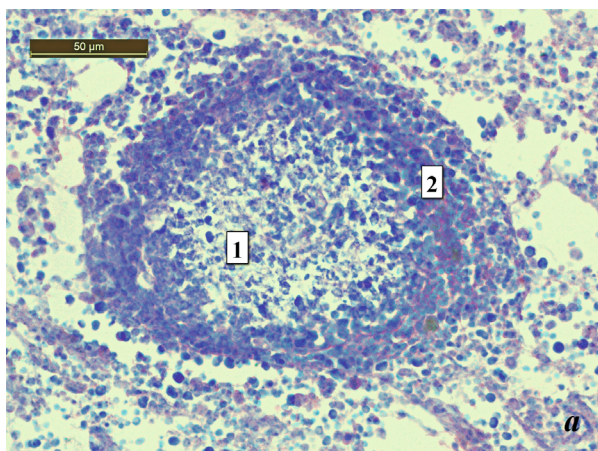


Рисунок. Лімфатичні вузлики: а – зі світлим центром; б – без світлого центра (гістологічний препарат каудального середостінного лімфатичного вузла кролика 90-добового віку). Гематоксилін та еозин, $\times 100$: 1 – світлий центр лімфатичного вузлика, 2 – мантийна зона лімфатичного вузлика

Таблиця 4. Відносна кількість клітин у вторинних лімфатичних вузлах деяких соматичних та вісцеральних лімфатичних вузлів кролів м'ясного напрямку використання, % ($M \pm m$, $n = 5$)

Клітини		Лімфатичні вузли			
		підколінний	нижньощелепний	каудальний середостінний	каудальний брижовий
Мантія зона вторинного лімфатичного вузлика					
Лімфоцити	бласти і великі	0,83 ± 0,14	1,58 ± 0,35	1,22 ± 0,08	1,68 ± 0,16
	середні	28,75 ± 0,88	33,42 ± 1,28	47,62 ± 1,67	38,55 ± 1,28
	малі	50,68 ± 2,16	44,67 ± 1,24	25,75 ± 1,56	36,62 ± 1,34
	плазматичні	1,87 ± 0,85	2,65 ± 0,22	4,52 ± 0,64	1,83 ± 0,15
	ретикулярні	11,84 ± 1,22	12,15 ± 0,87	9,25 ± 0,95	7,43 ± 0,56
	макрофаги	1,45 ± 0,13	2,37 ± 0,21	5,76 ± 0,58	7,22 ± 0,38
	інші	4,58 ± 0,65	3,16 ± 0,43	5,88 ± 1,15	6,70 ± 1,24
Світлий центр вторинного лімфатичного вузлика					
Лімфоцити	бласти і великі	1,54 ± 0,18	2,13 ± 0,37	1,94 ± 0,26	4,83 ± 0,29
	середні	29,68 ± 1,05	27,65 ± 0,88	44,78 ± 1,25	46,65 ± 1,07
	малі	50,85 ± 1,22	53,62 ± 1,34	28,49 ± 1,87	25,85 ± 1,08
	плазматичні	2,73 ± 0,39	3,26 ± 0,33	3,45 ± 0,62	5,15 ± 1,23
	ретикулярні	10,15 ± 0,43	11,23 ± 0,57	9,86 ± 0,83	8,67 ± 0,59
	макрофаги	3,32 ± 0,65	1,43 ± 0,18	4,32 ± 0,67	2,42 ± 0,23
	інші	1,73 ± 0,26	0,77 ± 0,12	7,16 ± 1,52	6,43 ± 0,88

ють собою сукупність функціональних зон лімфоїдної паренхіми та мають специфічну архітектоніку сіток ретикулярних волокон, що розміщуються відносно один одного в певному порядку, утворюючи функціональні сегменти або компартменти вузлів (Fakuda, 1968; Gavrilin & Gibert, 2016).

Відомо, що паренхіма лімфатичних вузлів представлена лімфоїдною тканиною з відповідним клітинним складом (Willard-Mack 2006). Основа паренхіми – це ретикулярна тканина, побудована з ретикулярних клітин, що подібні до фібробластів, і здатні утворювати колаген III типу, з якого формуються ретикулярні волокна. Вони утворюють специфічне мікрооточення, а також виконують опорну функцію для клітин, що розміщуються між волокнами (Sapin et al., 1978). Основний компонент лімфоїдної паренхіми лімфатичних вузлів складають лімфоїдні клітини, що виконують відповідні функції. У нормі серед клітинних компонентів лімфоїдної паренхіми налічується до 45 типів клітин, проте серед них виділяють чотири основні групи, до яких відносять: 1 – справжні лімфоїдні клітини (лімфоцити, плазматичні клітини, бластні форми); 2 – опорні та судинні клітини (ретикулярні, перицити та клітини пухкої сполучної тканини); 3 – фагоцити (макрофаги); 4 – мієлоподібні клітини, що в нормі відсутні (Willard-Mack, 2006; Sainte-Marie, 2010).

Макрофаги лімфатичних вузлів здатні до активного захоплення і перетравлювання бактерій, залишків загиблих клітин та інших чужорідних або токсичних для організму частинок, фагоцитують і переробляють великі корпускулярні антигени (такі як бактерії); виділяють фактори, що стимулюють міграцію й активність лейкоцитів. Лімфоцитарні плазматичні клітини (плазмоцити) беруть участь у реалізації адаптивної форми імунної відповіді (набутий імунітет), виробляючи антитіла. За одну секунду кожен плазмоцит виробляє до декількох тисяч антитіл (Butler et al., 2016).

Паренхіма лімфатичних вузлів поділена на функціональні зони що характеризуються специфічною цитоархітектонікою. Просторова структура функціональних сегментів лімфатичних вузлів у кролів визначається формою одиниць, що їх утворю-

ють, і являє собою пірамідальний сегмент із розширенням, наближеним до крайового синуса (Lee et al., 2017).

Узагальнюючи та порівнюючи дані, можна зазначити що у паракортикальній зоні лімфатичних вузлів кролів 90-добового віку основними клітинами постають лімфоцити, їх кількість сягає 83,5–85,5 %. За даними Gavrilin et al. (2015), у відповідній зоні лімфатичних вузлів статевозрілих односторонніх верблюдів (*Camelus dromedarius*) цей показник нижчий і становить 64–74 %, у 10-ти добових поросят, згідно з даними Grigoriev (2013), їх кількість значно вища – 88–89 %, а в 30-денних нутрій відрізняється мінімально та сягають відповідно 78–84 % (Kiseliova & Panfilov, 2008).

Особливість мозкової речовини лімфатичних вузлів кролів 90-добового віку полягає у високому вмісті ретикулярних клітин порівняно з іншими зонами. Їх кількість у соматичних і вісцеральних вузлах складає близько 16,7–17,9 %. У лімфовузлах односторонніх верблюдів ці показники значно вищі та сягають 45–48 % (Gavrilin et al., 2015), у 10-добових поросят – 18–21 % (Grigoriev, 2013), у 30-добових нутрій лише 10–13 % (Kiseliova & Panfilov, 2008). На відміну від лімфатичних вузлів інших тварин, в первинних лімфатичних вузлах кролів соматичних і вісцеральних лімфатичних вузлів виявили значно більший вміст макрофагів – 4,5–6,7 %, у верблюдів цей показник складає 5–4,7 % (Gavrilin et al., 2015), у поросят – 2,8–3,4 % (Grigoriev, 2013) у нутрій – 3,7–1,0 %, відповідно (Kiseliova & Panfilov, 2008).

Отже, цитоархітектоніка лімфоїдної паренхіми лімфатичних вузлів кролів м'ясного напрямку використання подібна до такої інших видів ссавців та представлена клітинами лімфоїдного ряду (малими, середніми та великими лімфоцитами, плазматичними клітинами та бластами), ретикулярними клітинами та макрофагами. У незначній кількості трапляються інші клітини, зокрема, клітини крові. Цитологія окремих зон транзиту лімфоцитів лімфатичних вузлів (кіркове плато, одиниць глибокої кори) має деякі відмінності як у межах сегментів, так і залежно від їх локалізації (соматичні чи вісцеральні).

Висновки

Паренхіма лімфатичних вузлів кролів представлена комплексом лімфоїдних часточок (компаратментів), до складу яких входять структурно-функціональні зони: одиниці глибокої кори (паракортикальна зона), лімфатичні вузлики з прилеглими до них територіями паренхіми, мозкові тяжі, які вирізняються специфікою клітинного складу. Основу кожної функціональної зони паренхіми складають лімфоцити (малі, середні, великі), плазматичні клітини, ретикулярні, макрофаги та інші клітини.

Цитограми окремих функціональних зон лімфатичних вузлів мають суттєві відмінності залежно від розміщення лімфатичних вузлів (соматичні чи вісцеральні). Основну популяцію клітин у всіх функціональних зонах складають лімфоцити (67,5–85,5 %). У паракортикальній зоні соматичних лімфатичних вузлів переважають малі форми лімфоцитів (42–43 %), у лімфатичних вузликах зі світлим центром їх найбільше (50–53 %), у первинних лімфатичних вузликах переважають середні форми (41–43 %). У вісцеральних лімфатичних вузлах малі лімфоцити переважають у мозковій речовині (44–45 %), в усіх інших зонах – середні лімфоцити (30–46 %). Подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення особливостей структури паренхіми лімфатичних вузлів кролів і динаміки клітинного складу її функціональних зон протягом постнатального періоду онтогенезу, в тому числі за різних технологій вирощування, і відповідно, за різної інтенсивності та характеру дії антропогенних чинників.

References

- Avtandilov, G. G. (1990). *Medicinskaja morfometrija* [Medical morphometry]. Medicina, Moscow (in Russian).
- Butler, J., Sawtell, A., Jarrett, S., Cosgrove, J., Leigh, R., Timmis, J., & Coles, M. (2016). Imaging immunity in lymph nodes: past, present and future. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 329–346.
- Elmore, S. A. (2006). *Histopathology of the lymph nodes. Toxicologic Pathology*, 34(5), 425–454.
- Fukuda, J. (1968). Studies on the vascular architecture and the fluid exchange in the rabbit popliteal lymph node. *The Keio Journal of Medicine*, 17(1), 53–70.
- Gavrilin, P. N., Gavrilina, O. G., & Kravtsova, M. V. (2017). The compartments of the parenchyma of the lymph nodes in the newborn bull calves of domestic cattle (*Bos taurus*). *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8(2), 169–178.
- Gavrilin, P. M., & Gibert, I. I. (2018). Peculiarities of the macro-microscopic structure of functional segments of lymphatic nodes parenchyma in meat-producing rabbits. *The Animal Biology*, 20(3), 9–15.
- Gavrilin, P., & Gibert, I. (2016). The study of topography features and macro structure of the lymph nodes of rabbits for meat use (cross hyplus). *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 4(4), 12–17 (in Ukrainian).
- Gavrilin, P. N., & Leshcheva, M. A. (2008). Morfologicheskie aspekty stanovlenija zonal'noj funkcional'noj specializacii parenhimy vtorichnyh limfoidnyh organov u zrelorozhdajushhijh produktivnyh mlekopitajushhijh v prenatal'nom ontogeneze. *Visnik DAEU*, 1(21), 15–22 (in Ukraine).
- Gavrilin, P. N., Lieshchova, M. A., & Rahmun, D. E. (2015). Cytoarchitectonics features functional zones of the parenchyma of the lymph nodes dromedary (*Camelus dromedarius*). *Problems of Animal Health and Veterinary Medicine*, 31 (2), 282–288 (in Ukrainian).
- Gavrilin, P. N., Lieshchova, M. A., Gavrilina, O. G., & Boldyreva, T. F. (2018). Prenatal morphogenesis of compartments of the parenchyma of the lymph nodes of omestic cattle (*Bos taurus*). *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 9(1), 95–104 (in Ukrainian).
- Gavrylin, P., Lieshchova, M., Rahmoun, D. E., & Benchadi, H. (2013). Features topography and macrostructure of lymph nodes in Camels (*Camelus dromedarius*). *Online Journal of Animal and Feed Research*, 3(2), 106–110.
- Goralskij, L. P., Homich, V. T., & Kononskij, O. I. (2015). *Osnovi gistologichnoyi tehniki i morfofunkcionalni metodi doslidzhennya u normi ta pri patologiyi*. [Basic histological techniques and morphofunctional research methods in normal and pathological conditions]. *Navchalnij posibnik. Polissya, Zhitomir* (in Ukrainian).
- Grigorev, V. S. (2013). Kolichestvennoe izmenenie kletochnoho sostava v limfaticeskijh uzlah v svinej v rannem postnatalnom ontogeneze. [Quantitative alteration of the cellular composition in lymph nodes in pigs in early postnatal ontogenesis]. *Naukovij Visnik NUBiP Ukrayini*, 188(1), 128–132 (in Ukrainian).
- Ikomi, F., Kawai, Y., & Ohhashi, T. (2012). Recent advance in lymph dynamic analysis in lymphatics and lymph nodes. *Annals of Vascular Diseases*, 5(3), 258–268.
- Kiseleva, Y. A., & Panfilov, A. B. (2008). *Citoarhitektonika limfaticeskijh uzlov perednego otdela zheludochno-kishechnogo trakta nutrij v ontogeneze* [Cytoarchitectonics of lymph nodes in the front section of nutria (coypu) alimentary canal in ontogenesis]. *Izvestiya Orenburskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, 4 (20), 93 – 96 (in Russian).
- Kowala, M. C., & Schoefi, G. I. (1986). The popliteal lymph node of the mouse: Internal architecture, vascular distribution and lymphatic supply. *Journal of Anatomy*, 148(1), 25–46.
- Lee, C. M., Park, D. W., Park, S., Kim, J.-H., Park, S.-H., & Kim, C.-S. (2017). Lymph node dissection using bipolar vessel-sealing device during reduced port laparoscopic distal gastrectomy for gastric cancer: Result of a pilot study from a single institute. *Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques*, 27(11), 1101–1108.
- Lieshchova, M. O. (2007). Features of the morphogenesis of bovine fetal lymphoid organs. Extended abstract of candidate's thesis. *NAU, Kyiv* (in Ukrainian).
- Margaris, K. N., & Black, R. A. (2012). Modelling the lymphatic system: challenges and opportunities. *Journal of The Royal Society Interface*, 9(69), 601–612.
- Marsulov, A. A. (2011). *Morfologija organov i tkanej immunnoj sistemy u krolikov v vozrastnom aspekte* [Morphology of organs and tissues of the immune system in rabbits in an age aspect]. Extended abstract of candidate's thesis. *Bishkek* (in Russian).
- Mebius, R. E. (2003). Erratum: Organogenesis of lymphoid tissues. *Nature Reviews Immunology*, 3(4), 292–303.
- Sainte-Marie, G. (2010). The lymph node revisited: development, morphology, functioning, and role in triggering primary immune responses. *The Anatomical Record*, 293(2), 32–37.
- Sapin, M. R., Jurina, N. A., & Entigen, L. E. (1978). *Limfaticeskij uzel. Struktura i funkcii* [Lymph node. Structure and function]. *Medicina, Moskva* (in Russian).
- Tishkina, N., & Gavrilin, P. (2008). The features of cytoarchitectonic of functional zones of parenchyma of lymphatic nodes with piglets during the neonatal and suckling periods. *Visnik DAEU*, 1(21), 155–161 (in Ukraine).
- Vyrenkov, Y. E., Shishlo, V. K., Antropova, J. G., & Ryzhova, A. V. (1995). *Sovremennye dannye o strukturno-funkcional'noj organizacii limfaticeskogo uzla* [Modern data on the structural and functional organization of the lymph node]. *Morphology*, 103(3), 34–40 (in Russian).
- Willard-Mack, C. L. (2006). Normal structure, function, and histology of lymph nodes. *Toxicologic Pathology*, 34(5), 409–424.