

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ГІДРОБІОЛОГІЇ

АБРАМ'ЮК

Ігор Ігорович



УДК [597+574.583] : 556.53

СТРУКТУРА ІХТІОПЛАНКТОНУ МАЛИХ РІВНИННИХ РІЧОК

03.00.10 – іхтіологія

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата біологічних наук

Київ – 2018

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Інституті гідробіології НАН України, м. Київ

Науковий керівник: член-кореспондент НАН України,
доктор біологічних наук, професор
Афанасьєв Сергій Олександрович,
Інститут гідробіології НАН України,
директор

Офіційні опоненти: доктор біологічних наук, старший науковий співробітник
Бузевич Ігор Юрійович,
Інститут рибного господарства НААН України,
завідувач відділу вивчення біоресурсів водосховищ

кандидат біологічних наук, доцент
Новіцький Роман Олександрович,
Дніпровський державний аграрно-економічний
університет,
виконувач обов'язків завідувача кафедри водних
біоресурсів та аквакультури

Захист дисертації відбудеться «26» жовтня 2018 р. о 14⁰⁰ годині на
засіданні спеціалізованої вченої ради Д.26.213.01 в Інституті гідробіології НАН
України за адресою: 04210, м. Київ, просп. Героїв Сталінграда, 12.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту гідробіології НАН
України (04210, м. Київ, пр. Героїв Сталінграда, 12).

Автореферат розісланий « » вересня 2018 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
доктор біологічних наук



Н. І. Кірпенко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. При вивченні структурно-функціональної організації водних екосистем необхідним є детальне дослідження окремих їх компонентів. Важливу нішу у гідробіоценозах займають угруповання організмів, що мешкають у товщі води, серед яких виділяють нектон – переважно великі організми, які активно плавають і здатні до тривалих і далеких переміщень, та планктон – переважно дрібні організми, що часто стають об'єктами пасивного переносу течіями і нездатні до тривалих і далеких активних переміщень. Одну із верхніх ланок трофічного ланцюга у планктоні займає іхтіопланктон – складова зоопланктону, представлена рибоподібними і рибами. Здебільшого це пелагічна ікра та рання молодь риб. Дослідження іхтіопланктону беруть свій початок ще у XIX ст., коли уряд Норвегії у 1865 р. доручив Г. О. Сарсу дослідити біологію тріски атлантичної для з'ясування причин коливання її промислових виловів в районі Лофотенських островів. Тоді було вперше детально вивчено повний життєвий цикл тріски від пелагічної ікри та личинок до молоді та дорослих особин. Ця піонерна робота викликала зацікавленість дослідників до пелагічної ікри та личинок риб, фактично поклавши початок іхтіопланктонним дослідженням. Пізніше виявилось, що більшість промислових риб мають планктонну ікру та личинок. Наразі дослідження іхтіопланктону у багатьох морях та океанах проводяться регулярно і мають практичну спрямованість, оскільки є основою для оцінки відтворювальних можливостей популяцій цінних промислових риб, розрахунку чисельності маточних стад, прогнозування кількості рибних запасів та раціонального ведення рибного промислу. У прісних водах – річках та озерах, дослідження іхтіопланктону є не менш важливими, однак їх значно менше. Такі дослідження проводяться на водосховищах Волги, існують також праці стосовно деяких озер Азії, річок Австралії, Північної та Південної Америки. На території України дослідження молоді риб проводились лише на водосховищах Дніпра, а відтворення окремих видів – на деяких його притоках. До теперішнього часу комплексне вивчення угруповань іхтіопланктону у малих річках, які часто відіграють значну роль у відтворенні риб, залишалося поза увагою дослідників.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Роботу виконували в рамках держбюджетних наукових тем Інституту гідробіології НАН України №112 «Біотичні потоки речовини та енергії як основа функціонування річкових систем» (державний реєстраційний № 011U000078) та № 131 «Розробка наукових засад концепції структурно-функціональної організації лотичних екосистем» (державний реєстраційний № 0116U003099).

Мета і завдання дослідження. *Мета роботи* – встановити особливості структурної організації іхтіопланктону у малих річках з різним характером зарегульованості русла. Для здійснення мети було поставлено такі *завдання*:

- визначити видовий склад та структуру іхтіопланктону на різних ділянках модельних малих річок;
- з'ясувати закономірності зміни структури та видового різноманіття іхтіопланктонних угруповань досліджуваних річок протягом сезону;

- дослідити динаміку чисельності та біомаси іхтіопланктону протягом сезону;
- визначити міграційні можливості молоді риб у річках з різним характером трансформації русла;
- встановити відмінності у плавальній спроможності молоді риб різних видів;
- визначити межі планктонного періоду існування для молоді масових видів риб на підставі дослідження їх швидкості плавання.

Об'єкт дослідження: іхтіопланктон як сезонне екологічне угруповання гідробіонтів у малих рівнинних річках.

Предмет дослідження: структура іхтіопланктону у малих річках різного типу, видове багатство та різноманіття, міграційна поведінка молоді риб, динаміка чисельності та біомаси, межа між планктонним та нектонним періодом існування молоді прісноводних риб та її біологічне значення.

Методи дослідження. У роботі використано загальноприйняті методи якісного і кількісного відбору іхтіопланктонних проб, мікроскопічної обробки, аналізу та математичної обробки матеріалу, а також оригінальні методи відбору проб та експериментальних досліджень.

Наукова новизна отриманих результатів. Вперше досліджено структуру іхтіопланктону малих приток Дніпра, що відрізняються за ступенем антропогенного порушення. Показано динамічність структури іхтіопланктону протягом сезону, визначено часові рамки існування угруповання іхтіопланктону у досліджуваних річках; встановлено закономірності розподілу та особливості покатної міграції молоді риб у різні періоди, показано коливання чисельності та біомаси іхтіопланктонних угруповань впродовж сезону. Експериментально досліджено плавальну здатність молоді різних видів риб та за гідродинамічним критерієм встановлено межі їх планктонної фази існування, що дозволяє оцінити міграційні можливості личинок та мальків у річках з різною швидкістю течії.

Практичне значення одержаних результатів. Інформація щодо структури, розподілу, динаміки чисельності та біомаси планктонної молоді риб у річках може застосовуватись у природоохоронній та рибогосподарській галузях для оцінки відтворювальної можливості популяцій риб, ефективності малих річок та їх заплачних водойм як нерестовищ, раціонального планування рибальства, а також для виявлення видів, які потребують першочергової охорони. Дані щодо плавальної спроможності молоді промислових риб необхідно враховувати при проектуванні рибозахисних споруд.

Особистий внесок здобувача. Автором опановано методику досліджень, здійснено планування відбору матеріалу, опрацьовано світову фахову літературу з питань обраної тематики. Відбір проб на основних водних об'єктах, обробка матеріалу, його аналіз, а також експериментальні дослідження проведено особисто автором. Друковані праці за матеріалами дисертації підготовлено безпосередньо автором, а також у співавторстві з науковим керівником та колегами по роботі.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи було представлено та обговорено на десяти конференціях та з'їздах: VI Міжнародна іхтіологічна науково-практична конференція «Сучасні проблеми теоретичної та практичної іхтіології» (Тернопіль, 2013); Науково-практична

конференція «Актуальні проблеми сучасної гідроекології» (Київ, 2013); III Міжнародна наукова конференція студентів, аспірантів та молодих учених «Фундаментальні та прикладні дослідження в біології» (Донецьк, 2014); VII Міжнародна іхтіологічна науково-практична конференція «Сучасні проблеми теоретичної та практичної іхтіології» (Мелітополь-Бердянськ, 2014); VIII з'їзд Гідроекологічного товариства України (Київ, 2015); Науково-практична конференція «Сучасна гідроекологія: місце наукових досліджень у вирішенні актуальних проблем» (Київ, 2015); VII Всеукраїнська науково-практична конференція «Біологічні дослідження – 2016» (Житомир, 2016); IX Міжнародна іхтіологічна науково-практична конференція «Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології» (Одеса, 2016); III та IV Науково-практичні конференції «Сучасна гідроекологія: місце наукових досліджень у вирішенні актуальних проблем» (Київ, 2016; Київ, 2017).

Публікації. Результати дисертації опубліковано у 14 наукових працях, з яких 5 – статті у фахових виданнях, 9 – матеріали та тези доповідей конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із анотації, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаної літератури та одного додатку. Загальний обсяг дисертації становить 155 сторінок машинопису, з яких основний текст викладено на 115 сторінках, додаток – на 3 сторінках. Текст ілюстровано 28 рисунками і 20 таблицями. Список використаних літературних джерел налічує 256 найменувань, з яких 58 – англійською мовою.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

СТАН ВИВЧЕННЯ ІХТІОПЛАНКТОНУ ЯК СКЛАДОВОЇ ВОДНОЇ ЕКОСИСТЕМИ

У розділі проведено аналіз світових та вітчизняних літературних даних, які стосуються вивчення іхтіопланктону у морських та прісноводних екосистемах. Систематизовано сучасні уявлення про планктон як екологічне угруповання гідробіонтів та іхтіопланктон як його складову. Звернено увагу на особливості розмежування планктону та нектону, проаналізовано морфологічні та гідродинамічні критерії розділення даних угруповань. Розглянуто історію досліджень, методичні аспекти вивчення, закономірності розподілу та міграцій іхтіопланктону у морях та океанах, озерах та річках. Проаналізовано поведінкові особливості молоді різних видів риб, які визначають їх розподіл у різних зонах водойм та водотоків.

Аналіз фахової літератури показав, що іхтіопланктонні дослідження у морських екосистемах, витoki яких датуються кінцем XIX століття, на сьогоднішній день значно більш розвинені, порівняно з такими у прісноводних екосистемах. Зокрема, у малих річках України комплексні дослідження іхтіопланктону до сьогоднішнього дня не проводились.

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Основою даної роботи послуговував матеріал, зібраний автором у весняно-літній період протягом 2011–2016 р. р. на річках Віті і Котурці – правобережних притоках Дніпра першого і третього порядку, відповідно. Крім того, додаткові порівняльні матеріали відбирали у русловій частині Дніпра та в басейнах річок Прип'яті і Десни. Личинок та мальків для експериментів з визначення швидкості плавання відловлювали у Віті, Дніпрі та Десні, деякі види одержували з ікри у лабораторних умовах. Окрім іхтіопланктонних ловів, на річках Віті і Котурці проводили традиційні іхтіологічні облови з метою вивчення видового складу риб. Лови здійснювали на тих же станціях, на яких відбирався іхтіопланктон. За період досліджень відібрано та опрацьовано 232 проби іхтіопланктону, проведено 32 серії експериментів, в обробленому матеріалі загалом налічено 10334 екземпляри личинок та мальків.

Річка Віта протікає в м. Київ переважно поза межами суцільної забудови, завдяки чому є однією з найбільш збережених у природному стані річок міста. У нижній течії Віта практично незарегульована і використовується винятково для любительського рибальства та рекреації. Річка Котурка, що також знаходиться в лісопарковій зоні м. Києва, більш ніж 100 років тому була перетворена у каскад ставків.

Відбір матеріалу у р. Віті здійснювали на нижній течії. Ця ділянка характеризується великою різноманітністю біотопів: проточні та непроточні, зарослі рослинністю та чистоводні, замулені та з піщаним дном, з різним прогріванням води тощо. Місця відбору проб обирали таким чином, щоб охопити якомога більшу кількість перелічених біотопів. Іхтіопланктон відбирали в основному руслі, сполучений з ним постійній затоці, а також на відокремлених заплавах озерах та тимчасово залитих під час весняного водопілля ділянках заплави. На Котурці іхтіопланктон відбирали у прибережній зоні одного із ставків, а також на ділянках між ставками, де збережене природне звивисте русло річки.

Дорослих риб відловлювали за допомогою ставних та рамкових сіток (за дозволами Держрибагентства України), а також дозволених гачкових знарядь лову (поплавкових вудок, спінінгів) та іхтіологічних сачків.

Для відбору іхтіопланктону у прибережній зоні використовували стандартні малькові сачки з діаметром кільця 0,35 м (площа круга 0,1 м²) та конусом із млинового сита №22 та №14, а також спливаючі сітки конструкції В. Л. Долинського (Долинский, 1981) з площею круга 0,5 м² та конусом із млинового сита №12. Відбір проб розпочинали з моменту масової появи у літоральній зоні вільно плаваючих личинок (I–II декади травня) до перетворення більшості з них у мальків (II–III декади липня) з частотою два рази на місяць. У русловій частині річок іхтіопланктон відбирали за допомогою ікорних сіток різної конструкції – з прямокутним та круглим входним отвором. Параметри першої: ширина входу 1 м, висота 0,25 м, площа 0,25 м²; фільтруючий конус довжиною 1,6 м з млинового сита № 11. Параметри другої: діаметр входного отвору 0,55 м, площа 0,24 м², конус довжиною 1,5 м з млинового сита №12.

Для дослідження плавальної активності личинок та мальків було сконструйовано експериментальну установку, яка являє собою видовжений

акриловий каркасний акваріум довжиною 1,5 м, шириною 0,2 м і висотою 0,3 м, в якому течія створюється насосом регульованої потужності. Матеріал для експериментів отримували як з природних водойм, так і в лабораторних умовах. Досліди здійснювали у кілька підходів протягом чотирьох – шести тижнів, відбираючи кожного наступного разу більш підрослу молодь до досягнення нею малькового етапу розвитку. Число Рейнольдса розраховували на підставі виміряної критичної швидкості течії за формулою:

$$Re = \frac{lV}{\nu} \quad (1)$$

де l – стандартна довжина тіла личинки; V – визначена експериментально максимальна швидкість плавання (критична швидкість течії), $\nu=0,01$ см²/с – кінематична в'язкість води у температурному діапазоні 20–25°C при тиску 1 атм (умови експерименту).

Визначення личинок та мальків проводили під бінокулярним мікроскопом МБС–9 за визначниками та допоміжними матеріалами (Коблицкая, 1981; Воскобойникова, Павлов, 2006; Urho, 1996). Довжину личинок та мальків вимірювали за допомогою окуляр-мікрометра та міліметрового паперу з точністю до 0,5 мм. Зважували молодь на електронних вагах *OHAUS Scout SE* з порогом чутливості 0,01 г та торсійних вагах *Techniprot WT 1000* з порогом чутливості 0,001 г. Періоди і етапи розвитку молоді риб визначали за загальноприйнятою системою В. В. Васнецова (Васнецов, 1953).

Чисельність покатної молоді (C , екз/м³) визначали за формулою:

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{S \times v \times t} \quad (2)$$

де Q – кількість личинок, які потрапили в сітку (екз), V – об'єм профільтрованої через сітку води (м³), S – площа вхідного отвору сітки (м²), v – швидкість течії (м/с), t – експозиція (с).

Кількісний облік прибережного іхтіопланктону здійснювали методом перерахунку на одиницю зусилля – один сачок або одну спливаючу сітку, а потім – на 1 м² площі водойми.

Для характеристики видового різноманіття іхтіопланктону використовували інформаційний індекс Шеннона, розрахований за чисельністю. Для оцінки домінування видів в угрупованнях використовували індекс ценотичного значення (індекс домінування) Мордухай-Болтовського.

Обробку даних, побудову таблиць та графіків здійснювали за допомогою програми Microsoft Office Excel 2007. Всі середні значення в роботі статистично оброблено і подано зі стандартною похибкою середнього арифметичного.

За іхтіопланктон у даному дослідженні приймали всю ранню молодь до етапу раннього малька включно (зникнення плавцевої складки та початок формування лускового покриву) без диференціації за лінійними розмірами. Після розмежування іхтіопланктону та нектону за допомогою гідродинамічного критерію було уточнено межі планктонної фази для масових видів риб та враховано довжину особин.

Роботу виконували з дотриманням норм біоетики.

СТРУКТУРА ТА ВИДОВЕ РІЗНОМАНІТТЯ ІХТІОПЛАНКТОНУ

Нашими дослідженнями впродовж 2011–2015 р. р. встановлено, що іхтіофауна р. Віти налічує 20 видів риб, що належать до дев'яти родин – коропові *Cyprinidae*, в'юнові *Cobitidae*, сомові *Siluridae*, щукові *Esocidae*, колючкові *Gasterosteidae*, голкові *Syngnathidae*, окуневі *Percidae*, головешкові *Odontobutidae* та бичкові *Gobiidae* (табл. 1). Найбільш масовими представниками іхтіофауни виявились такі фітофільні види, як плітка, краснопірка, плоскирка і карась сріблястий. Відмічено суттєве зниження видового багатства іхтіофауни порівняно з даними попередніх дослідників (Белінг, 1928; Афанасьев, Цыбульский, 1998). Зокрема, зникли прохідні та значно скоротили чисельність реофільні види риб. Тим часом на тлі загального збіднення видового складу відмічено появу таких видів, як багатоголкова колючка, морська голка та головешка ротань.

Іхтіофауна Котурки досліджена слабо – існують лише фрагментарні відомості. Згідно з результатами наших досліджень, поодинокими літературними даними (Федоренко, 2015) та свідченнями місцевих рибалок і працівників рибного господарства, іхтіофауна Котурки на сьогодні налічує 18 видів риб з восьми родин. Значну частину складають інтродуковані види, такі, як товстолобик білий амурський, білий амур східноазіатський, микіжа прісноводна. Нами також відмічено наявність головешки ротаня, який міг потрапити сюди із зарибком промислових видів. Для Котурки характерна присутність реофілів, таких, як пічкур звичайний та бичок пісочник.

В іхтіопланктоні р. Віти за період досліджень виявлено 13 видів, що складає 65% іхтіофауни річки. В іхтіопланктоні Котурки виявлено шість видів, що складає 33% іхтіофауни.

Таблиця 1.

Іхтіофауна та іхтіопланктон річок Віти і Котурки

№	Таксони	Віта		Котурка	
		ІФ	ІП	ІФ	ІП
1	2	3	4	5	6
Cyprinidae – коропові					
1	<i>Idus idus</i> L. – В'язь звичайний	+			
2	<i>Rutilus rutilus</i> L. – Плітка звичайна	+	+	+	+
3	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> L. – Краснопірка звичайна	+	+		
4	<i>Alburnus alburnus</i> L. – Верховодка звичайна	+	+		
5	<i>Leucaspius delineatus</i> Heckel – Вівсянка звичайна		+	+	+
6	<i>Blicca bjoerkna</i> L. – Плоскирка європейська	+	+		+
7	<i>Abramis brama</i> L. – Лящ звичайний	+	+		
8	<i>Ballerus ballerus</i> L. – Синець звичайний	+			
9	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> Valenciennes – Товстолобик білий амурський			+	
10	<i>Rhodeus amarus</i> Bloch – Гірчак європейський	+	+	+	+
11	<i>Gobio gobio</i> L. – Пічкур звичайний			+	+
12	<i>Ctenopharyngodon idella</i> Valenciennes – Білий амур східноазіатський			+	

Продовження таблиці 1.

1	2	3	4	5	6
13	<i>Cyprinus carpio</i> L. – Короп звичайний			+	
14	<i>Carassius carassius</i> L. – Карась звичайний	+			
15	<i>Carassius gibelio</i> Bloch – Карась сріблястий	+	+	+	
16	<i>Tinca tinca</i> L. – Лин звичайний	+	+	+	
Cobitidae – в'юнові					
17	<i>Cobitis taenia</i> L. – Щипавка звичайна	+		+	
Siluridae – сомові					
18	<i>Silurus glanis</i> L. – Сом європейський	+		+	
Salmonidae – лососеві					
19	<i>Parasalmo mykiss</i> Walbaum – Микіжа прісноводна			+	
Esocidae – щукові					
20	<i>Esox lucius</i> L. – Щука звичайна	+	+	+	
Gasterosteidae – колючкові					
21	<i>Pungitius platygaster</i> Kessler – Багатоголкова колючка південна	+			
Syngnathidae – голкові					
22	<i>Syngnathus nigrolineatus</i> Eichwald – Морська голка пухлощока	+	+		
Percidae – окуневі					
23	<i>Sander lucioperca</i> L. – Судак звичайний	+		+	
24	<i>Perca fluviatilis</i> L. – Окунь звичайний	+		+	+
25	<i>Gymnocephalus cernuus</i> L. – Йорж звичайний			+	
Odontobutidae – головешкові					
26	<i>Perccottus glenii</i> Dybowski – Головешка ротань	+	+	+	
Gobiidae – бичкові					
27	<i>Neogobius fluviatilis</i> Pallas – Бичок пісочник			+	
28	<i>Proterorhinus semilunaris</i> Heckel – Тупоносий бичок західний	+	+		
Всього видів:		20	13	18	6

Примітка: ІФ – іхтіофауна; ІП – іхтіопланктон.

В обох річках виявлено чітку динаміку структури іхтіопланктону впродовж сезону, що пов'язано з різним часом настання нересту риб та його тривалістю.

У р. Віті перші личинки з'являлись приблизно одночасно у руслі та в затоці, переважно у І декаді травня при температурі води 15–19°C. Основу іхтіопланктону тоді складали личинки плітки, їх відносна чисельність сягала 98%. Разом з пліткою поодинокими особинами траплялись личинки ляща, плоскирки та краснопірки. Період переважання плітки в іхтіопланктоні був досить коротким і здебільшого закінчувався у кінці травня, оскільки для неї характерний короткий нерестовий період. З прогріванням води до 20–24°C у прибережних угрупованнях іхтіопланктону відбувалось поступове заміщення плітки краснопіркою. Протягом літа при подальшому прогріванні води до 24–25°C в іхтіопланктоні русла та затоки переважали личинки краснопірки. Масово зустрічались також верховодка (до 42% чисельності), гірчак (до 36%), плоскирка (до 28%), карась (до 9%). Відмічено також личинок лина та інвазивного виду головешки ротаня, які траплялись переважно у зарослих ділянках затоки. Загальні зміни структури

угруповань молоді у руслі і затоці були схожими і відображали періоди розмноження видів з більш раннім і щільним (плітка) та пізнім і розтягнутим у часі нерестом (краснопірка, гірчак, верховодка, карась) (рис. 1). У той же час, у прибережному іхтіопланктоні затоки відмічалась дещо менша частка плітки та коротший період її перебування в іхтіопланктоні, а відносна чисельність краснопірки та інших типових лімнофілів, таких, як карась, лин і головешка, була вищою, ніж у руслі.

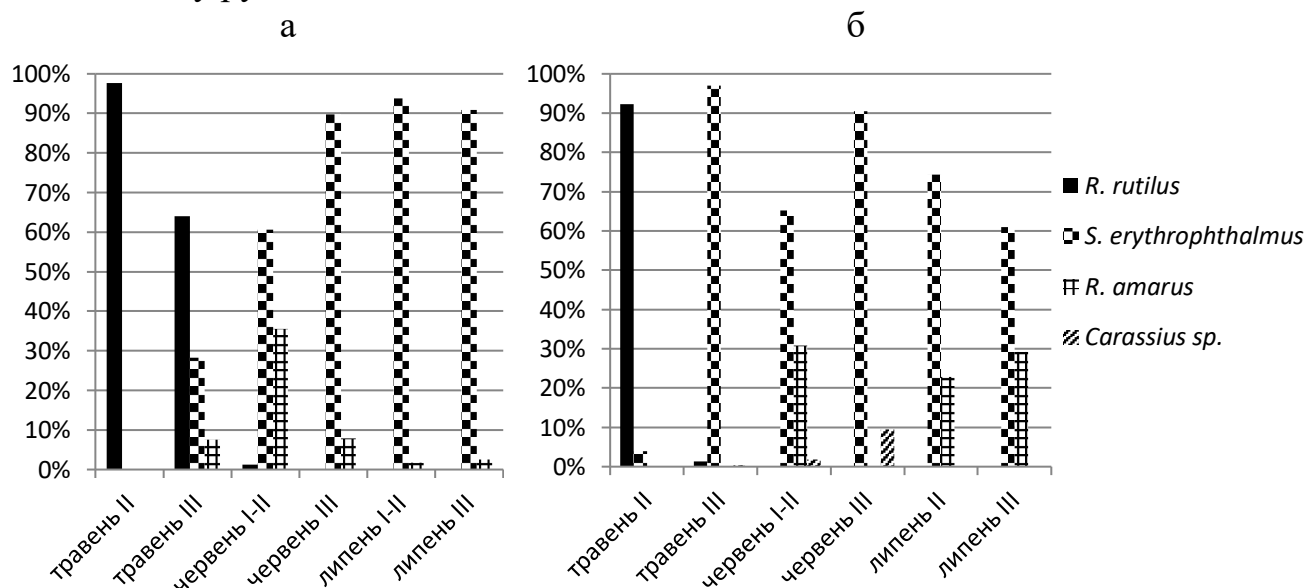


Рис. 1. Динаміка співвідношення масових видів риб у іхтіопланктоні русла (а) та затоки (б) р. Віти

У заплавних водоймах р. Віти виявлено формування принципово відмінного складу іхтіопланктону (рис. 2). У тимчасових заплавних водоймах його основу складали краснопірка та карась, причому останній здебільшого переважав. У відокремлених заплавних озерах перші личинки навесні були представлені карасем та краснопіркою, влітку основу угруповань складала вівсянка. Личинки плітки були відсутні.

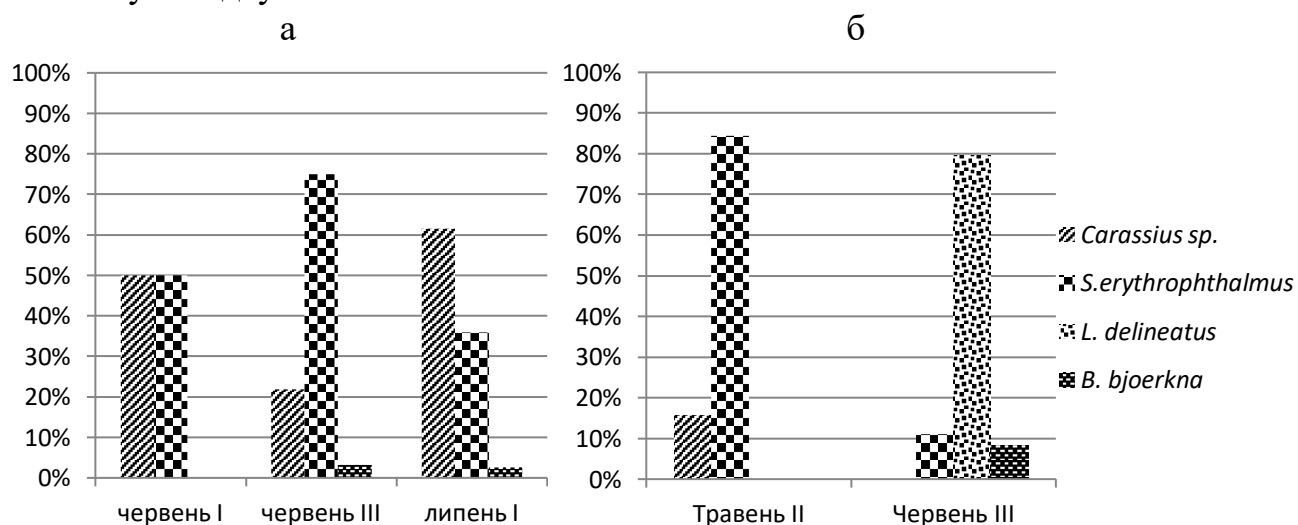


Рис. 2. Динаміка структури іхтіопланктону тимчасових заплавних водойм (а) та заплавних озер (б) р. Віти

Отримані результати показують, що такі озерні види, як карась і краснопірка при розмноженні надають перевагу слабкопроточним мілководним місцям. Їх нерест на таких ділянках відбувається дещо раніше, ніж в основному руслі річки, що може бути пов'язано з швидшим прогріванням води до нерестової температури, а також з відсутністю плітки, яка на піку водопілля масово нереститься у руслі. Висока чисельність молоді карася у таких водоймах підкреслює їх ключову роль у відтворенні цього виду.

Личинок реофільних видів риби, які раніше зазначались у складі іхтіофауни Віти (головень, клепець, білизна), не було виявлено на жодній із досліджених ділянок. Лише на прилеглих до гирла ділянках Дніпра ловились у незначній кількості личинки білизни *Aspius aspius* L. Це вказує на те, що при сучасному гідрологічному режимі річки, пов'язаному з її підпором Канівським водосховищем, умови для відтворення реофільних видів риби несприятливі.

У іхтіопланктоні Котурки перші личинки з'являлись у II декаді травня при температурі води 14–15°C. Основу іхтіопланктону у цей період складала плітка, її відносна чисельність становила 90% (рис. 3).

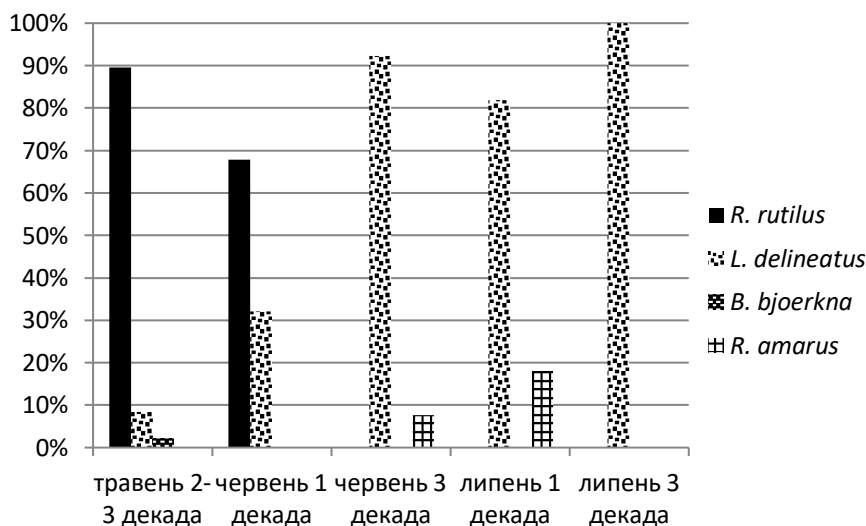


Рис. 3. Динаміка структури прибережного іхтіопланктону ставкової ділянки р. Котурки

іхтіопланктону, що пов'язано з перетворенням личинок у мальків і переходом їх на більшу глибину та відстань від берега. Натомість, значно зростала частка вівсянки – її личинки складали основу іхтіопланктону (92%). Разом з вівсянкою наприкінці червня поодинокими особинами починали траплятися личинки гірчака. У липні прибережні угруповання молоді також були представлені лише вівсянкою та гірчаком, їх частки в іхтіопланктоні складали відповідно 82 і 18%. Наприкінці липня при подальшому підвищенні температури води до 23–24°C молодь риби практично не траплялась, лише в окремих місцях знаходили зграйки, представлені винятково вівсянкою; гірчак випав зі складу іхтіопланктону. У серпні прибережного іхтіопланктону на досліджуваних ділянках виявлено не було, що свідчить про закінчення нересту риби та завершення планктонного

На початку червня при підвищенні температури води до 18–19°C в іхтіопланктоні зростала частка вівсянки, що свідчить про підвищення інтенсивності її нересту внаслідок прогрівання води. Її відносна чисельність збільшилась до 32%, при цьому 68% все ще припадало на плітку. У третій декаді червня при подальшому прогріванні води до 21–24°C плітка повністю зникала із прибережного

періоду їх розвитку, коли сформовані мальки розселяються на більш глибоких ділянках.

Видове різноманіття угруповань гідробіонтів тісно пов'язане із впливом чинників оточуючого середовища. Це було підтверджено і нашими дослідженнями: у р. Віті індекси видового різноманіття були суттєво вищими, ніж у Котурці, яка є зарегульованою (табл. 2). Зміна індексів протягом сезону свідчить про високу динамічність структури іхтіопланктону, заміщення одних видів іншими, високі коливання їх відносної чисельності. До прикладу, у р. Віті у на початку періоду низькі значення індексу різноманіття обумовлені значним кількісним переважанням в іхтіопланктоні плітки на тлі низької кількості інших видів та їх чисельності. Однак у кінці травня – на початку червня індекси видового різноманіття зростають, оскільки з'являються личинки краснопірки та інших видів з більш пізнім нерестом (гірчак, плоскирка карась, лин та ін.), відтак зростає видове багатство, угруповання стають більш вирівняними.

Таблиця 2.

Видове різноманіття іхтіопланктону (за індексом Шеннона) досліджуваних річок (максимальні значення за період досліджень)

Річка	Ділянка	Індекс Шеннона (H)					
		Травень		Червень		Липень	
		I	II	I	II	I	II
Віта	Русло	0,18	1,40	1,20	0,71	1,35	0,65
	Затока	0,50	0,25	1,18	0,96	0,95	1,43
	Тимчасові водойми	–	–	1,00	0,79	0,96	–
	Заплавні озера	0,63	–	–	0,98	–	–
Котурка	Став "Двірець"	–	0,62	0,91	0,39	0,68	0,00
Дніпро		0,42	1,05	1,18	–	0,37	1,11

Примітки: I, II – перша та друга половини місяця.

Серед 13 виявлених в іхтіопланктоні р. Віти видів домінуючу позицію за індексами ценотичного значення Мордухай-Болтовського ($ИЦЗ \geq 0,1$) на досліджуваних ділянках басейну в різні періоди сезону посідали дев'ять видів: плітка, краснопірка, гірчак, лин, карась, головешка-ротань, вівсянка, плоскирка і верховодка. Зокрема, у руслі та затоці виділялись два види з високими індексами домінування (від 0,79 до 0,99) – плітка та краснопірка, які також характеризувались найбільшою відносною чисельністю (рис. 4). Перший переважав навесні, другий – в літній період. У затоці кількість видів-домінантів за сезон була більшою, ніж у руслі. Зокрема, вище ценотичне значення порівняно з руслом мали такі лімнофільні види, як лин, карась та головешка. У заплавних озерах та тимчасово залитих ділянках заплави структура домінування була іншою. Найвищі індекси ценотичного значення у цих водоймах спостерігалась у карася (від 0,21 до 0,95), краснопірки (від 0,31 до 0,68) та вівсянки (0,40).

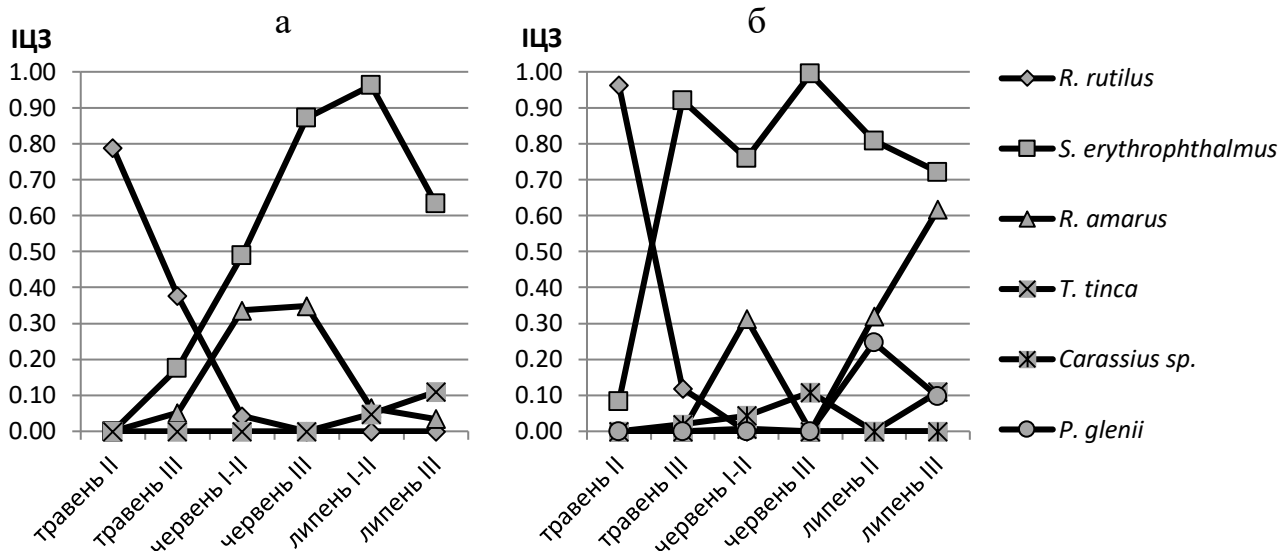


Рис. 4. Структура домінування іхтіопланктону на русловій (а) та заплавної (б) ділянках р. Віти (види з ІЦЗ $\geq 0,1$)

У ставковій частині р. Котурки із знайдених чотирьох три види у той чи інший період сезону досягали домінантних значень ІЦЗ – плітка, вівсянка та гірчак. Тим не менше, отримані показники досить негативно характеризують досліджувану ділянку річки з точки зору різноманіття, вказуючи на те, що інші види (карась, лин, короп та ін.) характеризуються незадовільними показниками відтворення. При цьому вівсянка та гірчак, що превалюють протягом літа, можуть створювати значну харчову конкуренцію молоді промислових видів риб.

Таким чином, у р. Віті, яка досить добре збережена у природному стані і характеризується високою біотопічною різноманітністю, видове різноманіття іхтіопланктону суттєво вище, ніж у р. Котурці, яка по всій протяжності зарегульована і перетворена у каскад ставків. Це означає, що видове різноманіття молоді риб, як і інших гідробіонтів, можна використовувати як один з індикаторів оцінки екологічного стану водних екосистем.

КІЛЬКІСНІ ПОКАЗНИКИ ІХТІОПЛАНКТОНУ, ОСОБЛИВОСТІ ПРОСТОРОВОГО РОЗПОДІЛУ, ПОКАТНА МІГРАЦІЯ

Дослідження чисельності та біомаси іхтіопланктону показали, що впродовж сезону питома чисельність личинок переважно знижується внаслідок природної елімінації, в той час як біомаса іхтіопланктону завжди зростає. Наприклад, у руслі Віти у 2014 р. чисельність личинок у прибережній зоні з II декади травня до III декади липня знижувалась у 5 разів, у затоці – в 9 разів. Натомість біомаса за аналогічний період зростала відповідно у 3,5 та 2,4 рази. Облови цього літку у прибережній зоні русла на початку осені за допомогою спливаючих сіток показали, що в угрупованнях молоді відбувається подальше зниження чисельності, в той час як біомаса ще більш стрімко зростає, і це без врахування значної кількості молоді, зокрема, плітки, яка до цього часу розселяється на більш віддалених від берега та глибоких ділянках (рис. 5).

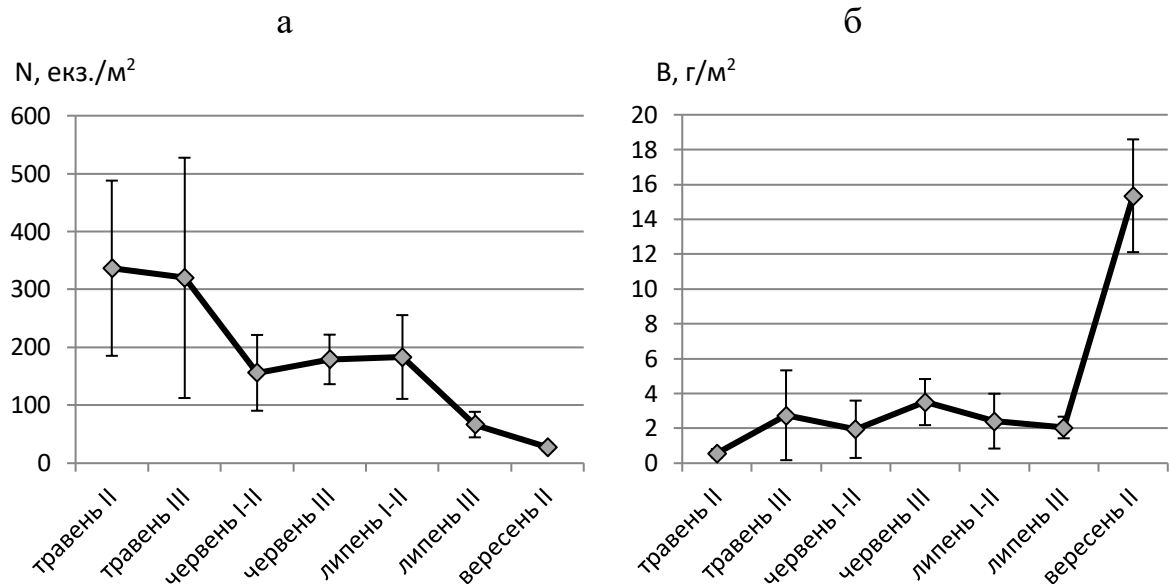


Рис. 5. Динаміка чисельності (а) та біомаси (б) прибережного іхтіопланктону та цьогорічок русла р. Віти у 2014 р.

У прибережній зоні ставка р. Котурки чисельність молоді риб сильно коливалась, досягаючи піків у період масового виходу личинок плітки на початку травня (25 ± 12 екз./м²) та вівсянки і гірчака на початку липня (286 ± 137 екз./м²). Біомаса угруповань протягом сезону загалом зростала від $0,04 \pm 0,02$ до $3,07 \pm 2,37$ г/м². Її зниження у кінці червня (до $0,009 \pm 0,003$ г/м²) та липня (до $2,17 \pm 2,17$ г/м²) пов'язане з міграцією підрослої молоді до глибших ділянок водойми.

Таким чином, загальна біомаса іхтіопланктону у прибережній зоні завжди зростає, навіть без врахування тієї частини підрослої молоді, яка розселяється на більш глибоких ділянках і через зміну біотопу та підвищення активності вже не потрапляє у знаряддя лову. Тобто, фактична біомаса угруповань молоді, вірогідно, буде суттєво вищою.

Розподіл молоді більшості видів характеризувався поступовим віддаленням підрослої молоді від берега та її переміщенням на більшу глибину. Наприклад, для плітки і краснопірки, найбільш чисельних видів р. Віти, спостерігалась така закономірність: личинки на етапах А–С₂ переважно зустрічались біля самого краю берега чи заростей на ділянках з глибиною до 0,3–0,4 м, тримаючись переважно верхніх шарів води, а личинки та мальки на етапах D₂–G ловились переважно на відстані 1–2 м від урізу води, на ділянках з глибиною 0,5–1,0 м, розподіляючись переважно в товщі води. Личинки на етапі D₁ у просторовому розподілі молоді займали проміжне положення. Завдяки таким особливостям плітка та краснопірка практично завжди займали різні ділянки річки, зрідка трапляючись в одній пробі разом. Таке розділення біотопів забезпечувалось також суттєвою різницею у періодах нересту: при масовій появі личинок краснопірки плітка була вже на більш пізніх етапах розвитку і займала глибші та більш віддалені від берега ділянки. Це зводить до мінімуму трофічну конкуренцію між ранньою молоддю цих масових видів риб, що забезпечує їх успішний розвиток. Подібне розділення

спостерігалось і між найбільш численними представниками іхтіопланктону р. Котурки – пліткою і вівсянкою.

На розподіл молоді також впливали зарості вищих водяних рослин, які були основними місцями скупчення іхтіопланктону. Личинки здебільшого збирались зграйками у "вікнах" між заростями. Окремі види, такі як лин, головешка та морська голка, у найбільших кількостях ловились у самій товщі заростей; на відміну від інших видів, їх підрослі личинки та мальки не переміщувались на глибину, а залишались у заростях. Разом з тим під рослинами, які утворюють суцільні килими, погано проникні для сонячного світла (ряска, спіродела, сальвінія), личинки майже ніколи не траплялись, за винятком поодиноких личинок краснопірки та карася у заплавлених водоймах.

Взаємний розподіл прибережної молоді коропових риб залежав як від розміру личинок, так і від прозорості води. Наприклад, у ставках Котурки, де прозорість за диском Секі не перевищувала 0,4–0,5 м, кількість личинок плітки на один сачок на етапах В–D₁ складала всього 1–5 особин, хоча личинок отримували практично при кожному підйомі сачка. На етапах D₂–Е личинки траплялись лише в окремих місцях прибережжя, однак за один підйом сачка тоді виловлювали 16–20 особин. Подібну закономірність виявлено і для вівсянки, личинки якої на ранніх етапах (А–D₁) траплялись практично по всьому прибережжю у кількості 1–15 особин на сачок, на більш пізніх етапах (D₂–F) молодь ловилась на окремих ділянках до 50 особин на сачок. Це дає підстави стверджувати, що у ставках Котурки ембріони та ранні личинки коропових риб (етапи А–D₁) тримаються переважно розосереджено вздовж берегів, а пізні личинки та мальки (етапи D₂–G) збираються у досить щільні зграйки. На відміну від Котурки, у р. Віті, де прозорість води сягала 1–3 м, личинки збирались у щільні зграї одразу після переходу до активного способу життя (етап В). У І–ІІ декадах травня вони ловились у великій кількості (до 138 особин/сачок) і вкрай рідко траплялись поодинокими особинами.

Внаслідок віддалення від берегової лінії і потрапляння у потік частина молоді скочувалась за руслом, здійснюючи у такий спосіб покату міграцію. Дослідженнями встановлено, що у р. Віті за руслом мігрують практично всі представники прибережних угруповань, причому пік їх чисельності спостерігався здебільшого у темну пору доби, що пов'язано насамперед зі зникненням зорових орієнтирів (рис. 6). За увесь період досліджень 84% молоді скочувалось вночі і лише 16% – вдень. Міграція спостерігалась як у період водопілля (початок червня), коли скочувались переважно дрібні личинки, так і в межень (серпень), коли спостерігалась міграція зрілих мальків. Специфічним гідрологічним режимом Віти, пов'язаним з періодичною зміною напрямку течії, обумовлювався і різний напрямок міграції молоді: при стандартній течії міграція проходила у напрямку до гирла, при зворотній – від гирла. Незважаючи на такі флуктуації, переважна більшість молоді (86%) скочувалась в напрямку Дніпра.

У р. Котурці за руслом відмічено скочування лише двох видів риб – окуня і плітки. Обидва види скочувались винятково навесні на етапі ембріонів та ранніх личинок, причому скочування окуня, як виду з раннім нерестом розпочиналось, на один – два тижні раніше, ніж плітки. Воно пов'язане з пелагічним способом

життя його ранньої молоді. Личинки плітки, що потрапляли у русло з відкритих ділянок ставка, очевидно, вийшли з відкладеної на відкритих нерестовищах ікри. Пізніше, під час масового виходу личинок плітки із прибережних мілководних нерестовищ, її скочування за руслом не відмічено. На відміну від Віти, у Котурці впродовж літа покатна міграція молоді більшого розміру не спостерігалась, що може бути наслідком зарегулювання стоку річки, при якому водоскидні колодязі ставків перешкоджають проходженню молоді.

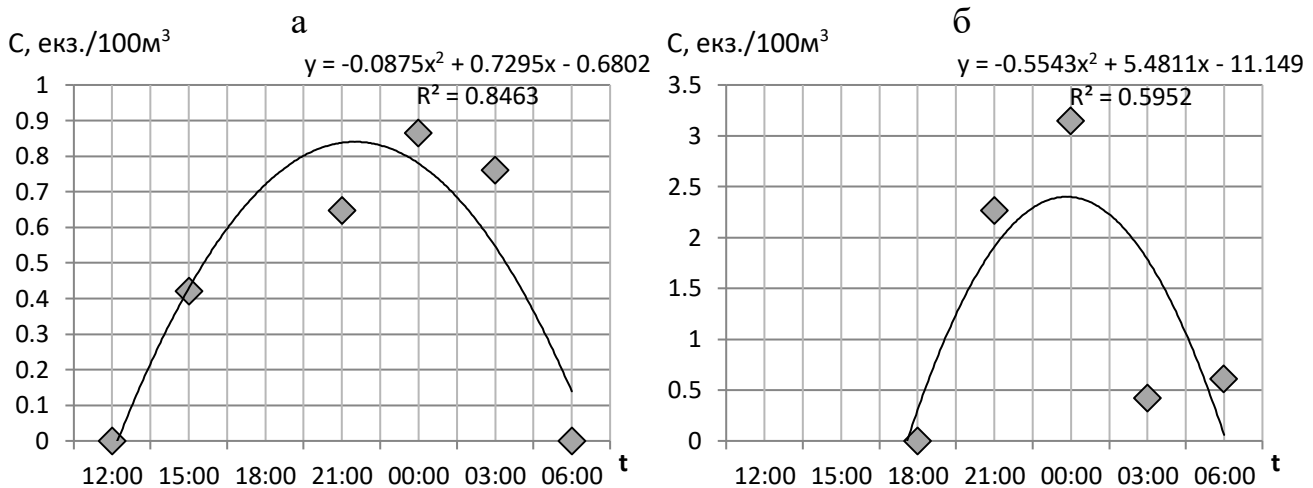


Рис. 6. Добова динаміка чисельності покатної молоді р. Віти у червні (а) та серпні (б) 2013 р.

ШВИДКІСТЬ ПЛАВАННЯ МОЛОДІ РИБ ЯК КРИТЕРІЙ МЕЖІ МІЖ ПЛАНКТОННОЮ ТА НЕКТОННОЮ ФАЗАМИ ІСНУВАННЯ

З метою більш чіткого розмежування планктонної і нектонної фази існування та розуміння міграційних можливостей молоді риб у річках нами було проведено експериментальні дослідження швидкості плавання личинок та мальків різних видів риб, зокрема, масових для досліджених річок.

Експериментальні дані отримано для молоді плітки, краснопірки, верховодки, плоскирки, гірчака, коропа та окуня. При відборі матеріалу для експериментів у прилові в невеликій кількості траплялись також личинки вівсянки, білизни та карася, дані стосовно яких також було отримано.

В ході досліджень було виявлено, що між розміром личинки-малька та швидкістю його плавання існує залежність, наближена до лінійної. Досліджені види риб помітно відрізнялись між собою за показниками максимальної швидкості плавання (рис. 7). З графіка видно, що при малих розмірах (5–7 мм) швидкість плавання личинок різних видів відрізняється мало – лінії залежності практично сходяться або перетинаються між собою. Близькі значення швидкості плавання на найбільш ранніх етапах онтогенезу можна пояснити двома факторами. По-перше, форма тіла ранніх личинок у багатьох видів дуже схожа і суттєво відрізняється за формою молодь починає у процесі підростання, коли поступово формуються ознаки схожості на дорослих особин. По-друге, навіть при

не зовсім однаковій формі, при малих розмірах тіла та за наявності широкої плавцевої складки форма личинки мало впливає на її гідродинамічний опір.

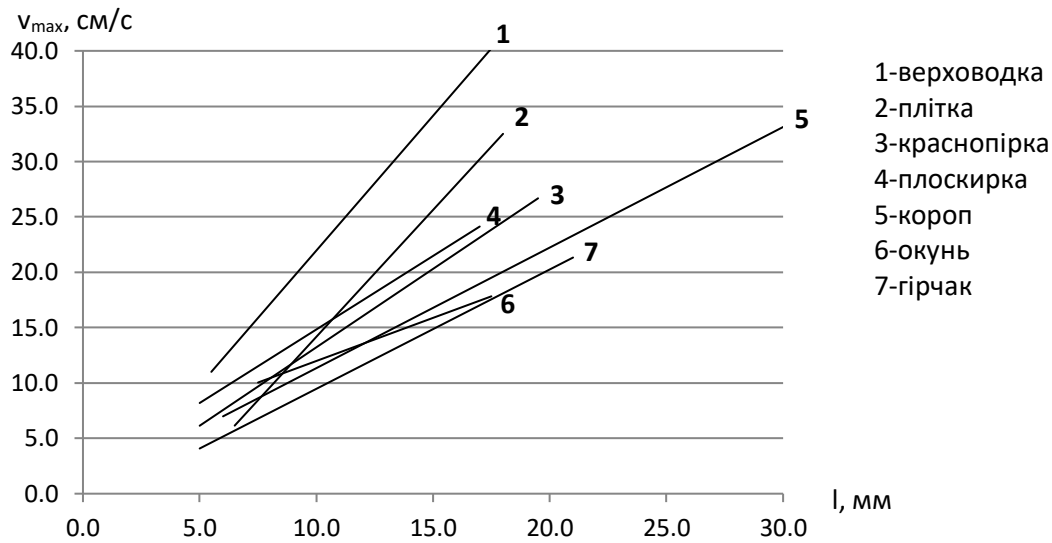


Рис. 7. Залежність максимальної швидкості плавання від довжини тіла у молоді деяких видів коропових риб та окуня

У міру підростання личинок та набуття характерної для кожного виду форми тіла з'являється помітна різниця у їх плавальній активності: у одних видів швидкість плавання зі збільшенням довжини зростає швидше, у інших – повільніше, про що на графіку свідчить кут нахилу прямої $v_{max}(l)$. Чим він більший, тим стрімкіше зростає швидкість плавання личинок зі збільшенням їх розміру. За вказаним критерієм досліджувана молодь у порядку зменшення кутового коефіцієнту розмістилась у ряду верховодка – плітка – краснопірка – плоскирка – короп – окунь – гірчак. Личинки та мальки верховодки, які виявились найшвидшими порівняно з іншими видами, характеризуються найбільш прогонистою формою тіла, що підвищує його обтічність, знижуючи гідродинамічний опір і дозволяючи личинкам розвивати більшу швидкість.

Для порівняння плавальної активності молоді риб різних видів можна також використовувати не прямі показники критичної швидкості течії, а відносні – l/c , де l – довжина тіла. Залежність відносної критичної швидкості від розміру тіла личинок зображено на рис. 8. З діаграми видно, що найвищі показники відносної швидкості плавання по всіх розмірних групах характерні для молоді верховодки. Інші види у порядку зниження відносної швидкості плавання розмістились порізно залежно від розмірної групи. Наприклад, при розмірі 6,5 мм найнижча відносна швидкість плавання у плітки, проте вже при 12,0 мм вона переважає за цим показником інші види. Досить високі показники l/c спостерігаються у ранніх личинок плоскирки, оскільки за формою тіла вони сильно видовжені і нагадують личинок верховодки. Однак, зі збільшенням розміру показники l/c плоскирки падають і стають близькими до показників краснопірки, що пояснюється збільшенням округлості тіла і схожістю форми тіла обох видів на більш пізніх етапах розвитку. Загалом, всі досліджені види розбились на дві категорії: у

першій зі збільшенням довжини тіла відносна швидкість зростає, у другій – знижується. До першої потрапили верховодка, краснопірка, окунь і плітка, до другої – плоскирка, гірчак і короп. Перша група об'єднала види, у яких зі збільшенням довжини тіла висота його залишається відносно сталою, до другої групи потрапили види, тіло яких у процесі розвитку помітно круглішає. Очевидно, саме фактор зменшення видовженості тіла обумовлює зниження показника l/c .

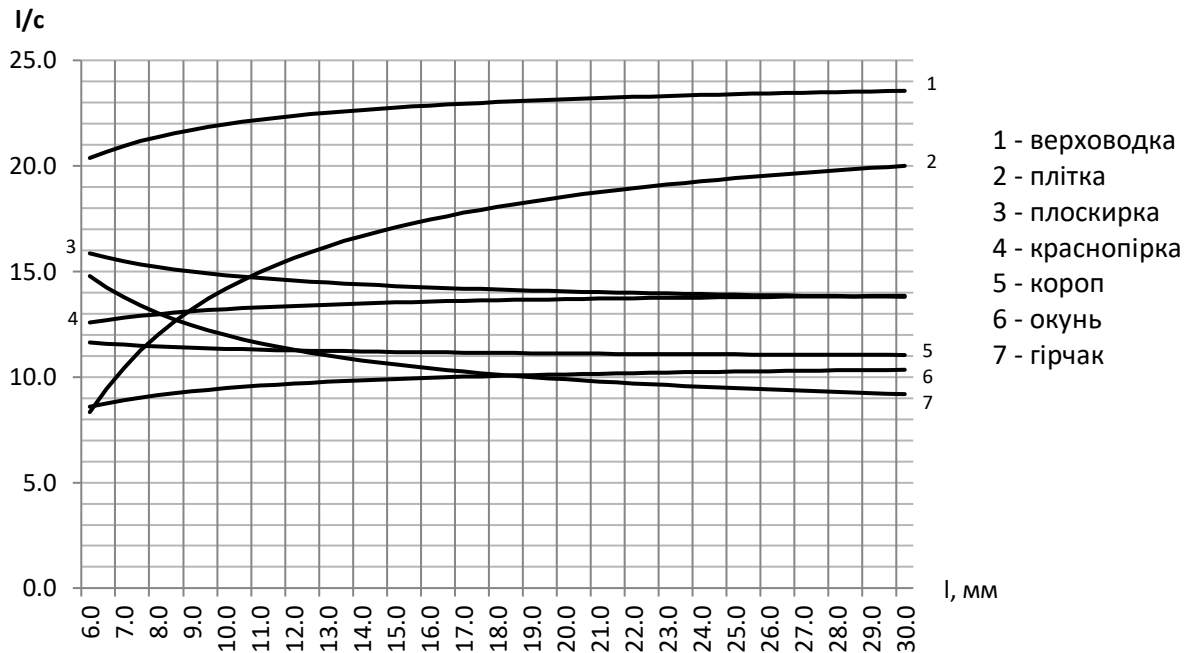


Рис. 8. Залежність відносної критичної швидкості від розміру тіла риб

Обчислені за одержаними експериментальними даними значення числа Рейнольдса показали, що гідродинамічний перехід від планктонної до нектонної фази існування у досліджуваних видів виникає при довжині тіла від 15 до 23 мм, причому раніше він відбувається у швидкої молоді з більш видовженою формою тіла (верховодка, плітка), пізніше – у більш повільної округлої молоді (короп, гірчак). Біологічне відображення даного гідродинамічного критерію проявляється у переході від личинкового до малькового етапу розвитку, при якому зникає плавцева складка і починається формування лускового покриву.

Одержані в результаті експериментів дані дозволили оцінити характер міграцій молоді риб у досліджуваних річках. Наприклад, у р. Віті на початку літа максимальні розміри мігруючої молоді здебільшого не перевищували 17 мм, а їх максимальна швидкість плавання була на порядок нижчою за швидкість течії, що вказує на пасивний характер міграції у даний період. У кінці літа розміри мігруючих мальків та цьоголіток сягали 45 мм, у даному випадку їх швидкість плавання перевищувала швидкість течії, що свідчить про активний чи активно-пасивний характер переміщення за течією. У Котурці максимальний розмір дрейфуючих личинок окуня досягав 8,0 мм, а плітки – 7,0 мм, визначена експериментально максимальна швидкість їх плавання була нижчою за швидкість течії, що вказує на винятково пасивний характер їх міграції.

ВИСНОВКИ

На підставі багаторічних досліджень встановлено, що угруповання іхтіопланктону, які складаються з личинок та ранніх мальків риб, характеризуються постійною зміною таксономічної структури, просторового розподілу та кількісних показників, а міграційні можливості ранньої молоді залежать від характеру антропогенної трансформації русла річки.

1. За період досліджень в іхтіопланктоні малих річок басейну Дніпра, Віти і Котурки, виявлено молодь 14 видів риб, що належать до шести родин. В іхтіопланктоні досліджуваних річок представлено відповідно 65 і 33% їх сучасної іхтіофауни. Найбільш масовою як за кількістю видів, так і за відносною чисельністю молоді, в обох річках виявилась родина корошових *Cyprinidae*.

2. Видове багатство та видове різноманіття іхтіопланктону незарегульованої р. Віти значно вище, ніж у Котурці, яка містить штучні перешкоди у вигляді гребель, що відрізають міграційні шляхи плідників. Більша кількість різних біотопів, характерних для Віти, також створює умови для більшого видового багатства та різноманіття іхтіопланктонних угруповань.

3. Структура іхтіопланктону впродовж сезону постійно змінюється, що пов'язано з різним часом настання та тривалістю нересту плідників: першими з'являються личинки ранньонерестуючих видів, згодом вони заміщуються личинками риб з більш пізнім нерестом. Найкоротший період існування в іхтіопланктоні характерний для видів з одноразовим нерестом, найдовший – у риб з порційним ікрометанням та розтягнутим у часі нерестовим періодом.

4. Рання молодь риб впродовж сезону зазнає суттєвої елімінації, однак, незважаючи на зниження чисельності, загальна біомаса іхтіопланктону внаслідок росту личинок та мальків завжди зростає.

5. Покатна міграція риб на ранніх етапах розвитку можлива не лише у річках з природним плином, а й у зарегульованих. Видове багатство та максимальні розміри мігруючої молоді внаслідок наявності штучних перешкод на шляху міграцій у зарегульованій річці суттєво нижчі, ніж у річці з природним плином.

6. Одержані показники максимальної швидкості плавання молоді масових видів вказують на те, що у незарегульованій р. Віті покатна міграція має пасивний та активно-пасивний характер, у зарегульованій р. Котурці – винятково пасивний.

7. Дослідженнями плавальної здатності молоді риб встановлено, що найбільш значні відмінності у швидкості плавання між різними видами спостерігаються на пізніх етапах розвитку, коли молодь набуває характерних для свого виду пропорцій.

8. Перехід до нектонної форми існування (досягнення значень числа Рейнольдса порядку $5,0 \cdot 10^3$) у досліджуваних видів риб відбувається при досягненні довжини тіла 15–23 мм, що здебільшого відповідає переходу до малькового етапу розвитку, коли енергетично вигідною стає обтічна форма тіла з якомога меншою питомою поверхнею та гідродинамічним опором.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у фахових виданнях

1. **Абрам'юк І. І.**, Афанасьєв С. О. Застосування гідродинамічного критерію для виокремлення іхтіопланктону (на прикладі молоді коропових риб). *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біологія*. 2015. № 3–4 (64). С. 25–29. (участь у проведенні експериментів, обробці даних та написанні статті).
2. **Abramiuk I. I.**, Afanasyev S. A. Swimming Performance of Juveniles of Some Freshwater Fishes as Index of Transition to Nekton Mode of Life. *Hydrobiological Journal*. 2017. Vol. 53, Iss. 4. P. 36–42. (проведення експериментів, участь в аналізі даних та написанні статті).
3. **Abramiuk I. I.**, Afanasyev S. A., Gupalo Ye. A. Structural Characteristics of Ichthyoplankton of the Small Regulated River in the Kyiv Polissya. *Hydrobiological Journal*. 2018. Vol. 54, Iss. 2. P. 55–63. (відбір та обробка матеріалу, аналіз даних та участь у написанні статті).
4. **Abramiuk I.**, Afanasyev S. Structural characteristic of ichthyoplankton in a small river flowing within a bar plain of the Dnipro River. *Ribogospod. nauka Ukr.* 2017. № 3(41). P. 5–16. (відбір та обробка матеріалу, аналіз даних та участь у написанні статті).
5. **Абрам'юк І. І.**, Афанасьєв С. О., Прімачов М. Т. Особливості плавальної здатності ранньої молоді коропових риб у зв'язку з формою їх тіла. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біологія*. 2017. №4 (71). С. 78–84. (участь у проведенні експериментів, аналіз даних та участь у написанні статті).

Матеріали та тези доповідей конференцій

6. **Абрам'юк І. І.** Молодь риб гирлової ділянки р. Віта. *Сучасні проблеми теоретичної та практичної іхтіології* : матеріали VI Міжнародної іхтіологічної науково-практичної конференції, 9–12 жов. 2013 р. Тернопіль : Вектор, 2013. С. 20–23.
7. **Абрам'юк І. І.** Покатна міграція молоді риб в р. Віта. *Актуальні проблеми сучасної гідроекології* : збірник матеріалів науково-практичної конференції, присвяченої 95-річчю заснування Національної академії наук України. Київ : СПД Андрієвська Л. В., 2013. С. 8–9.
8. **Абрам'юк І. І.** Умови розмноження та характеристика молоді краснопірки *Scardinius erythrophthalmus* (Cyprinidae) в річці Віта (басейн Дніпра). *Фундаментальні та прикладні дослідження в біології* : матеріали III Міжнародної наукової конференції студентів, аспірантів та молодих учених, 24–27 лют. 2014 р. Донецьк : Ноулідж, 2014. С. 43–44.
9. **Абрам'юк І. І.**, Афанасьєв С. О. Опірність течії молоді прісноводних риб як критерій для визначення меж планктону і нектону. *Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології* : матеріали VII Міжнародної іхтіологічної науково-практичної конференції, 10–13 вер. 2014 р. / ред. В. О. Демченко, Ю. В. Пилипенко, Н. А. Демченко, М. Ю. Ткаченко. Херсон : Грінь Д. С., 2014. С. 12–15. (участь у проведенні експериментів, обробці даних та написанні матеріалів).

10. **Абрам'юк І. І.** Іхтіопланктон верхньої течії Прип'яті та її приток Стохід та Стир. *Сучасна гідроекологія: місце наукових досліджень у вирішенні актуальних проблем* : збірник матеріалів науково-практичної конференції, присвяченої 75-річному ювілею Інституту гідробіології НАН України. Київ, 2015. С. 11–12.
11. **Абрам'юк І. І.** Динаміка чисельності та біомаси іхтіопланктону р. Віта. *Біологічні дослідження – 2016* : Збірник наукових праць. Житомир : ПП "Рута", 2016. С. 81–82.
12. Долинский В. Л., Афанасьев С. А., **Абрам'юк І. І.**, Гупало Е. А., Кирилук О. П., Трылис В. В. Метод оценки абсолютной численности массовых видов рыб. *Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології*: матеріали IX Міжнародної іхтіологічної науково-практичної конференції. Одеса : ТЕС, 2016. С. 79–82. (участь у відборі і обробці матеріалу та аналізі даних).
13. **Абрам'юк І. І.** Весняний іхтіопланктон руслової частини р. Котурка. *Сучасна гідроекологія: місце наукових досліджень у вирішенні актуальних проблем* : збірник матеріалів III науково-практичної конференції для молодих вчених. Київ : Логос, 2016. С. 7–9.
14. **Абрам'юк І. І.** Скочування ікри та личинок деяких видів риb у р. Ріка (басейн Тиси). *Сучасна гідроекологія: місце наукових досліджень у вирішенні актуальних проблем* : збірник матеріалів IV науково-практичної конференції для молодих вчених, присвяченої 100-річчю Національної академії наук України. Київ : Логос, 2017. С. 7–8.

Подяка

Автор висловлює щирю вдячність науковому керівнику С. О. Афанасьєву за допомогу та цінні поради у процесі виконання роботи, к. б. н., с. н. с. В. Л. Долинському, м. н. с. О. П. Кирилук, д. б. н., проф. О. М. Арсану та іншим колегам за допомогу у відборі матеріалу, корисні поради, консультації та підтримку.

Анотація

Абрам'юк І. І. Структура іхтіопланктону малих рівнинних річок. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 03.00.10 «Іхтіологія». – Інститут гідробіології НАН України, Київ, 2018.

У роботі висвітлено закономірності зміни структури угруповань ранньої молоді риb впродовж весняно-літнього сезону у малих рівнинних річках, що розташовані у межах м. Києва і мають різний характер антропогенної зміни русла. Встановлено, що у річці з трансформованим руслом (Котурка) видове багатство та різноманіття іхтіопланктону нижче, ніж у річці з відносно природним руслом, що характеризується звивистістю та великою різноманітністю біотопів (Віта). Структура іхтіопланктону постійно змінюється впродовж сезону, що пов'язано з різним часом настання та тривалістю нересту плідників: першими з'являються личинки ранньонерестуючих видів, згодом вони заміщуються личинками риb з більш пізнім нерестом. Угруповання личинок впродовж сезону зазнають суттєвої

елімінації, однак загальна біомаса іхтіопланктону внаслідок росту молоді завжди зростає. Для малих річок характерна покатна міграція молоді риб, яка відбувається навіть за умов зарегулювання русла, хоча в такому випадку видове багатство мігруючої молоді суттєво нижче у порівнянні з незарегульованим руслом. Встановлено, що здатність молоді риб протидіяти течії залежить від форми тіла, вона визначає межу переходу від планктонної до нектонної фази існування, а це, у свою чергу, відображається на характері міграцій молоді риб за руслом річок.

Ключові слова: іхтіопланктон, структура, чисельність, біомаса, покатна міграція, малі річки.

Аннотация

Абрамюк И.И. Структура ихтиопланктона малых равнинных рек. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук (доктора философии) по специальности 03.00.10 «Ихтиология». - Институт гидробиологии НАН Украины, Киев, 2018.

В работе освещены закономерности изменения структуры сообществ ранней молодежи рыб в течение весенне-летнего сезона в малых равнинных реках, расположенных в пределах г. Киева и имеющих различный характер антропогенного изменения русла. Установлено, что в реке с трансформированным руслом (Котурка) видовое богатство и разнообразие ихтиопланктона ниже, чем в реке с относительно естественным извилистым руслом и большим разнообразием биотопов (Вита). Структура ихтиопланктона постоянно изменяется в течение сезона, что связано с разным временем наступления и длительностью нереста производителей: первыми появляются личинки ранненерестующих видов, впоследствии они замещаются личинками рыб с более поздним нерестом. Группировки личинок в течение сезона испытывают существенную элиминацию, однако общая биомасса ихтиопланктона вследствие роста молодежи всегда увеличивается. Для малых рек характерна покатная миграция молодежи рыб, которая происходит даже в условиях зарегулирования русла, хотя в таком случае видовое богатство мигрирующей молодежи существенно ниже по сравнению с незарегулированным руслом. Установлено, что способность молодежи рыб противостоять течению зависит от формы тела, она определяет границу перехода от планктонной к нектонной фазе существования, а это, в свою очередь, отражается на характере миграций молодежи рыб по руслу рек.

Ключевые слова: ихтиопланктон, структура, численность, биомасса, покатная миграция, малые реки.

Abstract

Abramiuk I. Structure of ichthyoplankton in small plain rivers. – Manuscript. Thesis for obtaining the Doctor of Philosophy degree (PhD) in Biological Sciences, specialty 03.00.10 «Ichthyology». – Institute of Hydrobiology, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 2018.

The work deals with patterns of structural changes in early young fish communities (ichthyoplankton) during spring-summer season in small plain rivers, by example of the Vita and the Koturka rivers, which are located within the boundaries of Kyiv city, but have different character of channel transformation. The Vita River is mostly unregulated, but as it flows into the Dnipro in front of the Kaniv reservoir, it undergoes some backwater effect. Unlike the Vita, the Koturka River has been transformed into a cascade of ponds.

In the Vita River the littoral ichthyoplankton during May-July mostly consisted of limnophilic fish larvae belonging to *Cyprinidae* family. In the river channel and the backwater at the beginning of the period larvae of *Rutilus rutilus* prevailed, later they were substituted by larvae of more thermophilic species, among which *Scardinius erythrophthalmus* was the most abundant. In the oxbow lakes and temporarily flooded areas in spring the coastal ichthyoplankton was mainly structured by larvae of *Carassius sp.* and *S. erythrophthalmus*, in summer the larvae assemblages of oxbow lakes were quantitatively dominated by *Leucaspis delineatus*. Rheophilic species among young fish were absent, which indicates unfavorable conditions for their spawning at present hydrologic regime of the river. The downstream migration was observed in most of the identified species. The bulk of young fish drifted along the channel at night. In spite of fluctuations in the reservoir water level and the periodic occurrence of the reverse flow at the Vita mouth area, the drift of larvae and juveniles to the Dnipro River generally prevailed.

Ichthyoplankton structure in the Koturka River was marked by poorer species composition compared to the Vita, but was also dynamic: the larvae of early spawning species, as *Perca fluviatilis* and *R. rutilus*, appeared firstly, then being substituted by later spawning species, as *Rhodeus amarus* and *L. delineatus*. The majority fishes' larvae were caught in the littoral zone of ponds constructed on the river, while some species were distributed in the pelagic zone and drifted along the channel to the lower located ponds, realizing the downstream migration even under regulation of the river.

The Vita River, which is relatively well preserved in its natural state and characterized by diversity of habitats and large number of spawning grounds, had significantly higher species diversity than the Koturka, where the construction of ponds might have affected the diversity of ichthyofauna. The Shannon index in the Vita River reached the value of 1.43, while in the Koturka it did not exceed 0.91.

Ichthyoplankton abundance, calculated by catch per unit effort, fluctuated during the season. The largest number of larvae was observed in spring, at the peak of hatching from eggs. During summer, the number of ichthyoplankton significantly decreased (by 5–7 times) due to natural elimination. Despite this, the biomass of ichthyoplankton increased by an average of 6–12 times due to the growth of young fish. It indicates that even under high mortality, the ichthyoplankton assemblages accumulate their biomass significantly.

Experimental studies, conducted on certain representatives of ichthyoplankton, were aimed at measuring the critical swimming speed (CSS) of larvae and juveniles. According to this indicator, the hydrodynamic boundaries of plankton / nekton for the investigated fish have been determined, which is an important fundamental issue of hydrobiology. Experimental data were obtained for *R. rutilus*, *S. erythrophthalmus*,

Alburnus alburnus, *Blicca bjoerkna*, *R. amarus*, *Cyprinus carpio* and *P. fluviatilis*. It was found that the studied species manifest the rheoreaction at the very early yolk-sac stage. Experiments have shown that early larvae of investigated fishes are characterized by rather close values of CSS, which is related to the similarity of their body shape. In the process of transformation to juveniles they acquire the species' characteristic proportions, which causes the difference in their CSS: the juveniles with an elongated shape (*A. alburnus*, *R. rutilus*) turned out to be faster than the more rounded ones (*C. carpio*, *R. amarus*). All the investigated species achieved the Reynolds number of $5.0 \cdot 10^3$ (the hydrodynamic boundary between plankton and nekton) when the body length reached 15–23 mm, depending on the values of CSS. Most species by this hydrodynamic criterion turned to nekton at the stage of a fully developed juvenile with scales, and only the fastest ones, *A. alburnus* and *R. rutilus*, at the transformation stage from larva to juvenile, when the scaling cover begins to form. The transition from plankton to nekton implied morphological changes which reduce hydrodynamic resistance of the fish body: the fin fold disappears, scale develops, the body becomes more streamlined.

Results obtained in the thesis point out the important role of small tributaries of the Dnipro in reproduction of many fishes, particularly the industrial ones. They can serve as a basis for identifying the most suitable places for restoration of fish populations, as well as for proper planning of measures aimed at protection, conservation and restoration of ichthyofauna of small rivers and waters associated with them. Besides it, the experimental data on CSS may have practical application in protection of young fish from entering the water intakes.

Key words: ichthyoplankton, structure, abundance, biomass, downstream migration, small rivers.