

## Immunohistochemicals characteristic of subpopulations of pigeon and chicken splenic lymphocytes

O.F. Dunaievskya

*Zhytomyr National Agroecological University  
Zhytomyr, Ukraine*

*E-mail: [Oksana\\_fd@ukr.net](mailto:Oksana_fd@ukr.net), Tel.: +38 050 447 82 28, ORCID:0000-0002-8999-8211*

*Submitted: 23.12.2017. Accepted: 11.02.2018*

The article is devoted to the study of immunohistochemical features of the spleen of birds based on the detection and morphometric calculation of clusters of the T- and B-lymphocytes. For the research, the selection of the spleen is performed at the stage of morphofunctional maturity in clinically healthy sexually mature birds of both sexes in the ratio 1: 1: blue pigeons (age 10-14 months), chickens of domestic breeds of Poltava clay (age 19-20 weeks). The slices of material are fixed in 10-12% chilled solution of neutral formalin, embedded in paraffin. Histological sections made on a microtome MS-2 and have a thickness not exceeding 5 micrometres. The mouse monoclonal antibodies of the Danish firm DAKO are used to detect and study subpopulations of lymphocytes. Morphometric studies are performed under light microscopy (Microscope Biolam-Lomo and Micros MC-50). The microphotography of histological preparations was carried out with CAM V 200 video camera. It is mounted on a microscope Micros MC-50. Subpopulations of lymphocytes CD4 +, CD8 +, CD19 +, CD20 + were detected in the red and white pulp of the spleen of pigeons and chickens, they are situated singly and diffusely, more often formed chains or aggregations. The CD4 + cells in pigeons and chickens are dominated in lymphoid sheaths near the vessels, amounted the  $56.63 \pm 4.03$  pieces per conditional unit of area and  $85.71 \pm 6.09$  pieces per conditional unit of area respectively. The populations of CD8 + cells are also predominated in lymphoid sheaths near the vessels, but their number was smaller than the CD4+ population by 1.81 times in chickens and by 2.36 times in pigeons. In the red pulp, CD4 + cells are occupied 7.67% of the total population of the splenic cells in chickens and 5.99% in pigeons. The CD8 + cell in the red pulp are less concentrated: 2,8% and 4,45% respectively. The index of immunoregulation of the spleen of chickens was 1.85, and the pigeons – 2.0. B-lymphocytes (cluster CD19 +, CD20 +) are concentrated in the B-dependent zone of the spleen – the lymphoid nodules. Most of the CD20 + cells are in lymphoid nodules of chickens (77.27%), in pigeons this indicator is 61.66%. Cells of CD19 + in lymphoid nodes are occupied approximately the same relative square of pigeons and chickens from their total amount in the pulp – 74.14% and 76.60%. The total number of T-lymphocytes (the population of CD4 +, CD8 +) are prevailed almost by two times in chickens, B-lymphocytes (populations CD19 +, CD20 +) in pigeons – by 1,6 times. In the spleen of pigeons and chickens are developed both humoral and cellular immune protection.

**Key words:** immunohistochemical characteristic; lymphocytes with markers CD4 +, CD8 +, CD19 +, CD20+; spleen; pigeons, chickens

---

## Імуногістохімічна характеристика субпопуляцій лімфоцитів селезінки голубів та курей

О.Ф. Дунаєвська

*Житомирський національний агроєкологічний університет  
м. Житомир, Україна*

*E-mail: [Oksana\\_fd@ukr.net](mailto:Oksana_fd@ukr.net), тел.: +38 050 447 82 28, ORCID:0000-0002-8999-8211*

Робота присвячена вивченню імуногістохімічних особливостей селезінки птахів на основі виявлення та морфометричного обрахунку кластерів Т- і В-лімфоцитів. Субпопуляції лімфоцитів з кластерами CD4+, CD8+, CD19+, CD20+ виявлялись в

червоної і білій пульпі селезінки голубів та курей, вони розташовувались поодинокі та дифузні, частіше утворювали ланцюги або скупчення. Клітини CD4+ у голубів та курей домінували у періартеріальних лімфоїдних піхвах, їх кількість становила  $56,63 \pm 4,03$  шт. на ум. од. пл. та  $85,71 \pm 6,09$  шт. на ум. од. пл. відповідно. Популяція клітин CD8+ також переважно знаходилась в періартеріальних лімфоїдних піхвах, проте їх кількість була меншою за популяцію CD4+ в 1,81 рази у курей та 2,36 рази у голубів. В червоній пульпі CD4+ займали 7,67 % від загальної кількості популяції селезінки у курей та 5,99 % у голубів. Клітин CD8+ в червоній пульпі було зосереджено менше: 2,8 % та 4,45 % відповідно. Імунорегуляторний індекс селезінки курей дорівнював 1,85, голубів – 2,0. В-лімфоцити (кластер CD19+, CD20+) зосереджувались в В-залежній зоні селезінки – лімфоїдних вузликах. Найбільше клітин CD20+ було у лімфоїдних вузликах курей (77,27 %), у голубів цей показник складав 61,66 %. Клітини CD19+ в лімфоїдних вузликах займали у голубів та курей приблизно однакову відносну частку від їх загальної кількості в пульпі – 74,14 % та 76,60 %.

**Ключові слова:** імуногістохімічна характеристика; лімфоцити з маркерами CD4+, CD8+, CD19+, CD20+; селезінка; голуби; кури

## Вступ

Селезінка у птахів виникає у вигляді відбруньковування стінки грудинно-черевної порожнини, починає формуватися на 4-у добу інкубації у вигляді скупчень мезенхіми, з ділянкою, що містить поодинокі еритробласти. На 8-у добу у ембріонів курей і на 10-12-у у водоплавних птахів починається гранулоцитопоез, еритропоез – між 11-ою і 15-ою добами інкубації. Орган не виконує функцію депо крові, на відміну від ссавців, (Корулова, 2011; Finogenova, Zaytseva, 2009) або депонує лише форменні елементи крові (Seleznev, S.B. et al., 2015). В селезінці птахів відбувається руйнування еритроцитів і утворення лімфоцитів, вона є важливим периферичним органом імунного захисту (Корулова, 2011; Finogenova, Zaytseva, 2009).

Використання сучасних досягнень гісто- та цитоімуногістохімії із застосуванням моноклональних антитіл та імуноферментного аналізу дало змогу виявити на поверхні лімфоцитів та інших імунокомпетентних клітин специфічні молекули рецепторів, що можуть слугувати маркерами різних субпопуляцій та кластерів клітин (Panikar., 2015) та розташовуватись не лише в лімфоїдній тканині (Stolley, Campbell, (2016). Стало можливим імунофенотипування лімфоцитів у нормі та за патологічних станів організму (Bakun et al., 2012; Potashnikova et al., 2016), вивчення впливу на популяції різних чинників (Duan X., 2017; Benkisser-Petersen et al., 2016; Duan et al., 2017). Встановлено, що в Т-залежній зоні селезінки (періартеріальні лімфоїдні піхви) переважають лімфоцити популяцій CD3+ і CD4+, в незначній кількості виявляються CD8+, наявні також макрофаги, ретикулярні клітини. У зовнішніх відділах таких піхв більше поліморфний склад, присутні популяції В-лімфоцитів (Fedorovskaya, D'yakonov, 2013; Panikar, 2015). Серед популяцій CD8+ Т-лімфоцитів важливими є клітини пам'яті (Brinza et al., 2016). Т-лімфоцити з кластерами CD8+ зустрічаються не тільки в білій, а й у червоній пульпі селезінки (Seo et al., 2016). Імуногістохімічні дослідження проводяться, як правило, в гуманній медицині і починають впроваджуватись для тварин, зазвичай, лабораторних (Kuvibidila, Porretta, 2003; Sasaguri et al., 2017) і сільськогосподарських (Dunaievska, 2017; Guralska, 2016; Panikar, 2015; Griebel et al., 2007). Результати наукових досліджень J.K.A. Cook, M. Jackwood та R.C. Jones (2012) засвідчили наявність цитотоксичних лімфоцитів у селезінці й периферичній крові при інфекційному бронхіті курей. За інфекційного бронхіту та вакцинації у курей відбуваються субпопуляційні зміни лімфоцитів (Guralska, 2016). Важливість імуногістохімічних досліджень підтверджується вивченням CD44 в верхньому ключі голуба для пошуку магнеторецепторів (Treiber et al., 2013) та CD3 в мозку за енцефаліту (Olias et al., 2013).

**Мета дослідження** – виявити імуногістохімічні особливості паренхіми селезінки представників класу птахів, з'ясувати морфометричні показники субпопуляцій Т- і В-лімфоцитів та на основі отриманих даних розрахувати імунорегуляторний індекс (IPI) для розробки тест-критеріїв органу в нормі. Вони будуть в подальшому використовуватись у патоморфології; при вивченні впливу фармакологічних препаратів, в першу чергу, імуномодуляторів; екологічних чинників; умов утримання та годівлі тварин; у комплексі заходів з профілактики захворювань; визначення ефективності лікувальних міроприємств; отримання високоякісних продуктів харчування. Встановлення значень IPI є важливим для вивчення імуногістохімічної характеристики органу.

## Матеріали та методи

Виконане дослідження є частиною наукової тематики кафедри анатомії і гістології Житомирського національного агроекологічного університету «Розвиток, морфологія та гістохімія органів тварин у нормі та при патології», державний реєстраційний № 0113V000900.

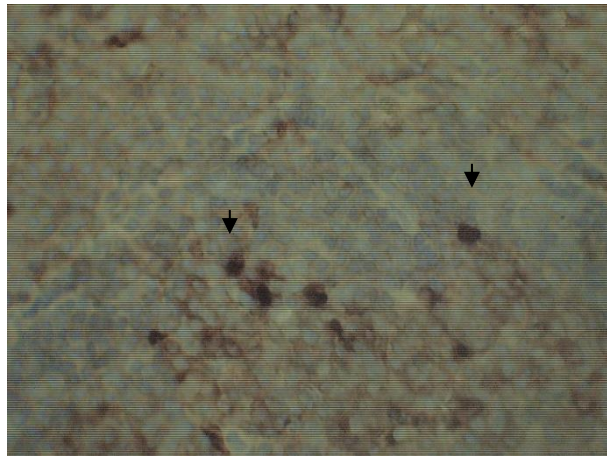
Для дослідження здійснювали відбір селезінки в стадії морфофункціональної зрілості у клінічно здорових статевозрілих птахів обох статей у співвідношенні 1:1: голубів сизих (вік 10-14 місяців), курей домашніх породи Полтавська глиняста (вік 19-20 тижнів) у кількості 18 та 26 тварин фермерського господарства «Миколай» с. Барашівка Житомирського району Житомирської області. Для мікроскопічних досліджень шматочки матеріалу фіксували в 10-12 %-му охолоджену розчині нейтрального формаліну, які в подальшому заливали в парафін. Гістологічні зрізи виготовляли на санному мікротомі МС-2, товщиною не більше 5 мкм. Для виявлення та вивчення субпопуляцій лімфоцитів при світловій мікроскопії використовували мишинні моноклональні антитіла датської фірми DAKO, експресуючі антигенні маркери

CD4+ (Т-хелпери), CD8+(Т-цитотоксичні клітини і нормальні Т-кілери), CD19+ (В-лімфоцити ранніх етапів розвитку), CD20+ (В-лімфоцити на стадії диференціації). Визначали розміщення та вміст (абсолютну і відносну кількість) і кількісне співвідношення популяцій. ІРІ визначали як відношення клітин CD4+ до клітин CD8+. Морфометричні дослідження селезінки проводили при світловій мікроскопії за допомогою мікроскопу Биолам-Ломо та Micros MC-50. Мікрофотографування гістологічних препаратів здійснювали відеокамерою CAM V 200, вмонтованої в мікроскоп Micros MC-50. Всі перераховані методики, а також статистична обробка результатів, що були використані при дослідженні, використовувались відповідно до описаних в посібнику Горальського Л.П. зі співавторами (Goralskiy et al., 2005).

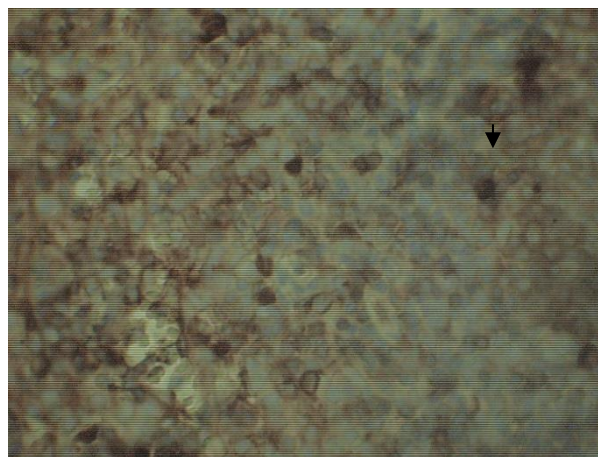
Уся експериментальна частина дослідження була проведена згідно з вимогами міжнародних принципів «Європейської конвенції щодо захисту хребетних тварин, які використовуються в експерименті та інших наукових цілях» (Страсбург, 1986 р.) та відповідного Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (№ 3446-IV від 21.02.2006 р., м. Київ).

## Результати та їх обговорення

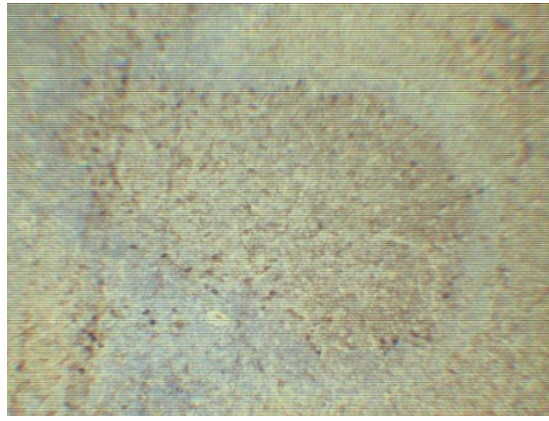
Селезінка птахів сформована строמוю і паренхімою. Паренхіма селезінки представлена білою і червоною пульпою, чіткої межі між ними у птахів немає. Їх розділяє подвійний шар дещо сплюснутих ретикулярних клітин з вираженими відростками, що надає структурі сітчастої форми. Білій пульпі належить 14,93±6,14 % (голуби) та 18,68±3,75 % (кури) відносної площі селезінки. У складі білої пульпи виділяють лімфоїдні вузлики (ЛВ) і періартеріальні лімфоїдні піхви (ПАЛП), інколи періеліпсоїдні лімфоїдні піхви. ПАЛП являють собою тяжі за напрямком пульпарних артерій. В ЛВ світлий центр відсутній. ЛВ належить більша частка білої пульпи (8,81±4,57 % у голубів та 11,99±2,65 % у курей), дещо меншу частку займають ПАЛП (6,12±3,29 % у голубів та 6,69±1,97 % у курей). Червона пульпа займала 73,30±8,59 % (голуби) та 78,30±1,98 % (кури) маси селезінки (Dunaievskaya, 2016). Субпопуляцій лімфоцитів з кластерами CD4+, CD8+, CD19+, CD20+ в пульпі селезінки голубів та курей розміщувались поодинокі (рис. 1) та дифузні (рис. 2), частіше утворювали ланцюги (рис. 3) або скупчення (рис. 4) різних розмірів, різноманітної, полігональної форми. Такі поверхневі маркери знаходяться на мембрані клітин, і при забарвленні формують чітко виражені кільцеподібні цитоструктури.



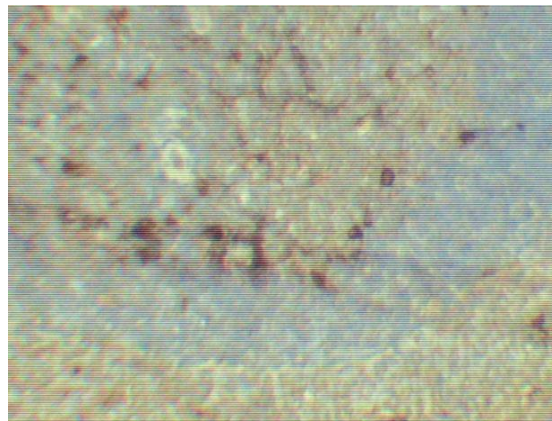
**Рис. 1.** CD4+клітини червоної пульпи селезінки курки. Забарвлення гематоксилином з додатковим дофарбовуванням гематоксилином Майєра. ×400.



**Рис. 2.** CD8+клітини червоної пульпи селезінки голуба. Забарвлення гематоксилином з додатковим дофарбовуванням гематоксилином Майєра. ×400.



**Рис. 3.** CD19+клітини ЛВ селезінки курки. Забарвлення гематоксилином з додатковим дофарбовуванням гематоксилином Майєра.  $\times 80$ .



**Рис. 4.** CD20+клітини ЛВ селезінки курки. Забарвлення гематоксилином з додатковим дофарбовуванням гематоксилином Майєра.  $\times 120$ .

Кількість CD4+ в ПАЛП селезінки курей становила 75,4 % від загальної кількості популяції білої пульпи, решта розташовувалась в ЛВ (16,93 %) та червоній пульпі (7,67 %) (таблиця 1; рис. 5). Лімфоцити із маркерами CD4+ мають при цьому коричневе забарвлення з чітким контуром контрастно забарвленої мембрани. В червоній пульпі вони зустрічались, зазвичай, поодинокі. Біля судинних трабекул нерідко формували стрічкоподібні структури. Незначна кількість таких лімфоцитів відмічалась в підкапсулярній зоні. Інколи виявлялись скупчення з 20-40 клітин, які розташовувались в паренхімі незакономірно.

**Таблиця 1.** Кількість субпопуляцій лімфоцитів у селезінці птахів

Структурна одиниця селезінки	Вид тварин	Показники			
		CD4+	CD8+	CD19+	CD20+
на умовну одиницю площі (окуляр 10, об'єктив 40), шт.					
ЛВ	Курка	19,24 $\pm$ 1,12	12,86 $\pm$ 1,23	20,26 $\pm$ 4,43	29,71 $\pm$ 7,23
	Голуб	26,53 $\pm$ 1,61	14,93 $\pm$ 1,04	31,14 $\pm$ 3,09	45,57 $\pm$ 8,41
ПАЛП	Курка	85,71 $\pm$ 6,09	47,33 $\pm$ 8,04	2,33 $\pm$ 0,19	5,60 $\pm$ 0,89
	Голуб	56,63 $\pm$ 4,03	26,3 $\pm$ 1,42	4,43 $\pm$ 0,90	13,20 $\pm$ 1,19
Червона пульпа	Курка	8,73 $\pm$ 0,36	2,42 $\pm$ 0,17	3,86 $\pm$ 0,55	3,14 $\pm$ 0,75
	Голуб	5,17 $\pm$ 0,84	1,92 $\pm$ 0,18	6,43 $\pm$ 2,27	15,14 $\pm$ 3,23

Клітин CD8+ в ПАЛП нараховувалось 47,33 $\pm$ 8,04 шт. на ум. од. пл., що становило 76,81 % від загальної кількості популяції в білій пульпі, вони розташовувались на відстані 6-12 мкм від судин периметром, де формували звивисті цитоструктури. В ЛВ їх кількість була майже вчетверо меншою (див. табл. 1). Клітини CD4+, CD8+ концентрувались у ворітного потовщення, де розташовувались лімфатичні судини. ІPI пульпи селезінки курей становив >1 і дорівнював відповідно 1,85. Серед популяцій В-лімфоцитів переважали CD20+ лімфоцити у порівнянні з CD19+ в зонах ПАЛП і ЛВ у 2,4 та 1,47 рази. Найбільша кількість CD19+ та CD 20+ лімфоцитів знаходилась в ЛВ (табл. 1), найменша в ПАЛП та червоній пульпі (табл. 1). CD20+ лімфоцити в лімфоїдній тканині утворювали округлі ланцюги. В ПАЛП кількість CD 19+ становила 10,31 % від загальної кількості популяції білої пульпи, CD20+ – 43,65 % від загальної кількості популяції білої пульпи.

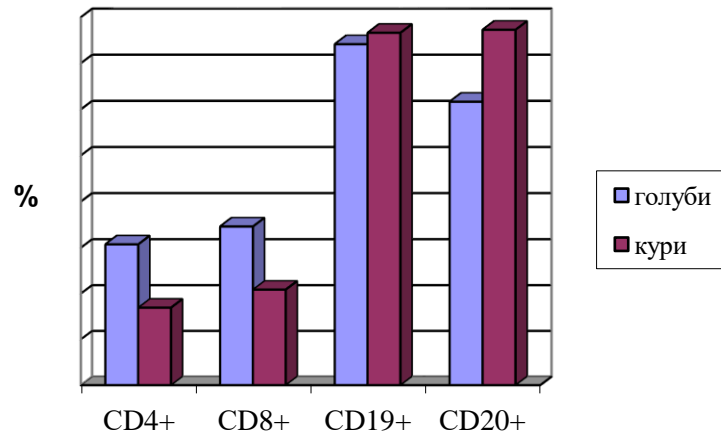


Рис. 5. Популяція лімфоцитів в ЛВ селезінки птахів.

Така різниця пояснюється тим, що CD19+-лімфоцити знаходяться на ранніх етапах розвитку, а CD 20+-лімфоцити на різних стадіях диференціації В-клітин. Кількість CD4+ в ПАЛП селезінки голубів становила 64,44 % від загальної кількості популяції пульпи, решта розташовувалась в ЛВ (30,73 %) та червоної пульпи (5,99 %) (рис. 5). Вони також локалізувалися в підкапсулярній зоні та за периметром судинних трабекул у вигляді кола, овала або формували різноманітні конфігурації. Місцями утворювалися скупчення, щільність клітин сягала  $55,63 \pm 4,03$  шт. на ум. од. пл. (табл. 1). Інколи скупчення мали вигляд видовжених тяжів різноманітної форми. Популяції CD 8+-лімфоцитів розташовувались в підкапсулярній зоні поодинокі. Навколо центральної артерії селезінки їх кількість сягала  $20,8 \pm 4,26$  шт. на ум. од. пл. Навколо трабекулярних судин утворювали ланцюжок, відстань між клітинами була 2-3 мкм, в залежності від діаметру судини кількість становила від 18 до 23 шт. Клітин CD8+ в ПАЛП нараховувалось 60,97 % від загальної кількості популяції в білій пульпі, в ЛВ – 34,6 %. Т-лімфоцити тісно контактували з адвентицією судин. В ЛВ CD 8+-лімфоцити утворювали округлі групи з 6-8 клітин.

Завдяки нерівномірному їх розташуванню площею ЛВ, гістологічні препарати мають мармуровий вигляд. Така неоднозначна щільність клітин із маркерами CD4+, CD8+, імовірно, пов'язана з процесами антигенної стимуляції і, як наслідок, з формуванням та розвитком ПАЛП і ЛВ. ІPI пульпи селезінки голубів дорівнював 2,00. Серед популяцій В-лімфоцитів переважали CD 20+-лімфоцити у порівнянні з CD19+ в зонах ПАЛП, ЛВ, червоної пульпи у 2,98, 1,43 та 2,36 рази. Навколо артерій цитоструктури можуть нагадувати форму підкови. Найбільша кількість CD19+ та CD20+-лімфоцитів знаходилась в ЛВ, менша – в ПАЛП і у червоної пульпи. В червоної пульпи вони розташовувались дифузно.

В ПАЛП кількість CD 19+ становила лише 10,55 % від загальної кількості популяції білої пульпи, вони розташовувались часто групами з 4-5 клітин на відстані 2-10 мкм. В ПАЛП кількість CD20+ була більшою на 7,45 % і становила 18,0 % від загальної кількості популяції білої пульпи. Інколи навколо судин вони утворювали гігантські групи з 80-95 клітин. Щільне розташування клітин робить їх схожими на масивні ділянки. Характерно також вогнищеві скупчення з 43-69 клітин. Навколо судин також виділялись помітні скупчення з 16-27 клітин.

У своїх дослідженнях С. В. Гуральська (2016) вказувала ІPI (індекс диференціації) 110-ти добових курей  $1,76 \pm 0,05$  (Guralska, 2016). Вона також встановила скупчення CD4+ клітин навколо ПАЛП та найбільшу кількість клітин CD20+ в ЛВ, що підтверджується і нашими дослідженнями. Деякі розбіжності у кількісних показниках існують, які ми пояснюємо породними особливостями, умовами утримання.

Кількість клітин з маркерами CD19+, CD20+ значно переважала в ЛВ, які у птахів є В-залежною зоною і відповідають за гуморальний імунітет. Цим же пояснюється і менша кількість клітин з маркерами CD4+, CD8+ в ЛВ (див. рис. 5), відповідно більша кількість знаходилась в Т-залежній зоні селезінки, тобто, в ПАЛП. У досліджуваних птахів переважають субпопуляції лімфоцитів з маркерами CD4+, CD8+, що дозволяє зробити висновок про розвиненність клітинної ланки імунного захисту. Клітини CD4+, CD8+, CD19+, CD20+ в ЛВ селезінки голубів переважали над такими у ЛВ селезінки курей в 1,38; 1,16; 1,54; 1,53 разів. У ПАЛП, навпаки, лімфоцити CD4+, CD8+, CD20+ переважали в селезінці курей. В червоної пульпи селезінки курей переважають Т-лімфоцити з маркерами CD4+, CD8+, а в селезінці голубів В-лімфоцити кластеру CD19+, CD20+, що пояснюється родовими та видовими особливостями.

## Висновки

Субпопуляції лімфоцитів з кластерами CD4+, CD8+, CD19+, CD20+ виявлялись в червоної і білій пульпі селезінки голубів та курей, розташовувались поодинокі та дифузно, частіше утворювали ланцюги або скупчення.

Клітини CD4+ у голубів та курей домінували у періартеріальних лімфоїдних піхвах і їх кількість становила  $56,63 \pm 4,03$  шт. на ум. од. пл. та  $85,71 \pm 6,09$  шт. на ум. од. пл. відповідно. Популяція клітин CD8+ також переважно знаходилась в ПАЛП, проте їх кількість була меншою за популяцію CD4+ в 1,81 рази у курей та 2,36 рази у голубів. В червоної пульпи CD4+ займали 7,67 % від загальної кількості популяції селезінки у курей та 5,99 % у голубів. Клітин CD8+ в червоної пульпі було менше на 2,8 % та 4,45 % відповідно.

Імунорегуляторний індекс селезінки курей дорівнював 1,85, голубів – 2,0.

В-лімфоцити (кластери CD19+, CD20+) зосереджувались в В-залежній зоні селезінки – лімфоїдних вузликах. Найбільше клітин CD20+ було у ЛВ курей (77,27 %), у голубів цей показник складав 61,66 %. Клітини CD19+ в ЛВ займали у голубів та курей приблизно однакову відносну частку від загальної кількості пульпи - 74,14 % та 76,60 %.

Загальна кількість Т-лімфоцитів (популяції CD4+, CD8+) майже вдвічі переважала у курей, В-лімфоцитів (популяції CD19+, CD20+) у голубів в 1,6 рази. Отримані результати кількісного визначення популяцій Т- і В-лімфоцитів узгоджуються з відносними площами складових білої пульпи. Щільність розміщення В-лімфоцитів вища в ЛВ селезінки голуба. Таким чином, у селезінці голубів і курей отримали розвиток як гуморальна, так і клітинна ланка імунного захисту.

Майбутні дослідження плануємо зосередити на вивченні інших популяцій лімфоцитів не лише птахів, а й ссавців, що доповнюватиме імуногістохімічну характеристику селезінки хребетних тварин.

## References

- Bakun, O.V., Andriets, O.A., Oliynik, M.G., Nebela, M.M. (2012). Vpliv plazmaferezu na deyaki imunologichni pokazniki u zhinok z bezplidnyam trubnogo pokhodzhennya. Bulletin of the State Higher Educational Institution of Ukraine "Ukrainian Medical Dentistry Academy", 12, 3(39), 116-118 (in Ukrainian).
- Benkisser-Petersen, M., Buchner, M., Dörffel, A., Dühren-von-Minden, M., Claus, R., Kläsener, K., Leberecht, K., Burger, M. et al. (2016). Spleen Tyrosine Kinase Is Involved in the CD38 Signal Transduction Pathway in Chronic Lymphocytic Leukemia. Plos One. doi: [10.1371/journal.pone.0169159](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169159).
- Brinza, L., Djebali, S., Tomkowiak, M., Mafille, J., Loiseau, C., Jouve, P.-E. et al. (2016). Immune signatures of protective spleen memory CD8 T cells. Scientific Reports, 6, 37651. doi: [10.1038/srep37651](https://doi.org/10.1038/srep37651).
- Cook, J.K.A., Jackwood, M., Jones, R.C. (2012). The long view: 40 years of infectious bronchitis research. Avian Pathol., 41, 239–250. doi: [10.1080/03079457.2012.680432](https://doi.org/10.1080/03079457.2012.680432).
- Duan, X., Gao, S., Li, J., Wu, L., Zhang, Y., Li, W. et al. (2017). Acute arsenic exposure induces inflammatory responses and CD4+Tcell subpopulations differentiation in spleen and thymus with the involvement of MAPK, NF-κB, and Nrf2. Molecular Immunology, 81, 160–172. doi: [10.1016/j.molimm.2016.12.005](https://doi.org/10.1016/j.molimm.2016.12.005).
- Dunaievskaya, O.F. (2016). Morfoloģichni osobly `vosti selezinky ` golubiv ta kurej. Scientific herald of Uzhgorod University. Series: Biology, 40, 24-28 (in Ukrainian).
- Dunaievskaya, O.F. (2017). Imunogistoximichna xaraktery `sty `ka subpopulyacij limfocy `tiv selezinky ` kroliiv. Bulletin of Problems of Biology and Medicine, 3, 2(138), 60-63 (in Ukrainian).
- Fedorovskaya, N.S., D'yakonov, D.A. (2013). Immunomorfologicheskaya kharakteristika selezonki pri tsitopeniyakh immunogo genезisa. Kirov: Avers (in Russian).
- Finogenova, Yu.A., Zaytseva, Ye.V. (2009). Adaptivnyye preobrazovaniya selezenki tsyplyat- broylerov k suspenzii khlorelly v usloviyakh izmenyayushchey okruzhayushchey sredy. Bulletin of St. Petersburg University, 14(3), 124-127 (in Russian).
- Goralsky, L.P., Khomych, V.T., Kononsky, O.I. (2005). Osnovy histolohichnoyi tekhniki i morfofunktsional'ni metody doslidzhen u normi ta pry patolohiyi. Zhytomyr, Polissya (in Ukrainian).
- Griebel, Ph. J., Entrican G., Rocc M. et al. (2007). Cross-reactivity of mAbs to human CD antigens with sheep leukocytes. Veterinary Immunology and Immunopathology, 119, 115–122. doi: [10.1016/j.vetimm.2007.06.015](https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2007.06.015).
- Guralska, S.V. (2016). Imunohistokhimichna kharakterystyka subpopulyatsiy limfotsytiv u selezintsi kurey pry vaktsynatsiyi yikh proty infektsiynoho bronkhitu. Scientific herald of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology. SZ Gzhytsky, 16, 3 (70), 62–66 (in Ukrainian).
- Kopylova, S.V. (2011). Morfologiya selezenki u broylerov krossa «Smena-7» v norme i pri primenenii «Gamavita». Information sheet of databases of the federal state institution "Association" Rosinform-Resource "of the Ministry of Energy of the Russian Federation, 32-001-11, 4 (in Russian).
- Kuvibidila S. R., Porretta C. (2003). Iron deficiency and in vitro iron chelation reduce the expression of cluster of differentiation molecule (CD)28 but not CD3 receptors on murine thymocytes and spleen cells. British Journal of Nutrition, 90, 179–189. doi: [10.1079/BJN2003864](https://doi.org/10.1079/BJN2003864).
- Olias, P., Meyer, A., Klopffleisch, R., Lierz, M., Kaspers, B. and Gruber, A. D. (2013). Modulation of the host Th1 immune response in pigeon protozoal encephalitis caused by *Sarcocystis calchasi*. Veterinary Research, 44(10). doi: [10.1186/1297-9716-44-10](https://doi.org/10.1186/1297-9716-44-10).
- Panikar, I.I. (2015). Imunohistokhimichna kharakterystyka subpopulyatsiy limfotsytiv orhaniv immunoyi systemy svyney na rannikh etapakh postnatal'noho periodu ontogenezu. Problems of zooingeniering and veterinary medicine: a collection of scientific works of the Kharkov State Veterinary Academy, 30(2), 426-432 (in Ukrainian).
- Potashnikova, D.M., Gladkikh, A.A., Vorob'yev, I.A. (2016). Patterny ekspresii vnutrikletochnykh signal'nykh molekul kak instrument differentsial'noy diagnostiki CD5+ V-kletochnykh limfom. The successes of molecular oncology, 3(4), 57 (in Russian).
- Sasaguri, K., Yamada, K., Narimatsu, Y., Oonuki, M., Oishi, A., Koda, K. et al. (2017). Stress-induced galectin-1 influences immune tolerance in the spleen and thymus by modulating CD45 immunoreactive lymphocytes. J Physiol Sci., 67(4), 489-496. doi: [10.1007/s12576-016-0478-8](https://doi.org/10.1007/s12576-016-0478-8).
- Seleznev, S.B., Krotova, Ye.A., Vetoshkina, G.A., Kulikov, Ye.V., Burykina, L.P. (2015). Osnovnyye printsipy strukturnoy organizatsii immunoy sistema peregolov. Bulletin of the Russian University of Peoples' Friendship. Series: Agronomy and Animal Husbandry, 4, 68-76 (in Russian).

- Seo, Y.-J., Jothikumar, P., Suthar, M. S., Zhu, C., Grakoui, A. (2016). Local Cellular and Cytokine Cues in the Spleen Regulate In Situ T Cell Receptor Affinity, Function, and Fate of CD8+ T Cells. *Immunity*, 45(5), 988–998. doi: [10.1016/j.immuni.2016.10.024](https://doi.org/10.1016/j.immuni.2016.10.024).
- Stolley, J.M., Campbell, D.J. (2016). A 33D1+ Dendritic Cell/Autoreactive CD4+ T Cell Circuit Maintains IL-2–Dependent Regulatory T Cells in the Spleen. *The Journal of Immunology*, 197, 2635–2645. doi: [10.4049/jimmunol.1600974](https://doi.org/10.4049/jimmunol.1600974).
- Treiber, C.D., Salzer, M., Breuss, M., Ushakova, L., Lauwers, M., Edelman, N. & Keays, D.A. (2013). High resolution anatomical mapping confirms the absence of a magnetic sense system in the rostral upper beak of pigeons, *Communicative & Integrative Biology*, 6:4, e24859. doi: [10.4161/cib.24859](https://doi.org/10.4161/cib.24859).

---

**Citation:**

Dunaievska. O.F. (2018). Immunohistochemicals characteristic of subpopulations of pigeon and chicken splenic lymphocytes. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 282–288.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0. License

---