

# **Хребетні тварини в біоіндикації**

## План

1. Риби у біоіндикації: європейський харіус, форель.
2. Амфібії та рептилії як біогеохімічні індикатори стану екосистем: гостроморда лягушка, травяна лягушка, звичайна чесночниця, червонобрюха жерлянка.
3. Методи біотестування водних екосистем з використанням земноводних на біохімічному рівні індикації.
4. Птахи і ссавці як індикатори біорізноманіття.

## **Особливості, завдяки яким тварин зручно використовувати в якості біоіндикаторів:**

- ❖ будучи консументами вони знаходяться на різних трофічних рівнях екосистем і акумулюють через харчові ланцюги забруднені речовини;
- ❖ мають активний обмін речовин, що сприяє швидкому прояву, впливу негативних чинників середовища на організм;
- ❖ мають добре диференційовані органи, які мають різну здатність до накопичення токсичних речовин та неоднозначний фізіологічний відгук, що дозволяє досліднику мати широкий набір тестів на рівні тканин, органів і функцій;
- ❖ складні пристосування тварин до умов середовища і чіткі поведінкові реакції, найбільш чутливі до антропогенних змін, що дає можливість безпосередньо спостерігати і аналізувати швидкі відгуки на вплив, що чиниться;
- ❖ тварин з коротким циклом розвитку і чисельним потомством можна використовувати для проведення ряду тривалих спостережень і прослідкувати вид чинників на наступні покоління, для довго живучих тварин можна обрати чутливі тести відповідно до особливо вразливих етапів онтогенезу.

**Основна перевага** використання хребетних тварин в якості індикаторів полягає їх фізіологічної близькості до людини.



**Основні недоліки** пов'язані зі складністю їх виявлення в природі, відлову, визначення виду.

Поведінкові та фізіологічні параметри особливо чутливі до змін зовнішнього середовища. Токсиканти проникають у кістки чи кров хребетних тварин відразу впливають на функції, що забезпечують життєдіяльність. Навіть при вузько специфічному впливі токсиканта на певну функцію її зсуви відображаються на стані всього організму внаслідок взаємної пов'язаності в процесі життєдіяльності.

Досить чітко присутність токсикантів проявляється в порушенні ритму дихання, серцевих скорочень, швидкості травлення, ритму виділень, тривалості циклів розмноження.

Для того щоб мати можливість порівнювати матеріал зібраний різними дослідниками у різних районах, набір видів індикаторів повинен бути єдиним і невеликим

## **Критерії придатності різних видів ссавців для біондикаційних досліджень:**

- ✓ приналежність до різних ланок трофічного ланцюга;
- ✓ осілість або відсутність великих міграцій;
- ✓ широкий ареал розповсюдження (порівняльно висока евритопність);
- ✓ не використовує у якості індикаторів ендеміків;
- ✓ приналежність до природних угруповань (виключає синантропні види, що харчуються коло житла людини і неефективно характеризувати елементний стан забруднення);
- ✓ чисельність виду повинна забезпечувати достатній матеріал для аналізу; – доступність і простота добування виду.

Трансформація водних екосистем, спричинена антропогенними змінами на басейновому рівні, призвела до значного погіршення стану популяцій риб в більшості водойм України. Будь-яка реконструкція водойми має на меті збільшити продуктивність або розширити спектр її використання, але структурна складність екосистем не дозволяє передбачити всіх негативних змін і процесів, що будуть розвиватися в результаті діяльності людини. В цьому контексті гострою є проблема визначення екологічних ризиків та тих індикаторних показників на біоценотичному та популяційному рівнях, що дозволять передбачити негативні зміни в екосистемах.

В Україні нині відмічаються зацікавленість дослідників у вивченні різноманітних підходів до використання риб як індикаторів стану гідроекосистем. **Разом з тим слід відмітити певну складність використання риб як індикаторів, що пов'язані, насамперед, з такими недоліками:**

- 1) емпіричні дані мають певну неоднозначність;
- 2) відсутність надійних критеріїв для вибору абсолютно адекватних біологічних показників для оцінки впливу на екосистеми;
- 3) проблема вибору “еталона” для порівняння результатів оцінки;
- 4) близько двох третин біотичних індексів базуються на донних макробезхребетних;
- 5) риби як біоіндикатори розглядаються дуже рідко;
- 6) можливості біоіндикації на основі структурних особливостей популяцій риб в водоймах України досліджені недостатньо;
- 7) переважна більшість досліджень з проблеми біоіндикації в Україні здійснена на великих річках і водосховищах, натомість малі річки та солонуваті водойми в цьому аспекті досліджені слабо;
- 8) проблеми оцінки якості середовища з антропоцентричних та екосистемних позицій і проблеми визначення оптимального рівня антропогенного перетворення гідроекосистем;
- 9) постійно виникають нові загрози стійкості екосистем, що потребує розширення можливостей біоіндикації;
- 10) в сфері біоіндикації Україна суттєво відстає від розвинутих країн.



**Харіус європейський** (*Thymallus thymallus*) - вид риб родини Лососевих (*Salmonidae*), один з 4-х видів родини в іхтіофауні України, підродини Харіусові (*Thymallinae*), проте єдиний представник роду Харіус (*Thymallus*).



Причинами зменшення чисельності харіуса європейського є порушення гідрологічних умов річок через знищення лісів на прибережних ділянках, вирівнювання річищ, забруднення води, а також неконтрольований вилов.

**Форель, також пструг, струг - прісноводні осілі форми видів риб з родини лососевих, що належать до роду Лосось.**



Виступає  
індикатором  
чистоти водойми

Оцінка стабільності розвитку риб проводиться за флюктууючою асиметрією і частоті фенодівіантов п'яти мирестичних ознак карася золотого (*Carassius carassius*) і карася срібного (*Carassius auratus*). На рис. представлені показники, які зазвичай використовуються в іхтіологічних дослідженнях

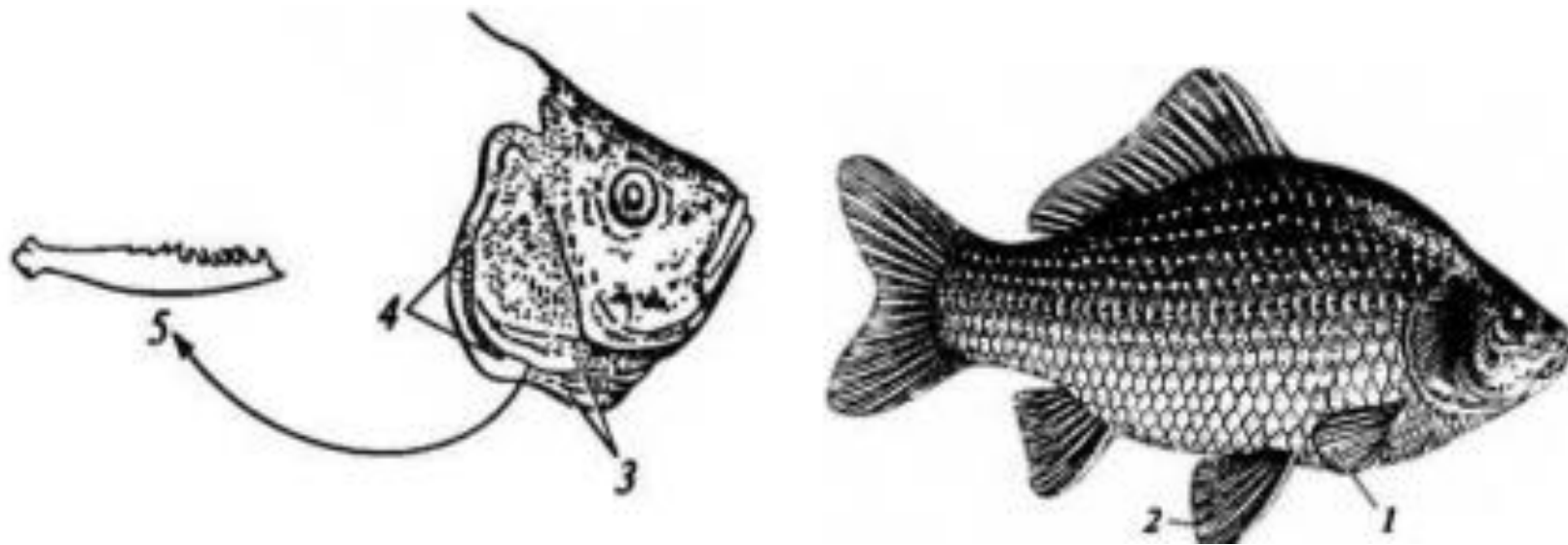


Схема морфогенетических показників, використаних для оцінки стабільності розвитку риб: золотого карася та срібного карася (по малюнку Д. Шепоткіна): 1-5 - мирестичні ознаки; в дужках вказана умовна «норма» - звичайне значення або діапазон значень ознаки (\* - золотого карася; \*\* - срібного карася): 1 - число променів у грудних плавниках (\* - 15 - 16, \*\* - 18 - 19); 2 - число променів у черевних плавцях (\* - 9, \*\* - 9); 3 - число зябрових тичинок (\* - 26-29, \*\* - 46- 49); 4 - число глоткових зубів (\* - 4, \*\* - 4); 5 - число лусок в бічній лінії (\* - 29-31, \*\* - 28-29)

Оцінка стабільності розвитку земноводних проводиться за флюктууючої асиметрії 13 ознак безхвостих амфібій - зелених жаб гібридного комплексу *Rana esculenta*. На рис. представлений комплекс показників морфогенетичного гомеостазу жаб.

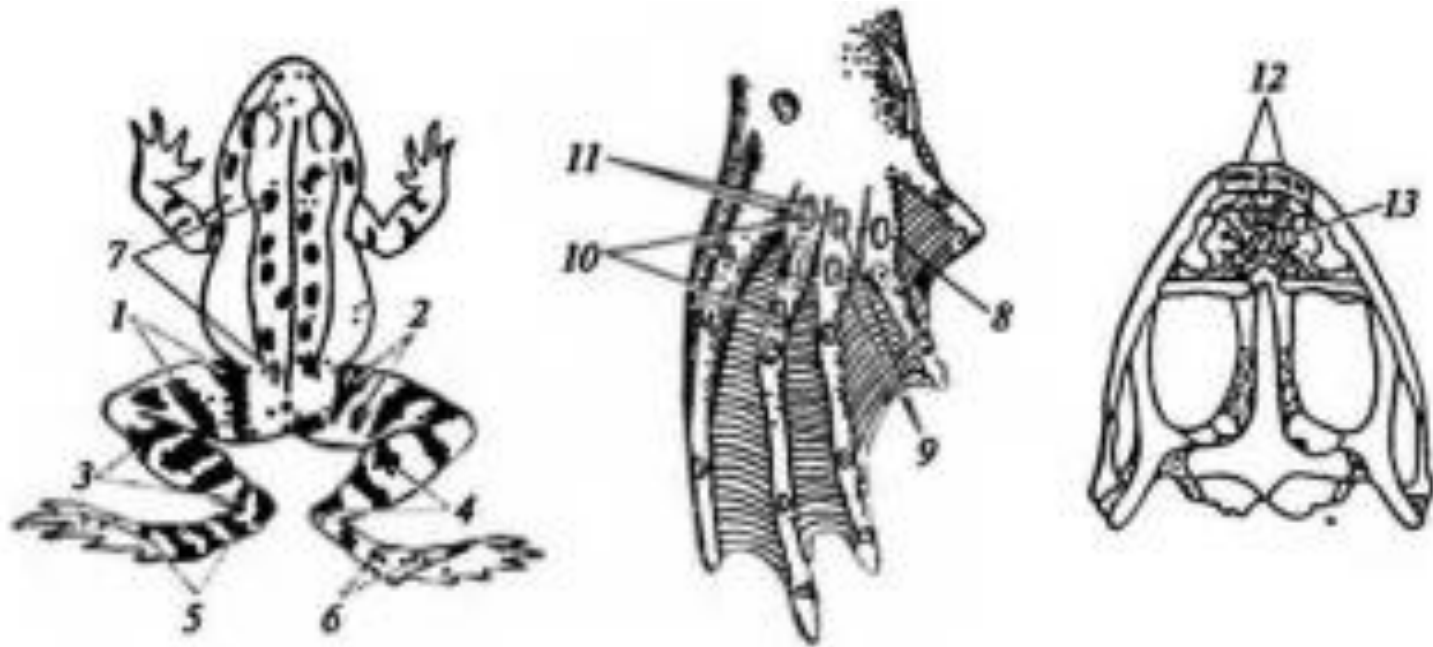


Схема морфогенетических показників (1-13), що використовуються для оцінки стабільності розвитку зелених жаб гібридного комплексу *Rana esculenta* (по малюнку Д. Шепоткіна): 1-7 - ознаки забарвлення: число смуг (7) і плям (2) на стегні; число смуг (3) і плям (4) на гомілки; число смуг (5) і плям (6) на стопі; число плям на спині (7); 8-11 - ознаки шкірних покривів: число плям на вентральній стороні другого (8), третього (9) і четвертого (10) пальців; число пір на вентральній стороні третього пальця (11), 12-13 - остеологічний ознаки: число зубів на межчелюстной кістки (12) і сошнику (13)

Оцінка стабільності розвитку ссавців проводиться за флюктууючою асиметрією 10 краниологічних ознак рудої полівки і звичайної бурозубки. На рис. наводиться така оцінка на прикладі рудої полівки.

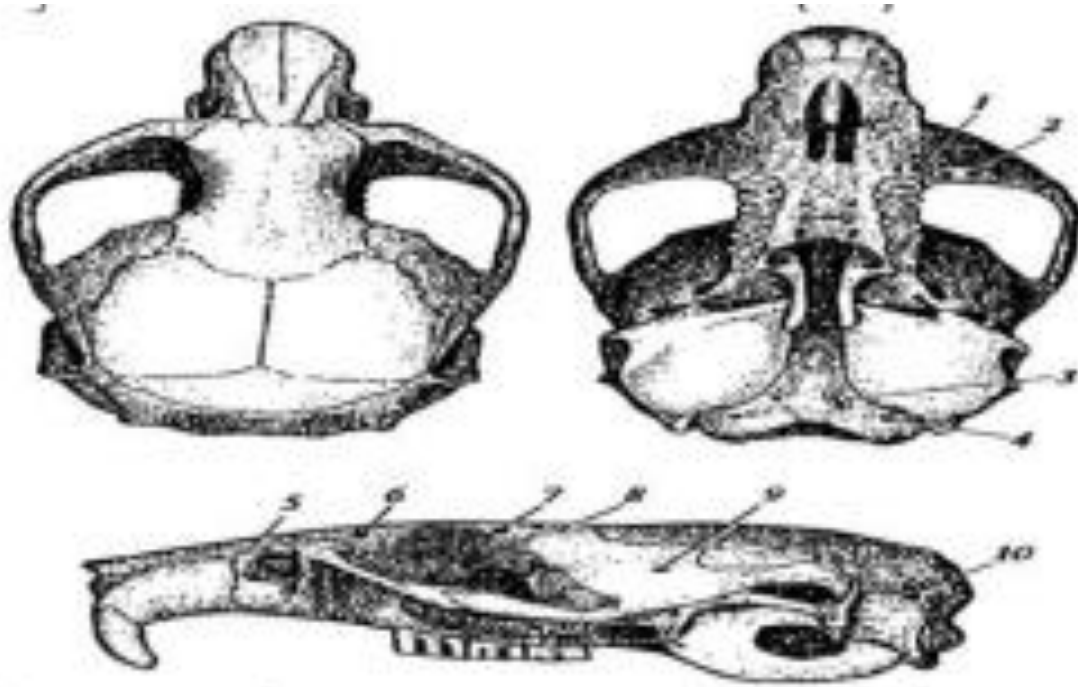


Схема морфогенетических показників, використаних для оцінки стабільності розвитку ссавців на прикладі рудої полівки (по малюнку Д. Шепоткіна): 1-10 - краніологічні ознаки (число отворів для виходу дрібних кровоносних судин і нервів); 1 -(1); 2 - (1 - 2); 3 - 0; 4 - (3-4); 5 - (1); 6 - (1); 7 - (1 - 2); 8 - (1); 9 - (1); 10 - (1). У дужках 31 зазначена умовна «норма» -звичайне значення або діапазон значень ознаки



Оцінка якості навколишнього середовища в балах по інтегральному показнику стабільності розвитку тварин (по В. М. Захарову, 1996)

Клас	Коефіцієнт асиметрії згідно бальної оцінки				
	1 (чисто)	2 (відносно чисто)	3 (забрудне- но)	4 (брудно)	5(дуже брудно)
Риби	<0,35	0,35-0,40	0,40-0,45	0,45—0,50	>0,50
Земноводні	<0,50	0,50-0,55	0,55-0,60	0,60-0,65	>0,65
Млекопитаючі	<0,35	0,35-0,40	0,40-0,45	0,45-0,50	>0,50

**Птахи** – це не лише барвисті та різноманітні створення природи, а й незамінні помічники людини. Вже багато століть людина залежить від птахів і використовує їх у різних сферах свого життя. Вони є невід'ємною частиною екосистеми, виконують важливі функції в природних процесах і роблять свій внесок у сільське господарство, медицину та культуру.



По перше, **птахи** грають важливу роль підтримці екологічного балансу. Багато видів птахів є хижаками, що харчуються дрібними гризунами та комахами. Вони допомагають контролювати їх чисельність, запобігаючи розмноженню шкідників, які можуть завдати значної шкоди сільському господарству та лісовим насадженням. Птахи також розповсюджують насіння, допомагаючи відновлювати ліси та різноманітність рослинного світу.

По-друге, **птахи** мають значення для сільського господарства. Деякі види птахів є попутними корисними організмами, що харчуються шкідливими комахами та насінням бур'янів. Вони допомагають знижувати витрати на застосування хімічних пестицидів та добрив, а також сприяють збільшенню врожайності. Крім того, птахи можуть бути використані як індикатори якості довкілля та здоров'я екосистеми.

### Для чого корисні для людини птахи

Птах	Корисна функція
Синиця	Знищення шкідників саду та городу
Жайворонок	Спів, створення атмосфери затишку та гармонії
Сокіл	Регулювання популяції гризунів
Голуб	Прикраса міських площ, надсилання повідомлень
Ластівка	Боротьба з комахами, приносить удачу та щастя
Качка	Харчовий ресурс, знищення водних комах
Фламінго	Прикраса природних водойм, туристична привабливість

Зараз для біоіндикації забруднення наземних екосистем запропоновано використовувати ряд ссавців, які значною мірою відповідають вищенаведеним вимогам. Використання природних популяцій ссавців як індикаторів видів є виправданим ще і тому, що в медичній токсикології накопичено чимало даних, які стосуються впливу різних ксенобіотиків на лабораторних і домашніх тварин. Це суттєво спрощує вирішення багатьох методологічних проблем саме на ссавцях.

З-поміж уже визнаних і потенційних індикаторних видів є мешканці ґрунту і підстилки, що його вкриває, травоїдні від гризунів до крупних копитних і, нарешті, хижаки. У табл. 1 згадані деякі з цих видів. З-поміж них можна знайти як консументів вищих порядків, так і масові домінантні види консументів нижчих порядків із порівняно коротким життєвим циклом і стійкою динамікою чисельності популяцій

Таблиця 1. - *Ссавці-біоіндикатори забруднення наземних екосистем*

Індикаторний вид	Середина життя	Харчова спеціалізація
Крот ( <i>Talpa europaea L.</i> і <i>T. altaica Nikolsky</i> )	Ґрунт	Комахоїдні, ґрунтова мезофауна
Землерийка-бурозубка ( <i>Sorex araneus L.</i> )	Лісова підстилка	Комахоїдні, мезофауна підстилки
Європейська руда полівка ( <i>Clethrionomus glareolus Schreber</i> ) і сибірська червона полівка ( <i>Cl. rutilus Pall.</i> )	Лісова підстилка	Зеленоїдні
Ондатра ( <i>Ondatra zibethica</i> )	Прибережна зона	Зеленоїдні

Косуля ( <i>Capreolus capreolus</i> )	Лісова зона	Зеленоїдні
Куниця ( <i>Martes lupus</i> ) і соболь ( <i>M. ri bell i na</i> )	Лісова зона	Хижаки, лісові гризуни
Лисиця ( <i>Vulpes vulpes</i> )	Лісова зона	Хижаки, лісові і польові гризуни
Песець ( <i>Alopex lagopus</i> )	Тундра і лісотундра	Хижаки, дрібні гризуни
Бурий ведмідь ( <i>Ursus arctos</i> )	Лісова зона	Всеїдний

Із комахоїдних великий інтерес становлять **кроти**. Вони широко поширені на всій території лісної зони, є єврітопними, осілими і антисинантропними. Кроти є вищою ланкою трофічного ланцюжка по відношенню до ґрунтової мезофауни.





У підстилці, яка утворена травами, що загинули, і листям, яке опало, живе багато видів комах. Забруднюючі атмосферу компоненти осаджуються насамперед на підстилці. Тому комахи, які харчуються рослинними залишками, і різноманітні зоофаги утворюють харчовий ланцюжок, у якому відбувається швидка біомагніфікація. Вищим хижакам цього компонента екосистем є землерийки роду *Sorex*. Найбільш крупна з них, до того ж із широким ареалом поширення – **бурозубка звичайна** (*S. Araneus* L.).



З-поміж дрібних гризунів найбільший інтерес як біоіндикатори становлять хом'якоподібні – **європейська рижа і сибірська червона полівки**, які мають схожі риси екології та охоплюють усю лісову зону Євразії і в цьому смислі доповнюють один одного, а також широко поширені тварини, які мешкають біля води, – полівка-економка й ондатра. Полівки мають високу і достатньо стійку чисельність, тому використання їх в процесі біоіндикації забезпечує безперервність спостережень



У більшості європейських країн визнання як біоіндикатор отримала **косуля**. Очевидно, парним (таким, що доповнює і взаємозамінює) для неї індикаторним видом може слугувати лось, ареал якого останнім часом поширився



Промислові хижаки, що харчуються дрібними гризунами, – **куниця і соболь** – є схожими за екологією. Ареал їхнього поширення перекриває всю лісну зону Євразії. Проте для того, щоб використовувати ці види як парні індикатори, необхідно вивчити особливості накопичення ними екотоксикантів у районах спільного життя



Об'єктами промислу слугують також **лисиця і песець**. Характерною особливістю лисиці є те, що значна частина харчового раціону добувається нею на сільськогосподарських угіддях. Тому вона може слугувати індикатором забруднення полів отрутохімікатами сільськогосподарського призначення (різноманітними пестицидами) і важкими мінералами, що містяться в мінеральних добривах



1. Методичний комплекс для проведення практичних занять із дисципліни «Біоіндикація» (для студентів спеціальності 101 - Екологія). Різничук Н.І. Івано-Франківськ .2017. С.44.
2. Никифоров В. В., Дігтяр С. В., Мазницька О. В., Козловська Т. Ф. Біоіндикація та біотестування : навчальний посібник. – Кременчук : Видавництво ПП Щенбатих О. В., 2016. – 76 с.
3. Птахи та їх користь для людини: важливість та вплив на навколишнє середовище <https://park.zapisi.cx.ua/ukraincyam/ptakhi-ta-ikh-korist-dlya-lyudini-vazhlivist-ta-vpliv-na-navkolishnie-seredovishhe.html>