

Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies

ISSN 2518-7554 print  
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.15421/nvlvet8303  
<http://nvlvet.com.ua/>

UDC 636.47(611-018.46+611-18.4)

## Morphometric characterization of universal hematopoietic organs in piglets during postnatal adaptation

V.V. Evert, P.M. Gavrilin, M.O. Lieshchova

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

### Article info

Received 8.01.2018  
Received in revised form  
13.02.2018  
Accepted 22.02.2018

Dnipro State Agrarian and  
Economic University, Serhii  
Efremov Str., 25, Dnipro, 49600,  
Ukraine  
Tel.: +38-056-268-54-17  
E-mail: viktor.v.evert@zoetis.com,  
morphologagro@gmail.com,  
lieshchova.m.o@dsau.dp.ua

**Evert, V.V., Gavrilin, P.M., & Lieshchova, M.O. (2018). Morphometric characterization of universal hematopoietic organs in piglets during postnatal adaptation. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. 20(83), 13-18. doi: 10.15421/nvlvet8303**

Hematopoietic bone marrow is universal blood forming organ and site of antigen independent proliferation and differentiation of B-lymphocytes in mammals. This function is supported by specific stromal microenvironment, in particular its mineralized part. Growth and development of the bone marrow directly depends on processes of endochondral ossification, during which this specific tissue-cell microenvironment, along with spongy bone tissue, is formed. Thus the scale of ossification define osteogenic potential and hematopoietic activity of osteoblastic and blood-forming type of the bone marrow in the skeleton in general as well in in every particular bone. The aim of the work was to establish the dynamics of the morphometric indicators of bones and relative area of ossification centers as spots of localization of bone marrow during the period of postnatal adaptation of piglets. Bone organs (chest, 5th chest vertebra, 5th rib bone) from clinically healthy piglets 1-, 5-, 10-, 20-, 30-days old were investigated during the study. Age dynamics of morphometric parameters of studied organs and relative area of ossification centers on the radiography pictures of particular bones of axial skeleton of piglets during adaptation period was determined. The specialties of formations of main and additional centers of ossification, as the base for development of blood generating constituents of the skeleton were established. Absolute mass of studies bones is increasing with age and relative is decreasing, excluding chest. It was determined that chest had maximal density in piglets at the beginning of the postnatal ontogenesis period, this indicator tend to grow with age. At the beginning of the postnatal adaptation period in piglets main centers of ossification were present in all studied organs and additional were found only in 5th chest vertebra (ossification center of the arc). Among main ossification centers of bones in one-day piglets, maximal area is defined for 5th rib bone, minimal – for 3rd segment of chest, in 5th chest vertebra relative area of additional center in 4,6 times greater than of main one. The dynamics of the relative areas of main ossification centers indicated their tendency to grow, maximal values were reached in 30-days age, at the same time additional centers tend to reduce.

**Key words:** absolute weight, relative mass, osseous organs, ossification centers.

## Морфометрична характеристика органів універсального гемопоєзу поросят у період постнатальної адаптації

В.В. Еверт, П.М. Гаврилін, М.О. Лещова

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

Гемопоетичний кістковий мозок є органом універсального кровотворення та місцем антигеннезалежної проліферації і диференціації В-лімфоцитів у ссавців. Виконання кістковим мозком даної функції обумовлене специфічним стромальним мікрооточенням, зокрема його мінералізованою частиною. Ріст і розвиток кісткового мозку прямо залежить від процесів енхондрального остеогістогенезу, в процесі якого разом з формуванням губчастої кісткової тканини формується це специфічне тканинно-клітинне мікрооточення. Тому масштаби осифікації безпосередньо визначають остеогенний потенціал та гемопоетичну активність остебластичної та кровотворної форми кісткового мозку в скелеті загалом, та у кожній окремій кістці. Метою роботи було встановлення динаміки морфометричних показників кісток та відносної площі їх осередків окостеніння як місця локалізації

кісткового мозку в період постнатальної адаптації поросят. Досліджено кісткові органи (грудина, 5-й грудний хребець, 5-а реберна кістка) клінічно здорових поросят 1-, 5-, 10-, 20-, 30-добового віку. Визначена вікова динаміка морфометричних параметрів досліджуваних органів і відносної площі осередків окостеніння на рентгенограмах деяких кісток осьового скелету поросят у період постнатальної адаптації. Встановлені особливості формування основних і додаткових центрів окостеніння як основи для розвитку кровотворних компонентів скелету. Абсолютна маса досліджуваних кісток з віком збільшується, а відносна зменшується, за винятком груднини. Визначено, що максимальну щільність на початку постнатального періоду онтогенезу у поросят має грудина, з віком даний показник має тенденцію до зростання. На початок періоду постнатальної адаптації поросят основні вогнища окостеніння мають усі досліджувані органи, а додаткові виявлені лише у 5-му грудному хребці (осередок окостеніння дуги). Серед основних осередків осифікації кісток добових поросят максимальну площу має 5 реберна кістка, мінімальну 3-й сегмент груднини, у 5-му грудному хребці відносна площа додаткового осередку у 4,6 рази перевищує площу основного. Динаміка відносної площі основних осередків окостеніння характеризувалася поступовим їх збільшенням і досягненням максимальних показників у 30-добовому віці, а додаткових, навпаки, зменшенням.

**Ключові слова:** абсолютна маса, відносна маса, кісткові органи, центри осифікації.

## Вступ

Численні дослідження науковців дозволяють стверджувати, що організм новонароджених тварин володіє певною стійкістю до дії факторів навколишнього середовища, насамперед завдяки незавершеності структур, що забезпечують їх інтенсивне перетворення (Sokolov, 2004; Gavrilin & Lieshchova, 2006; Buddington et al., 2012; Sangild et al., 2013; Myrnyi & Oliyar, 2014; Gutyj et al., 2017; Garkusha and Popovych, 2017). Відомо, що з перших годин після народження відбувається інтенсивна трансформація пренатальних структур, зокрема у кісткових органах, зростаюча потреба в енергії призводить до швидкого перетворення остеобластичного кісткового мозку у гемопоетичний, що виконує функцію універсального гемоцитопоезу. Це супроводжується збільшенням кількості первинної грубоволокнистої кісткової тканини з подальшим її перетворенням у вторинну, яка є необхідним компонентом мінералізованого мікрооточення, що забезпечує кровотворну та імунологічну функцію червоного кісткового мозку (Krishtoforova, 2005; Nykyforenko, 2008).

Ріст і розвиток кісткового мозку прямо залежить від процесів енхондрального остеогенезу, в процесі якого разом з формуванням губчастої кісткової тканини, безпосереднім місцем його локалізації, утворюється специфічне тканинно-клітинне мікрооточення. Тому масштаби осифікації безпосередньо визначають остеогенний потенціал та гемопоетичну активність остеобластичної та кровотворної форми кісткового мозку в скелеті загалом та у кожній окремій кістці (Mazhuga, 1978; Gavrilin et al., 2017).

Відомо, що у свині свійської протягом пренатального періоду онтогенезу розвиток осередків енхондрального остеогенезу відбувається у певній послідовності та має свої особливості. Встановлено, що абсолютна маса скелета зростає періодично, з максимальними значеннями наприкінці першої половини та протягом другої половини плідного періоду онтогенезу. Також визначено, що у різних відділах скелету поросят абсолютна маса змінюється асинхронно, так тенденція зростання маси кісток осьового скелету має випереджаючий характер, а кісток скелету кінцівок, навпаки, тенденцію до зниження (Myrnyi, 2017).

У жуйних ссавців всі основні та додаткові осередки окостеніння формуються у пренатальному періоді онтогенезу і теж мають свої особливості. Так динаміка абсолютної маси скелета плодів великої рогатої

худоби максимально зростає наприкінці першої та протягом останньої третини плідного періоду, а нерівномірність збільшення абсолютної маси різних відділів полягає у значному рості кісток скелету кінцівок, порівняно з осьовим скелетом (Sosonnyi, 2012).

Метою роботи було встановлення динаміки змін абсолютних та відносних показників маси кісток та їхньої щільності, а також формування основних та додаткових осередків осифікації та змін їх відносної площі у поросят в період їхньої постнатальної адаптації.

## Матеріал і методи досліджень

Робота виконана в Науково-дослідному центрі біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК та на кафедрі нормальної і патологічної анатомії с.-г. тварин Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Досліджували кісткові органи – грудина (3-й сегмент), 5-й грудний хребець, 5-е ребро, клінічно здорових поросят 1-, 5-, 10-, 15-, 20-, 30-добового віку ( $n = 6$ ), що вирощені за загальноприйнятою інтенсивною технологією. Маса тіла тварин і її динаміка були характерні породі та віку. Після відбору кістки препарували і визначали абсолютну масу зважуванням із використанням ваг KERN-440-35A з точністю до 0,001 г, вираховували відносну масу органів до маси поросят. Щільність встановлювали зануренням кісткових органів у воду, з подальшим визначенням за формулою (Avtandilov, 1990). За допомогою рентгенологічного апарату «Арман-1» (модель 9Л5), напруга на трубіці 75 кВ, фокусна відстань 40 см, анодний струм до 100 міліампер на секунду (2–4 рази), виявляли основні та додаткові вогнища енхондрального окостеніння. За допомогою сітки для морфометричного аналізу (сітка з рівновіддаленими 100 крапками) на рентгенограмах кісток і їх розрізів встановлювали відносну площу осередків остеогенезу до загальної площі рентгенівського відображення органа (Avtandilov, 1990). Рахували кількість крапок, що потрапили на все рентген-відображення органу та на відображення окремих осередків осифікації. Відносну площу осередка осифікації до загальної площі рентген-відображення кістки розраховували за формулою:

$$S_{\text{відн.}} = P_k / P_z \times 100 \%,$$

де  $S_{\text{відн.}}$  – відносна площа осередка осифікації, %;

$P_k$  – кількість крапок, що потрапили на площу всього осередка осифікації;

$P_3$  – кількість крапок, що потрапили на всю площу рентгенівського знімка кістки.

Результати досліджень статистично оброблені та представлені за допомогою Statistica 6.0. Вірогідність різниць оцінювали за t-критерієм Стюдента, результати вважали вірогідними при  $P < 0,05$ . У таблиці й на рисунках дані представлені у вигляді середніх значень і їх стандартних відхилень.

### Результати та їх обговорення

Аналіз динаміки морфометричних показників свідчить, що абсолютна маса досліджуваних кісток з віком збільшується, а їх відносна маса переважно

зменшується, за винятком груднини, що властиво всім хребетним тваринам (Shmal'gauzen, 1984).

У добових поросят абсолютна маса всіх кісток мінімальна. Найбільшу абсолютну масу має груднина, а найменшу – 5-й грудний хребець (рис. 1). Протягом неонатального і молочного періоду в поросят абсолютна маса 5-го грудного хребця зростає інтенсивніше до 20-добового віку, а потім вирівнюється із масою 5-го ребра і до кінця досліджуваного періоду залишається майже рівнозначною. Абсолютна маса груднини зростає не помірно, а стрибкоподібно, так максимальний ріст її абсолютної маси відмічено у 15-добовому та 30-добовому віці.

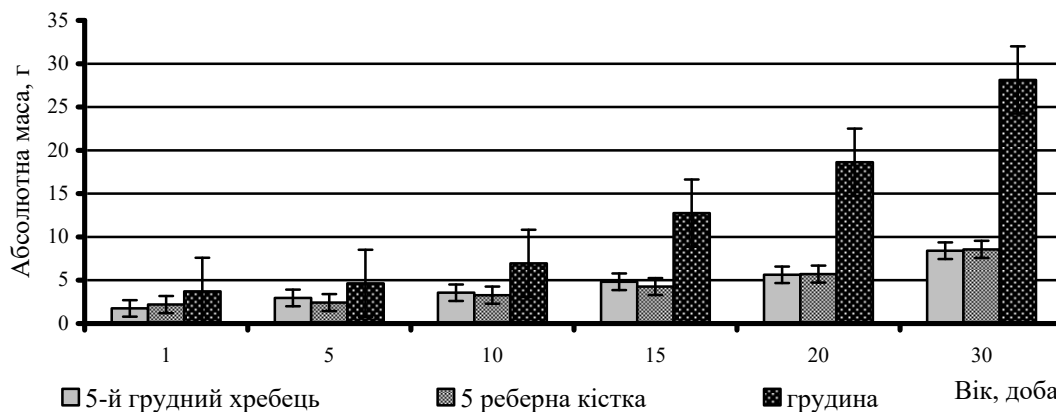


Рис. 1. Динаміка абсолютної маси деяких кісток скелету поросят

В цілому найбільше протягом досліджуваного періоду збільшується абсолютна маса груднини – у 7,6 раза, значно менше 5-го грудного хребця – у 4,8 раза і 5-го ребра – у 3,8 раза.

У добових поросят максимальну відносну масу має груднина, значно менший даний показник – в 5-у грудному хребці та 5-у ребрі (рис. 2). Протягом досліджуваного періоду відносна маса 5-го грудного хребця та 5-го ребра незначно зменшується, а груднини – зменшується лише протягом перших 10 діб, а потім поступово зростає з максимальним показником у 30-добовому віці. Порівняно з новонародженими поросятами, відносна маса 5-го грудного хребця до

30-добового віку зменшилася у 1,3 раза, а 5-ої реберної кістки у 1,6 раза. Відносна маса груднини до 30-добового віку поросят поступово збільшилася у 1,2 раза.

Щільність кісток обумовлена наявністю в них грубоволокнистої кісткової тканини, яка з віком підлягає мінералізації, а також хрящової тканини та кровотворних компонентів. У результаті росту хрящова тканина поступово заміщується кістковою, а червоний кістковий мозок перетворюється у жовтий, що буде відображатися на щільності кісток, бо її показники залежать від співвідношення цих тканинних компонентів.

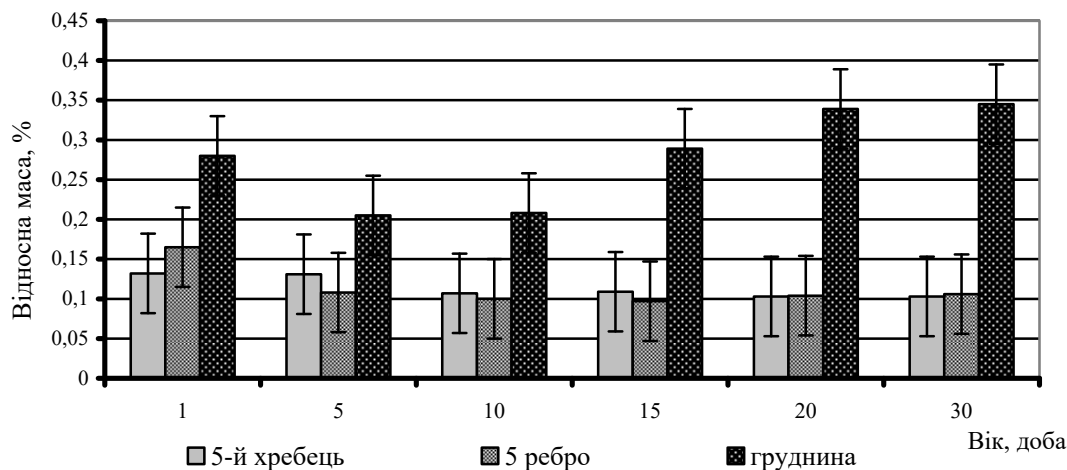
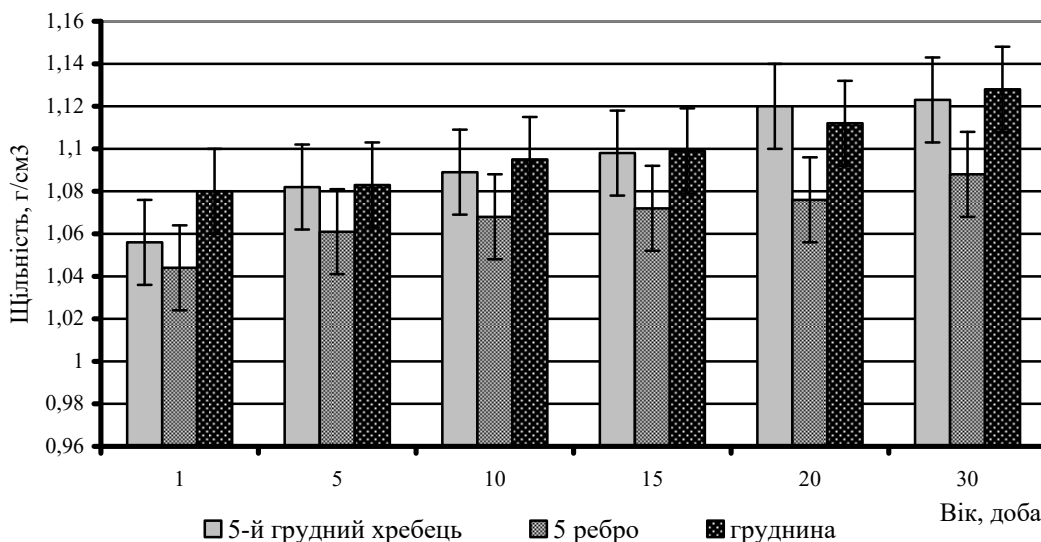


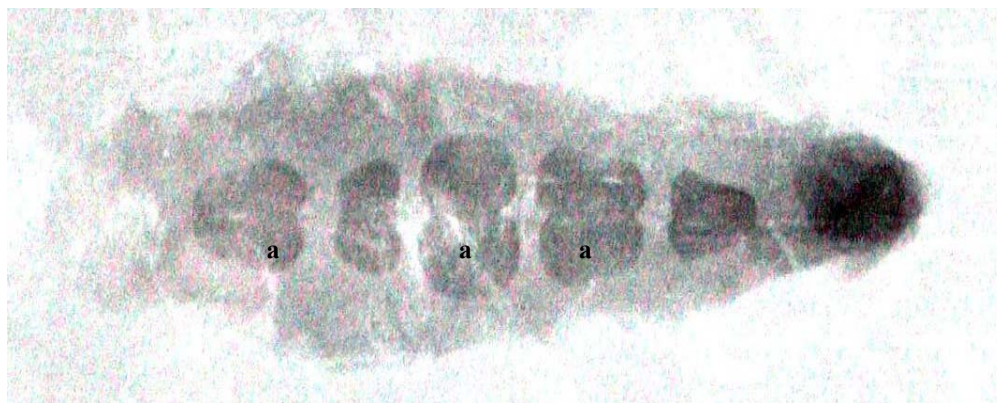
Рис. 2. Динаміка відносної маси (до маси поросят) деяких кісток скелету поросят



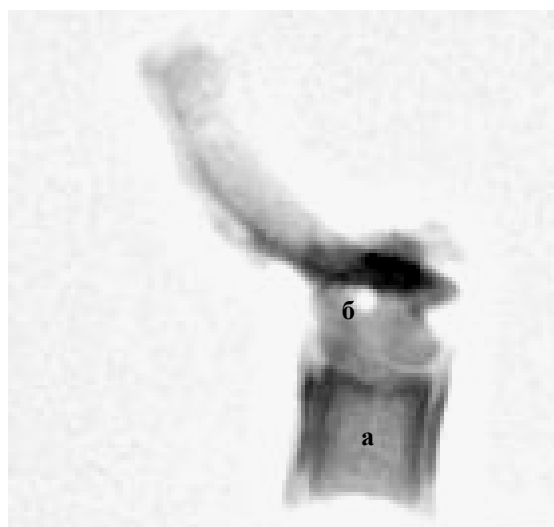
**Рис. 3.** Динаміка щільності деяких кісток скелету поросят

Проведені дослідження свідчать, що у добових поросят максимальну щільність має груднина (1,080 г/см<sup>3</sup>). Щільність 5-го грудного хребця не перевищує 1,056, а 5-го ребра – 1,044 г/см<sup>3</sup>. З віком щіль-

ність кісток скелета у поросят поступово збільшується (рис. 3). Порівняно з новонародженими поросятами до 30-добового віку найбільше зросла щільність 5-го грудного хребця і груднини.



**Рис. 4.** Основні осередки окостеніння (а) сегментів груднини добового поросяти (рентгенограма)



**Рис. 5.** Основні (а) і додаткові (б) осередки окостеніння 5-го грудного хребця у 30-добового поросяти (рентгенограма)



Аналізуючи результати рентгенографічних досліджень, встановлено, що у поросят добового віку 5-й грудний хребець, 5-е ребро та груднина являють собою осередки окостеніння (рис. 4). Основні вогнища окостеніння мають усі кістки, а додаткові виявлені лише у 5-му грудному хребці, це додатковий осередок окостеніння дуги (рис. 5).

Серед основних осередків осифікації кісток у добогих поросят максимальну площу має 5 реберна кістка, а мінімальну 3-й сегмент груднини (таблиця). Для 5-го грудного хребця добогих поросят характерно те, що відносна площа додаткового осередку майже у 4,6 раза перевищує площу основного.

**Таблиця 1**

Динаміка відносної площі осередків осифікації у деяких кістках скелету поросят, ( $X \pm SD$ ,  $n = 6$ ), %

Осередки осифікації	Вік, доба					
	1	5	10	15	20	30
5-го грудного хребця: основний (тіла)	12,53 ± 1,30 <sup>a</sup>	17,59 ± 1,22 <sup>b</sup>	20,44 ± 1,58 <sup>c</sup>	26,59 ± 1,54 <sup>d</sup>	24,84 ± 2,76 <sup>d</sup>	25,37 ± 1,52 <sup>d</sup>
додатковий (дуги)	58,14 ± 2,00 <sup>e</sup>	57,93 ± 2,03 <sup>e</sup>	50,87 ± 1,79 <sup>f</sup>	53,84 ± 3,63 <sup>f</sup>	52,34 ± 2,15 <sup>f</sup>	56,98 ± 1,89 <sup>g</sup>
загальна ВП осередків окостеніння	70,67 ± 3,30	75,52 ± 3,25	71,31 ± 3,37	80,43 ± 5,17	77,18 ± 4,91	82,35 ± 3,41
5-го ребра	48,14 ± 1,91 <sup>h</sup>	63,92 ± 2,01 <sup>i</sup>	55,99 ± 1,73 <sup>j</sup>	55,84 ± 2,85 <sup>j</sup>	57,74 ± 1,98 <sup>k</sup>	65,91 ± 2,06 <sup>l</sup>
3-го сегмента груднини	9,02 ± 1,98 <sup>m</sup>	9,08 ± 2,27 <sup>m</sup>	5,56 ± 0,87 <sup>n</sup>	11,31 ± 1,76 <sup>o</sup>	12,57 ± 1,47 <sup>o</sup>	13,58 ± 0,90 <sup>o</sup>

Примітка: різними латинськими літерами позначені вибірки, що достовірно відрізняються одна від одної ( $P < 0,05$ ).

У груднині найбільш розвиненим був 3-й сегмент, його основний осередок окостеніння мав у добовому віці поросят мінімальну відносну площу серед усіх досліджуваних кісток. Протягом перших п'яти діб цей показник не змінювався, а до 10-добового віку різко знизився досягнувши найменшого значення. У подальшому тенденція до зростання відносної площі основного осередку окостеніння відновилася і збереглася до кінця дослідження. Порівняно із добовим віком відносна площа основного осередку окостеніння 3-го сегменту груднини до 30-добового віку збільшилася у 1,5 раза.

Відносна площа основного осередку окостеніння (діафізарного) у 5-му грудному хребці помірно зростала протягом перших п'ятнадцяти діб життя тварин, опісля ж стабілізувалася на рівні близько 25% від загальної площі рентгенівського знімка. Зовсім інша тенденція відмічена у динаміці відносної площі додаткового осередку окостеніння (дуги) 5-го грудного хребця. На момент народження поросят цей осередок окостеніння мав максимальну відносну площу порівняно з основними осередками інших кісток, після п'ятої доби різко знизився і лише до 30-добового віку дещо зріс, проте не досяг попереднього максимуму.

Також у 30-добових поросят у 5-му грудному хребці були виявлені додаткові осередки окостеніння епіфізарні (голівки та ямки), їх відносна площа не перевищувала 7%.

Отже, отримані дані свідчать, що основні осередки окостеніння у кістках осьового скелету поросят формуються ще в пренатальний період онтогенезу, що підтверджує дані, отримані іншими дослідниками, які досліджували ці процеси в інших ссавців і людини

Динаміка відносної площі основних осередків окостеніння досліджуваних кісток поросят характеризується поступовим їх збільшенням і досягненням максимальних показників до 30-добового віку тварин, а додаткових, навпаки, зменшенням.

У 5-му ребрі за весь період дослідження був виявлений лише основний осередок окостеніння, у новонароджених поросят його відносна площа мала мінімальний показник, до 5-добового віку він достовірно різко зріс майже у 1,3 рази, а потім протягом 10–20 діб поступово зменшувався із відновленням тенденції до збільшення до 30-добового віку.

(Gavrilin & Nykyforenko, 2005; Sosonnyi, 2012; Baumgart et al., 2012; Szpinda et al., 2013; Myrnyi & Oliyar, 2014).

### Висновки

У новонароджених поросят усі досліджувані кістки осьового скелету мають мінімальні морфометричні параметри і щільність та утворені основними (5-реберна кістка, груднина) та основними і додатковими (5-й грудний хребець) осередками осифікації, що утворюються шляхом непрямого (хрящового) остеогістогенезу з їх хрящових моделей.

Динаміка збільшення відносної площі осередків окостеніння скоординована зі зростанням абсолютної маси та щільності кісткових органів.

Зважаючи на те, що осифікація скелету, тобто ступінь розвитку основних і додаткових осередків окостеніння, визначає формування кровотворної області і, відповідно обумовлює гемопоетичну функцію кісткового мозку, дані дослідження є необхідні для подальшого визначення маркерів гемо- та імуноцитопоетичної активності кісткового мозку як основного органу кровотворення та імунологічного захисту.

Перспективи подальших досліджень. У перспективі планується визначення особливостей морфогенезу тканинних і клітинних компонентів кісткового мозку поросят у період їхньої постнатальної адаптації у нормі та при патології.

## References

- Avtandilov, G.G. (1990). *Medicinskaja morfometrija* [Medical morphometry]. Medicina, Moscow (in Russian).
- Baumgart, M., Szpinda, M., & Szpinda, A. (2012). New anatomical data on the growing C4 vertebra and its three ossification centers in human fetuses. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 35(3), 191–203. doi:10.1007/s00276-012-1022-z
- Buddington, R.K., Sangild, P.T., Hance, B., Huang, E.Y., & Black, D.D. (2012). Prenatal gastrointestinal development in the pig and responses after preterm birth. *Journal of Animal Science*, 90(4), 290–298. doi:10.2527/jas.54604
- Gavrilin, P., Lieshchova, M., Evert, V., & Myrnyi, O. (2017). The structural and functional organization of piglets' bone marrow. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 19(77), 32–37. doi: 10.15421/nvlvet7708
- Gavrilin, P.N., & Lieshchova, M.O. (2006). Osoblyvosti morfohenezu limfoidnykh orhaniv u plodiv velykoyi rohatoyi khudoby [Features of the morphogenesis of bovine fetal lymphoid organs]. *Problemy zoonzheneriyi ta vet. medytsyny. Zb. nauk. prats' Kharkivskoyi derzhavnoyi zooveterynarnoyi akademiyi*, 13(38), 35–42 (in Ukrainian).
- Gavrilin, P., Oliyar, A., & Myrnyi, O. (2016). Peculiarities of morphogenesis of universal hematopoiesis and immune protection in fetuses of domestic pig. *The Animal Biology*, 18(4), 30–34. doi: 10.15407/animbiol18.04.030
- Gavrilin, P., & Nykyforenko, O. (2005). Osoblyvosti formuvannya osередkiv hemopoezu v kistkakh porosyat u neonatal'nyy ta molochnyy periody [Peculiarities of a forming the center of haemopoiesis in the bones of the piglets in early postnatal ontogenesis]. *News of Dnipropetrovs'k State Agrarian University*, 2, 74–79 (in Ukrainian).
- Garkusha, S.E., & Popovych, Yu.D. (2017). Some macroscopic changes in the internal the organs of piglets at colibacteriosis. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 19(78), 104–107. doi: 10.15421/nvlvet7821
- Gutyj, B., Leskiv, K., Shcherbatyy, A., Pritsak, V., Fedorovych, V., Fedorovych, O., Rusyn, V., & Kolomiets, I. (2017). The influence of Metisevit on biochemical and morphological indicators of blood of piglets under nitrate loading. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8(3), 427–432. doi: 10.15421/021766
- Grushanska, N.G., Kostenko, V.M. (2017). The biochemical indicators of sows' blood at the prevention of mineral metabolic disorders. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 19(82), 71–76. doi:10.15421/nvlvet8215
- Krishtoforova, B. (2005). *Prioritetnye napravleniya issledovaniy v morfologii vo vzaimosvjazi s resheniem problemy povysheniya zhiznesposobnosti novorozhdennykh zhivotnykh* [The priority directions of morphological researches into decision of rise newborn animals viability problem]. *News of Dnipropetrovs'k State Agrarian University*, 2, 190–192 (in Russian).
- Mazhuga, P.M. (1978). *Krovenosnye kapilljary i retikulojendotelial'naja sistema kostnogo mezza*. Kyiv, Naukova dumka (in Russian).
- Myrnyi, O.M. (2017). Regularities of organs of universal blood formation and immune protection in fetus of domestic swine. Extended abstract of candidate's thesis. Kharkiv State Zooveterinary Academy, Kharkiv (in Ukrainian).
- Myrnyi, A., & Oliyar, A. (2014). Morphogenesis hematopoietic components haematogenesis universal and immune protection of the domestic fetuses pig. *Science and Technology Bulletin of SRC for Biosafety and Environmental Control of AIC*, 2(1), 34–43.
- Nykyforenko, O.O. (2008). *Zakonomirnosti morfohenezu krovotvornykh komponentiv skeleta porosyat neonatal'noho i molochnoho periodiv* [The law-governed of morphogenesis of skeleton hemopoietic components of new-born and suckling piglets]. Extended abstract of candidate's thesis. National Agrarian University, Kyiv (in Ukrainian).
- Sangild, P.T., Thymann, T., Schmidt, M., Stoll, B., Burrin, D.G., & Buddington, R.K. (2013). Invited review: the preterm pig as a model in pediatric gastroenterology. *Journal of Animal Science*, 91(10), 4713–4729. doi: 10.2527/jas.2013-6359
- Sokolov, V.H. (2004). *Strukturno-funktsionalni osoblyvosti kistkovoї systemy i hematolohichni pokaznyky u porosiat*. Extended abstract of candidate's thesis. National Agrarian University, Kyiv (in Ukrainian).
- Sosonnyi, S.V. (2012). *Zakonomirnosti morfohenezu krovotvornykh komponentiv skeleta plodiv velykoyi rohatoyi khudoby*. Extended abstract of candidate's thesis. Kharkiv State Zooveterinary Academy, Kharkiv (in Ukrainian).
- Szpinda, M., Baumgart, M., Szpinda, A., Woźniak, A., Mila-Kierzenkowska, C., Dombek, M., & Grzybiak, M. (2013). Morphometric study of the T6 vertebra and its three ossification centers in the human fetus. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 35(10), 901–916. doi: 10.1007/s00276-013-1107-3
- Shmal'gauzen, I.I. (1984). *Rost i differencirovka*. Kiev, Naukova dumka (in Russian).