

УДК (591.17 + 591.4):6369.21

ЗАКОНОМІРНОСТІ МОРФОГЕНЕЗУ КРОВОТВОРНИХ КОМПОНЕНТІВ ОРГАНІВ УНІВЕРСАЛЬНОГО КРОВОТВОРЕННЯ ТА ІМУННОГО ЗАХИСТУ В ПЛОДІВ СВИНІ СВІЙСЬКОЇ**МИРНИЙ О.М., аспірант**
ОЛІЯР А.В., к. вет. н., доцент*Дніпропетровський державний
аграрно-економічний університет,
м. Дніпропетровськ,
mirnyi_2011@mail.ru*

Встановлено, що кістковий мозок та печінка у плодів свині свійської мають гетерогенний характер морфогенезу: на першому етапі (до 3-місячного віку) відбувається розподіл кісткового мозку на остеобластичну та кровотворну форми, а в печінці – інтенсивний розвиток гемопоетичних компонентів, ВП яких перевищує кількість власних клітин, на другому етапі – процеси диференціації кісткового мозку з подальшим розподілом його на дифузно-острівцеву та острівцеву форми, а в печінці, навпаки, процеси зниження кровотворної функції на тлі зменшення кількості гемопоетичних та збільшення паренхіматозних компонентів

Печінка, кістковий мозок, кровотворне мікрооточення, енхондральний остеогістогенез, плід, свиня свійська

На сьогоднішній день особлива увага дослідників прикута до вивчення морфологічних аспектів системи органів кровотворення та імунного захисту як однієї з основних структур організму ссавців та птиці. Істотне значення ці дослідження набувають для розвитку та збереження основних її функцій в умовах наростаючого негативного впливу на організм людини та тварини комплексу антропогенно-техногенних факторів, що, в свою чергу, призводить до різкого зниження життєздатності, тривалості життя та продуктивності тварин. Особливо актуальними є дослідження системи крові та кровотворення як надзвичайно чутливих систем, що приймають участь в забезпеченні гомеостазу [1, 3, 6, 7].

Встановлено, що структурно-функціональний взаємозв'язок між кровотворним кістковим мозком та компонентами кровотворного мікрооточення в організмі ссавців, особливо в процесі їх становлення в онтогенезі, досліджені найменше, що можливо і є однією з основних причин відсутності на сьогодні в біології та морфології загальноприйнятих положень про єдність більшості компонентів периферійних органів та кісткової системи ссавців і птиці в реалізації функції універсального гемопоезу та імунного захисту [3, 4, 5].

Мета і завдання досліджень. З'ясувати

закономірності морфогенезу кровотворних компонентів органів універсального кровотворення та імунного захисту в поросят у пренатальному періоді онтогенезу.

Матеріал та методики досліджень. Дослідження проводили на базі лабораторії гістології, патоморфології та імуноцитохімії Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Для макро- та мікроморфологічних досліджень використовували печінку, кістки осьового скелета (нижньощелепна кістка, 5-й грудний хребець, 5-та реберна кістка, груднина, 1-й і 5-й хвостові хребці) та скелета кінцівок (плечова, стегнова, великогомілкова кістки та кістки заплесни) 1,5-, 2-, 2,5-, 3-, 3,5- та 4-х місячного віку плодів свині свійської (n=6).

Гістологічні дослідження печінки та кісток проводили з використанням комплексу методик (забарвлення гематоксиліном та еозином, азур II-еозином, суданом III, імпрегнація азотнокислим сріблом за Футом у модифікації П.М. Гавриліна). Відносну площу (ВП, %) тканинних компонентів в основних та додаткових осередках окостеніння (ООК) (хрящова, кісткова тканини та кістковий мозок) та клітинних компонентів кісткового мозку (КМ)

визначали за допомогою мікроскопа Olympus CH 20 (окуляр 10x, об'єктив 40x/0,65), використовуючи методику „крапкового підрахунку” із стандартною окулярною сіткою-вставкою за Г.Г. Автанділовим [2]. Клітинний склад кісткового мозку досліджували окремо у зонах первинної та вторинної губчастої кісткової речовини основних (діафізарних) та додаткових (епіфізарних, апофізарних) осередків окостеніння. Зону вторинної губчастої кісткової речовини у діафізарних ООК трубчастих кісток кінцівок додатково поділяли на проксимальну, дистальну та середню ділянки [2].

Відносну площу тканинних або клітинних компонентів КМ підраховували за формулою:

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

$S_{\text{відн.}}$ – відносна площа відповідних тканинних або клітинних компонентів КМ, %;

P_k – кількість крапок, що потрапили на відповідні тканинні або клітинні компоненти КМ;

P_z – загальна кількість крапок, що потрапили на всі клітини кісткового мозку у відповідній зоні ООК.

Статистичну обробку результатів проводили за допомогою персонального комп'ютера та стандартної програми Windows XP “Microsoft Excel”. Для фотографування гісто-

препаратів використовували мікроскопи Olympus CH 20 та CX 41 з цифровим фотоапаратом Olympus C-460 ZOOM.

Результати досліджень. З'ясували, що печінка в плодів свині свійської 1,5-місячного віку представлена строמוю та паренхімою (мієлоїдна тканина). На початку плідного періоду онтогенезу ВП сполучнотканинної строми у печінці досить висока і становить $6,43 \pm 0,93\%$. Протягом плідного періоду її кількість нерівномірно змінюється, збільшуючись у 2- і 3-місячних плодів (на $5,06\%$ і $8,45\%$) та зменшуючись – у 2,5- та 3,5-місячних (на $5,44\%$ і $9,20\%$), а на момент народження зростає на $7,12\%$. ВП паренхіматозної тканини у 1,5-місячних плодів складає $36,97 \pm 0,93\%$, далі також змінюється нерівномірно, зменшуючись у 2-, 3- та 3,5-місячних плодів (на $4,06\%$, $4,99\%$ і $0,62\%$) та зростаючи в 2,5- та 4-місячних (на $12,96\%$ і $3,21\%$). ВП мієлоїдної тканини у 1,5-місячних плодів складає $52,32 \pm 0,93\%$, зменшуючись протягом всього плідного періоду, найбільше у 2,5-місячних плодів (на $13,94\%$), а найменше – в 2-місячних (на $2,58\%$) (рис. 1).

Встановлено, що паренхіма печінки у плодів свині свійської 1,5-місячного віку представлена, переважно, гепатоцитами, ВП яких становить всього $18,19 \pm 1,23\%$ та гемопоетичними клітинами, кількість яких досягає $77,45 \pm 3,91\%$. До 4-

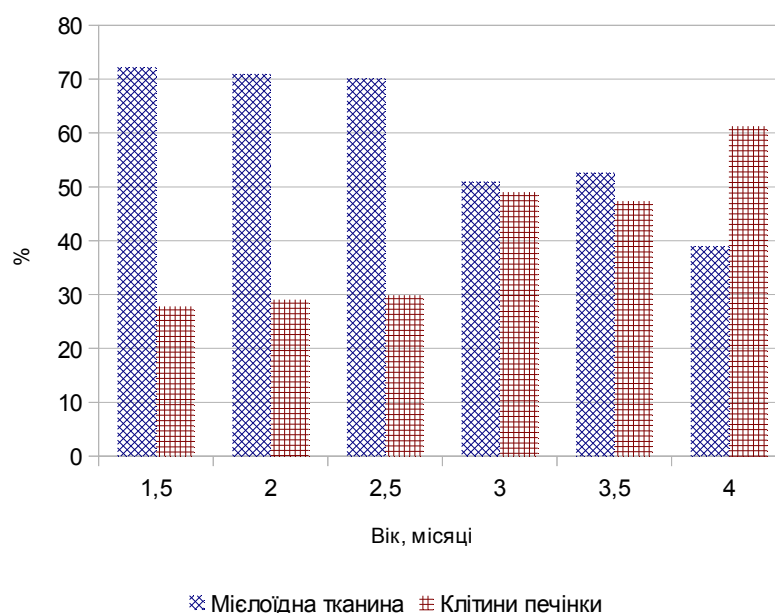


Рис. 1. Динаміка відносної площі тканинних компонентів печінки плодів свині свійської

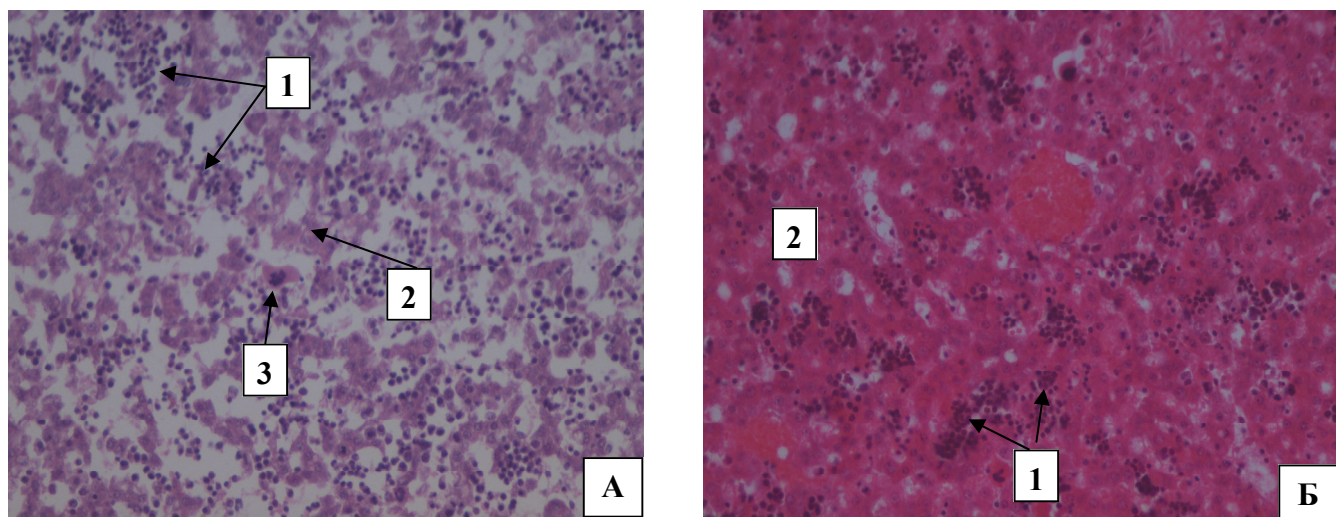


Рис. 2. Гістопрепарат печінки 1,5- (А) та 3-місячного (Б) плода свині свійської. Заб. гематоксиліном і еозином, $\times 400$: 1 – гемопоетичні клітини; 2 – гепатоцити; 3 – мегакаріоцит

місячного віку ВП гепатоцитів зростає на 40,0%, тоді як гемопоетичних клітин до моменту народження зменшується на 40,0 % (рис. 2).

У плодів свині свійської на початку плідного періоду онтогенезу КМ виявляється лише в основних ООК скелета. При цьому, переважна кількість КМ зосереджена в основних ООК кісткових органів осевого скелета. Так, ріст та розвиток ВП КМ в основних ООК 1,5-

місячних плодів свині свійської має тісний позитивний взаємозв'язок з розвитком ВП кісткової тканини (КТ) та негативний – хрящової тканини (ХТ), оскільки ВП КТ в основних осередках ООК у них складає приблизно $\frac{1}{2}$ від ВП КМ, а ВП ХТ, навпаки, в 4-5 разів більша за ВП КМ (рис. 3).

Протягом плідного періоду онтогенезу ВП КМ в кісткових органах скелета плодів свині свійської зростає на тлі зменшення ВП ХТ.

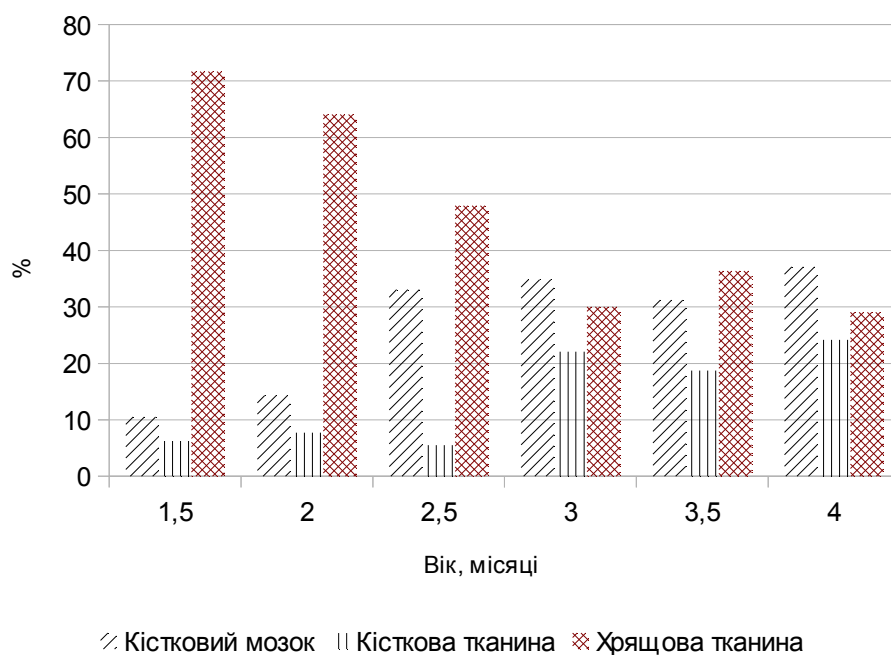


Рис. 3. Динаміка відносної площі тканинних компонентів 3-го сегмента груднини плодів свині свійської

Так, у першій його половині (до 3-місячного віку) це відбувається виключно за рахунок розвитку основних ООК в усіх, без винятку, кістках осевого скелета та скелета кінцівок, у другій – основних та додаткових ООК кісток скелета кінцівок.

КМ в ООК скелета плодів до моменту народження представлений двома основними структурно-функціональними формами – остеобластичним (остеогенним) та червоним (кровотворним), співвідношення яких безпосередньо визначається масштабами розвитку осередків. Характерно, що в більшості основних ООК скелета 1,5-місячних плодів свині свійської КМ представлений обома його формами, а в основному ООК хвостових хребців та гільці нижньощелепної кістки – лише остеогенним. У зоні первинної та вторинної губчастої кісткової речовини гільці нижньощелепної кістки, вічка утворені трабекулами з фіброзної тканини, які заповнені пухкою сполучною тканиною (рис. 4).

Основними клітинами остеобластичного КМ 1,5-місячних плодів свині свійської є остеогенні, ВП яких коливається в різних ООК від 80% до 85%. ВП стромальних клітин у зонах росту ООК 1,5-місячних плодів не перевищує 18–26%. Позаклітинні структури остеобластичного КМ представлені колагеновими та ретикулярними волокнами.

У кровотворному КМ 1,5-місячних плодів

свині свійської переважають гемопоетичні клітини – від 15 до 55%, відносна площа яких зростає в центральних ділянках ООК. Характерно, що в червоному КМ серед кровотворних клітин виявляються остеогенні, ВП яких значно менша, ніж в остеобластичному КМ і не перевищує 25%. Кількість стромальних клітин у різних ООК скелета коливається в межах від 10 до 20%.

Для 1,5-місячних плодів характерна чітко виражена зональна структура КМ, яка зберігається в більшості основних ООК кісткових органів до моменту народження. У другій половині плідного періоду онтогенезу відбувається виражена трансформація остеобластичного КМ в кровотворний внаслідок інтенсивного розвитку кровотворних компонентів КМ в зонах росту ООК та розповсюдженням їх по всій площі основних та додаткових ООК, внаслідок чого відбувається перетворення остеогенної форми КМ в остеогенно-кровотворну. При цьому, в зонах росту ООК КМ має острівцеву, а в діафізарних – дифузно-острівцеву структуру (рис. 5).

Характерним є те, що розвиток червоного КМ в основних ООК скелета плодів свині свійської супроводжується збільшенням у зоні вторинної губчастої кісткової речовини ВП кровотворних клітин у результаті зниження ВП остеогенних у зонах росту.

Додаткові (епі- та апофізарні) ООК у кіст-

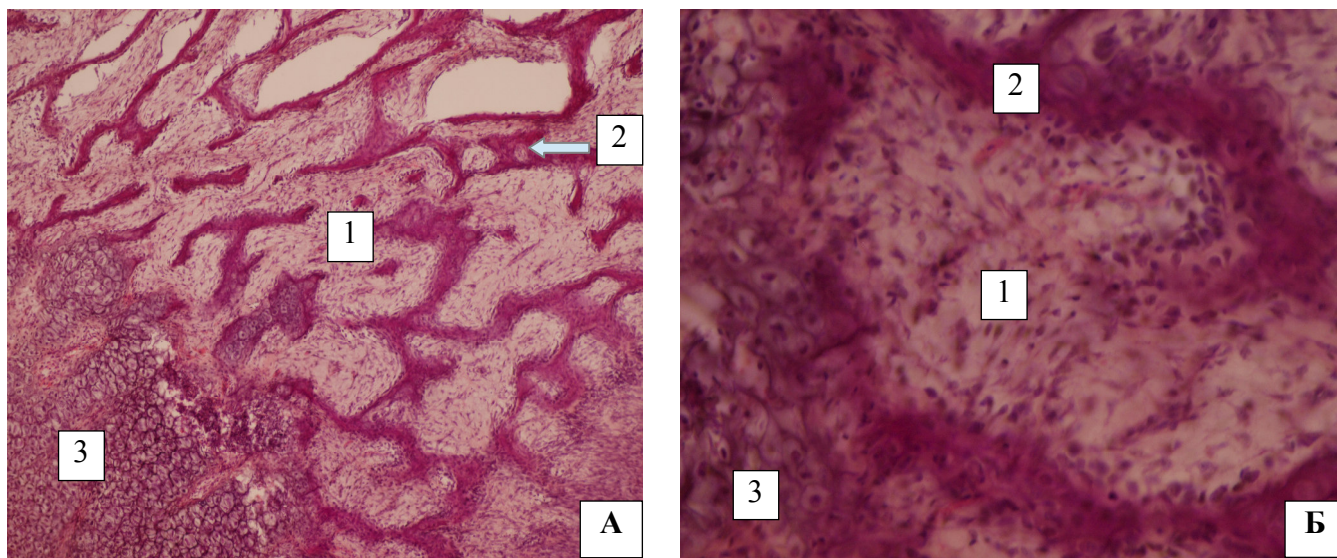


Рис. 4. Гістопрепарат гільки нижньощелепної кістки 1,5-місячного плода свині свійської. Заб. гематоксиліном і еозином, $\times 100$ (А); $\times 400$ (Б): 1 – пухка волокниста сполучна тканина; 2 – кісткові трабекули; 3 – хрящова тканина

ках осьового скелету свині свійської протягом плідного періоду онтогенезу не виявляються, а в скелеті кінцівок їх поява спостерігається, починаючи з 3,5-місячного віку. Характерно, що на ранніх стадіях в додаткових ООК відбувається інтенсивний розвиток остеогенного КМ, а в подальшому, з формуванням вторинної губчастої кісткової речовини, в центральній зоні ООК її вічка поступово заповнюються кровотворними клітинами. В цілому кількісна динаміка клітинних компонентів КМ в додаткових ООК скелета плодів свині свійської змінюється аналогічно до змін клітинного складу КМ в основних ООК протягом першої половини плідного періоду (до 2,5-місячного віку). Темпи зростання ВП стромальних компонентів КМ на тлі збільшення кровотворних та, відповідно, зменшення остеогенних клітин, в додаткових ООК відбуваються значно повільніше, ніж в основних, що вказує на незавершеність структурно-функціональної організації КМ з низьким кровотворним потенціалом в додаткових ООК порівняно з основними. Жирові клітини в КМ додаткових ООК, як і основних, не виявляються ні в кістках осьового скелету, ні в кістках кінцівок.

Висновки. В плодів свині свійської, особливо наприкінці плідного періоду онтогенезу (починаючи з 3-місячного віку), на тлі майже повного зникнення центрів гемопоезу, в печінці починають формуватися як часточки

незавершеної структури з нечіткими межами, так і часточки, що мають чіткі контури радіальних балок гепатоцитів і відокремлені одна від одної потовщеною сполучною тканиною. Протягом пренатального періоду онтогенезу у плодів свині свійської присутні дві структурно-функціональні форми КМ: остеобластична (кістковоутворювальна) та гемопоетична (кровотворна), розвиток і структурно-функціональна трансформація яких проходить паралельно, з різною швидкістю та векторами напрямку, що в сукупності проявляється особливостями зональної гісто- та цитоархітекtonіки КМ в різних ООК скелета плодів. Основні структурні компоненти КМ у плодів свині свійської в межах кісткомозкових вічок та осередків окостеніння кісткових органів розташовуються в певній закономірності та безпосередньо взаємопов'язані з кількісною динамікою тканинних компонентів КМ.

Основними структурно-функціональними характеристиками кісткового мозку плодів свині свійської є: локалізація в губчастій кістковій речовині основних осередків окостеніння скелета, чітко виражена морфологічна гетерогенність з розподілом на периферичну остеогенну та центральну – гемопоетичну форми, зональна структура кровотворного КМ з наявністю острівцевих та дифузно-острівцевих, топографічно відокремлених ділянок.

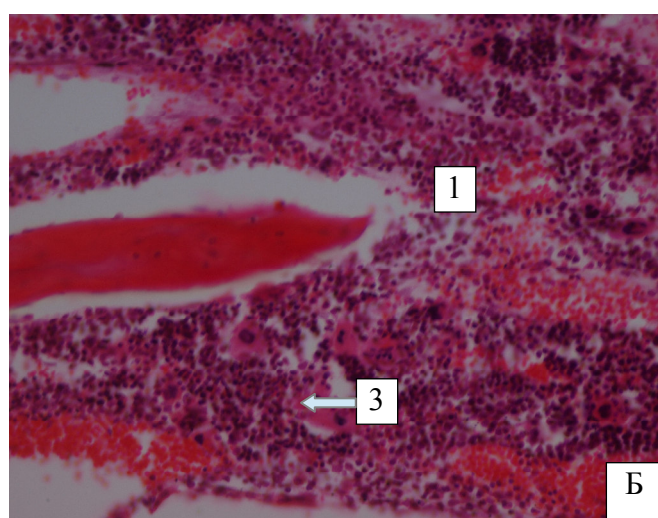
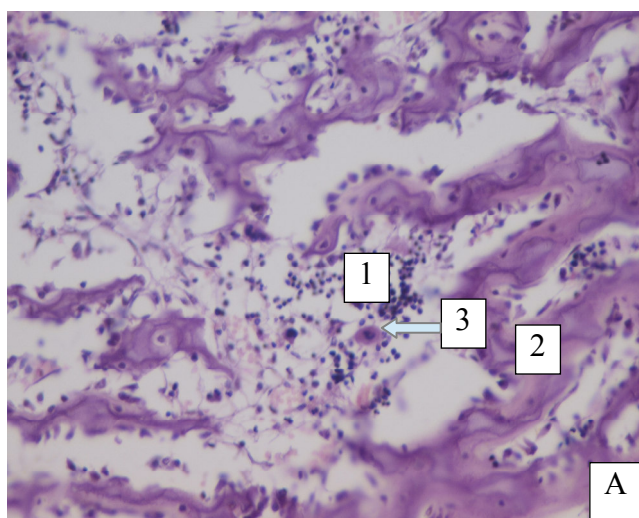


Рис. 5. Гістотопограма діафізарного осередка окостеніння плечової кістки 2,5-місячного плода свині свійської (А – зона первинної губчастої кісткової речовини); (Б – зона вторинної губчастої кісткової речовини). Заб. гематоксиліном і еозином, $\times 100$: 1 – кровотворні клітини; 2 – кісткові балки; 3 – мегакаріоцити

ЛІТЕРАТУРА

1. Абрамов М.Г. Гематологический атлас / Абрамов М.Г. – М.: Медицина, 1985. – 344 с.
2. Автандилов, Г.Г. Морфометрия в патологии / Г.Г. Автандилов. – М.: Медицина, 1973. – 248 с.
3. Владимировская Е.Е. Стромальное микроокружение кроветворного костного мозга: состав и функция / Е.Е. Владимировская // Вопросы гематологии, онкологии и иммунопатологии в педиатрии. – 2006. – Т. 5. – №4. – С. 29–32.
4. Воккен Г.Г. Костный скелет туловища и конечностей плодов, новорожденных и молодняка крупного рогатого скота / Г.Г. Воккен // Сборник научных трудов Ленинградского ин-та усов. вет. врачей. – Л.: Сельхозгиз, 1950. – С. 89–103.
5. Чертков И.Л. Стволовая кроветворная клетка и ее дифференцировка в миелоидном и лимфоидном направлении / И.Л. Чертков // Иммуногенез и клеточная дифференцировка. – М., 1978. – С.102-127.
6. Чертков И.Л. Стволовая кроветворная клетка / И.Л. Чертков, О.А. Гуревич. – М.: Медицина, 1984. – 21 с.
7. Чертков И.Л. Стволовая кроветворная клетка: дифференцировочный и пролиферативный потенциал / И.Л. Чертков, Е.И. Дерюгина, Н.Г. Абрахам, Р.Д. Левир // Успехи соврем. биол. – 1991. – Т. 111, №6. – С. 905-922.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ МОРФОГЕНЕЗА КРОВЕТВОРНЫХ КОМПОНЕНТОВ ОРГАНОВ УНИВЕРСАЛЬНОГО КРОВЕТВОРЕНИЯ И ИМУННОЙ ЗАЩИТЫ У ПЛОДОВ СВИНЬИ ДОМАШНЕЙ

Мирный А.Н., Олияр А.В.

Установлено, что костный мозг и печень у плодов свиньи домашней имеют гетерогенный характер морфогенеза: на первом этапе (до 3-месячного возраста) происходит разделение костного мозга на остеобластическую и кроветворную формы, а в печени – интенсивное развитие гемопоэтических компонентов, ОП которых преобладает над количеством собственных клеток, на втором этапе – процессы дифференциации костного мозга с последующим распределением его на диффузно-островковую и островковую формы, а в печени, наоборот, процессы снижения кроветворной функции на фоне уменьшения количества гемопоэтических компонентов и увеличения паренхиматозных компонентов

Ключевые слова: *печень, костный мозг, кроветворное микроокружение, энхондральный остеогистогенез, плод, свинья домашняя*

MORPHOGENESIS HEMATOPOIETIC COMPONENTS HAEMATOGENESIS UNIVERSAL AND IMMUNE PROTECTION OF THE DOMESTIC FETUSES PIG

Mirniy A., Oliyar A.

The main idea of the text is found that the bone marrow and liver of domestic pig fetuses have the heterogeneous nature of morphogenesis: the first phase (up to 3 months) is a division of osteoblast and in bone marrow hematopoietic forms and in the liver is intense development hematopoietic components prevailing on the number of liver cells, the second phase - the process of differentiation that occur in the bone marrow diffuse distribution on an island and the island-shape and in the process of reducing contrast liver occur on hematopoietic function against reducing the number of components and increase hematopoietic components parenchyma respectively.

Thus that, the stroma is indirectly involved in hematopoiesis, as it provides the hematopoietic microenvironment that facilitates hematopoiesis by parenchymal cells. Such, they generate colony stimulating factors, it affecting hematopoiesis.

The cells that constitute the bone marrow stroma are: fibroblasts (connective tissue reticular), macrophages,

adipocytes, osteoblasts, osteoclasts and the endothelial cells that form the sinusoids.

The author of this article addresses the problem of in bone marrow stroma which contains mesenchymal stem cells (also called stromal cells of the bone marrow). These cells are pluri-potent stem cells that can differentiate into a variety of cell types. Cell types that MSCs have been shown to differentiate in vitro or in vivo include osteoblasts, chondrocyts, adipocyts, myocyts, and recent, as described, the beta islet cells. They may also be in neuronal cells transdifferentiate.

The information given in the text is helpful for veterinary medicine and biotechnology

Keywords: *liver, bone marrow, hematopoietic microenvironment, enchondral ostéohistogenese, fetus, Domestic pig*
