

# ГІСТОМОРФОЛОГІЧНА АДАПТАЦІЯ ЗЯБРОВОГО АПАРАТУ РИБ РІЗНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ УГРУПОВАНЬ

М.С. Козій, І.М. Шерман

Херсонський державний аграрний університет

*Вивчено особливості гістологічної структури зябрового апарату стерляді, вугра європейського та лосося чорноморського. Отримані дані пропонується використовувати як матеріал щодо вивчення різноманітності адаптивних рис дихальної системи риб.*

Риби в систематичному відношенні є першими добре розвиненими хребтними тваринами, які мають різні пристосування для дихання: серед них існують види, здатні споживати кисень із повітря, але переважна більшість їх дихає розчиненим у воді киснем. Протягом історичного розвитку в риб сформувався цілий ряд органів (шкіра, кишка, плавальний міхур, надзяброві органи), за допомогою яких може здійснюватися цей процес, але головними органами газообміну в постнатальному періоді онтогенезу в них є зябра [9]. Через зябра також здійснюється водно-сольовий обмін і виділяються продукти азотистого обміну (аміак, сечовина).

Форма зябер різноманітна й залежить від видової приналежності, екологічних особливостей, а також специфіки локомоції. Органи дихання можуть бути представлені мішечками зі складками (у рибоподібних), пластинками, пелюстками, пучками слизової оболонки, які мають розгалужену капілярну мережу. Всі ці адаптивні пристосування спрямовані на створення найбільшої поверхні газової дифузії за найменшого обсягу органа. Розглядаючи складну систему дихання й органів, які беруть участь у цьому процесі, поряд із видоспецифічними особливостями виняткове значення набуває вивчення їхньої гістологічної структури, що здатна дати відповідь на певні питання фізіології процесів і явищ.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

В основу роботи лягли результати експериментальних досліджень, проведених протягом 2009 р. на базі кафедри рибицтва ХДАУ. Як експериментальний матеріал для постановки досліджень правила

особини стерляді (*Acipenser ruthenus*), вугра європейського (*Anguilla anguilla*) та лосося чорноморського (*Salmo trutta labrax*). Риби були отримані у природних умовах, а також рибних господарствах Херсонщини. За основу гістологічної оцінки матеріалу була вибрана структура окремих ділянок зябрових пелюсток.

Гістологічну обробку відібраного матеріалу проводили за допомогою авторської апаратури та власної оригінальної методики [3, 4], і спеціально призначених для гістологічної діагностики тканин гідробіонтів.

Точні гістологічні дослідження були виконані за допомогою оптичної апаратури високого класу ("E. Leitz — Diaplan", Plan-Apochromat-100-IRIS, Німеччина, а також "K. Zeiss — Axioptan", Plan-Apochromat-100, Німеччина).

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

При освоєнні різноманітних за умовами життя акваторій риби пристосувалися до існування у відповідних умовах різних газових режимів: особливості дихання залежать від багатьох факторів середовища й змінюються залежно від розмірів, віку, рухливості, активності харчування, статі, ступеня зрілості гонад, фізико-хімічних факторів, які, у свою чергу, також демонструють певну динамічність.

У літературі є повідомлення, згідно з яким товщина дихального епітелію різних видів риб має свої морфологічні особливості будови: менша спостерігається в активних швидкохідних риб і навпаки [1]. Нашими дослідженнями встановлено, що в цілому цей факт підтверджується, однак лише щодо деяких

видів, зокрема риб, які належать до сімейства *Syrprinidae*. Додатково проведені дослідження, які дали змогу визначити роль пелюсткового епітелію у зябрах цілого ряду видів риб засвідчили, що його специфіка залежить від біологічних особливостей, способу життя, які, у свою чергу, коректуються екологічними факторами. Встановлено також види водойм, що добре прогриваються, а також риби, пристосовані до життя біля дна в проточній воді й адаптовані до життя в умовах значного дефіциту кисню. Для цих організмів частка участі шкірного дихання досягає в середньому 19%. [7]. Гістологічні дослідження показали, що в деяких видів риб в окремих структурних одиницях зябрового апарату, поряд зі шкіряними покривами, також можуть виникати різноманітні адаптивні зміни (рис. 1).

Як видно з рис. 1, над ендотеліальною вистілкою й сполучнотканинною мембраною, що покриває стінки капілярів, можна також спостерігати ланцюжок низького епітелію зі світлими міхурцеподібними ядрами. Лівіше цих структур проглядаються невеликі простори, які помилково можна прийняти за зяброву вену або артерію. Ми вважаємо, що вони можуть виконувати роль своєрідного запасного резервуара. Таким чином, можна припустити, що додатковий об'єм води у середині порожнини слугує резервом розчиненого кисню.

Досить незвичайним прикладом пристосування до низького вмісту розчиненого у воді кисню є структура зябрових пелюсток вугра європейського (рис. 2).

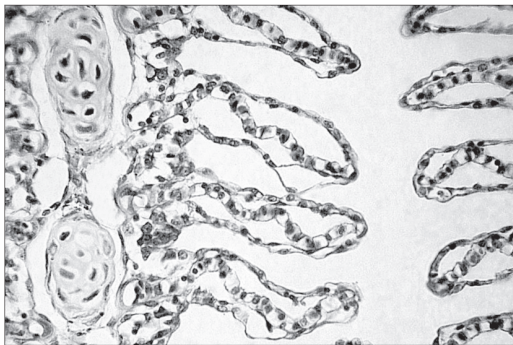


Рис. 1. Зяброві пелюстки дворічки стерляді. Гематоксилін Ерліха, фукселін Харта в модифікації.  $\times 600$

Порівнюючи дані мікрофотографій 1 і 2, можна відзначити, що в будові зябрових пелюсток зазначених видів риб існують риси, загальні для хрящокісткових і кісткових риб. Так, “позакапілярні” простори, які спостерігаються в зябрах *Acipenser ruthenus*, є також в *Anguilla anguilla*. Показовим щодо адаптації до кисневого дефіциту є наявність у каудальній ділянці зябрових пелюсток *Anguilla anguilla* кулястих скупчень дрібних клітин з різко оксифільно пофарбованою цитоплазмою й досить великими ядрами. Як видно з рис. 2, ці скупчення не контактують безпосередньо із кровоносним руслом пелюстка і являють собою кулеподібне продовження вузького ланцюжка клітин респіраторного епітелію. Аналізуючи цю мікрофотографію, стає очевидним: подібне утворення, хоча й менш виражене, зустрічається також у зябрових пелюстках *Acipenser ruthenus*. На основі отриманих даних можна дійти висновку, що рівень гістологічної диференціації цієї специфічної структури, умовно названої нами “пелюстковою гломерулою”, не лише характеризує особливість конкретного виду, а й однаковою мірою відображає екологічні особливості середовища існування, а також специфіку локомоції організму. Слід також особливо відзначити, що будь-які відомості стосовно описаних особливостей будови зябрового апарату риб у доступній літературі відсутні. Викладений аналіз отриманих результатів являє собою гіпотетичну версію, у зв'язку з чим вимагає ретельного уточнення з подальшим проведенням більш детальних (електронно-мікроскопічних,

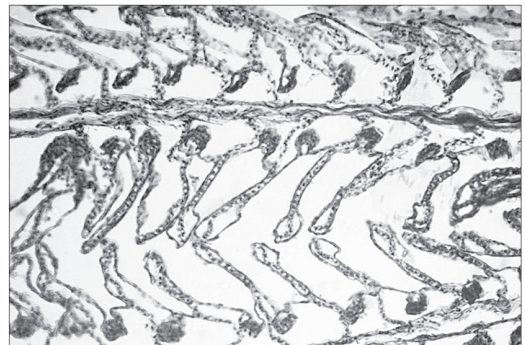


Рис. 2. Зяброві пелюстки дванадцятирічки вугра європейського. Гематоксилін Ерліха, фукселін Харта в модифікації.  $\times 400$

біохімічних, фізіологічних та ін.) досліджень.

Через нефрони прісноводних риб виділяється значно більше води із сечею, ніж у морських риб. Разом із цим втрата солей організмом компенсується не тільки діяльністю клітин ниркових каналців, а й регуляцією вмісту іонів  $\text{Na}^+$  і  $\text{Cl}^-$  хлоридними клітинами зябер. В основі цієї адаптивної риси лежить здатність риб змінювати гіпертонічний тип осморегуляції на гіпотонічний залежно від екологічних умов [6]. Аналіз морфофункціонального стану хлоридних клітин у молоді, штучно переведеної із прісної води в солону, свідчить про здатність їх здійснювати активний транспорт іонів, спрямований на забезпечення водно-сольового гомеостазу [8]. Додатковими дослідженнями виявлена висока активність ферменту сукцинатдегідрогенази, що є доказом інтенсивності обмінних процесів у хлоридних клітинах. У роботах російських дослідників показано, що у зябровому епітелії молодих особин білорибичі (*Stenodus leucichthys*) кількість їх між респіраторними пластинками в особин із прісної води звичайно не перевищує 2–3 одиниці [2]. У молоді, що перебувала нетривалий час у солоній воді, ці клітини численні й розташовуються ізогенними групами [5]. Проведене нами гістологічне дослідження респіраторних пластинок зябрових пелюсток лосося чорноморського, який був відловлений у північно-західній частині акваторії Чорного моря, цілком підтвердило факт їхньої наявності (рис. 3).

Міграція молоді риб у солону воду супроводжується посиленням функціональної активності хлоридних клітин зябер. Крім збільшення числа хлоридних клітин у процесі адаптації зябрового апарату молоді риб до солоної води, в них спостерігається збільшення об'ємної

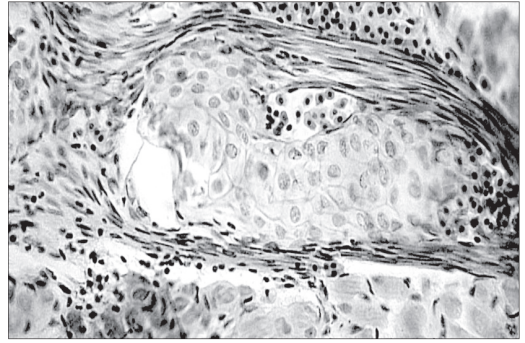


Рис. 3. Ізогенна група хлоридних клітин зябер трирічки лосося чорноморського. Гематоксилін Бемера, фукселін Харта в модифікації.  $\times 600$

площі й діаметра везикул, змінюється орієнтація мітохондрій та їхні розміри, що характеризує екскреторний стан клітин [2].

## ВИСНОВКИ

Доведено, що специфіка гістологічної будови респіраторного епітелію зябрових пелюсток риб залежить від біологічних особливостей, способу життя, які, у свою чергу, коректуються різноманітними екологічними факторами.

Встановлено, що види водойм, які добре прогріваються, а також риби, пристосовані до життя біля дна в проточній воді, адаптовані до життя в умовах значного дефіциту кисню: кулеподібне продовження вузького ланцюжка клітин респіраторного епітелію являє собою своєрідний резервуар для вмісту розчиненого кисню.

У зв'язку із особливостями життєвого циклу лососевих риб, необхідністю інтенсифікації їхнього заводського розведення та обґрунтуванням стандарту продукції рибництва, важливого значення набуває вивчення адаптаційних змін, які, зокрема, відбуваються у каудальній частині зябрового апарату.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Берг Л.С. Система рыбообразных и рыб, ныне живущих и ископаемых // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. — 1955. — Т. 20. — С. 1–286.
2. Дюбин В.Г., Баранникова И.А., Киселёва С.Г. Функциональные основы эвригалинности белорыбицы в раннем онтогенезе // Вопросы ихтиологии. — 1991. — Т. 31, вып. 2. — С. 314–323.
3. Козий М.С. Оценка современного состояния гистологической техники и пути усовершенствования изучения ихтиофауны: Монография / М.С. Козий. — Херсон, Олди-плюс, 2009. — 310 с.
4. Козий М.С. Перспективи впровадження методики діоксанового зневоднення у процесі викладання гістології // Вісник аграрної науки Причорномор'я. — 2008. — Вип. 4 (47). — С. 176–179.

5. Краюшкина Л.С. Хлоридсекретирующие клетки у рыб // Архив анат., гистол. и эмбриол. — 1974. — Т. 47, № 11. — С. 92–99.
6. Наточин Ю.В., Краюшкина Л.С., Маслова М.Н., Соколова М.М. и др. Активность ферментов в жабрах и почках и эндокринные факторы регуляционного обмена у покотной и нерестующей нерки (*Oncorhynchus nerka*) // Вопр. ихтиологии. — 1975. — Т. 15, вып. 1. — С. 131–140.
7. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. — М.: Пищ. пром-сть, 1966. — 376 с.
8. Черницкий А.Г. Состояние хлоридных клеток на различных этапах жизненного цикла балтийского лосося // Вопр. ихтиологии. — 1979. — Т. 19, вып. 6. — С. 1114–1119.
9. Krogh A. Comparative Physiology of Respiratory Mechanism, University of Pennsylvania Press., 1941. — P. 172.

## ГИСТОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ ЖАБЕРНОГО АППАРАТА РЫБ РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУППИРОВОК

М.С. Козий, И.М. Шерман

Изучены особенности гистологической структуры жаберного аппарата стерляди (*Acipenser ruthenus*), угря европейского (*Anguilla anguilla*) и лосося черноморского (*Salmo trutta labrax*). Полученные данные предлагается использовать в качестве материала для изучения разнообразия адаптивных черт дыхательной системы рыб.

## THE ADAPTATION GISTOMORFOLOGICAL OF BRANCHIAL DEVICE OF FISH OF THE DIFFERENT ECOLOGICAL GROUPS

M. Koziy, I. Sherman

Studied particularities of gistological structures of branchial device *Acipenser ruthenus*, *Anguilla anguilla* and *Salmo trutta labrax*. Got given is offered use as material for study of the variety adaptive devil respiratory fish system.

УДК 574.24

## ВЗАИМОСВЯЗЬ ПАРАМЕТРОВ “ЖИЗНЕННОГО ПРОСТРАНСТВА” И РОСТА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ

В.Н. Подопригора

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь

В ходе эксперимента было выяснено, что параметры “жизненного пространства” существенно влияют на рост радужной форели. В “идеальном” объеме ее мальки легче переживают воздействие других стресс-факторов. Чем больше объем водной среды отличается от “идеального”, тем сильнее у мальков радужной форели проявляется стресс, и наоборот.

Сейчас аквакультура в Украине и других странах развивается по пути использования методов интенсификации. Активно разрабатываются и применяются методики выращивания рыбы в замкнутых рыбоводных установках (Проскурин, 2003). В данном случае одной из важнейших проблем является плотность посадки. На практике чаще всего нормы посадки определяют эмпирическим путем для каждого отдельного случая, поскольку

все зависит от огромного количества факторов (проточность, температура и т. д.), но в первую очередь исходят из возраста, вида рыб и размерных параметров водоемов.

В литературе нет четкой информации о том, насколько рост отдельных особей рыб зависит от размерных параметров водоема. Как правило, данный вопрос рассматривался авторами в рамках изучения эффекта группы (Шварц, 1976;