

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/nvlvet8324  
<http://nvlvet.com.ua/>

UDC 579.23/615.47.5

## Morphological features of cerebellum in cattle

L.P. Horalsky<sup>1</sup>, I.M. Sokulsky<sup>1</sup>, N.L. Kolesnik<sup>1</sup>, N.V. Demus<sup>2</sup>, V.M. Solimchuk<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Zhytomyr National Agroecological University, Zhytomyr, Ukraine

<sup>2</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

<sup>3</sup>Ltd. «Goldez», Rivne, Ukraine

### Article info

Received 27.01.2018

Received in revised form

28.02.2018

Accepted 07.03.2018

Zhytomyr National Agroecological  
University, Staryi Boulevard, 7,  
Zhytomyr, 10002, Ukraine.  
Tel.: +38-097-485-73-20  
E-mail: Sokulskiy\_1979@ukr.net

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv, 79010,  
Ukraine.  
Tel.: +38-097-062-22-92  
E-mail: talyadenys@gmail.com

Ltd. «Goldez», Prospekt Myru, 11,  
office. 14, Rivne, 33013, Ukraine.

**Horalsky, L.P., Sokulsky, I.M., Kolesnik, N.L., Demus, N.V., & Solimchuk, V.M. (2018). Morphological features of cerebellum in cattle. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. 20(83), 125–129. doi: 10.15421/nvlvet8324**

The features of the macroscopic and microscopic structure of the cerebellum of the sexually mature bovine cattle (cattle) are described in the article at the use of anatomical, histological, neurohistological, and morphometric methods of research. According to research results, the cerebellum of cattle is characterized by general principles of its structural organization and morphography, however, it differs by organometric indices. Thus, according to the research of organometry, the absolute mass of the cerebellum of the cattle is  $72.59 \pm 0.94$  g, the relative –  $0.02 \pm 0.002\%$ , its length is  $42.1 \pm 0.36$  mm, width –  $55, 3 \pm 0.41$ , height –  $43.5 \pm 0.44$  mm. The gray matter of the cerebellum is placed superficially and forms its bark, white is in the center. In gray matter, the cerebellum distinguishes three layers of cells: the molecular (outer), ganglionic (medium) and granular (internal), which have different thickness and are characterized by unequal population of neurons. The molecular layer of the cerebellum is the most superficial. It contains small neurons – baskets and stars. The ganglionic layer of the cerebellum cortex is represented by extremely large Purkinje cells, placed in one row at a slight distance from each other. Their neuroplasma contains pronounced depths of basophilic granularity, which indicates the intensive development of a white-oxygen synthesizing apparatus, which is in the form of small or larger grains, evenly filling almost the whole neuroplasm. The cerebellum consists of a large number of neurons: Golgi cells and star cells, which are of two kinds (short-axon and long-axon). According to the results of cytomorphometric studies, the average cell neuron volume parameter of Purkinje cerebellum in cattle is  $6581.62 \pm 688.7 \mu\text{m}^3$ , and the values of the nucleus of Purkinje cells are  $484.48 \pm 94.5 \mu\text{m}^3$ . Proceeding from the average indices of the volume of pericarian of nerve cells and their nuclei, the nuclear-cytoplasmic ratio is accordingly  $0.079 \pm 0.002$ . As a result of our morphometric studies of architectonic layers in the comparative aspect, it was established that the largest thickness of the cerebellum cortex is characteristic of its molecular layer –  $413.01 \pm 10.84 \mu\text{m}$  (53.2%), smaller in granular –  $313.60 \pm 13.84 \mu\text{m}$  (40.4%) and the smallest in the ganglionic one is  $49.03 \pm 1.94 \mu\text{m}$  (6.32%). The total thickness of the cerebellum cortex in cattle is  $775.64 \pm 26.62 \mu\text{m}$ .

**Key words:** sexually mature dog, spinal cord, gray matter of the spinal cord, white matter of the spinal cord, histological structure, morphological research, neurons, neurocytes, nucleus, nucleolus, nuclear-cytoplasmic ratio.

## Морфологічні особливості мозочка великої рогатої худоби

Л.П. Горальський<sup>1</sup>, І.М. Сокульський<sup>1</sup>, Н.Л. Колеснік<sup>1</sup>, Н.В. Демус<sup>2</sup>, В.М. Солімчук<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Житомирський національний агроекологічний університет, м. Житомир, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, м. Львів, Україна

<sup>3</sup>Товариство з обмеженою відповідальністю «Голдез», м. Рівне, Україна

У статті за використання анатомічних, гістологічних, нейрогістологічних та морфометричних методів досліджень викладено особливості макро- та мікроскопічної будови мозочка статевозрілої великої рогатої худоби (ВРХ). За результатами досліджень мозочок великої рогатої худоби характеризується загальними принципами його структурної організації та морфологіч-

рафії, проте відрізняється органоетричними показниками. Так, за даними органоетрії досліджень встановлено, що абсолютна маса мозочка великої рогатої худоби становить  $72,59 \pm 0,94$  г, відносна –  $0,02 \pm 0,002\%$ , його довжина складає  $42,1 \pm 0,36$  мм, ширина –  $55,3 \pm 0,41$ , висота –  $43,5 \pm 0,44$  мм. Сіра речовина мозочка розміщена поверхнево і формує його кору, біла міститься у центрі. У сірій речовині мозочка розрізняють три шари клітин: молекулярний (зовнішній), гангліонарний (середній) і зернистий (внутрішній), які мають різну товщину та характеризуються неоднаковою популяцією нейронів. Молекулярний шар кори мозочка найбільш поверхневий. Він містить невеликі нейрони – кошикові та зірчасті. Гангліонарний шар кори мозочка представлений надзвичайно великими клітинами Пуркінє, розміщеними в один ряд на незначній відстані одна від одної. Їх нейроплазма містить виражені глибокі базофільної зернистості, що свідчить про інтенсивний розвиток у них білоксинтезуального апарату, який знаходиться у вигляді дрібною або крупнішою зернистості, рівномірно заповнюючи майже всю нейроплазму. Зернистий шар мозочка складається з великої кількості нейронів: клітин-зерен та зірчастих клітин Гольджі, яких є два види (короткоаксонні та довгоаксонні). За результатами проведених цитоморфометричних досліджень середній показник об'єму нейронів клітин Пуркінє мозочка у великої рогатої худоби становить  $6581,62 \pm 688,7$  мкм<sup>3</sup>, показники об'єму ядра клітин Пуркінє –  $484,48 \pm 94,5$  мкм<sup>3</sup>. Виходячи із середніх показників об'єму перикаріона нервових клітин та їх ядер, ядерно-цитоплазматичне відношення відповідно становить  $0,079 \pm 0,002$ . У результаті проведених нами морфометричних досліджень архітектонічних шарів у порівняльному аспекті встановлено, що найбільша товщина кори мозочка ВРХ властива його молекулярному шару –  $413,01 \pm 10,84$  мкм (53,2%), децю менша вона у зернистому –  $313,60 \pm 13,84$  мкм (40,4%) і найменша у гангліонарному –  $49,03 \pm 1,94$  мкм (6,32%). Загальна товщина кори мозочка у великої рогатої худоби складає  $775,64 \pm 26,62$  мкм.

**Ключові слова:** статевозріла собака, спинний мозок, сіра речовина спинного мозку, біла речовина спинного мозку, гістологічна будова, морфологічні дослідження, нейрони, нейроцити, ядро, ядерце, ядерно-цитоплазматичне відношення.

## Вступ

Завдяки інтенсивному веденню тваринництва виникла необхідність глибокого дослідження будови всіх систем організму (Horalskyi et al., 2016; Horalskyi et al., 2017). Тому не випадково актуальною проблемою ветеринарної та гуманної медицини сьогодення є вивчення розвитку, росту і формування структурної організації організму тварин. Важливими передумовами для цього є знання параметрів структурних особливостей органів і тканин свійських тварин у видовому та порівняльному аспектах (Stegney, 2017; Zhelavskyi, 2017).

Пріоритетним напрямом у вирішенні цієї проблеми є всебічне комплексне дослідження нервової системи тварин (Rubinow and Marisa, 2009; Horalskyi et al., 2016). Особливий інтерес до нервової системи викликаний її різноманітними функціями та властивостями: сприйняттям і проведенням нервових імпульсів, трансформацією, генерацією, зберіганням різних видів енергії та інформації зовнішнього середовища, а також її здатністю до збудження й гальмування, до процесів синтетичного і аналітичного порядку, трофічної функції (Zherebcov, 1991).

Варто зазначити, що нервова система посідає найвагоміше місце в регуляції всіх процесів життєдіяльності організму (Orljanskaja, 2004; Horalskyi et al., 2016). Як показали дослідження останніх років, структурно-функціональна організація центральної нервової системи складається з нейронів і гліоцитів, що визначає морфологічну гетерогенність нервової тканини.

**Актуальність теми.** Багато дослідників вивчали макро- та мікроморфологію органів нервової системи. Проте у цих роботах детально не охарактеризовано залежність їх макро- і мікроморфометричних показників, особливо мозочка, який є центром координації рухів та підтримки тону м'язів, пози і рівноваги (Hirose and Jacobson, 1979; Koibuchi et al., 2003) у свійських тварин, залежно від їх видових особливостей.

Це зобов'язує дослідників здійснювати вивчення нервової системи як однієї з найважливіших інтегруючих систем в організмі, що зумовлює його єдність і

цілісність, а також забезпечує зв'язок із навколишнім середовищем.

Результати даного дослідження мають важливе загальнобіологічне значення, оскільки дозволяють дати більш об'єктивну кількісну оцінку певним структурам органів центральної нервової системи.

**Метою наших досліджень** було з'ясувати закономірності структурної організації мозочка на макро- та мікроскопічному рівнях у великої рогатої худоби. Для досягнення цієї мети були поставлені такі завдання:

- дослідити органоетричні показники мозочка;
- з'ясувати закономірності структурної організації мозочка;

- провести морфометричний аналіз нейронів (об'єм перикаріонів, об'єм ядер, ядерно-цитоплазматичне відношення) відповідних шарів мозочка.

## Матеріал і методи досліджень

Дослідження виконувались на кафедрі анатомії і гістології факультету ветеринарної медицини Житомирського національного агроєкологічного університету, які є фрагментом частини наукових досліджень кафедри: «Розвиток, морфологія та гістохімія органів тварин у нормі та при патології» (номер державної реєстрації – 0113U000900, 2013–2018 рр.).

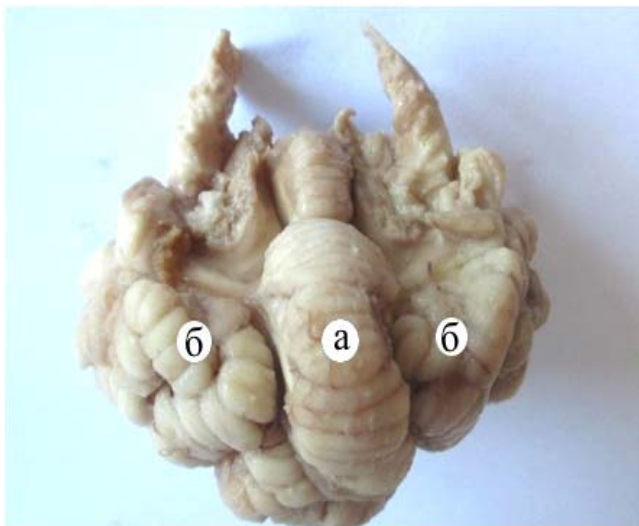
Об'єктом для досліджень був мозочок великої рогатої худоби (*Bos taurus taurus* L., 1758 – бик свійський) ( $n = 10$ ). В роботі використовувались анатомічні, гістологічні, нейрогістологічні та морфометричні методи досліджень (Tashkje, 1980; Horalskyi et al., 2015).

Для гістологічного дослідження шматочки матеріалу фіксували в 10% розчині нейтрального формаліну в рідині Карнуа, з подальшою швидкою заливкою в парафін за схемами, запропонованими у посібнику Л.П. Горальського, В.Т. Хомича, О.І. Кононського (Horalskyi et al., 2015). Для вивчення морфології клітин та проведення морфометричних досліджень мозочка зрізи фарбували гематоксиліном та еозинном, а також проводили нейрогістологічні методи імпрегнації нервової тканини азотнокислим сріблом за Більшовським Грос та Рамон-і-Кахалем. Для виявлення

хроматофільної речовини у нервових клітин використовували метод Ніссля (Horalskyi et al., 2015).

Для одержання об'єктивних критеріїв структурної організації досліджуваного органа використовували кількісні морфометричні методи дослідження, які проводили за світлової мікроскопії під мікроскопом «Біолам-Ломо». Виміри товщини молекулярного, гангліонарного та зернистого шарів кори мозочка свійських тварин, лінійних параметрів мозочка, нейронів та їх ядер здійснювали окуляр-мікрометром згідно з рекомендаціями, викладеними у посібниках (Tashkje, 1980; Horalskyi et al., 2015).

Мікрофотографування частини цих препаратів здійснювали за допомогою мікроскопа Micros MC-50 і вмонтовану у нього відеокамерою CAM V200, підключеною до персонального комп'ютера, а також мікроскопа МБС-10 із цифровою фотокамерою «Canon».



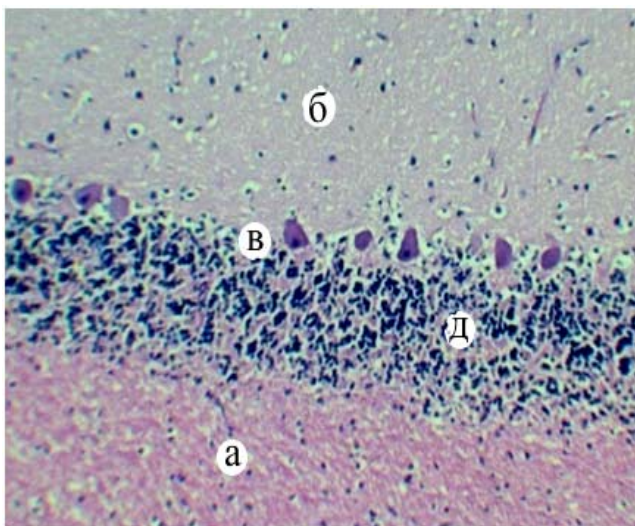
**Рис. 1.** Макроскопічна будова мозочка ВРХ:  
а – чerv'як; б – бічна частка мозочка

За результатами наших органометричних досліджень, абсолютна маса мозочка великої рогатої худоби становить  $72,59 \pm 0,94$  г, відносна –  $0,02 \pm 0,002\%$ , довжина складає  $42,1 \pm 0,36$  мм, ширина –  $55,3 \pm 0,41$ , висота –  $43,5 \pm 0,44$  мм.

Гістологічні та нейрогістологічні дослідження, проведені нами, показали, що загальні принципи мікроскопічної будови мозочка у ВРХ мало чим відрізняються щодо інших свійських тварин, він складається з сірої і білої речовин. Його поверхня вкрита шаром сірої речовини, яка становить кору мозочка, що містить нейрони і гліальні елементи. Кора мозочка утворює вузькі звивини – листки мозочка. Останні відокремлені один від одного борознами. Кожна звивина мозочка являє собою тонкий шар білої речовини, покритий корою, у якій виділяється молекулярний (зовнішній), гангліонарний (середній) та зернистий (внутрішній) шари різної товщини (рис. 2). Найбільша

## Результати та їх обговорення

Мозочок у великої рогатої худоби розміщується дорсально від довгастого і каудально від півкуль великого мозку та пластинки покрівлі середнього мозку. Лежить він у задній черепній ямці. В ньому розрізняють об'ємні бічні частки, або півкулі, і розташовану між ними середню вузьку частину – чerv'як (рис. 1). Мозочок має три пари ніжок: передні, середні та задні. Передніми ніжками він з'єднаний із середнім мозком, середніми – з мозковим мостом і задніми – з довгастим мозком. На передньому краю мозочка міститься передня частка, яка охоплює прилеглу частину стовбура мозку, на задньому є вужча задня частка, що розділяє півкулі одну від одної. Поверхня мозочка зібрана в численні складчасті часточки та звивини, розділені між собою борознами. Основна його частина у ВРХ видовжена, а передня порожнина ширша за задню частину. Півкулі мозочка розділені чіткими щілинами на листки.

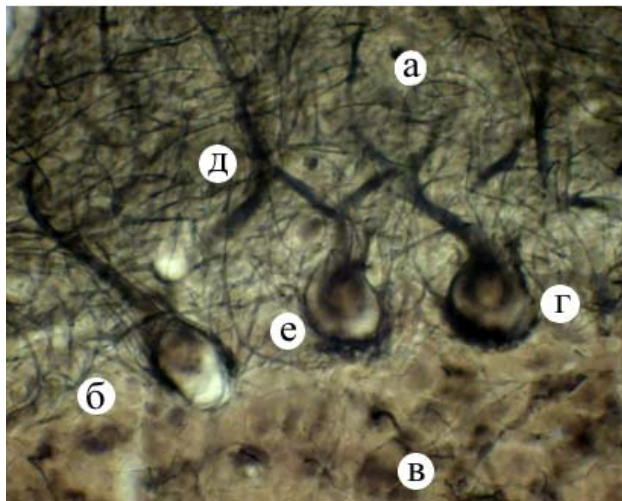


**Рис. 2.** Фрагмент мікроскопічної будови кори мозочка ВРХ: а – біла речовина; б – молекулярний шар; в – гангліонарний шар; д – зернистий шар. Гематоксилін та еозин.  $\times 120$

товщина кори мозочка ВРХ властива його молекулярному шару –  $413,01 \pm 10,84$  мкм (53,2%), дещо менша вона у зернистому –  $313,60 \pm 13,84$  мкм (40,4%) і найменша у гангліонарному –  $49,03 \pm 1,94$  мкм (6,32%). Загальна товщина кори мозочка у великої рогатої худоби складає  $775,64 \pm 26,62$  мкм.

На гістологічному рівні молекулярний шар кори мозочка найбільш поверхневий. У ВРХ він містить невеликі нейрони – кошикові та зірчасті. Кошикові нейрони містяться в нижній третині молекулярного шару. Це неправильної форми дрібні клітини розміром близько 24–35 мкм. Численні тонкі дендрити таких клітин спрямовані до поверхні мозочка. Їхні аксони розміщуються горизонтально поперек звивин і формують синапси у вигляді кошиків з тілами клітин Пуркінє (рис. 3). Зірчасті нейрони лежать вище кошикоподібних. Їх є два типи: великі та малі.

Гангліонарний шар кори мозочка представлений надзвичайно великими клітинами Пуркіньє, розміщеними в один ряд на незначній відстані одна від одної. Від верхівки перикаріонів цих клітин у молекулярний шар відходить 2–3 дендрити, які, розгалужуючись куцоподібно у площині звивини, проходять через усю товщу молекулярного шару. Від протилежного полюса клітини виходять нейрити, що прямують до ядер мозочка.



**Рис. 3.** Фрагмент мікроскопічної будови кори мозочка ВРХ: а – молекулярний шар; б – гангліонарний шар; в – зернистий шар; г – клітини Пуркіньє (грушоподібні); д – дендрити клітин Пуркіньє; е – галуження нейритів кошикових клітин навколо перикаріона клітини Пуркіньє у вигляді «кошичків». Рамон-і-Кахаль  $\times 400$

За результатами проведених цитоморфометричних досліджень встановлено, що середній показник об'єму нейронів клітин Пуркіньє мозочка у ВРХ становить  $6581,62 \pm 688,7 \text{ мкм}^3$ , показники об'єму ядра клітин Пуркіньє –  $484,48 \pm 94,5 \text{ мкм}^3$ . Виходячи із середніх показників об'єму перикаріона нервових клітин та їхніх ядер у ВРХ, ядерно-цитоплазматичне відношення відповідно становить  $0,079 \pm 0,002$ .

Зернистий шар мозочка ВРХ складається з великої кількості нейронів: клітин-зерен та зірчастих клітин Гольджі, яких є два види (короткоаксонні та довгоаксонні). Клітини-зерна мали незначні розміри та склалися з бідних на цитоплазму перикаріонів з великим круглим ядром.

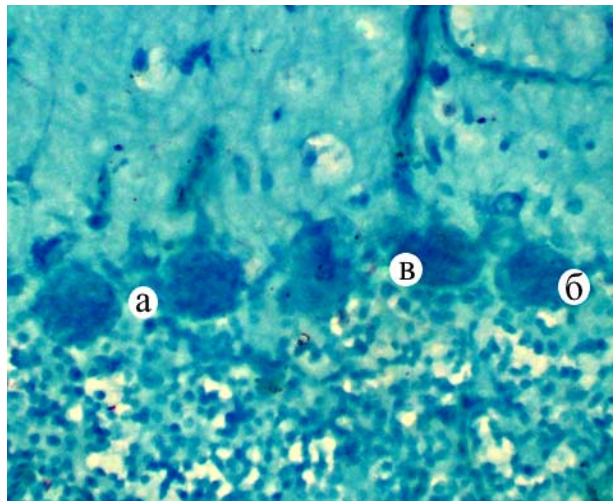
Зірчасті клітини Гольджі з короткими нейритами формували синапси з аксонами клітин-зерен. Клітини Гольджі з довгими нейритами, ймовірно, забезпечують зв'язок між різними ділянками кори мозочка.

Біла речовина мозочка міститься під корою. У ній, крім нервових волокон, локалізуються ядра сірої речовини, які сформовані скупченнями різних за формою та розміром мультиполярних нервових клітин. Це зубчасте, коркоподібне, кулеподібне і ядро шатра.

### Висновки

Мозочок великої рогатої худоби має подібну структурну організацію: на поперечному зрізі сформова-

Клітини Пуркіньє мають грушоподібну, видовжену у вертикальному напрямку форму та достатньо велике ядро. Їх нейроплазма містить виражені глибокі базофільної зернистості, що свідчить про інтенсивний розвиток у них білоксинтезального апарату, який знаходиться у вигляді дрібної або крупнішої зернистості, рівномірно заповнюючи майже всю нейроплазму (рис. 4). У деяких нервових клітинах базофільна речовина міститься на периферії нейроплазми.



**Рис. 4.** Розподіл хроматофільної речовини в клітинах Пуркіньє мозочка ВРХ: а – клітини Пуркіньє; б – цитоплазматична хроматофільна речовина; в – ядра гліоцитів. Нісль.  $\times 400$

ний сірою (корою) та білою речовинами. Кора мозочка утворена відповідними гістоархітектонічними шарами (молекулярним, гангліонарним, зернистим) та характеризується різною популяцією нейронів, що зумовлено рівнем морфофункціонального стану нервових та іннервованих структур залежно від виду тварин. За результатами наших цитоморфологічних досліджень – об'єм нервових клітин Пуркіньє становив  $6581,62 \pm 688,7 \text{ мкм}^3$ , показники об'єму ядра клітин Пуркіньє відповідно –  $484,48 \pm 94,5 \text{ мкм}^3$ , їхнє ядерно-цитоплазматичне відношення дорівнювало  $0,079 \pm 0,002$ . Речовину Нісля у перикаріоні клітин Пуркіньє виявляють на всій площі нейроплазми. Вона містить чітко виражені глибокі і зерна неоднакових розмірів – як свідчення розвитку у нервових клітинах білоксинтезального апарату.

*Перспективи подальших досліджень.* В подальшому планується проведення гістохімічних досліджень мозочка великої рогатої худоби.

### References

- Hirose, G., & Jacobson, M. (1979). Clonal organization of the central nervous system of the frog. I. Clones stemming from individual blastomeres of the 16-cell and earlier stages. *Developmental Biology*. 71(2), 191–202. doi: 10.1016/0012-1606(79)90163-5

- Horalskyi, L.P., Khomych, V.T., & Kononskyi, O.I. (2015). *Osnovy histolohichnoi tekhniky i morfofunktsionalni metody doslidzhennia u normi ta pry patolohii: navch. Posibnyk*. Zhytomyr: Polissia (in Ukrainian).
- Horalskyi, L.P., Khomych, V.T., & Sokulskyi, I.M. (2016). *Morfolohiia spynnoho mozku ta spynnomozkovykh vuzliv khrebetnykh tvaryn: monohr*. Lviv: ZUKTs (in Ukrainian).
- Horalskyi, L.P., Sokulskyi, I.M., Demus, N.V., Kolesnik, N.L., & Veremchuk, Ya.Yu. (2013). *Osoblyvosti morfolohii spynnoho mozku ta spynnomozkovykh vuzliv u khrebetnykh tvaryn*. *Nauk. visn. Lviv. nats. un-tu vet. medytsyny ta biotekhnolohii im. S.Z. Gzhytskoho*. 15, 3(57), 47–53 (in Ukrainian).
- Horalskyi, L.P., Sokulskyi, I.M., Demus, N.V., & Zoric, Z.D. (2017). *Microscopic structure and morphometric parameters pancreatic dogs in postnatal ontogenesis*. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S.Z. Gzhytskyj*. 19(73), 187–192. doi:10.15421/nvlvet7339
- Koibuchi, N., Jingu, H., Iwasaki, T., & Chin, W.W. (2003). *Current perspectives on the role of thyroid hormone in growth and development of cerebellum*. *Cerebellum*. 2(4), 279–289. doi: 10.1080/14734220310011920
- Orljanskaja, T.Ja. (2004). *Plastichnost' nejronnyh populjacij kory i podkorkovyh obrazovanij mozzhechka v filogeneze pozvonochnyh: Morfo-citohimicheskoe issledovanie*. Avtoref. dis. na soisk. uchen. stepeni dok. biol. nauk (in Russian).
- Rubinow, M.J., & Marisa, J.M. (2009). *Neuron and glia number in the basolateral nucleus of the amygdala from prewraning through old age in male and female rats: a stereological study*. *The journal of comparative neurology*. 512(6), 717–725. doi: 10.1002/cne.21924
- Sokulskyi, I.M. (2010). *Morfolohiia hrudnoho viddilu spynnoho mozku khrebetnykh tvaryn: dys. ... kand. vet. nauk: 16.00.02*. ZhNAEU. Zhytomyr (in Ukrainian).
- Stegney, Zh. (2017). *Blood vessels morphological features of thymus of newborn calves*. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 19(82), 12–15. doi:10.15421/nvlvet8203
- Tashkje, K. (1980). *Vvedenie v kolichestvennuju citogistologicheskiju morfologiju*. Buharest: Izd-vo Akad. soc. respubliky Rumynii (in Russian).
- Zhelavskyi, M.M. (2017). *Ontogenetic features of the formation of local immune protection of the mammary gland of cows (literature review and original research)*. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 19(78), 3–8. doi:10.15421/nvlvet7801
- Zherebcov, N.A. (1991). *Obshhie zakonomernosti postnatal'nogo morfogeneza nejrocitov i nervnyh volokon u domashnih zhivotnyh. Morfo-jekologicheskie problemy v zhivotnovodstve i veterinarii: materialy dokl. Resp. nauch. konf. morfologov*, 35–36 (in Russian).