

Алла Оліяр,

кандидатка ветеринарних наук, доцентка, доцентка кафедри
анатомії, гістології і патоморфології тварин
Дніпровський державний аграрно-економічний
університет, м. Дніпро, Україна
ORCID ID: 0000-0002-8918-2693
e-mail: oliiar.a.v@dsau.dp.ua

Павло Скліаров,

доктор ветеринарних наук, професор, професор кафедри
ветеринарної хірургії і репродуктології
Дніпровський державний аграрно-економічний
університет, м. Дніпро, Україна
ORCID ID: 0000-0002-4379-9583
e-mail: skliarov.p.m.@dsau.dp.ua

Дмитро Білий,

доктор ветеринарних наук, професор, завідувач кафедри
ветеринарної хірургії і репродуктології
Дніпровський державний аграрно-економічний
університет, м. Дніпро, Україна
ORCID ID: 0000-0003-3896-0384
e-mail: bilyi.d.d@dsau.dp.ua

ОСОБЛИВОСТІ ПОСТНАТАЛЬНОГО МОРФОГЕНЕЗУ СЕЛЕЗІНКИ В СВИНІ СВІЙСЬКОЇ

Анотація

Нормальний ріст, розвиток і життєздатність тварин, особливо на початкових етапах постнатального онтогенезу, зумовлюються рівнем структурно-функціональної організації інтегруючих систем організму, серед яких ключове значення мають органи гемо- та лімфопоезу. Формування повноцінних функціональних структур у периферійних лімфоїдних органах ссавців у процесі адаптації до позаутробних умов існування визначається морфологічним станом їх тканинних компонентів на момент народження. В дослідженні із застосуванням класичних морфологічних методів здійснено комплексну оцінку якісних і кількісних характеристик стромальних і паренхіматозних елементів селезінки свині свійської в ранньому постнатальному періоді онтогенезу на органному та тканинному рівнях структурної організації. Встановлено, що в селезінці поросят на момент народження наявний повний набір морфологічних ознак імункомпетентності, а з перших днів після народження і до завершення лактаційного періоду відбувається інтенсивний розвиток паренхіми з формуванням стабільної гістоархітекtonіки функціональних зон. У ранньому постнатальному періоді онтогенезу селезінка поросят характеризується поступовим зростанням лінійних розмірів і абсолютної маси за

одночасного зменшення відносної маси. В новонароджених тварин селезінка має добре сформовану сполучнотканинну капсулу з трабекулами та паренхіму, що представлена червоною і білою пульпою. Найбільшу відносну площу займає червона пульпа, тоді як частка сполучнотканинної строми та білої пульпи є порівняно невисокою і майже однаковою. У складі білої пульпи чітко ідентифікуються периартеріальні лімфоїдні півхи та лімфатичні вузлики без центрів розмноження, відносна площа яких на цьому етапі мінімальна. З віком відзначається перерозподіл площі паренхіматозних компонентів селезінки, що супроводжується зменшенням частки червоної пульпи та прогресивним зростанням загальної площі білої пульпи та її окремих структурних елементів, досягаючи максимальних показників у 20-добових поросят. Достовірне збільшення відносної площі лімфоїдної тканини реєструється у 10-добовому віці, переважно за рахунок розширення периартеріальних лімфоїдних півх.

Ключові слова: свинарство, онтогенез, периферійні лімфоїдні органи, лімфоїдна тканина, біла пульпа, лімфатичні вузлики, червона пульпа, сполучна тканина, морфометричні показники.

Вступ. Одними з найбільш показових морфологічних індикаторів життєздатності організму продуктивних тварин є характеристики структурно-функціонального стану органів гемо- та лімфопоезу [1, 2]. Селезінка належить до найбільших периферійних лімфоїдних органів і відіграє провідну роль в ініціації імунної відповіді на антигени, що циркулюють у крові, поєднуючи цю функцію з участю в процесах гемопоезу та елімінації еритроцитів. Її анатоμο-морфологічна організація забезпечує ефективну фільтрацію крові від патогенних агентів і атипівих клітин, а також видалення з кровообігу старих і ушкоджених еритроцитів. У селезінці депонується близько 16,0 % крові та залізо, що вивільняється під час гемолізу еритроцитів. Орган характеризується вираженою імунобіологічною активністю, яка реалізується через проліферацію та антигензалежну диференціацію Т- і В-лімфоцитів з утворенням ефекторних клітин і синтезом антитіл [3, 4, 5]. У селезінці ссавців у пренатальному періоді онтогенезу здійснюються процеси еритроцитопоезу та лімфоцитопоезу, тоді як після народження зберігається переважно лімфоцитопоез [6]. Водночас у гризунів селезінка функціонує як універсальний орган гемо- та лімфопоезу, в якому впродовж усього життя формуються клітини лімфоїдного, еритроїдного та гранулоцитарного рядів, а також мегакаріоцити й тромбоцити [7, 8, 9].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Як і інші органи гемо- та лімфопоезу, селезінка побудована з імунокомпетентної лімфоїдної тканини та характеризується специфічною просторовою організацією клітинних елементів, вираженою віковою динамікою та чіткою функціональною спрямованістю [9, 10, 11, 12, 13].

Зовнішня поверхня органа вкрита сполучнотканинною капсулою, від якої вглибину відходять трабекули, формуючи своєрідний сітчастий каркас – строми. Капсула разом з трабекулами утворює опорно-скоротливий апарат селезінки та складається, переважно, з щільної волокнистої сполучної тканини з домінуванням колагенових і еластичних волокон, що забезпечує здатність органа змінювати об'єм і витримувати значні навантаження [14, 15,

16, 17]. До складу капсули й трабекул входять пучки гладеньких м'язових клітин, скорочення яких сприяє виведенню депонованої крові у загальне кров'яне русло. Товщина капсули є нерівномірною та збільшується в ділянці воріт селезінки [18]. За умов інтенсивного кровонаповнення трабекулярна система виконує депонуючу функцію. Між трабекулами розташовується ретикулярна тканина, в петлях якої локалізується паренхіма органа, що представлена двома морфологічно й функціонально різними компонентами – білою та червоною пульпою [19, 20].

Біла пульпа сформована лімфоїдною тканиною, що зосереджена в лімфатичних вузликах і периартеріальних лімфоїдних піхвах [21, 22]. У межах лімфатичних вузликів відбувається контроль складу крові, клітинна та субклітинна диференціація, а також кооперативні взаємодії Т- і В-лімфоцитів з макрофагами, які здійснюють фагоцитоз антигенів. Лімфатичні вузлики являють собою кулясті скупчення Т- і В-лімфоцитів, плазмоцитів, макрофагів, дендритних та інтердигітуючих клітин, розміщених у петлях ретикулярної тканини та оточених капсулою зі сплосчених ретикулоендотеліальних клітин [10, 23, 24]. Їх межі можуть бути як нечіткими, так і добре контурованими, що зумовлено щільністю розташування клітинних елементів. У зрілих лімфатичних вузликах виділяють периартеріальну зону, реактивний центр, мантійну та крайову зони [3, 23]. Периартеріальні лімфоїдні піхви представлені видовженими скупченнями клітин лімфоїдного ряду у вигляді щільних агрегатів лімфобластів, лімфоцитів, ретикулоендотеліальних клітин і макрофагів, які оточують пульпарні артерії та переходять у лімфатичні вузлики. У центральних відділах піхв переважають В-лімфоцити й плазмоцити, тоді як по периферії локализуються малі Т-лімфоцити [3, 20, 23].

Червона пульпа займає простір між білою пульпою та трабекулами й представлена ретикулярною стромою з численною та різноманітною популяцією формених елементів крові [3, 20]. Основну її частину утворюють венозні синуси (синусоїди), заповнені кров'ю та які є початковою ланкою венозної системи селезінки. Саме вони забезпечують реалізацію фільтраційної функції органа, що полягає у видаленні ушкоджених еритроцитів і поверненні в кровотік повноцінних клітин. На поверхні стінок синусів розташовані ретикулярні волокна. Ділянки червоної пульпи між синусами визначаються як селезінкові (пульпарні) тяжі [17, 19]. У складі тяжів міститься значна кількість лімфоцитів, що диференціюються в плазматичні клітини, а також макрофагів, які здійснюють фагоцитоз старих і пошкоджених еритроцитів та беруть участь у метаболізмі заліза [24]. У проміжках між тяжами локализуються різні клітини крові – еритроцити, гранулоцити, циркулюючі мононуклеари, лімфоцити, плазматичні клітини та плазмобласти, що мігрують із лімфатичних вузликів і периартеріальних лімфоїдних піхв білої пульпи відповідно до антигенної видової диференціації [20].

Отже, вивчення морфологічних особливостей формування імунобіологічної функції периферійних лімфоїдних органів продуктивних тварин у взаємозв'язку зі станом організму при народженні та видовими біологічними характеристиками ссавців є підґрунтям для розробки ефективних ветеринарних і біотехнологічних заходів, спрямованих на підвищення природної резистентності, неспецифічної та імунологічної реактивності, а також життєздатності молодняку в період постнатальної адаптації.

Мета. З'ясувати особливості становлення паренхіматозних та стромальних тканинних компонентів селезінки свині свійської у ранньому постнатальному періоді онтогенезу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Експериментальні дослідження виконували з дотриманням вимог «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються в експериментальних та інших наукових цілях» (Страсбург, Франція, 18 березня 1986 р., ETS № 123), а також відповідно до положень Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (Київ, 21 лютого 2006 р., № 3447-IV). Морфологічні дослідження проводили на базі кафедри анатомії, гістології і патоморфології тварин Дніпровського державного аграрно-економічного університету. Об'єктом дослідження слугувала селезінка клінічно здорових поросят білої української породи віком 1, 5, 10, 15 та 20 діб (по 6 тварин у кожній віковій групі), вирощених у приватному господарстві. Показники маси тіла тварин та її вікова динаміка відповідали породним та віковим нормам. Після проведення анатомічного препарування визначали абсолютну масу (АМ) селезінки за допомогою лабораторних ваг «Techniprot-WTW» з точністю до 0,002 мг. Відносну масу (ВМ) органа розраховували у відсотковому співвідношенні до маси тіла тварини. Лінійні параметри селезінки (довжину, ширину та товщину) вимірювали з використанням штангенциркуля та сантиметрової лінійки з ціною поділки 1 мм. Відібраний матеріал спочатку фіксували у 5%-му водному розчині нейтрального формаліну протягом 24–48 годин, після чого переносили у його 10%-й розчин, де зразки зберігали протягом усього періоду досліджень. Після фіксації селезінку розтинали в сегментальній площині, перпендикулярно до воріт органа, виготовляли заморожені гістологічні зрізи за допомогою мікротома-кріостата. Надалі препарати забарвлювали гематоксиліном та еозином, а також проводили імпрегнацію азотнокислим сріблом відповідно до загальноприйнятих методик [25]. Мікроскопічне дослідження гістологічних препаратів здійснювали з використанням світлових мікроскопів Olympus CH-20 та CX-41 (окуляр 10×; об'єктиви 10×, 40×, 100×), а також біологічного стереоскопічного мікроскопа МБС-10 (окуляр 8×; об'єктиви 4× і 7×). У селезінці поросят визначали відносну площу (ВП) щільної волокнистої сполучної тканини (капсула та трабекули), лімфоїдної тканини (зокрема периартеріальних лімфоїдних півх і лімфатичних вузликів), а також червоної пульпи. Кількісну оцінку тканинних компонентів селезінки

проводили методом «крапкового підрахунку» з використанням окулярних тестових систем за методикою Г. Г. Автанділова. Для кожної вікової групи виконували по три вимірювання на п'яти гістологічних препаратах. Відносну площу структурних елементів селезінки визначали за формулою:

$$S = (P_i / P_t) \times 100 \%,$$

де S – відносна площа досліджуваної структури на гістологічному препараті, %;

P_i – кількість крапок тестової системи, що припали на відповідну структуру, шт.; P_t – загальна кількість крапок, які потрапили на площу гістопрепарату, шт.

Статистичну обробку отриманих кількісних даних проводили на персональному комп'ютері «Celeron-466» з використанням стандартних програмних пакетів «Microsoft Excel». Статистично вірогідною вважали різницю в показниках * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001.

У новонароджених поросят АМ селезінки становить 16,00 ± 0,21 г, тоді як її ВМ маса дорівнює 0,15 ± 0,009 %. Лінійні параметри органа відповідають віковим особливостям і складають: довжина – 59,08 ± 3,33 мм, ширина – 12,58 ± 0,77 мм, товщина – 3,83 ± 0,28 мм (табл. 1).

Табл. 1

Морфометричні показники селезінки поросят

Вік (доба), групи	АМ, г	ВМ, %	Довжина, мм	Ширина, мм	Товщина, мм
1	1,60±0,21	0,15±0,009	59,08±3,33	12,58±0,77	3,83±0,28
5	2,84±0,62	0,20 ± 0,02*	74,00±6,05*	14,60±0,84	5,50±1,06
10	5,05±0,45*	0,28±0,007**	92,50±8,98	19,75±1,84*	6,75±1,09
15	5,97±0,51	0,26±0,02	93,33±7,79	20,00±0,71	6,83±0,74
20	7,22±1,52	0,25±0,03	105,33±9,83	19,17±1,40	6,08±0,41

Примітка: * - p < 0,05, ** - p < 0,01, *** - p < 0,001, порівняно з показником у попередній групі. Данні таблиці – результати досліджень авторів.

Сполучнотканинна строма селезінки добових поросят сформована опорно-скоротливим апаратом, до складу якого входять капсула та система трабекул, що утворені щільною волокнистою сполучною тканиною з наявністю гладеньких м'язових клітин. Найбільша товщина капсули відмічається в місцях відходження від неї трабекул, а також у ділянці воріт органа. Кількість трабекул, що прямують від капсули вглибину селезінки, є відносно невеликою, вони мають незначну товщину, яка дорівнює або дещо перевищує товщину капсули. В найбільш розвинених трабекулах проходять артеріальні та венозні судини. В деяких випадках трабекули, що беруть початок з протилежних ділянок органа, з'єднуються між собою, утворюючи сітчастий каркас. Відносна площа сполучної тканини в селезінці новонароджених поросят становить 7,93 ± 0,26 % (табл. 2).

Табл. 2

Відносна площа тканинних компонентів селезінки поросят, %

Вік (доба), групи	Сполучно-тканинна строма	Лімфоїдна тканина	Периартеріальні лімфоїдні піхви	Лімфатичні вузлики	Червона пульпа
1	7,93±0,26	7,04±0,28	7,03±0,28	0,007±0,002	85,03±0,43
5	8,56±0,43	7,16±0,21	7,10±0,20	0,06±0,006***	84,28±0,40
10	7,85±0,35	9,20±0,32***	9,12±0,31***	0,09±0,02	82,95±0,40
15	7,98±0,47	9,58±0,20	9,40±0,21	0,18±0,02*	82,45±0,43
20	11,95±0,81**	9,98±0,22	9,77±0,22	0,20±0,02	78,08±0,69***

Примітка: * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$, порівняно з показником у попередній групі. Данні таблиці – результати досліджень авторів.

ВП лімфоїдної тканини білої пульпи селезінки в добових поросят складає $7,04 \pm 0,28$ % і локалізується переважно в периартеріальних лімфоїдних піхвах, які сформовані кількома рядами лімфоцитів, розташованих концентрично навколо кровоносних судин. Їх ВП становить $7,03 \pm 0,28$ %. Також виявляються поодинокі кулясті скупчення клітин без центрів розмноження, що складаються з лімфоцитів, лімфобластів, ретикулярних клітин і макрофагів, їх ВП не перевищує $0,007 \pm 0,002$ % (рис. 1, 2).

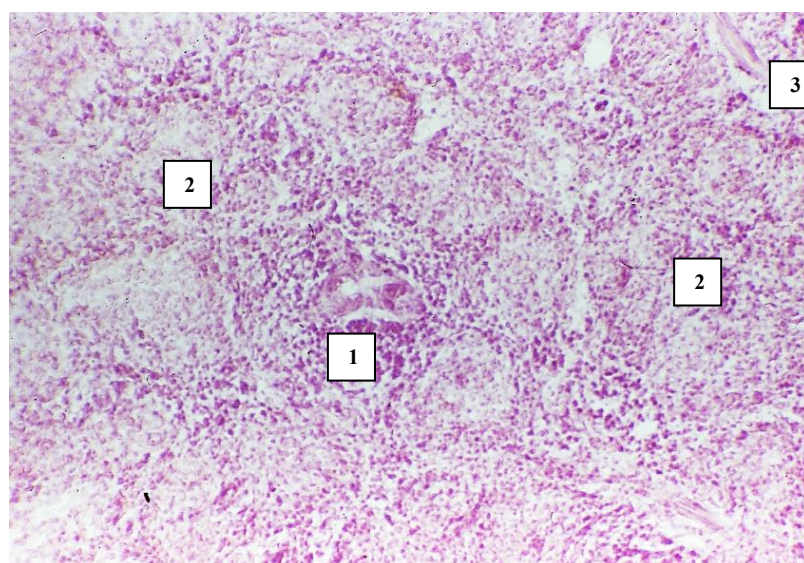


Рис. 1. Селезінка добового поросяти: 1 – первинний ЛВУЗ, 2 – червона пульпа, 3 – трабекула. Заб. гематоксиліном і еозином, $\times 80$. Рисунок авторів

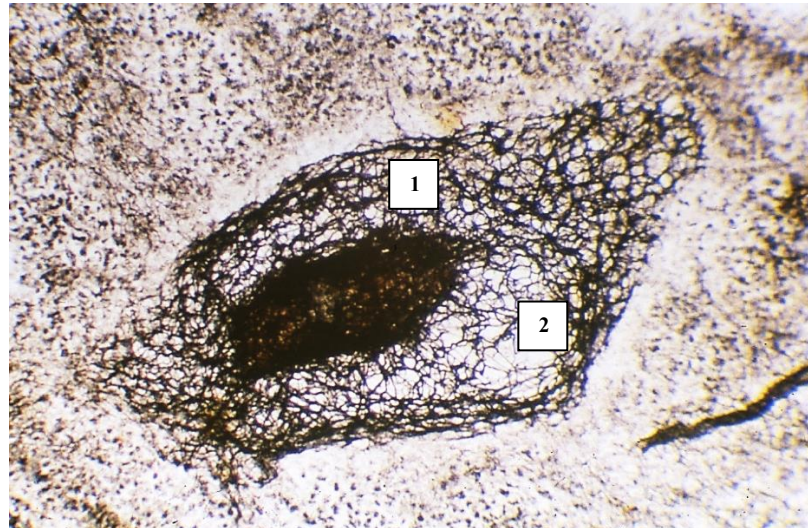


Рис. 2. Селезінка добового поросяти: 1 – ретикулярний остов ПАЛП, 2 – ретикулярний остов первинного ЛВУЗ. Імпрегнація азотнокислим сріблом за Футом, $\times 80$. Рисунок авторів.

Основну частину площі селезінки новонароджених поросят займає червона пульпа, частка якої становить $85,03 \pm 0,43$ %. У її складі чітко диференціюються селезінкові тяжі та синусоїди (рис. 1). Селезінкові тяжі мають округлу, овальну або видовжену форму, добре оконтуровані та рівномірно розміщені між стінками синусоїдів по всій площі зрізу. У венозних синусах накопичуються різноманітні клітинні елементи, зокрема макрофаги, ретикулоцити, нейтрофіли та інші поліморфні клітини. Крім того, червона пульпа пронизана значною кількістю артерій і капілярів.

У 5-добових поросят АМ селезінки збільшується на 77,50 %, а її ВМ – на 0,05 % ($p < 0,05$). Серед лінійних показників найбільш інтенсивно зростає товщина органа – на 43,60 %, дещо менше – довжина (на 25,25 %, $p < 0,05$) і ширина (на 16,06 %). Структурно-функціональні зміни селезінки в цей період пов'язані з активним розвитком як щільної волокнистої сполучної тканини, так і лімфоїдного компонента. ВП строми зростає порівняно з новонародженими на 0,63 %, при цьому капсула та трабекули помітно потовщуються. За рахунок незначного збільшення ВП периартеріальних лімфоїдних півх на 0,02 % і лімфатичних вузликів на 0,05 % ($p < 0,001$) відмічається тенденція до зростання ВП лімфоїдної тканини на 0,12 %. Водночас частка червоної пульпи зменшується на 0,75 %.

У 10-добових поросят спостерігається подальше збільшення як АМ селезінки – на 77,82 % ($p < 0,05$), так і її ВМ – на 0,08 % ($p < 0,01$). Лінійні розміри органа також зростають: довжина – на 25,00 %, ширина – на 35,27 % ($p < 0,05$), товщина – на 22,73 %. Структура сполучнотканинного остова при цьому істотно не змінюється, а його ВП навіть має тенденцію до зменшення на 0,71 %. Капсула селезінки потовщується, тоді як кількість трабекул дещо зменшується. Найбільш виражені зміни відбуваються в лімфоїдній тканині,

що проявляється зростанням її ВП на 2,04 % ($p < 0,001$), переважно за рахунок збільшення частки периартеріальних лімфоїдних піхв на 2,02 % ($p < 0,001$) та лімфатичних вузликів на 0,03 %. Розміри лімфатичних вузликів зростають, однак центри розмноження ще не формуються. ВП червоної пульпи зменшується на 1,33 %. Периартеріальні лімфоїдні піхви зазвичай локалізуються навколо пульпарних артерій, тоді як лімфатичні вузлики можуть розміщуватися в різних ділянках паренхіми, поступово переходячи в червону пульпу або чітко відмежовуючись у ній. У червоній пульпі виявляється значна кількість артеріол, капілярів і венозних синусів, у порожнинах яких депонуються клітини крові (рис. 3).

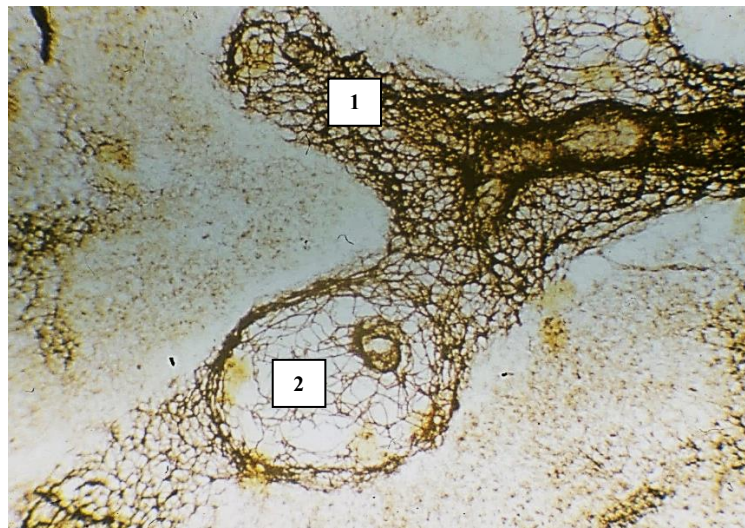


Рис. 3. Селезінка 10-добового поросяти: 1 – ретикулярний остов ПАЛП, 2 – ретикулярний остов первинного ЛВУЗ. Імпрегнація азотнокислим сріблом за Футом, $\times 80$. Рисунок авторів.

У 15-добових поросят для селезінки характерним є збільшення АМ на 18,22 % за одночасного зменшення ВМ на 0,02 %. Лінійні параметри органа змінюються незначно: довжина зростає на 0,90 %, ширина – на 1,27 %, товщина – на 1,19 %. Зміни тканинних компонентів селезінки мають помірний характер. Порівняно з 10-добовими поросятами відмічається незначне збільшення ВП лімфоїдної тканини на 0,38 % і сполучної тканини на 0,13 %, що супроводжується зменшенням частки червоної пульпи на 0,50 %. Кількість і розміри лімфатичних вузликів збільшуються (на $0,18 \pm 0,02$ %, $p < 0,05$), однак центри розмноження все ще не виявляються.

У 20-добових поросят АМ селезінки збільшується на 20,94 %, тоді як її ВМ зменшується на 0,01 %. Зростання АМ відбувається переважно за рахунок збільшення довжини органа на 12,86 %, тоді як ширина та товщина зменшуються відповідно на 4,15 % і 10,98 %. Подальші структурно-функціональні перетворення селезінки зумовлені розвитком її паренхіматозних і стромальних елементів. Збільшення ВП периартеріальних лімфоїдних піхв на 0,37 % і лімфатичних вузликів на 0,02 % призводить до

загального зростання ВП лімфоїдної тканини на 0,40 % порівняно з 15-добовими поросятами. Частка червоної пульпи при цьому зменшується на 4,37 %, тоді як ВП щільної волокнистої сполучної тканини зростає на 3,97 %. У більшості лімфатичних вузликів виявляються реактивні центри, а на їх периферії формується маргінальна зона у вигляді щільного лімфоцитарного обідка (рис. 4, 5). Червона пульпа, що заповнює простір між трабекулами та лімфатичними вузликами, містить численні артеріоли, капіляри й венозні синуси.

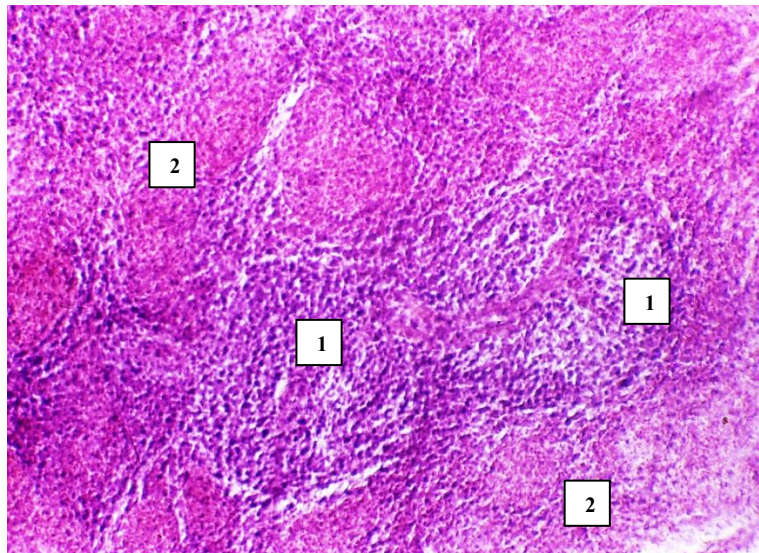


Рис. 4. Селезінка 20-добового поросяти: 1 – первинний ЛВУЗ, 2 – червона пульпа. Заб. гематоксилином і еозином, $\times 80$. *Рисунок авторів.*

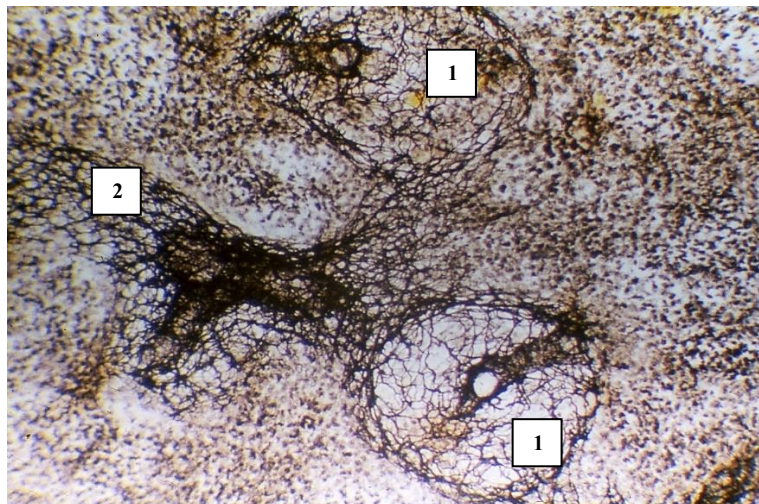


Рис. 5. Селезінка 20-добового поросяти: 1 – ретикулярний остов ПЛП, 2 – ретикулярний остов первинного ЛВУЗ. Імпрегнація азотнокислим сріблом за Футом, $\times 80$. *Рисунок авторів.*

У ветеринарних морфологічних дослідженнях і на сьогодні основними показниками функціонального стану селезінки залишаються співвідношення

між білою та червоною пульпою, а також наявність у складі паренхіми лімфатичних вузликів, зокрема таких, що містять центри розмноження.

У результаті проведених досліджень нами підтверджено, що селезінка поросят має видовжено-еліпсоподібну форму з загостреними полюсами, характеризується щільною консистенцією та темно-вишневим забарвленням. Орган локалізується у лівому підребер'ї на рівні 13–15-го ребер та прилягає до більшої кривини шлунка в ділянці мечоподібного хряща, що узгоджується з даними літературних джерел [26, 27].

За результатами органометричних досліджень, наведених у наукових публікаціях, у ранньому постнатальному періоді онтогенезу селезінка поросят зазнає інтенсивного, хоча й нерівномірного росту, який проявляється збільшенням маси органа та його лінійних параметрів – довжини, ширини і товщини. Показники абсолютної та відносної маси селезінки в новонароджених поросят відповідають видовим нормам. У подальшому, від моменту народження до 29-добового віку, абсолютна маса селезінки зростає прямолінійно з найбільш вираженим приростом у 7-, 14- та 29-добовому віці, тоді як відносна маса зазнає лише незначних коливань. Паралельно зі збільшенням маси органа відмічається пропорційне зростання його лінійних розмірів [26]. Такі зміни свідчать про те, що морфогенез селезінки до моменту народження поросят ще не є завершеним і продовжується в перші дні постнатального розвитку, що супроводжується подальшим удосконаленням її структурної організації [28, 29, 30]. У післяродовий період тварини певний час зберігають риси, характерні для пізньої стадії плідного розвитку, при цьому в новонароджений період найбільш істотних перебудов зазнають тканинні та клітинні компоненти органів гемо- та лімфопоезу.

Питання ступеня морфофункціональної зрілості паренхіми селезінки поросят і її спроможності забезпечувати повноцінний імунний контроль залишається дискусійним. Так, окремі автори вказують, що в новонароджених поросят клітинний склад паренхіми селезінки є відносно однорідним, без чіткого розмежування на білу і червону пульпу, а їх диференціація та поява лімфатичних вузликів відбуваються лише до 30-добового віку, що не узгоджується з отриманими нами результатами [31]. Інші дослідники, навпаки, доводять, що селезінка добових поросят є анатомічно сформованою і має чітко виражений поділ на білу та червону пульпу. При цьому основними структурними елементами білої пульпи виступають периартеріальні лімфоїдні півхи, утворені кількома концентричними рядами лімфоцитів навколо судин. Також відмічається початковий етап формування поодиноких дрібних лімфатичних вузликів, які, як правило, не містять гермінативних центрів. Клітинний склад цих утворень представлений лімфоцитами, лімфобластами, ретикулярними клітинами та макрофагами. Біла пульпа без чітких меж переходить у червону пульпу, що локалізується між лімфоїдними півхами та окремими лімфатичними вузликами і пронизана значною кількістю артеріол, капілярів і венозних синусів, у просвіті яких виявляються макрофаги, ретикулоцити, нейтрофіли

та інші поліморфноядерні клітини [26, 32]. Згідно з результатами наших досліджень, у новонароджених поросят частка лімфоїдної тканини селезінки становить близько 8,0 %. Характерною особливістю є поява в основі периартеріальних лімфоїдних піхв поодиноких дрібних кулястих скупчень лімфоцитів, які не мають центрів розмноження. В цих ділянках виявляються більші комірки ретикулярної сітки порівняно з периартеріальними лімфоїдними піхвами, що свідчить про початкові етапи формування первинних лімфатичних вузликів. Таким чином, у добових поросят спостерігається чітка диференціація паренхіми селезінки на білу і червону пульпи, що дає підстави говорити про її здатність брати повноцінну участь в імунній кооперації [29].

У міру росту тварин відбувається закономірний розвиток тканинних компонентів селезінки, змінюється співвідношення між стромальними та паренхіматозними структурами, суттєво зростає кількість лімфоїдної тканини, насамперед її вузликової форми [29, 30, 33].

Відомо, що в плодів великої рогатої худоби формування периартеріальних лімфоїдних піхв розпочинається вже в тримісячному віці, чіткий поділ паренхіми на білу та червону пульпи виявляється у п'ятимісячних плодів, тоді як первинні лімфатичні вузлики починають формуватися з восьмого місяця внутрішньоутробного розвитку [34]. В плодів дрібної рогатої худоби первинні лімфатичні вузлики з'являються наприкінці плідного періоду. В постнатальному онтогенезі, до моменту досягнення фізіологічної зрілості, відбувається зміщення співвідношення структур у бік збільшення площі білої пульпи та зменшення частки червоної пульпи [35].

У кролів на момент народження паренхіма селезінки не має чіткого поділу на червону і білу пульпи. Але, протягом першого місяця життя відбувається стрімкий розвиток її основних тканинних структур і в 30-добових кроленят вже виявляються всі функціональні зони білої пульпи: периартеріальні лімфоїдні піхви, лімфатичні вузлики з чітко вираженими світлими центрами і мантийною зоною, а також маргінальна зона на межі з червоною пульпою. Це вказує на повну сформованість лімфоїдних структур і готовність органу до імунної відповіді. Протягом наступного періоду життя (другий-третій місяць) у селезінці кролів відбувається поступове збільшення відносної площі всіх функціональних зон білої пульпи з досягненням максимальних значень у 90-добовому віці [36, 37]. Селезінка новонароджених щурів функціонально незріла, лімфатичні вузлики не повністю сформовані, в них важко розрізнити всі зони. Первинні лімфатичні вузлики вперше виявляються лише на 20-ту добу після народження, при цьому гермінативні центри в них відсутні і формуються лише на 35–38-му добу постнатального онтогенезу. До шестимісячного періоду селезінка має найвищу імунну активність, що проявляється збільшенням кількості лімфатичних вузликів з центром розмноження та великою кількістю лімфоцитів у них та в периартеріальних лімфоїдних піхвах [38, 39]. Формування стромальних елементів селезінки збігається з періодом

активного розвитку її судинного русла; в ранньому постнатальному періоді та під час статевого дозрівання відмічається їх інтенсивний ріст і потовщення [27]. Загалом процес морфогенезу селезінки в ссавців триває і після народження.

У людини після народження лімфатичні вузлики селезінки є невеликими і не містять світлих центрів [40, 41], тоді як червона пульпа характеризується високою клітинною щільністю [20, 23]. Максимального розвитку біла пульпа селезінки досягає у дітей віком від 1 до 5 років, а її кількість продовжує зростати до 15-річного віку. Надалі з віком відбувається поступове збільшення частки сполучнотканинної строми [8, 42].

Висновки та перспективи подальших досліджень. У ранньому постнатальному періоді онтогенезу пороять структурно-функціональні елементи селезінки сформовані як на органному, так і на тканинному рівнях. Гістоархітектоніка органа характеризується добре розвиненим капсулярно-трабекулярним апаратом, а паренхіма чітко диференційована на білу та червону пульпи. В міру росту тварин відбувається закономірний розвиток усіх компонентів селезінки, змінюється співвідношення стромальних і паренхіматозних структур, що супроводжується збільшенням абсолютної та відносної маси органа, а також його лінійних показників – довжини, ширини та товщини.

Список використаної літератури

1. Гаврилін П.М. Структурно-функціональні особливості органів кровотворення телят неонатального і молочного періоду : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра вет. наук : 16.00.02. Харків, 2001. 36 с.
2. Хомич В.Т., Колич Н.Б. Морфофункціональні особливості клоакальної сумки птахів. *Вісник Дніпропетр. держ. аграр. ун-ту*. 2005. № 2. С. 24-27.
3. Mebius R. E., Kraal G. Structure and function of the spleen. *Nat. Rev. Immunol.* 2005. 5(8). P. 606-616. <https://doi:10.1038/nri1669>.
4. Cesta M.F. Normal Structure, Function, and Histology of the Spleen. *Toxicologic Pathology*. 2006. 34(5). P. 455-465. <https://doi:10.1080/01926230600867743>
5. Bronte V., Pittet M.J. The spleen in local and systemic regulation of immunity. *Immunity*. 2013. 39(5). P. 806-818. <https://doi:10.1016/j.immuni.2013.10.010>
6. Волошин В.М. Будова селезінки (огляд літератури). *Морфологія*. 2014. 8(1). С. 8-15.
7. Polák Š., Gálfiová P., Varga I. Ultrastructure of human spleen in transmission and scanning electron microscope. *Biologia*. 2009. 64(2). P. 402-408. <https://doi:10.2478/s11756-009-0046-2>
8. Haley P.J. The lymphoid system: a review of species differences. *J Toxicol Pathol.* 2017. 30(2). P. 111-123. <https://doi.org/10.1293%2Ftox.2016-0075>
9. Lewis S.M., Williams A., Eisenbarth S.C. Structure and function of the immune system in the spleen. *Sci Immunol.* 2019. 4(33). <https://doi:10.1126/sciimmunol.aau6085>

10. Дунаєвська О.Ф. Морфологічні особливості білої пульпи селезінки хребетних тварин. *Вісник проблем біології і медицини*. 2016. 2, 3(130). С. 20-24.
11. Дунаєвська О.Ф. Морфометричні особливості селезінки жуйних у віковому аспекті. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки*. 2017. 13(362). С. 104-109.
12. Еверт В.В., Гаврилін П.М., Лещова М.О. Морфометрична характеристика органів універсального гемопоєзу поросят у період постнатальної адаптації. *Науковий вісник Львівського нац. ун-ту ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького*. 2018. 20(83). С. 13-18.
<https://doi.org/10.15421/nvlvet8303>
13. Morozov S. V., Izranov V. A. Methods of Ultrasound Spleen Morphometry. *J Ultrasound Med*. 2022. 41(9). P. 2123-2133. <https://doi:10.1002/jum.15901>
14. Histology of the spleen of indigenous dog (*Canis familiaris*) of Bangladesh / Das S. K. et al. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine*. 2005. 3(1). P. 59-61.
<http://doi:10.3329/bjvm.v3i1.11356>
15. Овчаренко В. В. Будова селезінки інтактних щурів різних вікових груп. *Український медичний альманах*. 2012. 15(1). С. 189-192.
16. Дунаєвська О. Особливості опорно-скоротливого апарату селезінки хребетних тварин. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки. Сер. Біологічні науки*. 2016. 12(337). С. 71-76.
17. Histological studies on the spleen of large white Yorkshire Pig (*Sus scrofa*) / Shringi N. et al. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2018. 6(1). P. 1142-1144.
<http://doi:10.22271/j.ento.6.1.257.1>
18. Comparative histological study on the spleen of human (*Homo sapiens*), cow (*Bos indicus*), goat (*Capra hircus*) / Alim A. et al. *Nepal Journal of Medical Sciences*. 2012. 1(2). P. 64-67. <https://doi:10.3126/njms.v1i2.6601>
19. Devi H., Mathur R., Joshi S. Histological studies on the spleen of marwari goat (*Capra Hircus*). *Veterinary Practitioner*. 2016. 17(2). P. 190-191.
20. Морфо-функціональна організація селезінки лабораторних тварин (огляд літератури) / О. В. Авілова та ін. *Світ медицини та біології*. 2017. 1(59). С. 175-179.
21. Comparative Histoarchitectural Study of Splenic Components in Sheep and Goat / Gnanadevi R. et al. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2019. 8(5). P. 1387-1394.
<https://dx.doi.org/10.20546/ijcmas.2019.805.158>
22. Thanvi P.K., Joshi S., Singh D. Histomorphological studies on spleen of sheep (*Ovis aries*). *Veterinary Practitioner*. 2020. 21(1). P. 48-53.
23. Steiniger B.S. Human spleen microanatomy: why mice do not suffice. *Immunology*. 2015. 145(3). P. 334-346. <https://doi.10.1111/imm.12469>

24. Kannan T.A. Electron Microscopic Studies of Spleen in Chicken (*Gallus domesticus*). *International Journal of Advanced Veterinary Science and Technology*. 2015. 4(01). P. 160-165.
<https://doi.org/10.23953/cloud.ijavst.180>
25. Горальський Л.П., Хомич В.Т., Кононський О.І. Основи гістологічної техніки і морфофункціональні методи досліджень у нормі та при патології : навч. посіб. Вид. 3-є, випр. і допов. Житомир : Полісся, 2015. 286 с.
26. Панікар І.І., Горальський Л.П., Колеснік Н.Л. Морфологія та імуногістохімія органів імуногенезу свиней у період постнатальної адаптації : монографія. Полтава, 2015. 258 с.
27. Дунаєвська О.Ф., Горальський Л.П., Сокульський І.М. Маркерні ознаки селезінки тварин в онто- і філогенезі : монографія. Житомир: Поліський національний університет, 2020. 216 с.
28. Панікар І.І., Горальський Л.П. Структурно-функціональні особливості периферичних органів імунної системи поросят першої доби життя. *Зб. наук. праць Харківськ. держ. зоовет. акад. Сер. Проблеми зоінженерії та вет. медицини*. 2014. Вип. 28, ч. 2. С. 385-390.
29. Гаврилін П.М., Оліяр А.В., Еверт В.В. Закономірності морфогенезу селезінки поросят у ранньому постнатальному періоді онтогенезу. *Науково-практичний журнал «Ветеринарія, технологія тваринництва та природокористування»*. 2018. № 1. С. 112-116.
30. Tishkina N., Oliyar A. Morphogenesis of the peripheral lymphoid organs of the pig (*Sus domestica*) in the early postnatal period of ontogenesis. *Prospects for the development and implementation of innovative technologies in veterinary medicine and animal husbandry: scientific monograph*. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2024. P. 351-426.
<https://doi.org/10.30525/978-9934-26-454-2-12>
31. Довгаль Г.В. Розвиток селезінки шурів в пізньому пренатальному періоді і під впливом ацетату свинцю та за умов корекції. *Морфологія*. 2013. Т. 2(105), вип. 4. С. 197-199.
32. Мельниченко О. М. Морфофункціональна характеристика селезінки у поросят постнатального періоду онтогенезу за корекції гемопоезу антианемічним мінерально-вітамінним препаратом полімет В12. *Вісник Державного вищого навчального закладу «Державний агроекологічний університет»* 2008. Т. 1, № 1(21). С. 144-148.
33. Оліяр А. В. Закономірності морфогенезу тканинних компонентів органів кровотворення та імунного захисту в новонароджених поросят. *Зб. наук. праць Харківськ. держ. зоовет. акад. Сер. Проблеми зоінженерії та вет. медицини*. 2008. Вип. 16(41), ч. 2, т. 1. С. 13-16.
34. Особливості цитоархітектоніки білої пульпи селезінки плодів великої рогатої худоби / Гаврилін П.М. та ін. *Вісник ЖНАЕУ*. 2014. 2(42), 1. С. 164-171.

35. Morpho-histological study of spleen ontogenesis in lambs during antenatal and posnatal period / Djallal R.E. et al. *Online J. Anim. Feed Res.* 2020. 10(1). P. 12-16.
<https://dx.doi.org/10.36380/scil.2020.ojafr2>
36. Myroshnychenko I. I., Lieshchova M. A. Morphological and functional spleen development in crossbreed rabbits. *Regulatory Mechanisms in Biosystems.* 2024. 5(3). P. 453-462.
<https://doi.org/10.15421/022464>
37. Altaey O. Y., Hasan A. A., Alhaaik, A. G. Early-life development of spleen in white rabbit (*Oryctolagus cuniculus*): A morphometric and histochemical analysis. *Veterinary Integrative Sciences.* 2025. 23(1).
<https://doi.org/10.12982/VIS.2025.012>
38. Histologic Features of Postnatal Development of Immune System Organs in the Sprague-Dawley Rat / Parker G.A. et al. *Toxicol Pathol.* 2015. 43(6). P. 794-815.
<https://doi:10.1177/0192623315578720>
39. Khasanova D. A. Morphological features of spleen at different stages of postnatal ontogenesis. *Central Asian Journal of Medical and Natural Science.* 2022. 3(1). P. 154–159.
<https://doi.org/10.17605/cajmns.v3i1.584>
40. Martin F., Kearney J.F. B-cell subsets and the mature preimmune repertoire. Marginal zone and B1 B cells as part of a «natural immune memory». *Immunol Rev.* 2000. 175(1). P. 70-79.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-065X.2000.imr017515.x>
41. Musleh A. H., Ali A. M., Shalal M. S. Anatomical and histological study of neonatal human spleen. *NeuroQuantology.* 2022. 20(4). P. 52–57.
<https://doi.org/10.14704/nq.2022.20.4.nq22094>
42. Suttie A.W. Histopathology of the spleen. *Toxicol Pathol.* 2006. 34(5). P. 466-503.
<https://doi:10.1080/01926230600867750>

Alla Oliyar,

Candidate of Veterinary Sciences, Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Anatomy, Histology and Pathomorphology of Animals
Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine
ORCID ID: 0000-0002-8918-2693
e-mail: oliiar.a.v@dsau.dp.ua

Pavlo Skliarov,

Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Professor of the Department of Veterinary Surgery and Reproductive Medicine
Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine
ORCID ID: 0000-0002-4379-9583
e-mail: skliarov.p.m.@dsau.dp.ua

Dmitro Bilyi,

Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the
Department of Veterinary Surgery and Reproductology
Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine
ORCID ID: 0000-0003-3896-0384
e-mail: bilyi.d.d@dsau.dp.ua

FEATURES OF POSTNATAL MORPHOGENESIS OF THE SPLEEN IN THE DOMESTIC PIG

Abstract

Normal growth, development and viability of animals, especially at the initial stages of postnatal ontogenesis, are determined by the level of structural and functional organization of the body's integrating systems, among which the organs of hemopoiesis and lymphopoiesis are of key importance. The formation of full-fledged functional structures in the peripheral lymphoid organs of mammals in the process of adaptation to extrauterine conditions of existence is determined by the morphological state of their tissue components at the time of birth. In the study using classical morphological methods, a comprehensive assessment of the qualitative and quantitative characteristics of stromal and parenchymal elements of the spleen of a domestic pig in the early postnatal period of ontogenesis at the organ and tissue levels of structural organization was carried out. It was established that the spleen of piglets at the time of birth has a full set of morphological signs of immunocompetence, and from the first days after birth to the end of the lactation period there is intensive development of the parenchyma with the formation of a stable histoarchitectonics of functional zones. In the early postnatal period of ontogenesis, the spleen of piglets is characterized by a gradual increase in linear dimensions and absolute mass with a simultaneous decrease in relative mass. In newborn animals, the spleen has a well-formed connective tissue capsule with trabeculae and parenchyma, represented by red and white pulp. The largest relative area is occupied by the red pulp, while the proportion of connective tissue stroma and white pulp is relatively low and almost the same. In the composition of the white pulp, periarterial lymphoid sheaths and lymph nodes without proliferation centers are clearly identified, the relative area of which at this stage is minimal. With age, there is a redistribution of the area of the parenchymal components of the spleen, which is accompanied by a decrease in the proportion of red pulp and a progressive increase in the total area of the white pulp and its individual structural elements, reaching maximum indicators in 20-day-old piglets. A probable increase in the relative area of lymphoid tissue is recorded at 10 days of age, mainly due to the expansion of periarterial lymphoid sheaths.

Key words: pig breeding, ontogenesis, peripheral lymphoid organs, lymphoid tissue, white pulp, lymph nodules, red pulp, connective tissue, morphometric indicators.

Reference

1. Gavrilin, P. (2001). Structural and functional features of the hematopoietic organs of calves of the neonatal and lactation periods [Strukturno-funkcional"ni osoblyvosti organiv krovotvorennja teljat neonatal"nogo i molochnogo periodiv]. Abstract of doctor's thesis. Kharkiv Zooveterinaty institute, Kharkiv (in Ukrainian).
2. Khomych, V.T., & Kolych, N.B. (2005). Morphofunctional features of the cloacal sac of birds [Morfofunktsionalni osoblyvosti kloakalnoi sumky ptakhiv].

Bulletin of the Dnipropetrovsk State Agrarian University, 2, 24-27 (in Ukrainian).

3. Mebius, R. E., & Kraal, G. (2005). Structure and function of the spleen. *Nat. Rev. Immunol.*, 5(8), 606-616. <https://doi:10.1038/nri1669>.
4. Cesta, M.F. (2006). Normal Structure, Function, and Histology of the Spleen. *Toxicologic Pathology*, 34(5), 455-465. <https://doi:10.1080/01926230600867743>
5. Bronte, V., & Pittet, M.J. (2013). The spleen in local and systemic regulation of immunity. *Immunity*, 39(5), 806-818. <https://doi:10.1016/j.immuni.2013.10.010>
6. Voloshin, V.M. (2014). Budova selezinky (ohliad literatury) [Structure of the spleen (literature review)]. *Morphology*, 8(1), 8-15 (in Ukrainian).
7. Polák, Š., Gálfiová, P., & Varga, I. (2009). Ultrastructure of human spleen in transmission and scanning electron microscope. *Biologia*, 64(2), 402-408. <https://doi:10.2478/s11756-009-0046-2>
8. Haley, P.J. (2017). The lymphoid system: a review of species differences. *J Toxicol Pathol.*, 30(2), 111-123. <https://doi.org/10.1293%2Ftox.2016-0075>
9. Lewis, S.M., Williams, A., & Eisenbarth, S.C. (2019). Structure and function of the immune system in the spleen. *Sci Immunol.*, 4(33). <https://doi:10.1126/sciimmunol.aau6085>
10. Dunaievska, O. F. (2016). Morphological features of the white pulp of the spleen of vertebrate animals [Morfologichni osoblyvosti biloi pulpy selezinky khrebetnykh tvaryn.]. *Bulletin of Problems of Biology and Medicine*, 2, 3(130), 20-24 (in Ukrainian).
11. Dunaievska, O. F. (2017). Morphometric features of the spleen in the age aspect [Morfometrychni osoblyvosti selezinky zhuynykh u vikovomu aspekti]. *Scientific Bulletin of the Lesya Ukrainka East European National University. Series: Biological Sciences*, 13(362), 104–110 (in Ukrainian).
12. Evert, V.V., Gavrilin, P.M., & Lieshchova, M.A. (2018). Morphometric characteristics of universal hematopoiesis organs in piglets during the period of postnatal adaptation [Morfometrychna kharakterystyka orhaniv universalnoho hemopoezu porosiat u period postnatalnoi adaptatsii]. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20(83), 13-18 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15421/nvlvet8303>
13. Morozov, S. V., & Izranov, V. A. (2022). Methods of Ultrasound Spleen Morphometry. *J Ultrasound Med.*, 41(9), 2123-2133. <https://doi:10.1002/jum.15901>
14. Das, S. K., Alam, M.S., Islam, Md. N., & Awal, Md. A. (2005). Histology of the spleen of indigenous dog (*Canis familiaris*) of Bangladesh. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine*, 3(1), 59-61. <http://doi:10.3329/bjvm.v3i1.11356>
15. Ovcharenko, V. V. (2012). The structure of the spleen of intact rats of different age groups [Budova selezinky intaktnykh shchuriv riznykh vikovykh hrup]. *Ukrainian Medical Almanac*, 15(1), 189-192 (in Ukrainian).
16. Dunaievska, O. (2016). Features of the musculoskeletal system of the spleen of vertebrates [Osoblyvosti oporno-skorotlyvoho aparatu selezinky khrebetnykh

- tvaryn]. *Scientific Bulletin of the Lesya Ukrainka East European National University. Series: Biological Sciences*, 12(337), 71-76 (in Ukrainian).
17. Shringi, N., Mathur, R., Kumar, V., Rohlan, K., & Ganguly, S. (2018). Histological studies on the spleen of large white Yorkshire Pig (*Sus scrofa*). *Journal of Entomology and Zoology Studies.*, 6(1), 1142-1144. <http://doi:10.22271/j.ento.6.1.257.1>
18. Alim, A., Nurunnabi, A.S.M., Ara, S., Mahbub, S., & Mohanta, L.C. (2012). Comparative histological study on the spleen of human (*Homo sapiens*), cow (*Bos indicus*), goat (*Capra hircus*). *Nepal Journal of Medical Sciences*, 1(2), 64-67. <https://doi:10.3126/njms.v1i2.6601>
19. Devi, H., Mathur, R., & Joshi, S. (2016). Histological studies on the spleen of marwari goat (*Capra Hircus*). *Veterinary Practitioner*, 17(2), 190-191.
20. Avilova, O. V., Prykhodko, O. O., Trach, O. O., Yarmolenko, O. S., & Bumeister, L.V. (2017). Morpho-functional organization of the spleen of laboratory animals (literature review) [Morfo-funktsionalna orhanizatsiia selezinky laboratornykh tvaryn (ohliad literatury)]. *World of Medicine and Biology*, 1(59), 175–179 (in Ukrainian).
21. Gnanadevi, R., Senthilkumar, S., Kannan, T.A., & Ramesh, G. (2019). Comparative Histoarchitectural Study of Splenic Components in Sheep and Goat. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(5), 1387-1394. <https://dx.doi.org/10.20546/ijcmas.2019.805.158>
22. Thanvi, P.K., Joshi, S., & Singh, D. (2020). Histomorphological studies on spleen of sheep (*Ovis aries*). *Veterinary Practitioner.*, 21(1), 48-53.
23. Steiniger, B. S. (2015). Human spleen microanatomy: why mice do not suffice. *Immunology*, 145(3), 334-346. <https://doi.10.1111/imm.12469>
24. Kannan, T.A. (2015). Electron Microscopic Studies of Spleen in Chicken (*Gallus domesticus*) *International Journal of Advanced Veterinary Science and Technology*, 4(01), 160-165. <https://doi.org/10.23953/cloud.ijavst.180>
25. Horalski, L. P., Khomych, V. T., & Kononsky, A. I. (2015). Histological techniques and methods of morphological studies in normal and pathological conditions [Osnovy histolohichnoi tekhniky i morfofunktsionalni metody doslidzhen u normi ta pry patolohii] : study guide. 3rd ed., corrected and supplemented. Zhitomir : Polissia (in Ukrainian).
26. Panikar, I. I., Goralskyi, L. P., & Kolesnik, N. L. (2015). Morphology and immunohistochemistry of the organs of immunogenesis in pigs during the period of postnatal adaptation [Morfolohiia ta imunohistokhimiia orhaniv imunohenezu svynei u period postnatalnoi adaptatsii] : monograph. Poltava (in Ukrainian).
27. Dunaievskaya, O. F., Horalskyi, L. P., & Sokulskiy, L. P. (2020). Marker signs of the spleen of animals in onto- and phylogenesis [Markerni oznaky selezinky tvaryn v onto- i filohenezi] : monograph. Zhitomir: Polis National University (in Ukrainian).

28. Panikar, I. I., & Goralskyi, L. P. (2014). Structural and functional features of peripheral organs of the immune system of piglets of the first day of life [Strukturno-funktsionalni osoblyvosti peryferychnykh orhaniv imunnoi systemy porosiat pershoi doby zhyttia]. *Collection of scientific works of the Kharkiv State Academy of Zooveterinary Medicine, Series: Problems of zooengineering and veterinary medicine*, 28(2), 385-390 (in Ukrainian).
29. Gavrilin, P. M., Oliyar, A. V., & Evert, V. V. (2018). Regularities of morphogenesis of the spleen of piglets in the early postnatal period of ontogenesis [Zakonomirnosti morfohenezu selezinky porosiat u rannomu postnatalnomu periodi ontogenezu]. *Scientific and practical journal "Veterinary science, animal husbandry technology and nature management"*, 1, 112-116.
30. Tishkina, N., & Oliyar, A. (2024). Morphogenesis of the peripheral lymphoid organs of the pig (*Sus domestica*) in the early postnatal period of ontogenesis. *Prospects for the development and implementation of innovative technologies in veterinary medicine and animal husbandry: scientific monograph*. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 351-426.
<https://doi.org/10.30525/978-9934-26-454-2-12>
31. Dovgal, G. V. (2013). Development of the spleen of rats in the late prenatal period and under the influence of lead acetate and under correction conditions [Rozvytok selezinky shchuriv v piznomu prenatalnomu periodi i pid vplyvom atsetatu svyntsiu ta za umov korektsii]. *Morphology*, 2(105), 4, 197-199 (in Ukrainian).
32. Melnychenko, O. M. (2008). Morphofunctional characteristics of the spleen in piglets of the postnatal period of ontogenesis with correction of hematopoiesis with the antianemic mineral and vitamin preparation Polymet B12 [Morfofunktsionalna kharakterystyka selezinky u porosiat postnatalnoho periodu ontogenezu za korektsii hemopoezu antyanemichnym mineralno-vitaminnym preparatom polimet V12]. *Bulletin of the State Higher Educational Institution «State Agroecological University»*, 1, 1(21), 144-148 (in Ukrainian).
33. Oliyar, A. V. (2008). Regularities of morphogenesis of tissue components of hematopoietic organs and immune defense in newborn piglets [Zakonomirnosti morfohenezu tkanynnykh komponentiv orhaniv krovotvorennia ta immunoho zakhystu v novonarodzhenykh porosiat]. *Collection of scientific works of the Kharkiv State Academy of Zooveterinary Medicine, Series: Problems of zooengineering and veterinary medicine*, 16(41), 2, 1, 13-16 (in Ukrainian).
34. Gavrilin, P.M., Lieshchova, M.A., & Filipova, Yu. (2014). The cytoarchitecture peculiarities of the spleen fetuses whit pulp in cattle [Osoblyvosti tsytoarkhitektoniky biloi pulpy selezinky plodiv velykoi rohatoi khudoby]. *Bulletin of ZhNAEU*, 2(42), 1, 164-171 (in Ukrainian).
35. Rahmoun, D. E., Fares, M. A., Haffiene M., Messai, K., & Lieshchova, M. A. (2020). Morpho-histological study of spleen ontogenesis in lambs during antenatal and posnatal period. *Online J. Anim. Feed Res.*, 10(1), 12-16.
<https://dx.doi.org/10.36380/scil.2020.ojaf2>

36. Myroshnychenko, I. I., & Lieshchova, M. A. (2024). Morphological and functional spleen development in crossbreed rabbits. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 5(3), 453-462.
<https://doi.org/10.15421/022464>
37. Altaey, O. Y., Hasan, A. A., & Alhaaik, A. G. (2025). Early-life development of spleen in white rabbit (*Oryctolagus cuniculus*): A morphometric and histochemical analysis. *Veterinary Integrative Sciences*, 23(1).
<https://doi.org/10.12982/VIS.2025.012>
38. Parker, G. A., Picut, C. A., Swanson, C., & Toot, J. D. (2015). Histologic Features of Postnatal Development of Immune System Organs in the Sprague-Dawley Rat. *Toxicol Pathol.*, 43(6), 794-815.
<https://doi:10.1177/0192623315578720>
39. Khasanova, D. A. (2022). Morphological features of spleen at different stages of postnatal ontogenesis. *Central Asian Journal of Medical and Natural Science*, 3(1), 154–159.
<https://doi.org/10.17605/cajmns.v3i1.584>
40. Martin, F., & Kearney, J.F. (2000). B-cell subsets and the mature preimmune repertoire. Marginal zone and B1 B cells as part of a «natural immune memory». *Immunol Rev.*, 175(1), 70-79.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-065X.2000.imr017515.x>
41. Musleh, A. H., Ali, A. M., & Shalal, M. S. (2022). Anatomical and histological study of neonatal human spleen. *NeuroQuantology*, 20(4), 52–57.
<https://doi.org/10.14704/nq.2022.20.4.nq22094>
42. Suttie, A.W. (2006). Histopathology of the spleen. *Toxicol Pathol.*, 34(5), 466-503.
<https://doi:10.1080/01926230600867750>

Стаття надійшла до редакції 29 жовтн 2025 року.

Стаття пройшла рецензування 30 листопада 2025 року.

Стаття опублікована 18 грудня 2025 року.