

УДК 591.624.12 : 574.5(282)

Ю. Ф. Громова, В. В. Триліс

ЗООПЛАНКТОН ГИРЛОВОЇ ДІЛЯНКИ Р. ВІТИ ТА ЙОГО ЕНЕРГЕТИЧНИЙ БАЛАНС

В роботі розглянуто елементи енергетичного балансу зоопланктону гирлової ділянки р. Віти (басейн р. Дніпро) на чистоводних і зарослих макрофітами біотопах, показана роль у цьому балансі окремих таксономічних і трофічних груп. Визначено внесок зоопланктону в енергетичний баланс екосистеми гирлової ділянки р. Віти в різні за водністю роки.

Ключові слова: зоопланктон, енергетичний баланс, біомаса, продукція, деструкція.

Енергетичний баланс водної екосистеми визначається потоками речовини та енергії між її біотичними і абіотичними складовими. Угрупування гідробіонтів, що продукують і трансформують органічні речовини, є його безпосередніми учасниками. У ході комплексних досліджень енергетичного балансу гирлової ділянки р. Віти (права притока Дніпра) визначали внесок угрупування зоопланктону, що є основним споживачем первинної продукції фітопланктону.

Метою роботи було вивчення структурно-функціональних характеристик угрупування зоопланктону та його енергетичних складових у різних біотопах гирлової ділянки р. Віти.

Матеріал і методика досліджень. Річка Віта — права притока р. Дніпро, що протікає на околиці південної частини м. Києва. Більш повна характеристика річки наведена в роботах [17, 19, 21]. Для досліджень було обрано топографічно обособлену ділянку гирлової частини річки (N 50°19,839', E 30°35,425'), типову для водотоку, загальною площею 27800 м². У межах обраної ділянки було виділено два основних біотопи: проточна частина і затоки з площею відповідно 13000 та 14800 м². Фактично, ці ділянки відповідали поділу на чистоводдя та зарості, що є суттєвим для досліджень зоопланктону. Середня глибина проточної частини (чистоводдя) становила 2 м, затоки — 0,5 м. Швидкість течії у проточній ділянці досягала 0,2 м/с, в затоках постійна течія була відсутня.

Дослідження проводили у вегетаційний період 2011 і 2013 р., тобто у роки з різною водністю. За даними Центральної геофізичної обсерваторії у

© Ю. Ф. Громова, В. В. Триліс, 2017

2013 р. витрати води у Дніпрі (по Канівському водосховищу) були майже у 1,5 рази більшими, ніж у 2011 р. (відповідно 1800 і 1270 м³/с) [9]. Високі рівні води у Канівському водосховищі позначилися також і на гирловій ділянці р. Віти, де протягом усього вегетаційного періоду 2013 р. рівень води був підвищений.

Проби зоопланктону відбирали з поверхневого шару за допомогою планктонної сітки Апштейна (газ № 68), фіксували та обробляли за стандартними гідробіологічними методиками [13]. При описі таксономічного складу використовували термін НІТ — нижчий ідентифікований таксон. Для розрахунку подібності фауністичного складу зоопланктону використовували індекс Серенсена, для оцінки гетерогенності кількісних показників — коефіцієнт варіації CV (%) [15].

У ході досліджень визначали наступні елементи (показники) енергетичного балансу зоопланктону гирлової ділянки р. Віта (середньодобові за вегетаційний період та середньовегетаційні — за 180 діб) [4]: біомасу (B); продукцію (P); відношення цих величин (P/B -коефіцієнт); деструкцію (R), яка відображає енергію, що розсіюється у процесі життєдіяльності, інакше кажучи, витрати на обмін, або дихання; відношення деструкції до біомаси (R/B -коефіцієнт); асиміляцію, або асимільовану енергію ($A = P + R$), яка відображає кількість засвоєної їжі; раціон (C), який дорівнює загальній кількості спожитої їжі (енергії), що складається з продукції попередніх трофічних рівнів.

В угрупованнях зоопланктону виділяли два трофічних рівня: первинні консументи (мирний зоопланктон) і вторинні консументи (хижий зоопланктон). До першої групи відносили форми, що живляться переважно фітопланктоном, детрито- і бактеріофагів. Це більшість коловороток, гіллястовусі ракоподібні родин Sididae, Daphnidae, Macrothricidae, Chydoridae, Bosminidae, нестатевозрілі особини із родин Polyphemidae, Leptodoridae, представники Calanoida (крім особин старших стадій родів *Heterocope* і *Eurytemora* та дорослих крупних діаптомусів), науплії і молодші копеподіти (1—3-ї стадії) представників Cyclozoidea. До хижих відносили дорослих *Heterocope* та крупних циклопів — *Macrocyclops fuscus* (Jurine), *Macrocyclops albidus* (Jurine), *Cyclops strenuus* Fischer, *Acanthocyclops viridis* (Jurine) та ін., статевозрілих гіллястовусих *Leptodora* і *Polyphemus* [12].

Показники енергетичного балансу зоопланктону розраховували для кожного трофічного рівня. Якщо у складі планктону були еврифаги (наприклад, *Asplanchna priodonta* Gosse), половину їх кількості відносили до мирних, а іншу — до хижих.

Продукцію зоопланктону визначали «фізіологічним» методом [2], використовуючи співвідношення значень продукції (P) і витрат на обмін (R), які пов'язані через коефіцієнт використання асимільованої їжі на ріст (K_2):

$$P = RK_2 / 1 - K_2$$

Деструкцію (R), або витрати на обмін, розраховували через швидкість споживання кисню (дихання) (Q). У всіх тварин швидкість споживання кисню знаходиться у функціональній залежності від маси тіла (W): $Q = aW^{a/b}$. Константи a і a/b розраховані для окремих таксономічних груп [8, 16]. Для переходу до витрат на обмін використовували оксикалорійний коефіцієнт 14,2 Дж/мг O_2 . Якщо температура води відрізнялась від 20° більше ніж на 2° , у розрахунок витрат на обмін вносили температурну поправку шляхом множення на $2,3^{0,1(t-20)}$, де t — реальна температура води [5].

Енергетичний еквівалент маси визначали по вмісту в ній сухої речовини. Оскільки енергоємність сухої речовини для всіх груп водних тварин близька до 21 Дж/мг, то при співвідношенні сухої і сирої речовини у планктонних ракоподібних і коловерток 0,1 (10%) енергетичний еквівалент сирої маси складає 2,1 Дж/мг. Для окремих таксономічних груп зоопланктону використовували дані по їхній калорійності, наведені у літературі [1].

При виборі значення коефіцієнта використання асимільованої їжі на ріст, яке необхідне для розрахунку продукції зоопланктону, керувались наступним. У розрахунках широко використовується значення $K_2 = 0,4$ для зоопланктону в цілому, яке було визначене на основі літературних даних [10]. Однак, при визначенні середнього K_2 автор не враховував значення нижче 0,1 (спираючись на припущення, що K_2 не залежить від концентрації корму). У той же час значення $K_2 = 0,4$ вважається завищеним [3]. Значення K_2 масових видів зоопланктону оз. Красного, отримані автором через розрахунок по ваговому приросту величини дихання і продукції, майже у всіх випадках виявились нижче 0,4. За даними [14], середнє значення K_2 для ракоподібних може бути прийнятим близьким до 0,3, згідно з [1, 2] для водних безхребетних тварин у 99% випадків воно знаходиться у діапазоні 0,22—0,30, в середньому 0,26. Виходячи з вищесказаного, для розрахунку продукції зоопланктону ми прийняли значення $K_2 = 0,26$.

Крім загальної, визначали частку продукції зоопланктону, яка залишається після виїдання мирних форм хижими всередині угруповання [7, 18]:

$$P_{\text{«реальна»}} = P_M - C_X + P_X,$$

де P_M і P_X — продукція мирного і хижого зоопланктону, C_X — раціон хижаків.

Розраховану таким чином продукцію в літературі називають «реальною» або «чистою», оскільки вона є доступною для використання наступними ланками трофічного ланцюга — рибою та ін.

Раціон, або кількість спожитої їжі (C), визначали діленням асиміляції (A) на прийняту величину засвоюваності ($1/U$): $C = A/1/U$. При засвоюваності 0,6 для мирних зоопланктонів і 0,8 для хижих [1, 10], раціон дорівнює 1,67 (1/0,6) асиміляції для мирного зоопланктону і 1,25 (1/0,8) асиміляції для хижого. Асиміляція розраховується як сума продукції і деструкції [1, 6]. У випадках, коли раціон хижаків дорівнював або був вище продукції мирного зоопланктону, продукцію угруповання в цілому вважали рівною продукції

хижаків. Такий методологічний підхід зумовлений тим, що продукцію зоопланктону у деяких випадках розраховують як суму продукції дорослих рачків, оскільки планктонні хижаки живляться переважно меншими за розміром організмами (дрібними коловертками, інфузоріями, наупліями та копеподітами 1—3 стадій, молоддю кладоцер), які мало споживаються рибами, що вибірково харчуються більшими за розміром формами [12].

Результати досліджень та їх обговорення

За період досліджень у зоопланктоні гирлової ділянки р. Віти було виявлено 98 НІТ (84 визначено до рангу виду), серед яких 42 (33) коловерток, 19 (15) веслоногих і 37 (36) гіллястовусих ракоподібних. У 2011 р. видове багатство складало 61 НІТ, у 2013 р. — 87. На чистоводних ділянках і у заростях макрофітів кількість НІТ зоопланктону у 2011 р. складала відповідно 52 і 43, а його подібність за Серенсенем була високою — у середньому 0,72. У 2013 р. видове багатство чистоводних і зарослих ділянок було однаковим — по 67 НІТ, їх подібність за Серенсенем в середньому становила 0,70. Однорідність фауністичного складу планктону на чистоводді і у заростях, ймовірно, пов'язана з інтенсивним вимиванням планктону з заростей в умовах посиленого гідродинамічного режиму [19, 20].

Спільність домінуючих таксонів зоопланктону між чистоводдям і заростями найчастіше була доволі високою. Серед домінантів обох біотопів у гирловій ділянці р. Віти за кількісними показниками (> 10% чисельності, біомаси, деструкції) були представники різних таксономічних груп, при цьому спостерігалась тенденція до переважання у заростях дорослих циклопів, а на чистоводді — їх молоді і коловерток. Представники кладоцер більше значення мали серед домінантів по біомасі і деструкції, їх частка була більшою у заростях. Загалом, серед коловерток домінували *Eiphanes clavulata* (Ehrenberg), *Conochilus hippocrepis* (Schrank), *Polyarthra dolichoptera* Idelson, *A. priodonta* та ін., серед ракоподібних — *Simocephalus vetulus* (O.F. Müller), *Ceriodaphnia quadrangula* (O.F. Müller), *Eurycercus lamellatus* (O.F. Müller), *Bosmina longirostris* (O.F. Müller), *Thermocyclops crassus* (Fischer), *M. albidus* та ін.

Показники кількісного розвитку зоопланктону на протязі вегетаційного періоду змінювались у широких межах і найчастіше були вищими у заростях (табл. 1). Так, чисельність у 2011 р. варіювала від 0,31 до 29,98 тис. екз/м³ на чистоводді та від 0,38 до 36,84 тис. екз/м³ у заростях. Біомаса цього року змінювалась у межах відповідно 0,02—0,57 г/м³ і 0,002—1,36 г/м³. У 2013 р. чисельність зоопланктону коливалась у межах 3,12—210,24 тис. екз/м³ (чистоводдя) і 0,64—232,36 тис. екз/м³ (зарості), біомаса — відповідно 0,03—2,93 і 0,01—28,21 г/м³. Неоднорідність просторового розподілу показників рясності зоопланктону була більшою в заростях, про що свідчать значення коефіцієнту варіації (CV, %). Так, у 2011 р. значення CV, розраховані за чисельністю і біомасою зоопланктону, на чистоводді були нижче (відповідно 82,13 і 116,31), ніж у заростях (148,89 і 180,72). Подібна динаміка спостерігалась і у 2013 р. — значення CV на чистоводді дорівнювали 56,55 по чисельності і 52,10 по біомасі, у заростях — відповідно 85,03 і 171,01.

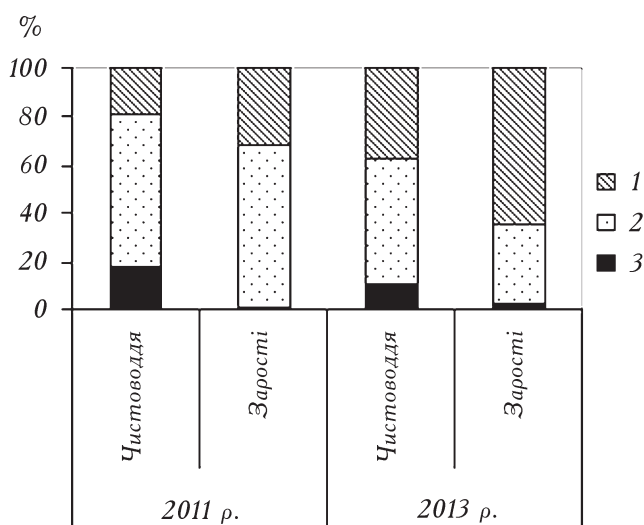
Найбільшу частку у чисельності зоопланктону гирлової ділянки р. Віти склали копеподи — у 2011 р. в середньому 74% на чистоводді і 85% у заростях, у 2013 р. — відповідно 66 і 59%. По біомасі переважали кладоцери, частка яких у заростях (у середньому 62% у 2011 р. і 89% у 2013 р.) була вищою, ніж на чистоводді (відповідно 40 і 62%).

Найбільша частка енергетичного потоку в угрупованні зоопланктону на чистоводді у 2011 р. забезпечувалась коловертками, калорійність яких у середньому складала 45% загальної, у 2013 р. — гіллястовусими ракоподібними (46%). У заростях переважали гіллястовусі ракоподібні — у середньому 54% (2011 р.) і 84% (2013 р.) загальної калорійності (див. табл. 1). За показниками деструкції на чистоводді переважали веслоногі ракоподібні — у середньому 0,08 кДж/м³ за добу у 2011 р. і 0,50 кДж/м³ за добу у 2013 р., у заростях у 2011 р. більшість склали веслоногі (0,15 кДж/м³ за добу), у 2013 р. — гіллястовусі ракоподібні (2,12 кДж/м³ за добу) (рис. 1).

Зоопланктон р. Віти складався з представників різних трофічних груп, але для характеристики енергетичного балансу важливе співвідношення хижаків і мирних зоопланктонтів. У вегетаційний період 2011 р. частка хижаків у біомасі зоопланктону у середньому складала 20% на чистоводді і 23% у заростях, у 2013 р. їх частка була нижче — відповідно 14 і 5%. Частка хижаків у деструкції зоопланктону у 2011 р. також була вище (в середньому 23% на чис-

1. Кількісні та енергетичні показники зоопланктону в гирловій області р. Віта (в середньому за вегетаційний період 2011 і 2013 рр.)

Роки	Таксоми	Чистоводдя				Зарості			
		Кількість НІТ	Чисельність, тис. екз/м ³	Біомаса, г/м ³	Калорійність, кДж/м ³	Кількість НІТ	Чисельність, тис. екз/м ³	Біомаса, г/м ³	Калорійність, кДж/м ³
2011	Rotifera	22	2,35 ± 1,02	0,04 ± 0,02	0,21	15	0,56 ± 0,27	0,003 ± 0,002	0,02
	Copepoda	12	8,04 ± 2,17	0,05 ± 0,02	0,14	11	7,89 ± 5,27	0,11 ± 0,09	0,29
	Cladocera	18	0,49 ± 0,18	0,06 ± 0,02	0,12	17	0,82 ± 0,39	0,18 ± 0,13	0,36
2013	Загалом	52	10,88 ± 3,16	0,15 ± 0,06	0,47	43	9,27 ± 5,63	0,29 ± 0,22	0,67
	Rotifera	29	16,29 ± 4,13	0,23 ± 0,09	1,25	28	26,73 ± 9,70	0,10 ± 0,04	0,54
	Copepoda	14	61,57 ± 10,65	0,28 ± 0,05	0,74	14	63,01 ± 20,73	0,56 ± 0,17	1,48
	Cladocera	24	14,94 ± 3,68	0,84 ± 0,18	1,70	25	16,51 ± 9,81	5,19 ± 3,59	10,48
	Загалом	67	92,79 ± 14,02	1,35 ± 0,19	3,69	67	106,25 ± 34,15	5,85 ± 3,78	12,50

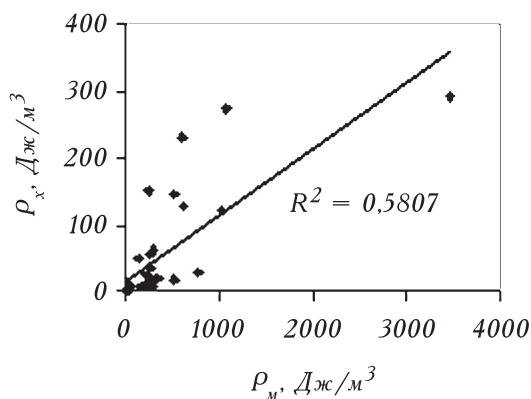


1. Співвідношення деструкції таксономічних груп зоопланктону в різних біотопах гирлової ділянки р. Віти (вегетаційний період 2011 і 2013 рр.): 1 — Cladocera; 2 — Copepoda; 3 — Rotifera.

товодді і 36% у заростях), ніж у 2013 р. (відповідно 12 і 11%) (табл. 2). Оскільки хижаки планктону вживають в їжу мирних зоопланктонів, від частки хижаків у біомасі і деструкції залежить рівень продукції всього угруповання. У випадку, коли раціон хижаків перевищував продукцію мирного зоопланктону, лише продукція самих хижаків залишалась доступною для використання організмами вищого трофічного рівня (якщо припустити, що хижаки не вживають в їжу інших хижаків). У гирловій

ділянці р. Віти раціон хижаків перевищував продукцію мирних, якщо їх (хижаків) частка перевищувала 17% деструкції зоопланктону. Важливо уточнити, що насправді певна частина продукції мирного зоопланктону може залишатися неутілізованою всередині угруповання, оскільки раціон хижаків може включати також мікрозоопланктон, продукцію якого ми не враховували.

Частка біомаси хижаків, яка б показувала, як утилізується продукція мирного зоопланктону, не може бути сталою. За нашими даними, при частці хижаків у біомасі у межах 10—20% їх частка у деструкції



2. Залежність добової продукції хижаків (P_x) від продукції мирних зоопланктонів (P_m) у гирловій ділянці р. Віти (за даними 2011 і 2013 рр.).

може бути як менше, так і більше 17%, що залежить від розмірної структури угруповання. Відомо, що зі зменшенням маси тіла витрати на обмін зростають [2]. Тому, наприклад, при переважанні серед хижаків відносно невеликих за розміром організмів їх частка у деструкції може перевищувати частку у біомасі.

Так, у 2011 р., коли частка хижаків у біомасі зоопланктону була великою (у середньому

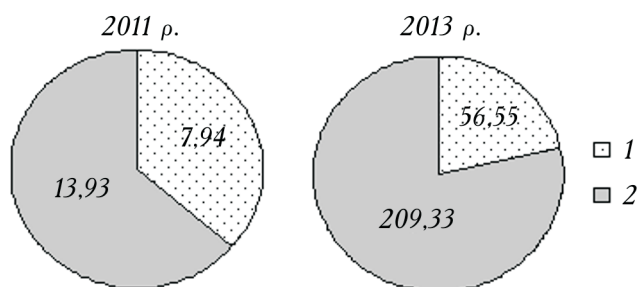
за вегетаційний період 20%), їх раціон перевищував продукцію мирного зоопланктону. Однак, хижакі планктону харчуються також найпростішими, які, наприклад, у Рибінському водосховищі складають 22—29% раціону хижаків навесні і 4—7% влітку [11]. Тому розрахунок «реальної» продукції традиційним способом дає занижені значення — у 2011 р. лише 25% продукції зоопланктону на чистоводді і 38% у заростях (тобто продукція хижаків) була доступною для риб-планктофагів. У 2013 р. весь раціон хижаків був забезпечений продукцією мирного зоопланктону, тому «реальна» продукція була вищою і складала 38% (чистоводдя) і 47% (зарості) сумарної продукції зоопланктону (див. табл. 2).

Харчові зв'язки хижого і мирного зоопланктону обумовлюють пряму достовірну залежність між показниками їх продукції (рис. 2).

Отримані середньодобові значення P/V - і R/V -коefficientів за вегетаційний період 2011 і 2013 рр. були близькими (відповідно P/V — 0,14 і 0,13, R/V — 0,41 і 0,44), що дає можливість використовувати їх для орієнтовних розрахунків продукції і деструкції зоопланктону у гирловій ділянці р. Віти (див. табл. 2). Середня за вегетаційний період добова продукція зоопланктону у 2011 р. до-

2. Показники енергетичного балансу зоопланктону в різних біотопах гирлової ділянки р. Віта (в середньому за вегетаційний період 2011 і 2013 рр., позначення у тексті)

Показники	2011						2013					
	Чистоводдя			Зарості			Чистоводдя			Зарості		
	Мирні	Хижакі		Мирні	Хижакі		Мирні	Хижакі		Мирні	Хижакі	
V , г/м ³	0,12	0,03		0,23	0,07		1,16	0,19		5,55	0,31	
P , кДж/м ³ ·добу	0,03	0,01		0,05	0,03		0,30	0,04		1,03	0,13	
P/V	0,14	0,14		0,11	0,19		0,12	0,11		0,09	0,20	
R , кДж/м ³ ·добу	0,10	0,03		0,14	0,08		0,85	0,12		2,94	0,37	
R/V	0,40	0,40		0,30	0,55		0,35	0,31		0,53	0,57	
A , кДж/м ³ ·добу	0,13	0,04		0,19	0,10		1,14	0,16		3,97	0,50	
C , кДж/м ³ ·добу	0,22	0,05		0,32	0,13		1,91	0,21		6,64	0,62	
P_{zp} , кДж/м ³ ·добу		0,04			0,08			0,34			1,16	
$P_{«реальна»}$, кДж/м ³ ·добу		0,01			0,03			0,13			0,54	



3. Середньодобова продукція зоопланктону (кДж/м³) на чистоводді (1) і у заростях (2) гирлової ділянки р. Віти за вегетаційний період 2011 і 2013 рр.

сягала 7,94 кДж/м³ (або 3,78 г/м³) на чистоводді і 13,93 кДж/м³ (або 6,63 г/м³) у заростях. У 2013 р. вона досягала відповідно 56,55 кДж/м³ (26,93 г/м³) і 209,33 кДж/м³ (99,68 г/м³). Таким чином, продукція зоопланктону, що формувалась у заростях, у два — чотири рази перевищувала таку на чистоводді (рис. 3). За 180 діб вегетаційного періоду у 2011 р. продукція зоопланктону становила 1429,2 кДж/м³ (чистоводдя) і 2507,4 кДж/м³ (зарості), у 2013 р. — відповідно 10179,0 і 37679,4 кДж/м³.

Загалом, у гирловій ділянці р. Віти продукція зоопланктону за вегетаційний період складала 1969,2 кДж/м³ (2011 р.) і 23929,2 кДж/м³ (2013 р.). У перерахунку на об'єм води досліджуваних ділянок чистоводдя і заростей (добуток площі ділянок і середньої глибини), продукція зоопланктону за період вегетації у 2011 р. складала на чистоводді $0,37 \cdot 10^8$ кДж і $0,19 \cdot 10^8$ кДж у заростях, у 2013 р. — відповідно $2,65 \cdot 10^8$ кДж і $2,79 \cdot 10^8$ кДж. Загальна продукція зоопланктону у вивченій екосистемі гирлової ділянки р. Віти за вегетаційний період 2011 р. у середньому складала $0,28 \cdot 10^8$ кДж, у 2013 р. — $2,72 \cdot 10^8$ кДж. Таким чином, у більш багатководному 2013 р. продукція зоопланктону гирлової ділянки р. Віти за вегетаційний період була майже у десять разів більшою, ніж у 2011 р.

Висновки

У гирловій ділянці р. Віти формувався багатий за таксономічним складом зоопланктон (98 НІТ, з яких 42 Rotifera, 19 Copepoda і 37 Cladocera), його кількісні характеристики на зарослих макрофітами (малопроточних) ділянках були вищими, ніж на чистоводних (проточних). Середньовегетаційна біомаса зоопланктону у рік з меншою водністю (2011 р.) була нижчою і складала 0,15 г/м³ на чистоводних ділянках і 0,29 г/м³ у заростях, у рік з більшою водністю (2013 р.) — відповідно 1,35 і 5,85 г/м³. Найбільшу роль у біомасі зоопланктону відігравали гіллястовусі ракоподібні, частка яких у заростях була у три — шість разів більше, ніж на чистоводді.

Найбільша частка енергетичного потоку в угрупованні зоопланктону на чистоводді у 2011 р. забезпечувалась коловертками (у середньому за вегетаційний період 0,21 кДж/м³), у 2013 р. — гіллястовусими ракоподібними (1,70 кДж/м³).

У заростях за калорийностью преобладали гиллястовусі ракоподібні — у середньому $0,36 \text{ кДж/м}^3$ (2011 р.) і $10,48 \text{ кДж/м}^3$ (2013 р.)

У вегетаційний період 2011 р. раціон хижого зоопланктону у середньому перевищував продукцію мирного, отже, «реальна» продукція зоопланктону формувалася продукцією хижаків, яка складала 25% загальної продукції зоопланктону на чистоводді і 38% у заростях. У 2013 р. раціон хижаків був забезпечений продукцією мирного зоопланктону, тому «реальна» продукція була більшою — 38% загальної продукції зоопланктону на чистоводді і 47% у заростях.

Загальна продукція зоопланктону за вегетаційний період на зарослих ділянках у два — чотири рази перевищувала таку на ділянках чистоводдя, складаючи у 2011 р. $1429,2 \text{ кДж/м}^3$ (чистоводдя) і $2507,4 \text{ кДж/м}^3$ (зарості), у 2013 р. — відповідно $10179,0$ і $37679,4 \text{ кДж/м}^3$. Внесок зоопланктону в енергетичний баланс екосистеми гирлової ділянки р. Віти у різні за водністю роки суттєво відрізнявся, складаючи за вегетаційний період 2011 р. $0,28 \cdot 10^8 \text{ кДж}$, 2013 р. — $2,72 \cdot 10^8 \text{ кДж}$.

**

В работе рассмотрены элементы энергетического баланса зоопланктона устьевского участка р. Виты (бассейн р. Днепр) на чистоводных и заросших макрофитами участках, показана роль в этом балансе отдельных таксономических и трофических групп. Определен вклад зоопланктона в энергетический баланс экосистемы устьевского участка р. Виты в разные по водности годы.

**

Paper deals with elements of the energy balance of zooplankton in the mouth area of the Vita River (the Dnipro River Basin) in the macrophytes' thickets and in free areas. Role of separate taxonomic and trophic groups in this balance was considered. Portion of zooplankton in the energy balance of the whole ecosystem of the mouth area in years of different water level was determined.

**

1. Алимов А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию. — Л.: Гидрометеоиздат, 1989. — 152 с.
2. Алимов А.Ф., Богатов В.В., Голубков С.М. Продукционная гидробиология / под ред. В.В. Хлебовича. — М.: Наука, 2013. — 340 с.
3. Андроникова И.Н. Оценка двух методов расчета продукции пресноводного зоопланктона // Гидробиол. журн. — 1976. — Т. 12, № 1. — С. 71—75.
4. Винберг Г.Г. Общие особенности экологической системы оз. Дривяты // Биологическая продуктивность эвтрофного озера. — М.: Наука, 1970. — С. 185—196.
5. Винберг Г.Г. Температурный коэффициент Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса в биологии // Журн. общ. биологии. — 1983. — Т. 49, № 1. — С. 31—42.
6. Винберг Г.Г., Алимов А.Ф., Бульон В.В. и др. Биологическая продуктивность двух субарктических озер // Продукционно-биологические исслед.

- дования экосистем пресных вод. — Минск: Белорус. гос. ун-т, 1973. — С. 125—147.
7. Винберг Г.Г., Печень Г.А., Шушкина Э.А. Продукция планктонных ракообразных в трех озерах разного типа // Зоол. журн. — 1965. — Т. 44, № 5. — С. 676—687.
 8. Галковская Г.А. Скорость потребления кислорода коловратками из естественных популяций // Весці АН БССР. — 1980. — № 6. — С. 114—116.
 9. Державний водний кадастр. Щорічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші. Частина 1: Річки і канали. — Т. 2, Вип. 2: басейн Дніпра. — Київ, 2012—2014. — 455 с.
 10. Крючкова Н.М. Эффективность использования пищи зоопланктоном // Биопродуктивность озер Белоруссии. — Минск: БГУ, 1971. — С. 114—134.
 11. Лазарева В.И. Структура и динамика зоопланктона Рыбинского водохранилища. — М.: Т-во науч. изд. КМК. — 2010. — 183 с.
 12. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция / под ред. Г. Г. Винберга и Г. М. Лаврентьевой. — Л.: ЗИН АН СССР, 1982. — 34 с.
 13. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В. Д. Романенка. — К.: Логос, 2006. — 408 с.
 14. Методы определения продукции водных животных / под ред. Г. Г. Винберга. — Минск: Вышш. школа, 1968. — 246 с.
 15. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. — М.: Наука, 1982. — 287 с.
 16. Суценья Л.М. Интенсивность дыхания ракообразных. — Киев: Наук. думка, 1972. — 194 с.
 17. Триліс В.В., Серєга Т.М., Савицький О.Л. Надходження органічних речовин у річкову екосистему (на прикладі модельної ділянки р. Віта) // Наук. зап. Терноп. пед. ун-ту. Сер. Біол. — 2015. — № 3—4. — С. 648—651.
 18. Шушкина Э.А. Соотношение продукции и биомассы зоопланктона озер // Гидробиол. журн. — 1966. — Т. 2, № 1. — С. 27—35.
 19. Afanasyev S.A., Gromova Yu.F., Manturova O.V. The structure and composition of pelagic communities of the estuarine region of the Vita river // Hydrobiol. J. — 2001. — Vol. 37, N 1. — P. 112—122.
 20. Gromova Yu.F., Afanasyev S.A., Shevtsova L.V. Structural organization of zooplankton in transformed small rivers // Ibid. — 2013. — Vol. 49, N 1. — P. 21—29.
 21. Tkachuk N.G., Gromova Yu.F., Manturova O.V., Severenchuk N.S. Structural and functional peculiarities of pelagic communities of the urban water body (on the example of the Konyk strait) // Ibid. — 2003. — Vol. 39, N 4. — P. 83—91.