

Бедункова О. О., д.б.н., професор; Статник І. І., к.с.-г.н., доцент; Левківський Р. В., здобувач третього рівня вищої освіти (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, o.o.biedunkova@nuwm.edu.ua; i.i.statnik@nuwm.edu.ua; r.v.levkivskyj@nuwm.edu.ua); **Вечорка В. В., д.с.-г.н., професор; Михалко О. Г., доктор філософії (Ph.D.), доцент** (Сумський Національний аграрний університет, м. Суми, victoriia.vechorka@snau.edu.ua; Oleksandr.Mykhalko@snau.edu.ua)

БІОРІЗНОМАНІТТЯ РИБ ЯК ВІДОБРАЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ У ПРИТОКАХ СЕРЕДНЬОЇ ТЕЧІЇ РІЧКИ ГОРИНЬ

Дослідження присвячено комплексному аналізу біорізноманіття іхтіофауни у трьох притоках середньої течії річки Горинь (р. Устя, р. Замчисько, р. Стубелка) з метою оцінки екологічного стану малих річкових екосистем. У період з 2022 по 2024 рік методом контрольних виловів було ідентифіковано 16 видів риб, що належать до 9 родин та 5 рядів, з переважанням представників ряду Cypriniformes (11 видів). Найбільш видовим багатством характеризувалася р. Замчисько (15 видів), тоді як у р. Устя виявлено лише 8 видів. Використання індексів біорізноманіття (Шеннона, Бергера – Паркера, Пієлу) виявило суттєві відмінності між досліджуваними річками. Найвищі показники видового різноманіття зафіксовані в р. Замчисько ($H'=2,49$), що свідчить про збалансовану екосистему з різноманітними біотопами. Річка Стубелка демонструвала подібний рівень різноманіття ($H'=2,44$), але з помітним домінуванням *Rutilus rutilus*. Найнижчі показники в р. Устя ($H'=1,92$) та високе значення індексу Бергера – Паркера ($d=0,29$) вказують на домінування *Scardinius erythrophthalmus* та спрощену структуру іхтіоценозу. Аналіз життєвих стратегій риб виявив переважання літоральних видів (48% у р. Устя) та пелагічних таксонів (33% у р. Стубелка). Трофічна структура іхтіофауни характеризувалася високою часткою планктофагів (49–56%) та всеїдних видів (20%), що свідчить про мезо-евтрофні умови. Обмежена чисельність бентофагів, особливо у р. Устя (17%), вказує на погіршення стану донних біотопів.

Присутність хижаків (7–22%) підтверджує формування стабільних трофічних ланцюгів у р. Замчисько та р. Стубелка. Результати дослідження підкреслюють значний вплив антропогенних факторів (урбанізація, меліорація, сільськогосподарське землекористування) на структуру рибних угруповань. Зниження біорізноманіття у р. Устя пов'язане з порушенням гідрологічного режиму та забрудненням. Отримані дані можуть бути використані для розробки заходів з охорони та відновлення малих річкових екосистем у басейні р. Горинь.

Ключові слова: іхтіофауна; видове багатство; життєві стратегії; трофічні групи; водна екосистема; малі річки.

Вступ. Малі річки є важливою складовою гідрографічної мережі та відіграють ключову роль у підтриманні екологічної рівноваги, водного балансу, біопродуктивності та збереженні біорізноманіття на регіональному рівні. Незважаючи на обмежені водні об'єми та відносно невелику протяжність, саме ці водотоки забезпечують сприятливі умови для існування значної кількості гідробіонтів, зокрема іхтіофауни, яка є чутливим індикатором екологічного стану водних екосистем.

Риби в малих річках виконують багато екологічних функцій: беруть участь у трофічних ланцюгах, регулюють чисельність безхребетних, сприяють перенесенню біогенних речовин, а також є об'єктом місцевого рибальства. Їх видовий склад та чисельність реагують навіть на незначні зміни у фізико-хімічних параметрах водного середовища, що дозволяє використовувати їх як ефективний інструмент біоіндикації [1]. Дослідження іхтіофауни дає змогу не лише визначити стан водного об'єкта, але й виявити тенденції до деградації біоценозів, або навпаки – прояви природної ренатуралізації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Більшість досліджень доводять, що на структуру рибного населення впливає широкий спектр екологічних чинників, серед яких ключову роль відіграють якість річкової води, стан середовища існування, характер землекористування в басейні річки, її гідрологічний та гідрохімічний режим. Забруднення води органічними та хімічними речовинами, зміни температурного режиму, вміст розчиненого у воді кисню, рівень мутності або евтрофікації безпосередньо впливають на чисельність, видовий склад і трофічну структуру рибних угруповань. Деградація

таких середовищ існування риб, як донні субстрати, місця нересту, укриття, внаслідок забудови берегів, осушення заплав чи меліорації, призводить до скорочення чисельності або зникнення чутливих видів.

Зокрема, через вплив змін у землекористуванні під час будівництва гідроенергетичних споруд, після втрати зв'язку між річкою та озером, у р. Янцзи (Китай) зникли 34 зі 169 зареєстрованих видів риб, що становило 20% втрати видового фонду [2]. Було помічено, що огороження сільськогосподарських угідь, будівництво доріг на основі водонепроникних матеріалів, які в сукупності обумовили не більше 5% урбанізації річкових водозбірних площ, призводило до зниження різноманіття риб із рівнем кореляційної залежності $r^2=0,4$ [3]. Встановлено також, що урбанізація та інтенсивне сільськогосподарське землекористування у вузьких (25–50 м) прибережних коридорах верхів'я річок призводять до зменшення чисельності хижих видів риб, зниження частки чутливих до забруднення таксонів та загального видового багатства, що є наслідком впливу погіршення якісних показників складу річкової води на загальну структуру трофічних угруповань [4].

Дослідження, що спираються на складні моделі вхідних (гідравлічні параметри потоку, якість води, абіотичні фактори в межах водозбору) та вихідних (показники біорізноманіття) даних, доводять, що будь-яка зміна в стані річкової мережі може змінити популяцію кожного виду. Так, поєднання моделі якості води з урахуванням гідрологічних умов, а також регресійної моделі біорізноманіття та гідравлічної моделі водозборів річок басейну р. Джаджруд (Іран) показало, що від верхів'я до низини за течією багатство риб може відрізнятися у межах ≥ 10 видів, або проявлятися у суттєвій зміні видового домінування. При цьому було помічено, що індекс Шеннона достатньо об'єктивно відображує вплив на біорізноманіття комплексних екологічних характеристик водозбору [5].

На фоні надмірного антропогенного навантаження, деякі види можуть взаємозамінюватися з часом, або склад угруповання може змінюватися через локальну колонізацію [6] чи вимирання [7]. Помічено, що домінуючим процесом у формуванні моделей біорізноманіття в антропогенно змінених річках є заміна ендемічних та чутливих видів риб на інвазивні та толерантні види [8].

Оскільки малі річки нерідко слугують екологічними коридорами для багатьох видів риб, забезпечуючи їх розселення, сезонні міграції

та генетичний обмін між популяціями, дослідження їхнього біорізноманіття дозволяє виявити рідкісні або зникаючі види, включені до охоронних списків, що є важливим для планування дій зі збереження генофонду на локальному та національному рівнях [9].

Аналіз наукової літератури свідчить, що характеристики біорізноманіття риб, які визначаються як часові або просторові зміни таксономічної ідентичності та чисельності видів в екосистемах, доволі часто досліджуються через відмінності альфа- та бета-різноманіття [10; 11]. Зокрема, альфа-різноманіття відображає багатство в певному місці (видове, таксономічне, функціональне, філогенетичне), а бета-різноманіття відображає різницю у складі (видовому, таксономічному, функціональному) між двома або більше угрупованнями в різних місцях. Ці два аспекти біорізноманіття в багатьох випадках надають чітку інформацію про його динаміку та можуть слугувати надійними індикаторами екологічного стану водних екосистем, дозволяючи виявляти як кількісні зміни у видовому складі, так і глибші еволюційні зрушення, зумовлені антропогенним тиском [12; 13] або природними чинниками [14; 15].

Мета, завдання та методики проведення досліджень. Метою представлених досліджень було здійснення аналізу видового та таксономічного біорізноманіття риб у притоках середньої течії річки Горинь для оцінювання особливостей локальної просторової організації іхтіофауни та порівняння стану водних екосистем малих річок.

Дослідження проводили на гідроекосистемах трьох малих річок, що є притоками р. Горинь першого порядку: р. Устя, р. Замчисько, р. Стубелка (рис. 1).

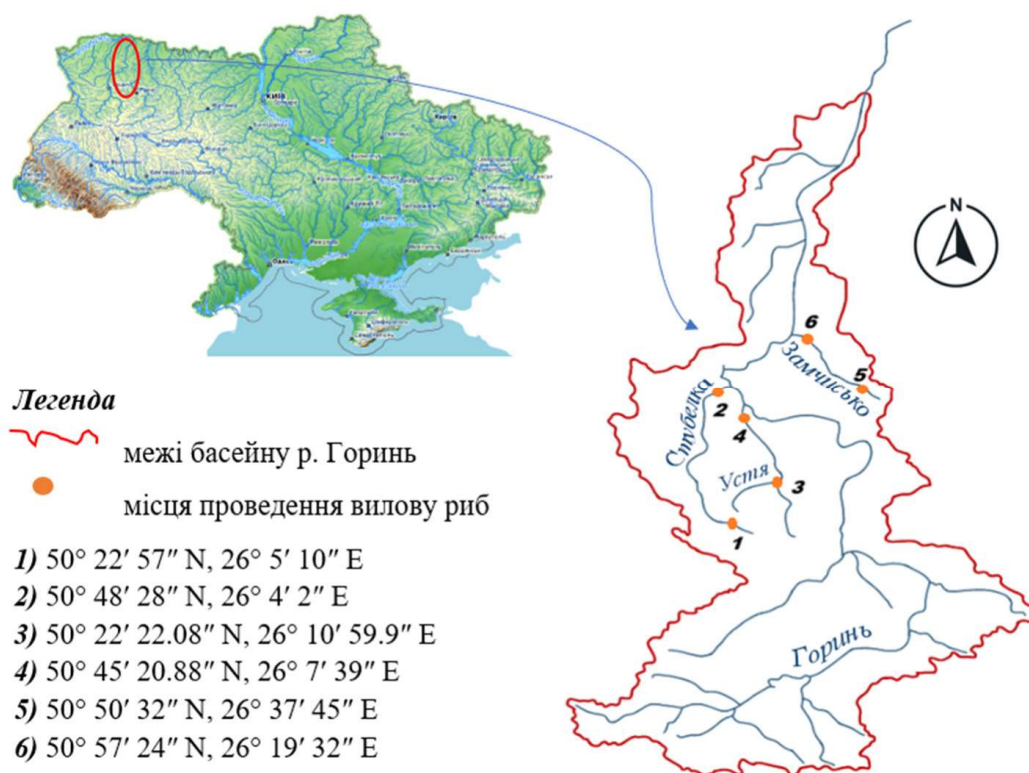


Рис. 1. Ситуаційна карто-схема місць проведення досліджень

Водозбори р. Устя, р. Замчисько і р. Стубелка є важливими елементами гідрографічної мережі басейну р. Горинь. Адміністративно їх території належать до Рівненської області. Згідно з фізико-географічним районуванням, усі три річки розташовані в межах Поліської фізико-географічної провінції (або Полісся) та частково Подільської височини. Зокрема, ліва притока р. Устя протікає в межах Мізоцького кряжу, що є частиною Волинської височини (межова зона між Поліссям і Поділлям). Права притока Горині – р. Замчисько розташована в Поліській низовині, у межах Рівненського Полісся, що належить до Західнополіського району. Ліва притока – р. Стубелка протікає через перехідну фізико-географічну зону між Лісостепом і Поліссям [16].

Контрольні вилови проводили впродовж 2022–2024 рр. у теплий період року (з травня по жовтень), що не збігався з нерестовим сезоном риб. Місця вилову знаходились у прибережній та мілководній зонах на ділянках русел поблизу витоку та гирла кожної досліджуваної річки (рис. 1). Для мінімізації травмування риб і дотримання етичних принципів досліджень застосовували візуально-

контрольовані садкові системи (пастки), які забезпечували репрезентативний відбір проб при мінімальному впливі на екосистему. Всі виловлені екземпляри підлягали видовому та таксономічному аналізу за їхніми зовнішніми морфологічними характеристиками [17] з подальшим поверненням до водного середовища.

Кількісну оцінку видового різноманіття для аналізу просторової структури популяцій риб проводили з використанням індексу Шеннона [18]:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \cdot \ln(p_i) , \quad (1)$$

де p_i – частка i -го виду в загальній чисельності; S – кількість видів.

Для відображення домінування найчисельнішого виду використовували індекс Бергера – Паркера:

$$d = \frac{N_{max}}{N} , \quad (2)$$

де N_{max} – чисельність найпоширенішого виду.

Рівномірність розподілу між чисельності між видами оцінювали за індексом Пієлу, що нормалізує значення індексу Шеннона, дозволяючи оцінити рівномірність незалежно від кількості видів:

$$J' = \frac{H'}{\ln(S)} , \quad (3)$$

де H' – індекс Шеннона.

Математичну та графічну обробку результатів досліджень здійснювали з використанням прикладного пакету *Microsoft Excel*, що забезпечило обчислення кількісних показників різноманіття та візуалізацію отриманих даних у вигляді діаграм і графіків.

Виклад основного матеріалу дослідження. Русла досліджуваних річок мають помірну звивистість, долини коритоподібної форми, подекуди з асиметричними схилами та заболоченими заплавами з ознаками акумулятивного рівнинного рельєфу. Переважають агроландшафти з елементами заплавно-лучних і лісових комплексів.

На гідроекосистеми річок значною мірою впливають антропогенні фактори, зумовлюючи як прямі, так і опосередковані зміни в їхньому гідрологічному та екологічному стані. Численні штучні ставки, меліоративні канали і греблі в долинах річок порушують природний режим паводків, сприяючи пересиханню окремих ділянок у межень та зниженню самоочисної здатності річок. Забудова і

урбанізація, що найбільш помітна для р. Устя та р. Замчисько в межах м. Рівне та м. Костопіль, спричиняє скид недостатньо очищених стічних вод, зміну русел, обміління та зниження водності. Домінуюча форма землекористування в регіоні – орне землеробство – призводить до погіршення якості води, евтрофікації та зміни структури біоценозів.

Зведені результати таксономічного та видового різноманіття риб у досліджуваних малих річках (табл. 1) свідчать, що іхтіофауна приток середньої течії р. Горинь представлена 16 видами, які належать до 9 родин і 5 рядів.

Найбільш репрезентативною за видовим складом є родина Leuciscidae (5 видів), що характерно для прісноводних водойм із різним ступенем антропогенного навантаження.

У структурі таксономічного різноманіття переважають представники ряду Cypriniformes (11 видів), що є типовими мешканцями стоячих або слабопроточних вод із розвиненим прибережним рослинним поясом. Крім того, при виловах виявлено поодиноких представників таких рядів, як Siluriformes, Esociformes, Perciformes та Gobiiformes, що відображує наявність як хижих, так і придонних видів, здатних існувати у різних трофічних нішах.

За охоронним статусом, більшість видів класифіковані як такі, що перебувають у категорії LC (Least Concern) – «найменше занепокоєння» за класифікацією Міжнародного союзу охорони природи (МСОП). Це вказує на їх поширеність та адаптивність до локальних умов. Винятків з охоронним статусом у виявленому складі не зафіксовано, що може свідчити про відсутність у досліджуваних річках рідкісних або зникаючих таксонів.

Зведені результати таксономічного та видового різноманіття риб у притоках середньої частини р. Горинь

Таблиця 1

№	Ряд	Родина	Вид	Українська назва	Англomовна назва	Статус*
1	Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Carassius gibelio</i> Bloch, 1782	Карась сріблястий	Prussian carp	-
2			<i>Carassius carassius</i> Linnaeus, 1758	Карась звичайний	Crucian carp	LC
3		Leuciscidae	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> Linnaeus, 1758	Краснопірка	Rudd	LC
4			<i>Alburnus alburnus</i> Linnaeus, 1758	Верховодка	Bleak	LC
5			<i>Rutilus rutilus</i> Linnaeus, 1758	Плітка	Roach	LC
6			<i>Abramis brama</i> Linnaeus, 1758	Лящ	Freshwater bream	LC
7		Gobionidae	<i>Leuciscus leuciscus</i> Linnaeus, 1758	Ялець звичайний	Common dace	LC
8			<i>Gobio gobio</i> Linnaeus, 1758	Пічкур звичайний	Gudgeon	LC
9			<i>Tinca tinca</i> Linnaeus, 1758	Лин	Tench	LC
10		Cobitidae	<i>Cobitis taenia</i> Linnaeus, 1758	Щиповка звичайна	Spined loach	LC
11			<i>Sabanejewia aurata</i> De Filippi, 1863	Щиповка золотиста	Golden spined loach	LC
12	Siluriformes	Siluridae	<i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758	Сом європейський	Wels catfish	LC
13	Esociformes	Esocidae	<i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758	Щука	Northern pike	LC
14	Perciformes	Percidae	<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	Окунь річковий	European perch	LC
15			<i>Gymnocephalus cernua</i> Linnaeus, 1758	Йорж звичайний	Ruffe	LC
16	Gobiiformes	Gobiidae	<i>Ponticola ratan</i> Nordmann, 1840	Бичок-ратан	Ratan goby	LC

*Примітка: статус видів наведено відповідно до Червоного листа [19] Міжнародного союзу охорони природи (МСОП), зокрема категорія LC (Least Concern) – «найменша занепокоєність».

У межах окремих річок слід відмітити, що р. Устя характеризувалася відносно низьким видовим багатством. Під час контрольних ловів тут було зафіксовано присутність 8 з 16 видів риби, а загальна кількість виявлених особин становила 158 екз. З них, найчисельнішими виявились: *Scardinius erythrophthalmus* – 45 екз. (28,5%), *Rutilus rutilus* – 31 екз. (19,6%), *Ponticola ratan* – 23 екз. (14,6%), *Perca fluviatilis* – 12 екз. (7,6%), *Carassius gibelio* – 22 екз. (13,9%). Інші види (*Carassius carassius*, *Alburnus alburnus*, *Abramis brama*, *Cobitis taenia*) були представлені у низьких кількостях (від 4 до 12 екземплярів), тоді як решта видів взагалі не траплялись (рис. 2).

Найбагатшою за видовим складом виявилася р. Замчисько. Тут було зафіксовано 15 із 16 видів, а загальна кількість виловлених особин склала 293.

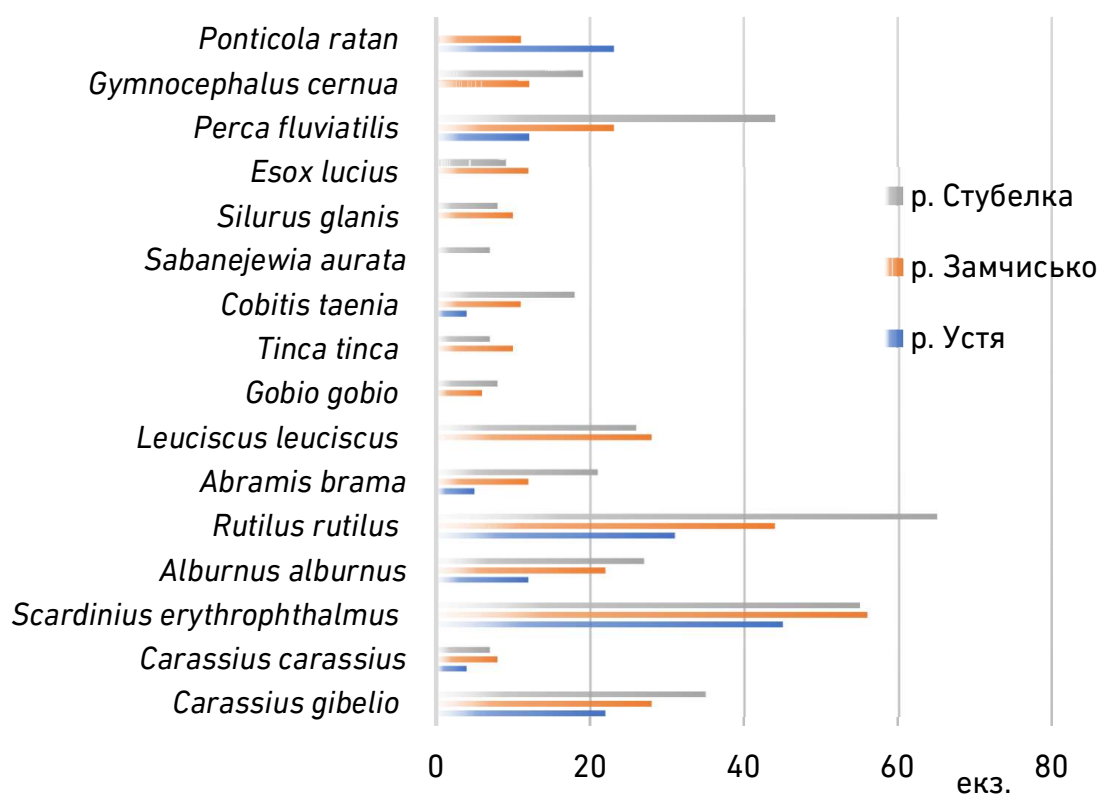


Рис. 2. Чисельність виявлених видів риби у притоках середньої течії р. Горинь

Найчисельнішими виявилися: *Scardinius erythrophthalmus* – 56 екз. (19,1%), *Rutilus rutilus* – 44 екз. (15,0%), *Carassius gibelio* – 28 екз. (9,6%), *Perca fluviatilis* – 23 екз. (7,8%), *Alburnus alburnus* – 22 екз. (7,5%), *Leuciscus leuciscus* – 28 екз. (9,6%). Решта видів були

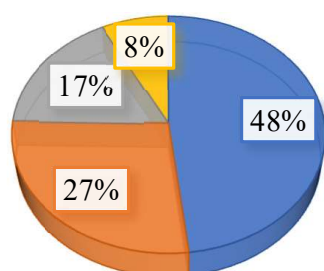
представлені в межах 6–12 екз., включаючи види, що рідко зустрічались у інших річках (*Silurus glanis*, *Tinca tinca*, *Gobio gobio*).

Відносну врівноваженість між видовим багатством і чисельністю демонструвала іхтіофауна р. Стубелка. Всього було виявлено 15 видів, а загальна кількість риб становила 381 особину. Найбільш представленими були види: *Rutilus rutilus* – 65 екз. (17,1%), *Scardinius erythrophthalmus* – 55 екз. (14,4%), *Perca fluviatilis* – 44 екз. (11,5%), *Carassius gibelio* – 35 екз. (9,2%), *Alburnus alburnus* – 27 екз. (7,1%), *Abramis brama* – 21 екз. (5,5%). Чисельний у річках Устя та Замчисько вид *Ponticola ratan* не був зафіксований. При цьому, були наявні унікальні для цієї річки представники: *Silurus glanis* – (8 екз.), *Sabanejewia aurata* – 7 екз. (2%), *Gymnocephalus cernua* – 19 екз. (5%).

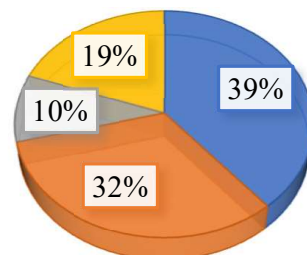
Групування представників іхтіофауни за критерієм життєвої стратегії (екологічним типом) виявило, що високою чисельністю в усіх досліджуваних малих річках відзначаються літоральні (прибережні) види *S. erythrophthalmus*, *C. gibelio*, *C. carassius*, *T. tinca*, *A. brama*. Зокрема, їх найбільша частка зафіксована в р. Устя, що становила 48% від решти видів риб даної гідроекосистеми.

Пелагічні (відкритоводні) види *A. alburnus*, *R. rutilus*, *L. leuciscus* також були достатньо представлені в усіх річках: із часткою 33%, 32% та 27%, відповідно в р. Стубелка, р. Замчисько, р. Устя. Бентопелагічні види *G. gobio*, *C. taenia*, *S. aurata*, *P. ratan* та еврибіонти *E. lucius*, *S. glanis*, *P. fluviatilis*, *G. cernua* входили до складу іхтіофауни малих річок у значно меншій кількості. Зокрема, бентопелагічні були найменш представлені в р. Устя (9%) та р. Замчисько (10%) і дещо більшою виявилась їх частка в р. Устя (17%). Частка еврибіонтів була найменшою в р. Устя (8%), найвищою в р. Стубелка (23%) і проміжне місце посіла частка еврибіонтів (19%) у складі іхтіофауни р. Замчисько (рис. 3).

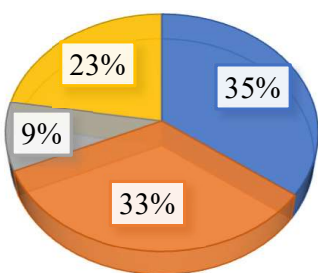
Розподіл риб за харчовими спектрами свідчив про наявність чотирьох трофічних груп (рис. 4). Найбільш представленими в усіх досліджуваних річках виявились планктофаги *S. erythrophthalmus*, *A. alburnus*, *R. rutilus*, *L. Leuciscus*. Їх частка була найбільшою в р. Устя (56%), найменшою в р. Стубелка (49%) та мала проміжне положення в р. Замчисько (51%). Як відомо, переважання планктофагів (зоо- та фітопланктофагів) свідчить про наявність у водоймі великої кількості первинної продукції, тобто про мезо- чи евтрофні умови.



р. Устя

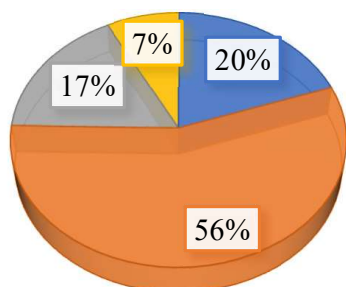


р. Замчисько

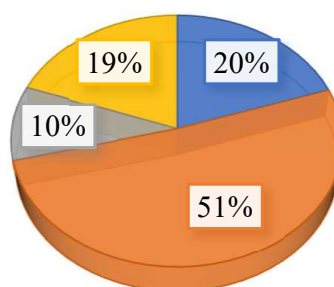


р. Стубелка

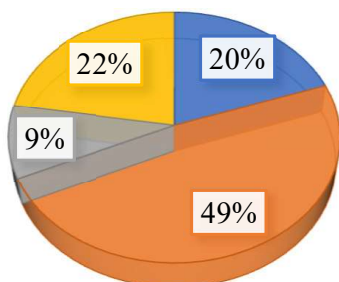
Рис. 3. Частка представників іхтіофауни різних життєвих стратегій у притоках середньої течії р. Горинь



р. Устя



р. Замчисько



р. Стубелка

Рис. 4. Частка представників іхтіофауни різних трофічних груп у притоках середньої течії р. Горинь

На другому місці за чисельністю виявилась всеїдна трофічна група, представлена видами *C. gibelio*, *C. carassius*, *A. brama*, *T. tinca*, присутність яких у водоймах вказує на велику кількість детриту та водної рослинності. Для всіх досліджуваних річок, їх частка становила 20% від загальної кількості риб.

Бентофаги (*G. gobio*, *C. taenia*, *S. aurata*, *P. ratan*) в складі іхтіофауни річок були найбільш представлені в р. Устя (17%), а в р. Замчисько та р. Стубелка були майже на одному рівні – 10% та 9% відповідно. Як відомо, невисока чисельність бентофагів у складі іхтіофауни є ознакою одного або кількох несприятливих чинників водного середовища. Передусім, це свідчить про низьку чисельність макрозообентосу – основного корму бентофагів, що виникає внаслідок браку кисню (гіпоксії) у придонних шарах. Одночасно, при надмірному розмноженні планктофагів і всеїдних видів бентос може бути надто експлуатований, або не встигати відновлюватись. У деяких випадках витіснення автохтонних бентофагів відбувається через інвазії чужорідних видів.

Хижацьки види *P. fluviatilis*, *E. lucius*, *S. glanis*, *G. cernua* були найбільш представлені в р. Стубелка, де на їх частку припадало 22% від загальної чисельності видів. Очевидно, що це свідчить про екологічну стабільність екосистеми, наявність сформованої трофічної піраміди та достатню кількість кормових ресурсів. Наявність хижих видів риб у р. Замчисько на рівні 19%, що становить майже п'яту частину всього іхтіоценозу річки, також відображує відносну екологічну рівновагу, біорізноманіття та цілісність водної екосистеми. У той же час, їхня менша чисельність у р. Устя (7%) може розцінюватись як індикатор спрощеної трофічної структури внаслідок екологічного навантаження, або зміненого гідрологічного режиму.

Оцінені кількісні показники видового різноманіття свідчать про наявні особливості водних екосистем досліджуваних річок (табл. 2).

Таблиця 2

Результати оцінювання показників видового різноманіття іхтіофауни у притоках середньої течії р. Горинь

Назва притоки	Значення індексів видового різноманіття		
	індекс Шеннона	індекс Бергера – Паркера	індекс Пієлу
р. Устя	1,92	0,29	0,87
р. Замчисько	2,49	0,19	0,92
р. Стубелка	2,44	0,18	0,90

Результати розрахунку індексів Шеннона демонструють суттєві відмінності у рівнях біотичного різноманіття між річками. Найнижчий показник спостерігається в р. Устя ($H'=1,92$), що свідчить про менш рівномірний розподіл чисельності між видами та домінування окремих таксонів. Це підтверджується емпіричними даними: *S. erythrophthalmus* (краснопірка) та *R. rutilus* (плітка) становлять значну частку загальної чисельності (45 і 31 особина відповідно зі 158 виловлених).

У р. Замчисько, навпаки, фіксується найвищий рівень видового різноманіття ($H'=2,49$), що пов'язано як з великою кількістю представлених видів, так і відносно рівномірним розподілом чисельності між ними. Наприклад, достатню чисельність серед 293 особин мали як *S. erythrophthalmus* (краснопірка) – 56 особин і *R. rutilus* (плітка) – 44 особини, так і *C. gibelio* (карась звичайний) – 28 особин, *A. alburnus* (верховодка) – 22 особини, *L. Leuciscus* (ялець звичайний) – 28 особин, *P. fluviatilis* (окунь річковий) – 23 особини. У жодного з видів не було абсолютної чисельної переваги, що і сприяло зростанню ентропійного показника.

Водна екосистема малої р. Стубелка також характеризувалася високим рівнем різноманіття ($H'=2,44$), лише трохи поступаючись р. Замчисько. Найчисельнішими видами серед 365 виловлених особин тут були *R. rutilus* (плітка) – 65 особин та *S. erythrophthalmus* (краснопірка) – 55 особин, за ними йшли *P. fluviatilis* (окунь річковий) – 44 особини, *C. gibelio* (карась звичайний) – 35 особин та інші. Водночас, спостерігалось помітне зростання кількості видів, які в інших річках були відсутні або малочисельні (наприклад, *G. Gobio* (пічкур звичайний), *S. aurata* (щиповка золотиста), *S. glanis* (сом європейський), *G. Cernua* (йорж звичайний)).

Найвище значення індексу Бергера – Паркера спостерігалось у р. Устя ($d=0,29$). Це означає, що майже 29% всієї чисельності становить один вид – *S. erythrophthalmus*. Така ситуація є типовою для екосистем зі спрощеною структурою, де один вид витісняє інших через стійкість до умов або змін у середовищі існування (наприклад, евтрофікація, забруднення, однорідність біотопів). У р. Замчисько ($d = 0,19$) домінантом також був вид *S. erythrophthalmus*. Оскільки на його частку припадало лише 19,1%, це вказує на більш рівномірний розподіл і менше домінування одного виду. Одночасно, відмічений тут найвищий індекс Шеннона свідчить про стабільну, багатокомпонентну структуру

іхтіофауни. У р. Стубелка значення індексу Бергера – Паркера було найнижчим серед трьох річок ($d=0,18$). Найчисельнішим видом тут був *R. rutilus*, але він становив лише 18,3% загальної чисельності риб. Разом це свідчить про найвищу еквітабельність, тобто найменше домінування та найкращу збалансованість угруповання за чисельністю.

Високі значення індексу Пієлу у всіх трьох річках свідчать про відносно сприятливі умови існування для більшості видів. Крім того, індекс Пієлу підтверджує, що найвищу стабільність та екосистемну збалансованість має іхтіофауна р. Замчисько ($J'=0,92$), а для р. Устя домінування знижує загальну еквітабельність ($J'=0,87$).

У цілому, найвищі значення індексу Шеннона ($H'=2,49$), та індексу рівномірності Пієлу ($J'=0,92$) зафіксовані в р. Замчисько, що вказує на найбільш збалансований та різноманітний видовий склад, без суттєвого домінування окремих таксонів. Це свідчить про стабільність водної екосистеми, різноманітність біотопів та наявність сприятливих умов для існування широкого спектра видів риб. У р. Стубелка також спостерігався високий рівень різноманіття ($H'=2,44$; $J'=0,90$), що вказує на структурну подібність до другої водойми, проте з дещо вищим домінуванням одного виду (плітки), що відображує значення індексу Бергера – Паркера ($d=0,18$). Річка Устя демонструє найнижчі показники індексу Шеннона ($H'=1,92$) та найвище значення індексу Бергера – Паркера ($d=0,29$), що вказує на значне домінування одного виду (краснопірки) та меншу екосистемну стійкість. Відносно високе значення індексу Пієлу ($J'=0,87$) зумовлене обмеженою кількістю виявлених видів і домінуванням кількох з них.

Висновки. Видовий склад риб у притоках середньої течії р. Горинь – р. Устя, р. Замчисько та р. Стубелка представлений 16 видами. Найбільш чисельними виявились популяції видів *Scardinius erythrophthalmus*, *Rutilus rutilus*, а дещо менш чисельними, але з помітною перевагою – *Carassius gibelio* та *Perca fluviatilis*.

Домінування планктофагів у видовому складі є ознакою високої продуктивності та стабільного трофічного режиму всіх трьох річок. Водночас, обмежена чисельність бентофагів, особливо в р. Устя, свідчить про погіршення стану донних біотопів. Частка хижких видів у р. Стубелка (21%) та р. Замчисько (19%), а особливо присутність чутливих до забруднення хижаків, таких як *E. lucius* та *S. glanis*

свідчить про сформовану трофічну ієрархію, достатню кормову базу та задовільний гідроекологічний режим.

Аналіз індексів біотичного різноманіття (Шеннона, Бергера – Паркера та Пієлу) підтверджує, що р. Замчисько та р. Стубелка характеризується вищою екологічною цінністю та стабільністю, тоді як іхтіофауна р. Устя характеризується зниженням різноманіття та деградації донних угруповань, що потребує подальшого дослідження та усунення причин погіршення умов розвитку рибних біоценозів.

1. Klymenko M. O., Biedunkova O. O., Statnyk I. I., et al. Influence of river water quality on homeostasis characteristics of Cypriniform and Perciform fish. *Biosystems Diversity*. 2018. Vol. 26, no. 1. URL: <https://doi.org/10.15421/011803>
2. Jiang X., Zheng P., Cao L., et al. Effects of long-term floodplain disconnection on multiple facets of lake fish biodiversity: Decline of alpha diversity leads to a regional differentiation through time. *Science of The Total Environment*. 2021. Vol. 763. P. 144177. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144177>.
3. Trautwein C., Schinegger R., Schmutz S. Cumulative effects of land use on fish metrics in different types of running waters in Austria. *Aquatic Sciences*. 2011. Vol. 74, no. 2. P. 329–341. URL: <https://doi.org/10.1007/s00027-011-0224-5>.
4. Zhang Y., Zhao R., Kong W. Relationships between macroinvertebrate communities and land use types within different riparian widths in three headwater streams of Taizi River, China. *Journal of Freshwater Ecology*. 2013. Vol. 28, no. 3. P. 307–328. URL: <https://doi.org/10.1080/02705060.2013.779941>
5. Sedighkia M., Abdoli A. A fish biodiversity protection based approach for assessing environmental flow regime in rivers. *Journal of Cleaner Production*. 2024. Vol. 449. P. 141834. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141834>
6. Miranda R., Bartrons M., Brucet S., et al. Colonization and Succession of Fish Assemblages in a New River Section: A Size Structure Approach. *Biol. Life Sci. Forum* 2022. Vol. 13. P. 42. URL: <https://doi.org/10.3390/blsf2022013042>.
7. Cooke S., Paukert C., Hogan Z. Endangered River fish: factors hindering conservation and restoration. *Endangered Species Research*. 2012. Vol. 17, no. 2. P. 179–191. URL: <https://doi.org/10.3354/esr00426>.
8. Arefin S., Kunda M., Islam M. J., et al. Status of fish and shellfish diversity and their decline factors in the Rupsa River of Khulna in Bangladesh. *Archives of Agriculture and Environmental Science*. 2018. Vol. 3, no. 3. P. 232–239. URL: <https://doi.org/10.26832/24566632.2018.030304>
9. Ferreira D. G., Souza-Shibatta L., Shibatta O. A., et al. Genetic structure and diversity of migratory freshwater fish in a fragmented Neotropical river system. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 2016. Vol. 27, no. 1. P. 209–231. URL: <https://doi.org/10.1007/s11160-016-9441-2>
10. Erős T., Czeglédi I., Tóth R., et al. Multiple stressor effects on alpha, beta and zeta diversity of riverine fish.

Science of The Total Environment. 2020. Vol. 748. P. 141407. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141407>. **11.** Fox J. T., Magoulick D. D. Fish beta diversity associated with hydrologic and anthropogenic disturbance gradients in contrasting stream flow regimes. *Science of The Total Environment*. 2024. P. 173825. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173825>. **12.** Gu D., Zhang C., Li G., et al. Longitudinal reconfiguration of multifaceted fish α and β diversity triggered by non-native species invasion in tropic rivers of Hainan Island. *Journal of Environmental Management*. 2025. Vol. 380. P. 124902. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.124902>. **13.** Peluso L. M., Mateus L., Penha J., et al. Climate change may reduce suitable habitat for freshwater fish in a tropical watershed. *Climatic Change*. 2023. Vol. 176, no. 4. URL: <https://doi.org/10.1007/s10584-023-03526-z>. **14.** Zhang D., Heng W., Chu L., et al. Taxonomic and functional diversity in a subtropical stream: A longitudinal pattern analysis. *Ecology of Freshwater Fish*. 2020. Vol. 29, no. 4. P. 752–763. URL: <https://doi.org/10.1111/eff.12551>. **15.** Cheng D., Zhao X., Song J., et al. Quantifying the Distribution and Diversity of Fish Species Along Elevational Gradients in the Weihe River Basin, Northwest China. *Sustainability*. 2019. Vol. 11, no. 21. P. 6177. URL: <https://doi.org/10.3390/su11216177>. **16.** Гідроекологічний стан басейну Горині в районі Хмельницької АЕС / Хільчевський В. К., Ромась М. І., Чунар'юв О. В. та ін. ; за ред. В. К. Хільчевського. К. : Ніка-Центр, 2011. 176 с. **17.** Search FishBase. URL: <https://www.fishbase.us/> (дата звернення: 30.05.2025). **18.** Magurran A. E. Measuring biological diversity. Blackwell Publishing : Oxford, UK, 2004. 256 p. **19.** IUCN Red List. IUCN Red List of Threatened Species. URL: <https://www.iucnredlist.org/> (дата звернення: 30.05.2025).

REFERENCES:

1. Klymenko M. O., Biedunkova O. O., Statnyk I. I., et al. Influence of river water quality on homeostasis characteristics of Cypriniform and Perciform fish. *Biosystems Diversity*. 2018. Vol. 26, no. 1. URL: <https://doi.org/10.15421/011803>
2. Jiang X., Zheng P., Cao L., et al. Effects of long-term floodplain disconnection on multiple facets of lake fish biodiversity: Decline of alpha diversity leads to a regional differentiation through time. *Science of The Total Environment*. 2021. Vol. 763. P. 144177. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144177>.
3. Trautwein C., Schinegger R., Schmutz S. Cumulative effects of land use on fish metrics in different types of running waters in Austria. *Aquatic Sciences*. 2011. Vol. 74, no. 2. P. 329–341. URL: <https://doi.org/10.1007/s00027-011-0224-5>.
4. Zhang Y., Zhao R., Kong W. Relationships between macroinvertebrate communities and land use types within different riparian widths in three headwater streams of Taizi River, China. *Journal of Freshwater Ecology*. 2013. Vol. 28, no. 3. P. 307–328. URL: <https://doi.org/10.1080/02705060.2013.779941>

5. Sedighkia M., Abdoli A. A fish biodiversity protection based approach for assessing environmental flow regime in rivers. *Journal of Cleaner Production*. 2024. Vol. 449. P. 141834. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141834>
6. Miranda R., Bartrons M., Brucet S., et al. Colonization and Succession of Fish Assemblages in a New River Section: A Size Structure Approach. *Biol. Life Sci. Forum* 2022. Vol. 13. P. 42. URL: <https://doi.org/10.3390/blsf2022013042>.
7. Cooke S., Paukert C., Hogan Z. Endangered River fish: factors hindering conservation and restoration. *Endangered Species Research*. 2012. Vol. 17, no. 2. P. 179–191. URL: <https://doi.org/10.3354/esr00426>.
8. Arefin S., Kunda M., Islam M. J., et al. Status of fish and shellfish diversity and their decline factors in the Rupsa River of Khulna in Bangladesh. *Archives of Agriculture and Environmental Science*. 2018. Vol. 3, no. 3. P. 232–239. URL: <https://doi.org/10.26832/24566632.2018.030304>
9. Ferreira D. G., Souza-Shibatta L., Shibatta O. A., et al. Genetic structure and diversity of migratory freshwater fish in a fragmented Neotropical river system. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 2016. Vol. 27, no. 1. P. 209–231. URL: <https://doi.org/10.1007/s11160-016-9441-2>.
10. Erős T., Czeglédi I., Tóth R., et al. Multiple stressor effects on alpha, beta and zeta diversity of riverine fish. *Science of The Total Environment*. 2020. Vol. 748. P. 141407. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141407>.
11. Fox J. T., Magoulick D. D. Fish beta diversity associated with hydrologic and anthropogenic disturbance gradients in contrasting stream flow regimes. *Science of The Total Environment*. 2024. P. 173825. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173825>.
12. Gu D., Zhang C., Li G., et al. Longitudinal reconfiguration of multifaceted fish α and β diversity triggered by non-native species invasion in tropic rivers of Hainan Island. *Journal of Environmental Management*. 2025. Vol. 380. P. 124902. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.124902>
13. Peluso L. M., Mateus L., Penha J., et al. Climate change may reduce suitable habitat for freshwater fish in a tropical watershed. *Climatic Change*. 2023. Vol. 176, no. 4. URL: <https://doi.org/10.1007/s10584-023-03526-z>.
14. Zhang D., Heng W., Chu L., et al. Taxonomic and functional diversity in a subtropical stream: A longitudinal pattern analysis. *Ecology of Freshwater Fish*. 2020. Vol. 29, no. 4. P. 752–763. URL: <https://doi.org/10.1111/eff.12551>.
15. Cheng D., Zhao X., Song J., et al. Quantifying the Distribution and Diversity of Fish Species Along Elevational Gradients in the Weihe River Basin, Northwest China. *Sustainability*. 2019. Vol. 11, no. 21. P. 6177. URL: <https://doi.org/10.3390/su11216177>.
16. Hidroekolohichni stan baseinu Horyni v raioni Khmelnytskoi AES / Khilchevskiy V. K., Romas M. I., Chunarov O. V. ta in. ; za red. V. K. Khilchevskoho. K. : Nika-Tsentr, 2011. 176 s.
17. Search FishBase. URL: <https://www.fishbase.us/> (data zvernennia: 30.05.2025).
18. Magurran A. E. Measuring biological diversity. Blackwell Publishing : Oxford, UK, 2004. 256 p.

19. IUCN Red List. IUCN Red List of Threatened Species. URL: <https://www.iucnredlist.org/> (data zvernennia: 30.05.2025).

Biedunkova O. O., Doctor of Biological Science, Professor, Statnyk I. I., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Levkivskyi R. V., Post-graduate Student (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne); **Vechorka V. V., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Mykhalko O. H., Ph.D., Associate Professor** (Sumy National Agrarian University, Sumy)

FISH BIODIVERSITY AS A REFLECTION OF ECOLOGICAL CONDITIONS IN TRIBUTORS OF THE MIDDLE COURSE OF THE HORYN RIVER

This study conducted a comprehensive analysis of fish biodiversity in three tributaries of the middle reaches of the Horyn River (Ustia, Zamchysko, Stubelka) to assess the ecological state of small river ecosystems. During 2022–2024, 16 fish species belonging to 9 families and 5 orders were detected during controlled fishing, with the most diverse group (11 species) being Cypriniformes. The Zamchysko River showed the greatest species richness (15 species), while the Ustia River had only 8 species. Biodiversity indices (Shannon, Berger – Parker, Pielou) revealed significant differences between the studied rivers. The Zamchysko River demonstrated the highest diversity indicators ($H'=2.49$), indicating a balanced ecosystem with diverse habitats. The Stubelka River showed similar levels of diversity ($H'=2.44$), but with a noticeable dominance of *Rutilus rutilus*. The lowest values in the Estuary ($H'=1.92$) and high Berger – Parker index ($d=0.29$) indicate the dominance of *Scardinius erythrophthalmus* and a simplified structure of the ichthyocenosis.

Analysis of fish life strategies revealed the predominance of coastal species (48% in Ustia) and pelagic taxa (33% in Stubelka). The trophic structure was characterised by a high proportion of planktivorous (49–56%) and omnivorous species (20%), which indicates mesoeutrophic conditions. The limited number of benthic animals, in particular in the Ustia River (17%), indicates the degradation of benthic biotopes. The presence of predators (7–22%) confirms the stability of trophic chains in the Zamchysko and Stubelka rivers.

The results emphasise significant anthropogenic impacts (urbanisation, land reclamation, agriculture) on fish communities. The decline in biodiversity in the Ustia River correlates with hydrological changes and pollution. These findings provide valuable data for developing strategies for the conservation and restoration of small river ecosystems in the Horyn River Basin.

***Keywords:* ichthyofauna; species richness; life strategies; trophic groups; aquatic ecosystem; small rivers.**