



Оцінка можливості та перспективності використання гістологічних та морфометричних методів в учнівських іхтіологічних та батрахологічних дослідженнях

Ярослав Омельковець, Карина Павлович

Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна

Адреса для листування: Omelkovets.Yaroslav@vnu.edu.ua

Отримано: 21.03.24; прийнято до друку: 15.05.24; опубліковано: 06.06.24

Резюме. Проаналізовано методи, які були використані слухачами секції зоології Волинської обласної МАН у 1996–2023 роках та учасниками II (обласного) етапу Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАН у дослідженнях риб та земноводних. Встановлено, що морфологічні дослідження складають незначну частку робіт, що зумовлено як відсутністю необхідного обладнання в закладах загальної середньої освіти, так і недостатньою кількістю методичних рекомендацій, які б забезпечили успішне виконання наукових робіт на наявному обладнанні.

Перспективними напрямками учнівських наукових робіт є дослідження крові риб та земноводних, покривів амфібій і органів дихання риб із застосуванням гістологічних та морфометричних методів. Рекомендовано ширше застосовувати морфометричні методи в еколого-фауністичних дослідженнях. Проведення школярами таких досліджень із застосуванням сприяє розвитку наукового світогляду, чіткого креативного мислення та сприяє реалізації міжпредметних зв'язків.

Ключові слова: наукові роботи, школа, морфометрія, гістологія, риби, земноводні.

Evaluation of the possibility and prospects of using histological and morphometric methods in student ichthyological and bathrachological research

Yaroslav Omelkovets, Karina Pavlovych

Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine

Correspondence: Omelkovets.Yaroslav@vnu.edu.ua

Abstract. The methods used by the students of the Zoology Section of the Volyn Regional Junior Academy of Sciences in 1996–2023 and 48 participants of the II (regional) stage of the All-Ukrainian competition-defense of research works of students-members of the Junior Academy of Sciences in the study of fish and amphibians were analyzed. It has been established that morphological studies make up a small proportion of the work, which is due to both the lack of necessary equipment in general secondary education institutions and the lack of methodological recommendations that would ensure the successful implementation of scientific work on the available equipment.

Promising areas of student research are the study of fish and amphibian blood, amphibian skin, and fish respiratory organs using histological and morphometric methods. It is recommended that morphometric methods be more widely used in ecological and faunal studies. Conducting such research by students with the use of morphometric methods promotes the development of a scientific outlook, clear creative thinking, and facilitates the realization of interdisciplinary connections.

Key words: research papers, school, morphometry, histology, fish, amphibians.

ВСТУП

Одним із найважливіших завдань нової школи є зацікавлення учнів навчанням, розвиток їх когні-

тивних здібностей, формування навичок самостійного опрацювання теоретичного матеріалу та практичного застосування отриманих знань.

Однією з найважливіших умов формування творчої активності школярів при вивченні природничих наук загалом та біології тварин зокрема є дослідницька діяльність [2]. Державним стандартом освіти передбачається оволодіння методами наукового пізнання під час вивчення тих чи тих біологічних предметів. Але, як вказують Г. Ягєнська та А. Степанюк, «програмою не передбачено, як і коли учні здобуватимуть ці знання» [10]. Сьогодні реалізацію дослідницької діяльності забезпечують переважно шкільні науково-дослідницькі гуртки, секції Малої академії наук України, гуртки Еколого-натуралістичного центру тощо. Заняття в таких гуртках не лише сприяють розвитку аналітичного мислення та формуванню наукового світогляду, але й підвищують позитивну самооцінку учня. Але, незважаючи на наявність методичних рекомендацій щодо організації наукових досліджень, які містять безперечно важливі загальні вказівки про вибір теми, планування і вибір методів, опрацювання, аналіз та оформлення результатів [7], описи багатьох методів різнопрофільних зоологічних досліджень залишаються недоступними для широкого загалу вчителів. Це значно звужує спектр і обмежує вибір можливих тем наукових робіт.

Метою роботи є оцінка можливості застосування гістологічних та морфометричних методів дослідження в учнівських наукових роботах та розробка рекомендацій щодо їх використання.

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Матеріалом для написання роботи слугував аналіз методів дослідження, які були використані слухачами секції зоології Волинської обласної МАН у 1996–2023 роках та учасниками II (обласного) етапу Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАН у дослідженнях риб та земноводних. Оцінювалась технічна можливість застосування певних методів зоологічних досліджень в умовах загальноосвітньої школи, їх відповідність робочій гіпотезі та ефективність при вивченні того чи іншого об'єкта.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Результати аналізу учнівських наукових робіт із зоології хребетних засвідчують, що вагому частку (91 %) становлять еколого-фауністичні дослідження місцевих видів риб та земноводних. Найчастіше досліджуються стан та динаміка чисельності угруповань того чи іншого виду на певній території, видовий склад та екологічні особливості представників певного таксону чи екологічної групи, Частка робіт, написаних на основі морфологічних досліджень, значно менша – 6 %.

Причина незначної кількості морфологічних досліджень полягає насамперед у відсутності необхідного обладнання в загальноосвітніх навчальних закладах та відсутність методичних рекомендацій,

які б дозволили науковим керівникам організувати такі дослідження. Тому, зазвичай, роботи такого напрямку виконуються слухачами секцій МАН, керівниками яких є викладачі університетів, і які використовують обладнання лабораторій ВНЗ.

Водночас існують напрями зоологічних досліджень, які не потребують складного обладнання, але дозволяють виконати дослідження з високим ступенем наукової новизни та особистого внеску автора.

У цьому плані перспективними є вивчення крові риб насамперед з огляду на доступність об'єктів дослідження та значну кількість екологічних груп, представники яких відрізняються за рядом морфо-фізіологічних показників. Не менш цікавим предметом дослідження є кров земноводних, зокрема особливості її будови у напівводних та сухопутних амфібій. Виготовлення мазків крові цих тварин не становить особливих труднощів і дозволяє провести якісне морфо-екологічне дослідження еритроцитів. Так, за допомогою мікрометричного окуляра мікроскопа (звичайного чи гвинтового) можна визначити поздовжній та поперечний діаметр червонокровців та їх ядер. Для цього потрібно знати ціну поділки лінійки при різних збільшеннях, яка визначається за допомогою об'єкт-мікрометра. Зазначимо, що вищезазвані прилади відносно дешеві і, відповідно, доступні для шкільних лабораторій. Звичайно зараз існують цифрові камери та USB-окуляри, які дозволяють транслювати зображення з мікроскопа на монітор комп'ютера і за наявності відповідних програм роблять подібні вимірювання значно швидшими і комфортнішими. Але це обладнання (особливо програмне забезпечення) недешево.

Знаючи діаметри еритроцитів і їх ядер, можна визначити їх об'єм, використавши формулу: $V = \pi ab^2/6$, де a – поздовжній, b – поперечний діаметри клітини [5; 6].

Дізнавшись об'єм еритроцита та його ядра, можна визначити об'єм цитоплазми за формулою: $V_{cy} = V_k - V_j$, де V_k – об'єм клітини (еритроцита), V_j – об'єм ядра.

Ядерно-цитоплазматичне співвідношення визначається за формулою: $ЯЦС = V_j/V_{cy}$, де V_j – об'єм ядра, V_{cy} – об'єм цитоплазми [5; 6].

Також учень може дізнатися площу поверхні еритроцита за формулою визначення площі еліпсоїда, використавши для цього онлайн-калькулятор [3]. Зазначимо, що такий розрахунок не є абсолютно точним, але, оскільки похибка буде однаковою для усіх об'єктів дослідження, результати будуть цілком порівнюваними.

Ще один прилад, який можна використати в дослідженні крові, – це камера Горяєва, за допомогою якої можна визначити кількість еритроцитів в одиниці об'єму крові. Крім цього, рекомендуємо визначити концентрацію гемоглобіну, для чого можна використати як гемометр Салі (досить дешевий і простий у використанні), так і інші сучасніші прилади за їх наявності. Тепер перед дослідником

відкриваються широкі можливості співставлення добутих даних. Так, можна порівняти добути показники у тварин:

- а) з різною руховою активністю, а, отже, й з різною потребою в кисні;
- б) у лімнофільних та реофільних видів риб;
- в) у риб одного виду, що мешкають у різних водоймах;
- г) у напівводних та сухопутних земноводних;
- д) у риб та амфібій.

Не менш цікавим в морфо-екологічному та порівняльно-морфологічному аспектах є дослідження шкіри земноводних різних екологічних груп (напівводних та сухопутних). Відомо, що різні види земноводних неоднаково мірою пов'язані з водоймами і частка шкірного дихання в них неоднакова. Відповідно, відрізняються товщина шкіри та окремих її шарів, ступінь зроговіння епідермісу тощо. Звичайно, докладне вивчення епідермісу та дерми потребує виготовлення гістологічних препаратів, що неможливо в умовах загальноосвітнього закладу, але й незафарбовані препарати шкіри дозволяють виявити чимало цікавого. Так, на них можна досліджувати щільність пігментних клітин та інфраепідермальних капілярів тощо. Для цього згодиться окулярна сітка, яка вставляється в окуляр звичайного мікроскопа, та об'єктив малого збільшення. Ще краще, якщо наявний стереоскопічний мікроскоп (наприклад, МБС-10), який зручний для макроморфологічних досліджень та препарування.

Без морфометричних методів не обійтися і під час еколого-фауністичних досліджень риб. Адже мало визначити видовий склад іхтіофауни певної та індекс домінування кожного з виявлених видів за формулою: $i = \frac{a'}{a} \times 100\%$, де a' – кількість риб певного виду, a – загальна кількість риб в улові.

Учень може встановити, якими віковими групами представлені угруповання виявлених у водоймі видів. Вік риби можна визначити за річними кільцями на лусках за допомогою мікроскопа. Цей метод заснований на властивості луски і кісток утворювати нашарування у вигляді почергових склеритів. Влітку при швидкому рості риб склеритів утворюється більше і відстані між ними ширші. При уповільненому рості риби склерити зближені. Це спостерігається восени. Вважається, що взимку склерити зовсім не утворюються. Смуга широких і смуга вузьких склеритів, що утворилися протягом одного року, утворюють річне кільце. Лусочка першого року має вигляд тонкої прозорої пластинки. Згодом під першою пластинкою (лусочкою першого року) виростає друга, більша за розміром від попередньої настільки, що її периферичний край видається за межі першої пластинки.

Встановивши вікові групи, дослідник може визначити розміри та масу тіла представників цих груп. Особливо актуальним це буде у випадку порівняння іхтіофауни різних водойм, наприклад двох ставків. Адже водойми можуть відрізнятися за низкою показників, зокрема кормовою базою, що

відображається на темпах росту представників того чи іншого виду. При цьому, важливо знати найважливіші виміри, за якими оцінюються розміри тіла риби та її ріст) [1]:

- а) загальна, або зоологічна довжина тіла риби (L) вимірюється від рострального кінця верхньої щелепи до вертикалі більш довгої лопаті хвостового плавця (рис. ?);
- б) мала, або стандартна чи промислова, довжина (l) – від початку рила до кінця лускового покриву (без хвостового плавця);
- в) довжина голови (C) вимірюється від початку рила до заднього краю зябрової кришки;
- г) найбільша висота тіла (H) – відстань від найвищої ділянки спини (перед спинним плавцем) до нижньої ділянки черевця (плавці і кісткові щитки у вимір не входять);
- д) обхват тіла (O) – вимірюється сантиметровою стрічкою в місці найбільшої висоти тіла (біля першого променя спинного плавця).

Знаючи масу тіла риби та малу (стандартну) довжину, учень може визначити її ступінь вгодованості («мясистості») риб, використавши коефіцієнт Фултона, який вираховується за формулою:

$$Kv = P/l^3 \times 100,$$

де: Kv – коефіцієнт вгодованості; P – маса тіла риби, г; l – довжина риби до кінця лускового покриву, см [8]. Масу тіла риби можна визначити за допомогою електронних ваг. Ваги стануть у пригоді при визначенні плодючості самок риб. Для цього яєчник зважують, потім беруть 1 г ікри і прораховують кількість ікринок. Кількість ікри в 1 г множать на вагу яєчника і отримують абсолютну плодючість [9]. Наведені методи не потребують спеціального обладнання, але дозволяють отримати цікаві дані для наукового дослідження, матеріал якого становитиме інтерес в морфо-екологічному аспекті та матиме практичне значення.

Оскільки водойми відрізняються за вмістом кисню, цікавим буде порівняння зябрового апарату у представників одного виду, які в них мешкають. Потрібно зауважити, що об'єкти дослідження повинні належати до однієї вікової групи. Якщо ж представники однієї вікової групи в різних водоймах відрізняються за розміром та масою тіла, можна здійснити спробу морфометричного дослідження зябрового апарату у тварин з однаковими значеннями цих показників. З цією метою можна визначити довжину та ширину зябрової дуги, а також висоту і ширину зябрових пелюсток [4]. Для таких досліджень потрібний стереоскопічний мікроскоп та окулярний гвинтовий мікромір або мікрометричний окуляр.

Звичайно, отримані дані потребують математичної обробки, порівняння та аналізу. Але найбільшою, на наш погляд, цінністю порівняльно-морфологічних досліджень є інтерпретація учнем отриманих даних, яка сприяє розвитку чіткого креативного мислення та сприяє реалізації міжпредметних зв'язків. Адже вдалий аналіз даних (власне як і їх отримання) неможливі без знання

екології, морфології та фізіології досліджуваних тварин, а також дисциплін математичного профілю, наприклад, геометрії. А оскільки добуті дані потребують математичної обробки, актуальним є володіння учнем програмою Microsoft Excel, яка є потужним інструментом для візуалізації та аналізу даних. У цій програмі учень може швидко обчислювати площу еритроцитів, визначати середні значення показників та похибку середнього тощо.

ВИСНОВКИ

Аналіз учнівських наукових робіт із біології риб та амфібій дозволяє стверджувати, що морфологічні дослідження складають незначну частку,

що зумовлено як відсутністю необхідного обладнання в закладах загальної середньої освіти, так і недостатньою кількістю методичних рекомендацій, які б забезпечили успішне виконання наукових робіт на наявному обладнанні.

Перспективними напрямками учнівських наукових робіт є дослідження крові риб та земноводних, покривів амфібій і органів дихання риб із застосуванням гістологічних та морфометричних методів. Також рекомендуємо ширше застосовувати морфометричні методи в еколого-фауністичних дослідженнях. Проведення школярами таких досліджень із застосуванням сприяє розвитку наукового світогляду, чіткого креативного мислення та сприяє реалізації міжпредметних зв'язків.

ЛІТЕРАТУРА

1. Біологічні основи рибного господарства: методичні вказівки. Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2016. 34 с.
2. Гринюк О. С. Дослідницька діяльність учнів у процесі навчання природознавства в старшій школі як умова формування їх творчої активності. *Проблеми організації дослідно-експериментальної діяльності в галузі навчання природничо-математичних дисциплін: збірник наукових праць за матеріалами Всеукр. наук.-прак. конф., 27 жовтня 2015 р.* ДООППО, 2015. С. 120–128.
3. Калькулятор площі поверхні еліпсоїда. Financial Calculator. URL: <https://fin-calc.org.ua/ua/calculator/geometry/surface/ellipsoid/> (дата звернення: 22.03.2024).
4. Клименко О.М., Присяжнюк Н.М., Куновський Ю.В. Вікові зміни параметрів органометрії зябрового апарату *Careassius auratus gibelio* Bloch. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва*, 2013. Вип. 188(1). С. 177–181. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnu_vet_2013_188\(1\)_32](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnu_vet_2013_188(1)_32) (дата звернення: 22.03.2024)
5. Омельковець Я.А. Порівняльно-морфологічне дослідження еритроцитів форелі струмкової, лина та сома звичайного.

Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Біологічні науки. Луцьк. № 12, 2016. С. 64–71.

6. Омельковець Я.А., Березюк М.В. Дослідження зміни морфометричних показників еритроцитів безхвостих земноводних у різні періоди онтогенезу. *Науковий вісник ВНУ. Біологічні науки.* № 9, 2009. С. 83–88.
7. Попова О. М. Науково-дослідна робота школярів з біології: методичні вказівки для студентів, що навчаються за спеціальністю – 014 «Середня освіта» (предметна спеціалізація – 014.05 «Середня освіта (Біологія та здоров'я людини»)). Одеса: Одеський національний ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. 68 с.
8. Спосіб визначення вгодваності веслоноса: опис до пат. 24548 Україна: МПК (2006) A01K 61/00, u200613540; заявл. 20.12.2006; опубл. 10.07.2007, Бюл. № 10, 2007. 4 с.
9. Трофимчук А.М. та ін. Біологічні основи рибного господарства: методичні вказівки до виконання практичних робіт для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура». Біла Церква, 2022. 74 с.
10. Ягенська Г.В., Степанюк А.В. Формування дослідницьких умінь школярів у галузі природничих наук (друга половина XX – початок XXI століття): монографія. Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2021. 282 с.