

## SPECIFICS OF CEREBRAL MORPHOLOGY, SPINAL BRAIN AND GYPOPHYSIS OF GREAT LARGE HOUSEHOLD

L. Goralsky<sup>1</sup>, I. Sokulsky<sup>1</sup>, N. Kolesnik<sup>1</sup>, Yu. Radyuk<sup>1</sup>, B. Sokolsky<sup>2</sup>

*e-mail: sokulskiy\_1979@ukr.net*

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

7, Staryi Blvd, Zhytomyr, 10008, Ukraine

<sup>2</sup>Bila Tserkva National Agrarian University

8/1, Cathedral Square, Bila Tserkva, 09117, Ukraine

*The macro and microscopic structure of the cerebellum, spinal cord and pituitary gland of the sexually active bovine cattle (Bovine Cattle) is described in the work using anatomical, histological, neurohistological and morphometric techniques.*

*Microscopically, the cerebellum in cattle consists of gray and white matter. Its bark is formed by appropriate layers – molecular (external), ganglionic (medium) and grainy (deepest) and characterized by unequal population of neurons that have a conditioned connection between the level of the morphofunctional state of nervous and innervated structures.*

*According to the results of the research, the characteristics of the cerebellum of cattle have been determined, as indicated by its various absolute and relative masses, the shape of the cross section, morphometric indices of the structural components of the thickness of the histoarchitectonic layers, and the size of the nerve cells. Thus, the analysis of organometric studies shows that the absolute mass of the cerebellum in cattle is  $72,59 \pm 0,94$  g, the relative weight is  $0,02 \pm 0,002$  %.*

*As a result of our morphometric studies, we have a different thickness of the cerebellum cortex: the largest thickness of the cerebellum cortex is characteristic of its molecular layer –  $413,01 \pm 10,84$   $\mu\text{m}$  (53,2 %), slightly less in granular form –  $313,60 \pm 13,84$   $\mu\text{m}$  (40,4 %) and the smallest in the ganglionic one –  $49,03 \pm 1,94$   $\mu\text{m}$  (6,32 %). The total thickness of the cerebellum cortex in cattle is  $775,64 \pm 26,62$   $\mu\text{m}$ .*

*The transverse section of the thoracic spinal cord has a generally rounded form. According to the results, the area and shape of the transverse section of the spinal cord were determined. The area of the thoracic part is  $73,45 \pm 0,84$   $\text{mm}^2$ . In this case, gray cerebrospinal fluid is  $9,74 \pm 0,13$  % ( $7,16 \pm 0,14$   $\text{mm}^2$ ) of the total spinal cord, white is  $90,25 \pm 0,13$  % ( $66,28 \pm 9,74$   $\text{mm}^2$ )*

*The ratio of gray to white cerebrospinal fluid in cattle is  $9,74 \pm 0,13$  %. Morphometric studies of the bovine spinal cord show a pronounced differentiation of nerve cells of different sizes, which is significantly expressed in the quantitative ratio of small, medium and large nerve cells.*

*The hypophysis in the cattle has the form of a rounded corpuscle and consists of adeno- and neurohypophysis. The adeno-hypophysis consists of the anterior (distal), intermediate and tuber particles. The fourth part of the pituitary gland is a neurohypophysis, which is by nature neuroglial.*

*The organ cytophoretomics is represented by three types of cells: acidophilic, basophilic and chromophobic. The analysis of morphometric indices shows that the absolute mass of the pituitary gland is  $4,45 \pm 0,18$  g, the relative weight is  $0,001$  %.*

**Important words:** *cattle, cerebellum, spinal cord, pituitary, macroscopic changes, morphological studies, absolute mass, relative mass, histoarchitectococcus, nerve cells.*

## ОСОБЛИВОСТІ МОРФОЛОГІЇ МОЗОЧКА, СПИННОГО МОЗКУ ТА ГІПОФІЗА ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

Л. П. Горальський<sup>1</sup>, І. М. Сокульський<sup>1</sup>, Н. Л. Колеснік<sup>1</sup>, Ю. Г. Радюк<sup>1</sup>, В. П. Сокольський<sup>2</sup>

*e-mail: sokulskiy\_1979@ukr.net*

<sup>1</sup>Житомирський національний агроєкологічний університет

бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

<sup>2</sup>Білоцерківський національний аграрний університет

Соборна площа, 8/1, м. Біла Церква, 09117, Україна

*У роботі за допомогою анатомічних, гістологічних, нейрогістологічних та морфометричних методик висвітлено макро- та мікроскопічну будову мозочка, спинного мозку та гіпофіза статевозрілої великої рогатої худоби (ВРХ).*

Мікроскопічно, мозочок у великої рогатої худоби складається з сірої і білої речовини. Його кора утворена відповідними шарами – молекулярним (зовнішнім), гангліонарним (середнім) та зернистим (найглибшим) і характеризується неоднаковою популяцією нейронів, які мають обумовлений зв'язок між рівнем морфофункціонального стану нервових та іннервованих структур. За результатами досліджень встановлені особливості мозочка великої рогатої худоби, на що вказує різна його абсолютна та відносна маса, форма поперечного розрізу, морфометричні показники структурних компонентів товщини гістоархітектонічних шарів, розмір нервових клітин. Так, аналіз органомеричних досліджень показує, що абсолютна маса мозочка у великої рогатої худоби становить  $72,59 \pm 0,94$  г, відносна –  $0,02 \pm 0,002$  %. У результаті проведених нами морфометричних досліджень встановлено різну товщину кори мозочка: найбільша товщина кори мозочка 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 %) та 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.

Поперечний зріз грудної частини спинного мозку має, переважно, округлу форму. За результатами досліджень з'ясована площа і форма поперечного зрізу спинного мозку. Площа грудної частини становить  $73,45 \pm 0,84$  мм<sup>2</sup>. При цьому, сіра мозкова речовина займає  $9,74 \pm 0,13$  % ( $7,16 \pm 0,14$  мм<sup>2</sup>) від загальної площі спинного мозку, біла –  $90,25 \pm 0,13$  % ( $66,28 \pm 9,74$  мм<sup>2</sup>). Співвідношення сірої до білої мозкової речовини у великої рогатої худоби дорівнює  $9,74 \pm 0,13$  %. Морфометричні дослідження спинного мозку великої рогатої худоби свідчать про виражену диференціацію нервових клітин, які мають різні розміри, що суттєво виражається в кількісному співвідношенні малих, середніх і великих нервових клітин.

Гіпофіз у великої рогатої худоби має форму округлого тільця і складається з адено- та нейрогіпофіза. До складу аденогіпофіза входять передня (дистальна), проміжна та туберальна частки. Четвертою часткою гіпофіза є нейрогіпофіз, який за походженням є нейрогліальним. Цитоархітектоніка органу представлена трьома видами клітин: ацидофільні, базофільні та хромофобні. Аналіз морфометричних показників свідчить, що абсолютна маса гіпофіза статевозрілої великої рогатої худоби становить  $4,45 \pm 0,18$  г, відносна –  $0,001$  %.

**Ключові слова:** велика рогата худоба, мозочок, спинний мозок, гіпофіз, макроскопічні зміни, морфологічні дослідження, абсолютна маса, відносна маса, гістоархітектоніка, нервові клітини.

### Постановка проблеми

За інтенсивного ведення тваринництва виникла необхідність глибокого дослідження будови всіх систем організму [9]. Тому, актуальною проблемою у біології, ветеринарній та гуманній медицині сьогодення є вивчення розвитку, росту і формування структурної організації організму тварин. Важливими передумовами для цього є знання параметрів структурних особливостей органів і тканин у свійських тварин у видовому та порівняльному аспектах.

Пріоритетним напрямом у вирішенні цієї проблеми є всестороннє комплексне дослідження нервової та ендокринної систем свійських тварин.

Однією з інтегруючих систем організму, яка забезпечує його цілісність і єдність із навколишнім середовищем та відіграє найбільш значиму роль у їх еволюції, є нервова система [8]. Вона відіграє значну роль у регулюванні всіх фізіологічних процесів і здійсненні зв'язку організму з навколишнім середовищем тощо [2].

Особлива увага до вивчення нервової системи викликана саме її різноманітними функціями та властивостями: сприйняттям і проведенням нервових імпульсів,

трансформацією, генерацією та зберіганням різних видів енергії й інформації зовнішнього середовища, а також її здатністю до збудження, гальмування, та процесів синтетичного і аналітичного порядку, трофічної функції тощо [7].

Однією з основних умов функціонування нервової системи є рефлекторна координація м'язових скорочень, яка відповідає за підтримку рівноваги організму та контролює усі види рухової активності [10]. Саме таку функцію виконує мозочок, який є органом адаптації організму до подолання основних властивостей маси тіла тварин та інерції, підтримання тону м'язів, пози і рівноваги.

Складовою нервової системи свійських тварин та людини є мозочок, ступінь розвитку якого має пряму залежність щодо умов довкілля та переміщення тварин у навколишньому середовищі [6].

Відомо, що основним проявом життя є обмін речовин, який безпосередньо залежить від умов навколишнього середовища і змінюється разом з ним. Такі зміни відбуваються за участю нервової та ендокринної систем. Саме гіпофіз, відноситься до ендокринної системи, який забезпечує основні функції організму [1, 5].

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

У працях вітчизняних та зарубіжних морфологів висвітлено результати досліджень нервової та ендокринної систем свійських тварин [6, 7, 9]. Проте, наразі багато питань залишаються недостатньо з'ясованими, тому спеціальні дослідження в даному науковому напрямі є необхідними.

В процесі еволюції нервова система здійснює регулювання процесів життєзабезпечення організму: розвиток, зростання, диференціювання клітин і тканин, забезпечує взаємодію між ними [3, 6]. Вивчення структури мозочка, спинного мозку і гіпофіза, дає можливість встановити закономірності становлення оптимальних взаємозв'язків між їх складовими за рівнем розвитку організму і рухової активності [11].

У зв'язку з цим, наші дослідження з використанням анатомічних, гістологічних, нейрогістологічних та морфометричних методів, були направлені на проведення мікрморфології мозочка, спинного мозку та гіпофіза великої рогатої худоби, яке дозволило з'ясувати особливості морфології досліджуваних органів, його морфометричну оцінку гісто- та цитоструктур, матеріали яких дуже важливі не лише для видової нейроморфології, а й для розробки питань фізіології, патології й лікування захворювань нервової та ендокринної систем.

### Мета, завдання та методика досліджень

Метою нашої роботи було дослідити закономірності структурної організації мозочка, спинного мозку та гіпофіза на макро- та мікроскопічному рівнях у великої рогатої худоби. Для вирішення цієї мети були поставлені такі завдання: встановити форму і площу поперечного зрізу спинного мозку його сірої та білої речовин; провести морфометричний аналіз нейронів (об'єм перикаріонів, об'єм ядер, ядерно-цитоплазматичне відношення); дослідити особливості морфології мозочка та гіпофіза.

Об'єктом дослідження були мозочок, спинний мозок та гіпофіз статевозрілої великої рогатої худоби. В роботі використовувались анатомічні, гістологічні, нейрогістологічні та морфометричні методи дослідження.

Для гістологічного дослідження шматочки матеріалу фіксували в 10 % охолоджену водному розчині нейтрального формаліну та рідині Карнуа, з наступною швидкою заливкою його в парафін за схемами, запропонованими у посібниках Л. П. Горальського., В. Т. Хомича., О. І. Кононського [4]. Парафінові зрізи виготовляли на санному мікромомі МС-2. Товщина зрізів не перевищувала 10 мкм.

Для вивчення морфології клітин і тканин та проведення морфометричних досліджень мозочка, спинного мозку та гіпофіза серійні зрізи фарбували гематоксилином та еозином та за Ван-Гізона. Базофільну речовину у нейронах вивчали на зрізах, зафарбованих толуїдиною синькою за Нісслем. Цитоархітектоніку мозочка, спинного мозку, стан нейрофібрилярного апарату вивчали на імпрегнованих азотнокислим сріблом препаратах за Рамон – і – Кахлем та Більшовським – Грос [4].

Мікрофотографування гістологічних зрізів здійснювали за допомогою відеокамери САМ V-200, вмонтованої у мікроскоп Місрос МС-50.

### Результати досліджень

Мозочок у великої рогатої худоби знаходиться під потиличною ділянкою півкуль великого мозку у задній черепній ямці. У мозочку чітко вираженні бічні частки (півкулі), між якими знаходиться середня вузька частина – черв'як. 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 більш вузька 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 великої рогатої худоби видовжена, а передня порожнина ширша за задню частину. Півкулі мозочка розділені чіткими щілинами на листки.

За результатами наших органометричних досліджень він, у ВРХ, відносно великий, за лінійними промірами відносно короткий, широкий і високий. Його абсолютна маса 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.

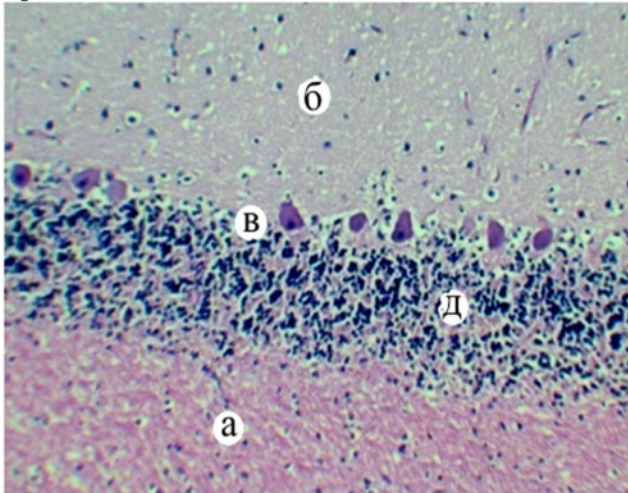
Мікроскопічно мозочок складається з сірої і білої речовин. Поверхня мозочка покрита шаром сірої речовини, яка становить кору мозочка і утворює вузькі звивини – листки мозочка. Листки відокремлені один від одного борознами. Кожна звивина мозочка являє собою тонкий шар білої речовини, покритий корою у якій виділяється зовнішній (молекулярний), гангліонарний та найглибший (зернистий) шари різної товщини (рис. 1).

У результаті проведених нами морфометричних досліджень встановлено різну товщину кори мозочка у великої рогатої худоби. Так, найбільша товщина кори мозочка 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.

Молекулярний шар кори мозочка найбільш поверхневий. У великої рогатої худоби він містить невеликі нейрони – кошикоподібні та зірчасті.



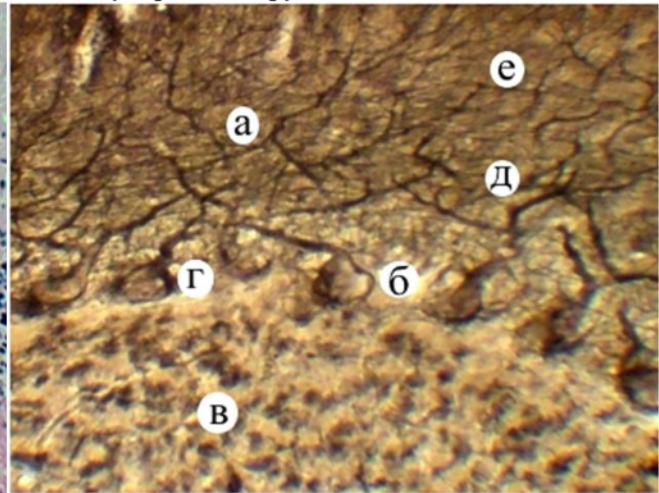
**Рис. 1. Фрагмент мікроскопічної будови кори мозочка великої рогатої худоби:**  
а – біла речовина; б – молекулярний шар;  
в – гангліонарний шар; д – зернистий шар.  
Гематоксилін та еозин.  $\times 120$ .

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

Біла речовина мозочка знаходиться під корою. У ній, крім нервових волокон, локалізуються ядра сірої речовини, які сформовані скупченнями різних за формою та розміром мультиполярних нервових клітин.

Аналіз результатів власних досліджень та їх співставлення з літературними даними вказує на те, що гістологічна будова спинного мозку великої рогатої худоби є аналогічна іншим видам ссавців. Так, поперечний зріз грудної частини спинного мозку має, переважно, округлу форму. На поперечному розрізі грудного відділу спинного мозку великої рогатої худоби, як і у інших свійських тварин, в центрі знаходиться сіра, а на периферії – біла мозкова речовина. Сіра мозкова речовина, що містить мультиполярні

Гангліонарний шар кори мозочка представлений надзвичайно великими клітинами Пуркінє, розміщеними в середньому шарі в один ряд на незначній відстані одна від одної (рис. 2). Від верхівки перикаріонів цих клітин у молекулярний шар відходить 2 – 3 дендрити, які, розгалужуючись кушоподібно у площині звивини, проходять через усю товщу молекулярного шару.



**Рис. 2. Фрагмент мікроскопічної будови кори мозочка великої рогатої худоби:**  
а – молекулярний шар; б – гангліонарний шар; в – зернистий шар; г – клітини Пуркінє (грушоподібні); д – дендрити клітин Пуркінє; е – галуження нейритів корзинчатих клітин навколо перикаріона клітини Пуркінє у вигляді «корзинок».  
Рамон-і-Кахаль  $\times 280$ .

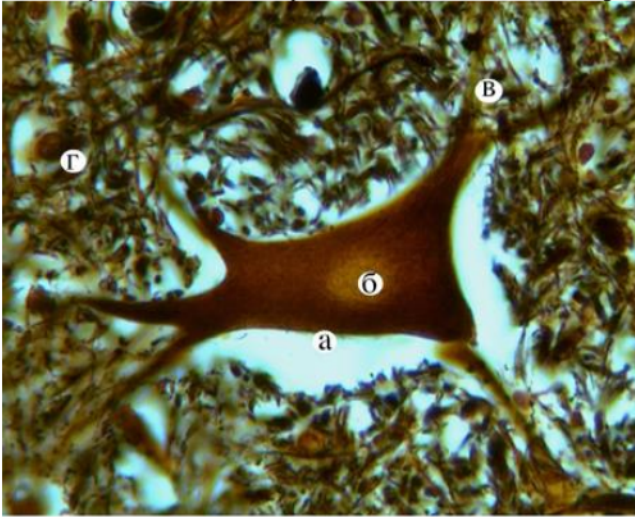
нервові клітини, представлена більш тонкими і коротшими парними дорсальними рогами. Вентральні роги також ширші і довші, з'єднані між собою сірою спайкою. Між дорсальними і вентральними рогами у грудній частині спинного мозку виражені латеральні роги.

Морфометричними дослідженнями встановлено, що площа поперечного зрізу грудного відділу спинного мозку становить  $73,45 \pm 0,84$  мм<sup>2</sup>. Площа сірої мозкової речовини займає  $9,74 \pm 0,13$  % ( $7,16 \pm 0,14$  мм<sup>2</sup>) площі мозку, площа білої –  $90,25 \pm 0,13$  % ( $66,28 \pm 9,74$  мм<sup>2</sup>). Співвідношення сірої до білої мозкової речовини у великої рогатої худоби дорівнює  $9,74 \pm 0,13$  %.

Загальновідомо, що групи нервових клітин з однаковим функціональним значенням утворюють ядра сірої речовини спинного мозку [6]. За результатами наших досліджень, в сірій речовині спинному мозку великої рогатої худоби ми виділили такі ядра клітин: ядро Кларка, власне ядро дорсального рогу, латеральне та медіальне проміжні ядра, латеральне та медіальне вентральні ядра.



Нервові мультиполярні клітини сірої речовини спинного мозку мають різноманітну форму (веретеноподібну, трикутну, овальну) з чітко вираженим перикаріоном, за об'ємом якого вони диференціюються на малі, середні і великі. У нейроплазмі клітин виявляються чітко контуровані ядра. У великих нервових клітин, вони, в більшості, мають округлу форму, рідше – овальну, в основному, знаходяться в центрі



**Рис. 3.** Фрагмент мікроскопічної будови спинного мозку великої рогатої худоби: а – нервова клітина; б – ядро; в – відросток нервової клітини; г – ядра гліальних клітин. Більшовський-Грос.  $\times 400$ .

Цитопопуляція нейронів за об'ємом їх перикаріонів коливається у різних межах: найбільше виявлено малих нервових клітин ( $47,91 \pm 0,32\%$ ) від їх загальної кількості, у них об'єм коливається від  $757 \text{ мкм}^3$  до  $6222 \text{ мкм}^3$ . Наступне місце займають середні нейрони ( $33,70 \pm 0,46\%$ ), об'єм яких становить від  $7892 \text{ мкм}^3$  до  $22723 \text{ мкм}^3$ . Найменше виявляється великих клітин ( $18,37 \pm 0,50\%$ ), їх об'єм становить від  $25297 \text{ мкм}^3$  до  $76629 \text{ мкм}^3$ .

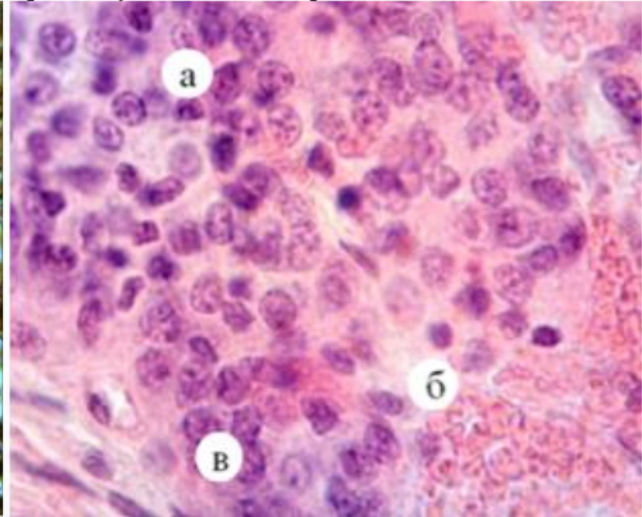
Гіпофіз у великої рогатої худоби має форму округлого тільця, що розміщується в гіпофізарній ямці турецького сідла клиноподібної кістки і з'єднується з проміжним мозком лішкою. Він має сіро-червоний колір, щільну консистенцію. Покритий сполучнотканинною капсулою, яка в ділянці ямки гіпофіза зростається з твердою мозковою оболонкою.

Аналіз морфометричних показників свідчить, що абсолютна маса гіпофіза статевозрілої великої рогатої худоби становить  $4,45 \pm 0,18 \text{ г}$ , відносна –  $0,001\%$ .

При оглядовому гістологічному дослідженні гіпофіза на гістопрепаратах,

клітин, рідше – ексцентрично (рис. 3). У нейрокитів видовженої форми ядра мають овальну форму та розміщуються ексцентрично. Більшість ядер мають добре виражене ядерце, яке знаходиться у центрі каріоплазми.

Гліальні клітини сірої речовини розміщені біля мультиполярних великих нейронів, що формують групи із 3–4 гліоцитів, які найчастіше розміщуються біля відростків.



**Рис. 4.** Фрагмент мікроскопічної будови передньої частки гіпофіза великої рогатої худоби: а – ацидофільні клітини; б – прошарки сполучнотканинної строми; в – базофільні клітини. Гематоксилін Ерліха та еозин.  $\times 220$ .

забарвлених гематоксиліном та еозином, чітко виділяється аденогіпофіз і нейрогіпофіз.

Аденогіпофіз складається з трьох часток, які мають різні розміри. Найбільшою є передня частка (рис. 4), дещо менша – задня, а між ними – проміжна частка. Гіпофіз великої рогатої худоби представлений трьома основними видами клітин: ацидофіли, базофіли і хромофобні клітини.

Проведеними морфометричними дослідженнями встановлено, що у великої рогатої худоби частки гіпофіза має різну площу і різне відсоткове відношення: найбільшу площу гіпофіза займає передня частка –  $96,7 \pm 0,7 \text{ мм}^2$  ( $65,0 \pm 0,15\%$ ), потім задня –  $18,54 \pm 0,3 \text{ мм}^2$  ( $19,9 \pm 0,5\%$ ), та проміжна –  $15,3 \pm 0,24 \text{ мм}^2$  ( $15,8 \pm 0,25\%$ ).

У порожнинах гіпофіза, які не мають характерного та специфічного для органа розташування, міститься колоїд. При фарбуванні гістрозрізів гематоксиліном та еозином глибини колоїду, які знаходяться в лунках передньої та задньої частки, мають, переважно, базофільну або злегка еозинофільну властивість.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Загальна товщина кори мозочка у великій рогатої худоби складає  $775,64 \pm 26,62$  мкм і утворена молекулярним, гангліонарним, зернистим шарами та характеризується різною популяцією нейронів, що мають обумовлений зв'язок між рівнем морфофункціонального стану нервових та іннервованих структур.

2. Форма поперечного зрізу спинного мозку у великій рогатої худоби має переважно, округлу форму. Площа поперечного зрізу грудного відділу спинного мозку становить  $73,45 \pm 0,84$  мм<sup>2</sup>, співвідношення сірої до білої мозкової речовини дорівнює  $9,74 \pm 0,13$  %.

3. Морфометричні дослідження спинного мозку великої рогатої худоби свідчать про виражену диференціацію нервових клітин, які мають різні розміри, що суттєво виражається в кількісному співвідношенні малих, середніх і великих нервових клітин.

4. Площа часток гіпофіза ВРХ різна: найбільшу площу займає передня –  $96,7 \pm 0,7$  мм<sup>2</sup> ( $65,0 \pm 0,15$  %), потім задня –  $18,54 \pm 0,3$  мм<sup>2</sup> ( $19,9 \pm 0,5$  %) та проміжна –  $15,3 \pm 0,24$  мм<sup>2</sup> ( $15,8 \pm 0,25$  %).

Подальші дослідження плануються з вивчення морфометричних особливостей мозочка, спинного мозку та гіпофіза інших представників видів свійських тварин.

### References

1. Busenko, O. T. & Holub, N. D. (2009). Funktsiya hipofizu i nadnyrnykiv u buhaytsiv za znyzhenoho rivnya hodivli [Function of the pituitary gland and adrenal glands in Bugichi at a reduced feeding level]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 1, 57–58 [in Ukrainian].

2. Veremchuk, Ya. Yu. & Pinskyi, O. V. (2017). Morfolohichni osoblyvosti ta histokhimichna kharakterystyka spynnomozkovykh vuzliv statevozirloi vodoplavnoi ptytsi [Morphological features and histochemical characteristics of spinal units of sexually mature waterfowl]. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu*, 1 (60) t. 3, 12–13 [in Ukrainian].

3. Nazarchuk, H. O. (2010). Histomorfolohiia spynnomozkovykh vuzliv khrebetnykh tvaryn [Histomorphology of spinal units of vertebrates] (Avtoreferat dysertatsii kandydata veterynarykh nauk). *Zhytomyrskiy natsionalnyi ahroekolohichnyi universytet, Zhytomyr* [in Ukrainian].

4. Horalskyi, L. P., Khomych, V. T. & Kononskyi, O. I. (2015). Osnovy histolohichnoi tekhniki i morfofunktsionalni metody doslidzhennia u normi ta pry patolohii [Fundamentals of histological technology and morphofunctional methods of research in norm and in pathology]. *Zhytomyr : Polissya* [in Ukrainian].

5. Kavare, V. Y. (2000). Ultrastrukturnyye preobrazovaniya adenogipofiza v usloviyakh neblagopriyatnykh ekologicheskikh faktorov [Ultrastructural transformations of adenohypophysis under conditions of unfavorable ecological factors]. *VIII Pidsumkova naukovo-praktychna konferentsiia medychnoho fakultetu Sumskoho derzhavnoho universytetu* (pp. 36–37). Sumy [in Ukrainian].

6. Horalskyi, L. P. (Ed.) (2013). Morfolohiya spynnoho mozku ta spynnomozkovykh vuzliv khrebetnykh tvaryn [Morphology of the spinal cord and spinal units of vertebrate animals]. Lviv : SPOLOM [in Ukrainian].

7. Horalskyi, L. P., Demus, N. V., Kolesnik, N. L. & Veremchuk, Ya. Yu. (2013). Osoblyvosti morfolohiyi spynnoho mozku ta spynnomozkovykh vuzliv u khrebetnykh tvaryn [Features of the morphology of the spinal cord and spinal units in vertebrates]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. S. Z. Gzhytskoho*, 15 (3), 46–52 [in Ukrainian].

8. 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. *Dev. Biol.*, 71, 191–202.

9. Nortje, C. J. & Harris, A. M. (2001). Endocrine mechamsm texty ip the developmg rat chromcally exposed to dietary lead. *Front. Neuroendocrinology*, 56(11), 502–514.

10. Pannese E., Martinelli C. & Sartori P. (1996). Quantitative reduction of the perineuronal glial sheath in the spinal ganglia of aged rabbits. *Rediconti Lincei*, 7 (2), 95–100.

11. Rubinow, M. J. & Marisa, J. M. (2009). Neuron and glia number in the basolateral nucleus of the amygdala from prewranning through old age in male and female rats: a stereological study. *The journal of comparative neurology*, 512 (6), 717–725.

