

*Л. П. Горальський, Я. Ю. Веремчук, В. М. Солімчук,  
І. М. Сокульський, Н. Л. Колеснік*  
*Житомирський національний агроекологічний університет*  
**МОРФОЛОГІЯ МОЗОЧКА, СПИННОГО МОЗКУ ТА  
СПИННОМОЗКОВИХ ВУЗЛІВ У ХРЕБЕТНИХ ТВАРИН**

У роботі представлено морфологію мозочка, спинного мозку та спинномозкових вузлів хребетних тварин. Встановлено їх характерні видові відмінності, які зумовлені особливостями екології та поведінки тварин у навколишньому середовищі. При цьому популяція нервових клітин мозочка, спинного мозку і спинномозкових вузлів у досліджуваних тварин неоднорідна. Її нейрони відрізняються об'ємами перикаріонів та ядер, ядерно-цитоплазматичним відношенням, залежності від розмірів нейронів та виду тварин.

**Ключові слова:** мозочок, спинний мозок, спинномозкові вузли, нервова клітина, ядро, морфологія.

**Вступ.** Актуальним питанням сьогодення є усестороннє вивчення морфології та структурно-функціональних особливостей нервової системи хребетних тварин та людини. Це обумовлено тим, що вона регулює діяльність та координує роботу окремих органів, їх систем і апаратів, об'єднуючи організм в єдине ціле, а також здійснює зв'язок організму з його внутрішнім та зовнішнім середовищем [1; 2; 6; 7, с. 284].

В процесі філогенезу відбуваються зміни нервової системи морфологічної архітекτονіки в цілому та окремих її відділів зокрема [5, с. 4–9; 7, с. 287–289]. Тому комплексне дослідження мозочка, спинного мозку та спинномозкових вузлів дає можливість з'ясувати закономірності становлення оптимальних взаємозв'язків між їхніми складовими стосовно рівня розвитку організму.

**Метою** роботи було – дослідити закономірності структурної організації мозочка, спинного мозку та спинномозкових вузлів на макро- та мікроскопічному рівнях у хребетних тварин.

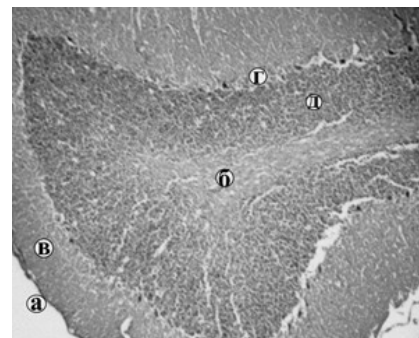
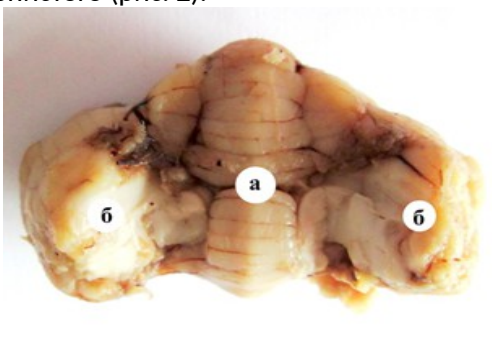
**Матеріали та методи.** Матеріалом для гістологічних досліджень був мозочок, спинний мозок і спинномозкові вузли хребетних тварин: кісткових риб (короп), амфібій (ставкова жаба), плазунів (ящірка прутка), птахів (кури), ссавців (кріль, собаки, свиня, свійський бик).

Дослідження проводили на кафедрі анатомії і гістології факультету ветеринарної медицини Житомирського національного агроекологічного університету. В роботі використовувались анатомічні, гістологічні, нейрогістологічні та морфометричні методи досліджень [3, 4]. Отримані дані обробляли варіаційно-статистично на персональному комп'ютері за допомогою комп'ютерної програми "Excel" з пакету "Microsoft Office 2010".

**Результати досліджень та їх обговорення.** У риб мозочок лежить безпосередньо за зоровими частками і має кулясту форму. Заднім краєм він прикриває довгастих мозок. Він сформований тілом, на вентральній частині якого є два бічних виступи, які віддалені від тіла неглибокою борозною.

У курей мозочок розміщений між великим і середнім мозком, дорсально від довгастого. Він утворений тілом (черв'ячок), яке поперечними щілинами розділене на частки, і півкулями із жмутками.

Мозочок у ссавців, знаходиться у задній черепній ямці та розміщується під потиличними частинами півкуль великого мозку, дорсально від варолієвого мосту і довгастого мозку. Складається він із двох півкуль, які з'єднані черв'ячком (рис. 1). На поверхні мозочка лежить сіра речовина (кора мозочка), а в глибині – біла. Кора мозочка побудована з трьох шарів: молекулярного, гангліонарного та зернистого (рис. 2).



**Рисунок 1** - Макроскопічна будова мозочка свійського собаки:

*а* – черв'ячок; *б* – бічна частка мозочка.

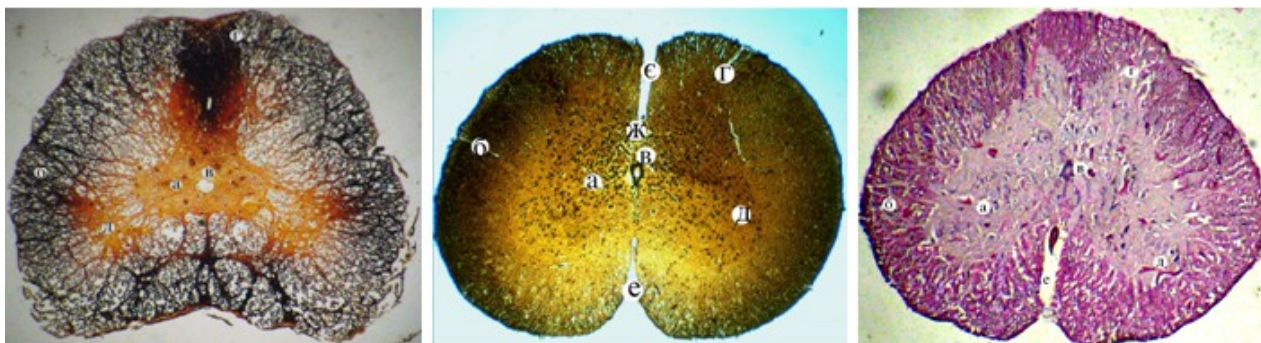
**Рисунок 2** - Мікроскопічна будова мозочка свійського собаки: *а* – м'яка мозкова оболонка; *б* – біла речовина; *в* – молекулярний шар кори мозочка; *г* – гангліонарний шар; *д* – зернистий шар. Гематоксилін та еозин.  $\times 56$ .

Молекулярний (зовнішній) шар мозочка утворений тілами кошикових і зірчастих нейронів. Гангліонарний шар розміщений під молекулярним і сформований одним рядом великих грушоподібних нейронів або клітин Пуркін'є, які забезпечують функціонування мозочка. Найглибшим шаром кори мозочка є зернистий з кількома різновидами нейронів: клітини-зерна (найменші та найбільш чисельні нейрони мозочка), зірчасті нейрони (клітини Гольджі), горизонтальні і веретеноподібні клітини. Внутрішній шар безпосередньо прилягає до білої речовини, що формує провідні шляхи і містить підкіркові ядра та закінчення аксонів гангліонарних клітин.

**Спинний мозок** хребетних тварин у порівняльній – еволюційному ряді має суттєві відмінності. У **корона** поперечний зріз спинного мозку має неправильно-округлу (серцеподібну) форму. В центрі спинного мозку розміщена сіра речовина, яка має дорсальні вузькі і вентральні більш широкі роги. Сіра речовина на поперечному зрізі нагадує перевернуту літеру "Т" (рис. 3 А). Площа спинного мозку на його поперечному зрізі у коропа становить  $1,58 \pm 0,03$  мм<sup>2</sup>. При цьому сіра речовина займає  $26,42 \pm 0,22$  % ( $0,41 \pm 0,005$  мм<sup>2</sup>) площі мозку, а біла –  $73,57 \pm 0,22$  % ( $1,16 \pm 0,026$  мм<sup>2</sup>). Відношення сірої мозкової речовини до білої становить  $26,42 \pm 0,22$  %.

Нервові клітини у сірій речовині розміщені поодинокі, не утворюючи ядер дорсального та вентрального рогів. У центральній частині, ближче до центрального каналу і, рідше, у латеральній ділянці вентральних рогів сірої речовини спинного мозку коропа виявляються надзвичайно великі поодинокі нервові клітини з чітко вираженими відростками та округлим ядром. Об'єм таких клітин становить  $30378,44 - 54267,74$  мкм<sup>3</sup>, що по величині корелює з об'ємом великих нервових клітин у свиней та великої рогатої худоби. Крім таких клітин, виявляються великі ( $10126 - 20555,96$  мкм<sup>3</sup>), середні ( $2569,49 - 7961,78$  мкм<sup>3</sup>) та малі ( $206,02 - 1928,52$  мкм<sup>3</sup>).

У **жаб** поперечний зріз спинного мозку овальної форми. Дорсальна серединна борозна і вентральна серединна щілина сильно виражені (рис. 3 Б).



**Рисунок 3** - Поперечний зріз спинного мозку (А – коропа (Рамон-і-Кахаль. × 40.); Б – жаби (Більшовський-Грос. × 40); В – ящірки (Гематоксилін та еозин. × 56): а – сіра речовина; б – біла речовина; в – центральний канал; г – дорсальні роги; д – вентральні роги; е – вентральна серединна щілина; є – дорсальна серединна борозна і перегородка; ж – сіра спайка

Площа спинного мозку на його поперечному зрізі дорівнює  $1,66 \pm 0,02 \text{ мм}^2$ . При цьому площа сірої мозкової речовини по відношенню до такої у коропа достовірно зростає у 1,6 рази ( $P < 0,001$ ) і займає  $41,58 \pm 0,45 \%$  ( $0,69 \pm 0,01 \text{ мм}^2$ ) площі мозку, а площа білої, навпаки, достовірно зменшується в 1,2 рази ( $P < 0,001$ ) і становить  $58,41 \pm 0,45 \%$  ( $0,97 \pm 0,01 \text{ мм}^2$ ). Відношення сірої мозкової речовини до білої, порівняно з таким показником у коропа, достовірно зростає в 1,5 рази ( $P < 0,001$ ) і становить  $41,58 \pm 0,45 \%$ .

Дорсальні роги спинного мозку у жаб набувають чіткої структури. Вони широкі, півкруглої форми. Латеральні роги не виражені. Вентральні роги ширші, у них містяться нейрони, що формують ядра різних ділянок.

Середній об'єм нервових клітин спинного мозку у жаб достовірно зменшується, на відміну від такого в коропів у 3,7 рази ( $P < 0,001$ ), і дорівнює відповідно  $2795,07 \pm 145,01 \text{ мкм}^3$ .

**У ящірок** площа поперечного зрізу спинного мозку із всіх дослідних хребетних тварин є найменшою і становить  $0,57 \pm 0,006 \text{ мм}^2$ . Поперечний зріз спинного мозку має серцеподібну форму, де її основа є вентральною. В центрі виражена сіра речовина. Остання має такий же вигляд, як і поперечний зріз спинного мозку (рис. 3 В). Латеральні роги не виражені.

Середній об'єм нервових клітин спинного мозку у ящірок достовірно зменшується на відміну від такого показника в жаб в 3,5 рази і дорівнює  $792,39 \pm 47,29 \text{ мкм}^3$ .

Поперечний зріз спинного мозку **курей** відрізняється від таких у нижчих хребетних за формою та морфометричними показниками. Так, дорсальні роги набувають видовженої форми, верхівка рогу розширена. Латеральні роги виражені.

Площа поперечного зрізу спинного мозку становить  $7,21 \pm 0,07 \text{ мм}^2$ . При цьому сіра мозкова речовина займає  $15,43 \pm 0,16 \%$  ( $1,11 \pm 0,01 \text{ мм}^2$ ) площі мозку, а біла –  $84,56 \pm 0,16 \%$  ( $6,10 \pm 0,06 \text{ мм}^2$ ). Відношення сірої мозкової речовини до білої дорівнює  $15,43 \pm 0,16 \%$ .

Середній об'єм малих нервових клітин спинного мозку статевозрілих курей становить  $2483,75 \pm 79,52$  мкм<sup>3</sup>, середніх –  $8524,32 \pm 195,90$  мкм<sup>3</sup>, великих –  $19078,03 \pm 406,175$  мкм<sup>3</sup>. Середній показник об'єму нервових клітин спинного мозку дорівнює  $9697,39 \pm 474,23$  мкм<sup>3</sup>. Об'єм ядер нервових клітин, відповідно, становить  $218,37 \pm 6,69$  мкм<sup>3</sup>,  $393,70 \pm 16,13$  мкм<sup>3</sup>,  $680,15 \pm 38,55$  мкм<sup>3</sup> та середній об'єм –  $422,18 \pm 17,92$  мкм<sup>3</sup>. Ядерно-цитоплазматичне відношення у малих нервових клітин дорівнює  $0,096 \pm 0,012$ , у середніх –  $0,048 \pm 0,009$ , у великих –  $0,036 \pm 0,014$ . Середнє ядерно-цитоплазматичне відношення становить  $0,0608 \pm 0,002$ .

У *свавців* поперечний зріз спинного мозку має поперечно-овальну форму. Сіра речовина спинного мозку нагадує латинську літеру “Н”. Латеральні роги у *свавців* виражені.

Площа поперечного зрізу спинного мозку *свавців*, порівняно з такою у нижчих хребетних, є найбільша. Так, у великої рогатої худоби вона становить  $73,45 \pm 0,84$  мм<sup>2</sup>, у свиней –  $32,49 \pm 0,26$ , у собак –  $21,31 \pm 0,34$  і кролів –  $8,76 \pm 0,18$  мм<sup>2</sup>.

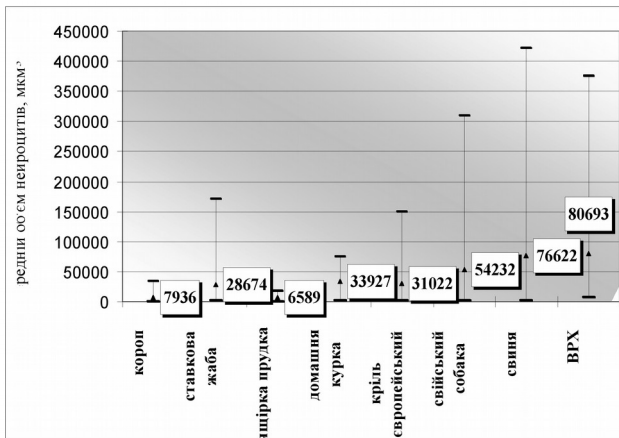
Результати морфометричних досліджень свідчать, що найбільший об'єм нервових клітин виявляється у великої рогатої худоби і становить  $13403,48 \pm 908,21$  мкм<sup>3</sup>, потім у собак –  $12913,53 \pm 915,41$ , свиней –  $11455,26 \pm 613,63$  і кролів –  $9981,04 \pm 778,75$  мкм<sup>3</sup>.

Залежно від об'єму клітин та їх ядер їхнє ядерно-цитоплазматичне відношення різне. Так, найбільший показник ядерно-цитоплазматичного відношення у всіх випадках виявляється у малих нейроцитах, а найменший – у великих нервових клітинах

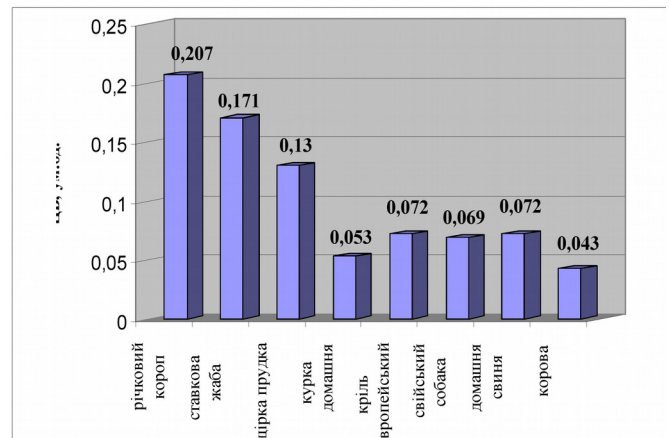
**Спинномозкові вузли (СМВ)** хребетних тварин мають подібну структурну організацію, характерну для чутливих вузлів. За результатами наших досліджень встановлено міжвидові відмінності СМВ хребетних тварин як на тканинному, так і на клітинному рівнях. Так, СМВ відрізняються за формою: вони веретеноподібної або циліндричної форми у річкового коропа; округлої – у ставкової жаби, ящірки прудкої, домашньої курки, кроля та свійського собаки; неправильно округлої форми, сплющеної у дорсовентральному напрямку – у свині та ВРХ. Зовні спинномозкові вузли у досліджуваних тварин покриті сполучнотканинною капсулою, яка у *свавців* більш розвинена порівняно з нижчими тваринами. Проникаючи усередину паренхіми органу, волокнисті та клітинні елементи капсули СМВ *свавців* формують перегородки. В проміжку між ними розміщені скупчення чутливих нервових клітин. Характерною морфологічною ознакою СМВ вищих хребетних є упорядковане розміщення нейроцитів та їх відростків; перші локалізовані на периферії під капсулою, останні – переважно у серединній частині вузла. Нервові волокна більш розвинені та розгалужуються у товщі СМВ *свавців*, ніж у відповідному органі нижчих хребетних тварин.

Розміри нейроцитів СМВ у дослідних тварин неоднозначні. У річкового коропа та ящірки прудкої вони суттєво відрізняються порівняно із іншими представниками досліджуваних хребетних тварин. Між тим, найменший об'єм нейроцитів ( $6589,4 \pm 1409,8$  мкм<sup>3</sup>) мали СМВ ящірки прудкої, а у річкового

коропа об'єм нервових клітин відповідно у 3,6 та 7,6 раза нижчий середніх значень профільного поля нейроцитів СМВ земноводних та ссавців (рис. 4)



*Рисунок 4 - Гістограма розподілу середніх об'ємів нейроцитів спинномозкових вузлів хребетних тварин*



*Рисунок 5 - Гістограма розподілу ЯЦВ нейроцитів спинномозкових вузлів порівняльно-анатомічного ряду хребетних тварин*

При цьому найвищий показник ЯЦВ мали нейроцити СМВ у нижчих хребетних тварин. У процесі історичного розвитку хребетних тварин даний показник має тенденцію до зменшення, що є свідченням вищого рівня морфофункціональної зрілості нейроцитів у представників класів Птахів та Ссавців (рис. 5).

## ВИСНОВКИ

1. Видові морфологічні особливості мозочка, спинного мозку та спинномозкових вузлів у хребетних тварин визначаються місцем розташування останніх у філогенетичному ряді і обумовлені особливостями екологічних факторів та поведінкою тварин у навколишньому середовищі.

2. Мікроскопічна архітектоніка цито- та гістоструктур мозочка, спинного мозку та спинномозкових вузлів у хребетних тварин свідчить про їх виражену структурно-функціональну перебудову, пов'язану з особливостями філогенетичного віку досліджуваних тварини, яка проявляється змінами площі та форми поперечного розрізу досліджених органів, кількістю та розміром нервових клітин, значенням ядерно-цитоплазматичного відношення залежно від розмірів нейронів та виду тварин.

3. Порівняння гістоморфології та морфометричних показників досліджуваних органів у найпоширеніших представниках хребетних тварин свідчить про підвищення рівня їх організації (апоморфози). Проте, в межах окремого класу чітко спостерігаються достовірні відмінності морфометричних показників нейронних популяцій, що можна вважати ідіоадаптацією –

приспосовуванням хребетних тварин до конкретних умов перебування їх у певному середовищі існування.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Андреева Н. Г. Эволюционная морфология нервной системы позвоночных / Н. Г. Андреева, Д. К. Обухов. – С.-П. : «Лань», 1999. – 384 с.
2. Заварзин А. А. Очерки по эволюционной гистологии нервной системы / А. А. Заварзин. – М. : Медгиз, 1959. – 230 с.
3. Горальський Л. П. Основи гістологічної техніки і морфофункціональні методи дослідження у нормі та при патології: навч. посіб. / Л. П. Горальський, В. Т. Хомич, О. І. Кононський ; за ред. Л. П. Горальського. – 2-ге вид. – Житомир : Полісся, 2011. – 288 с.
4. Меркулов Г. А. Курс патологической техники / Г. А. Меркулов. – Л. : Медицина, 1969. – 423 с.
5. Морфологія спинного мозку та спинномозкових вузлів хребетних тварин : монографія / Л. П. Горальський, В. Т. Хомич, І. М. Сокульський [та ін.] ; за ред. Л. П. Горальського. – Львів : СПОЛОМ, 2013. – 296 с.
6. Нейроонтогенез / Е. В. Максимова, К. П. Будко, Н. Е. Гладкович [и др.]. – М. : Наука, 1995. – 270 с.
7. Фізіологія людини і тварини : підруч. / Г. М. Чайченко, В. О. Цибенко, В. Д. Сокур; за ред. В. О. Цибенка. – К. : Вища шк., 2003. – 463 с.

*Стаття надійшла до редакції 31.05.2015р.*

***Л. П. Горальський, Я. Ю. Веремчук, В. М. Солімчук, І. М. Сокульський,  
Н. Л. Колеснік***

*Житомирський національний агроекологічний університет*

### **МОРФОЛОГІЯ МОЗОЧКА, СПИННОГО МОЗКУ ТА СПИННОМОЗКОВИХ ВУЗЛІВ У ХРЕБЕТНИХ ТВАРИН**

У роботі вивчено морфологію мозочка, спинного мозку та спинномозкових вузлів хребетних тварин. Встановлено їх характерні видові відмінності, які зумовлені особливостями екології та поведінки тварин у навколишньому середовищі.

Мікроструктура мозочка представлена відповідними шарами та різною популяцією нейронів, які мають обумовлений зв'язок між рівнем морфофункціонального стану нервових та іннервованих структур, залежно від виду тварин. Аналіз гістоархітекtonіки сірої речовини спинного мозку у хребетних тварин характеризується ускладненою морфологічною організацією нейронів, що проявляється збільшенням їх розмірів, збільшенням кількості великих мультиполярних нейронів, ускладненням розгалуження відростків.

З'ясовано певну структурну та функціональну перебудову спинномозкових вузлів залежно від різноманітних умов існування. Отримані дані свідчать про

чітко виражену гетерохронію диференціювання гісто- та цитоструктур спинномозкових вузлів у філогенезі та постнатальному періоді онтогенезу: ранній постнатальний період онтогенезу визначається високим динамізмом та вираженістю морфогенезу нейроцитів, що у статевозрілих тварин врівноважується за рахунок асинхронного асимілятивного та дисимілятивного росту цитоплазми та ядра нейроцитів.

При цьому популяція нервових клітин частин спинного мозку і спинномозкових вузлів у досліджуваних тварин неоднорідна. Її нейрони відрізняються об'ємами перикаріонів та ядер, ядерно-цитоплазматичним відношенням, вмістом хроматофільної речовини та нейро-гліальним забезпеченням.

**Ключові слова:** мозочок, спинний мозок, спинномозковий вузол, нервова клітина, ядро, морфологія.

*Л. П. Горальский, Я. Ю. Веремчук, В. М. Солимчук, И. Н. Сокульский,  
Н. Л. Колесник*

*Житомирский национальный агроэкологический университет*

### **МОРФОЛОГИЯ МОЗЖЕЧКА, СПИННОГО МОЗГА И СПИННОМОЗГОВЫХ УЗЛОВ У ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ**

В работе изучено морфологию мозжечка, спинного мозга и спинномозговых узлов у позвоночных животных. Установлены их характерные видовые отличия, которые обусловлены особенностями экологии и поведением животных в окружающей среде.

Микроструктура мозжечка представлена соответствующими слоями и разной популяцией нейронов, которые имеют обусловленную связь между уровнем морфофункционального состояния нервных и иннервируемых структур, в зависимости от вида животных. Анализ гистоархитектоники серого вещества спинного мозга у позвоночных животных характеризуется сложной морфологической организацией нейронов, что проявляется увеличением их размеров, увеличением количества больших мультиполярных нейронов, усложнением разветвления отростков.

Выяснено определенную структурную и функциональную перестройку спинномозговых узлов в зависимости от различных условий существования. Полученные данные свидетельствуют о четко выраженной гетерохронии дифференциации гисто- и цитоструктур спинномозговых узлов в филогенезе и постнатальном периоде онтогенеза: ранний постнатальный период онтогенеза определяется высоким динамизмом и выраженностью морфогенеза нейроцитов, что у половозрелых животных стабилизируется за счет асинхронного асимілятивного и дисимілятивного роста цитоплазми и ядра нейроцитов.

При этом популяция нервных клеток частей спинного мозга и спинномозговых узлов у исследуемых животных неоднородна. Ее нейроны отличаются объемами перикарионов и ядер, ядерно-цитоплазматическим отношением, содержанием хроматофильного вещества и нейро-гліальним обеспечением.



**Ключевые слова:** мозжечок, спинной мозг, спинномозговой узел, нейрон, ядро, морфология.

*L. Goralsky, Ya. Veremchuk, V. Solimchuk, I. Sokulsky, N. Kolesnik*  
*Zhytomyr National Agroecological University*

**THE MORPHOLOGY OF THE CEREBELLUM, SPINAL CORD AND  
SPINAL CORD NODES OF VERTEBRATES**

The paper presents the research of the cerebellum, spinal cord and spinal cord nodes morphology of vertebrates. The characteristic its specific differences caused by the peculiarities of ecology and behavior of animals in the environment has been established.

The microstructure of the cerebellum is presented in accordance layers and different populations of neurons that have caused the relationship between the levels of morphofunctional state of the nerve and innervated structures, depending on the type of animal.

Analysis of histoarchitectonics of the spinal cord gray matter in vertebrates is characterized by complicated morphological organization of neurons, which results in increasing of their size, increasing the number of large multipolar neurons, complication of branching sprouts.

It was found the definite structural and morphofunctional reorganization of spinal nodes, depending on various conditions. The results are affirm the strongly pronounced of heterohrony of differentiation of histo- and cytostructures of spinal nodes during postnatal period of ontogenesis: the early postnatal period of ontogenesis of dogs is determines high dynamism and expressiveness of neurons morphogenesis and in sexually mature animals the neurons morphogenesis is stabilized at the expense of asynchronous assimilative and dissimilative growing of cytoplasm and nuclei of neurons.

It has been established that the population of nerve cells of spinal cord parts and spinal cord nodes its heterogeneous. Its neurons differ in perykaryon and nucleus volumes, nucleocytoplasmic ratio, chromatophilic substance content and neuroglial supply. It has been revealed that the highest intensity of histochemical reactions related to determining total protein and nucleic acids is observed in the neuron thickenings of the spinal cord and the corresponding spinal cord nodes.

**Key words:** cerebellum, spinal cord, spinal cord node, nerve cell, nucleus, morphology.