

ЗАГАЛЬНА ГІДРОБІОЛОГІЯ

УДК 574.592.(282.243.7)

А.В. ЛЯШЕНКО, д. б. н., ст. наук. співроб., пров. наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: ArtemLyashenko@bigmir.net
ORCID 0000-0003-0028-4974

К.Є. ЗОРІНА-САХАРОВА, к. б. н., ст. наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: katernazorinasakharova@gmail.com
ORCID 0000-0001-6159-2642

УГРУПОВАННЯ ДОННИХ БЕЗХРЕБЕТНИХ КІЛІЙСЬКОЇ ДЕЛЬТИ ДУНАЮ¹

На основі подібності видового складу описано угруповання різних біотопів водойм, водотоків та узмор'я Кілійської дельти Дунаю. Показано, що переважно фізіономіку угруповань донних безхребетних та ієрархію їхньої організації в Кілійській дельті Дунаю обумовлює фактор солоності вод, формуючи об'єднані угруповання, в меншому ступені — типи ґрунтів та водних об'єктів, формуючи їхні складові. Розглянуто рівні ієрархічної організації: нижчий складають мозаїчно розташовані в різнотипних водних об'єктах на різних типах ґрунтів первинні угруповання, наступний — об'єднані угруповання, розповсюджені на різних типах ґрунтів у прісних або солонуватих водних об'єктах, вищий — угруповання Кілійського рукава та дельти Дунаю загалом. Показано, що дискретність та континуальність угруповань в дельті забезпечують прісноводні та солонуватоводні види.

Ключові слова: донні безхребетні, домінуючі види, тип ґрунту, солоність, водні об'єкти Кілійської дельти Дунаю.

Формування структури будь-якого біологічного угруповання, і, зокрема, донних безхребетних, відбувається в тісних взаємозв'язках з різними за масштабом дії чинниками зовнішнього середовища [13]. Геологічні та гідрологічні умови впливають на склад угруповань найбільшого масштабу (наприклад, екорегіону), а тип субстрату, глибина та швидкість течії мають першочергове значення в їхньому розподілі в межах окремого басейну [14].

¹ Роботу виконано за рахунок бюджетної програми «Підтримка розвитку пріоритетних напрямів наукових досліджень (КПКВК 6541230)».

Поняття донного угруповання тісно пов'язане з поняттям біотоп, яке ми, як і попередні дослідники [12, 22], розуміємо як своєрідну ділянку дна з умовно однорідним фізико-хімічним середовищем (солоність, субстрат, гідродинаміка, температурний режим і т. ін.) і відповідними біологічними особливостями. Це поняття є основним при використанні біотопічного підходу, згідно з яким як одне угруповання розглядаються види, що адаптовані до життя за певних умов існування (в певному біотопі) [4]. За іншою концепцією — біоценотичного підходу [1—3, 23, 24] — біотоп визначається як місцеіснування комплексу видів, пов'язаних або спільними домінантами, або спільним видовим складом.

Біоценотичний підхід до вивчення донних угруповань Кілійської дельти Дунаю вперше застосовував Ю.М. Марковський [7], який на акваторіях дельти та узмор'я за домінуванням певних видів виділив 16 угруповань і в подальшому провів аналіз їхньої екологічної (біотопічної) приуроченості. Інші дослідники донних безхребетних Кілійської дельти до виділення донних угруповань застосовували переважно біотопічний підхід, розглядаючи угруповання як населення різних субстратів (мули, піски, глини та їхні комбінації) в різнотипних водних об'єктах або їхніх частинах. До того ж, за минулі майже 70 років після досліджень Ю.М. Марковського [7] донні угруповання безхребетних пониззя Дунаю в Україні на рівні видового складу не розглядали, описи переважно було проведено на рівні великих таксонів (родин, рядів, класів) [5, 8, 10, 15—17, 19—21]. Поза увагою досліджень залишились і питання щодо зв'язку угруповань різних біотопів дельти і найвагоміших чинники їхнього формування. Опис угруповань донних безхребетних найбільш розповсюджених біотопів водойм, водотоків та узмор'я Кілійської дельти Дунаю та аналіз основних чинників середовища, які зумовлюють їхнє формування, стали метою цієї роботи.

Матеріал і методика досліджень

Дослідження проведені впродовж 2007—2019 рр. у водоймах, водотоках та на узмор'ї Кілійської дельти Дунаю. Водойми вивчали вздовж трансект від моря до вершин, рукави Бистрий, Восточний та Циганка досліджували на ділянках витоку та гирла, Кілійський рукав — лише біля м. Вилкове, Старостамбульський рукав — на ділянках вище і нижче витоку рукава Бистрий, Очаківський рукав — на місці відгалуження від Кілійського рукава до розгалуження на рукави Прорва та Потапівський, Білгородський рукав — нижче м. Вилкове та в місці розгалуження на ерики до солонуватоводних заток. На узмор'ї досліджували прилеглі до солонуватоводних заток ділянки Жебриянської бухти, а також акваторії перед гирлами рукавів Бистрий, Восточний, включаючи підхідний канал глибоководного суднового ходу Дунай — Чорне море (ПК ГСХ). Загалом досліджено 37 станцій спостережень (рис. 1).

Збори донних безхребетних виконані за загальноприйнятими гідробіологічними методиками [6]. В рукавах проби відбирали переважно в

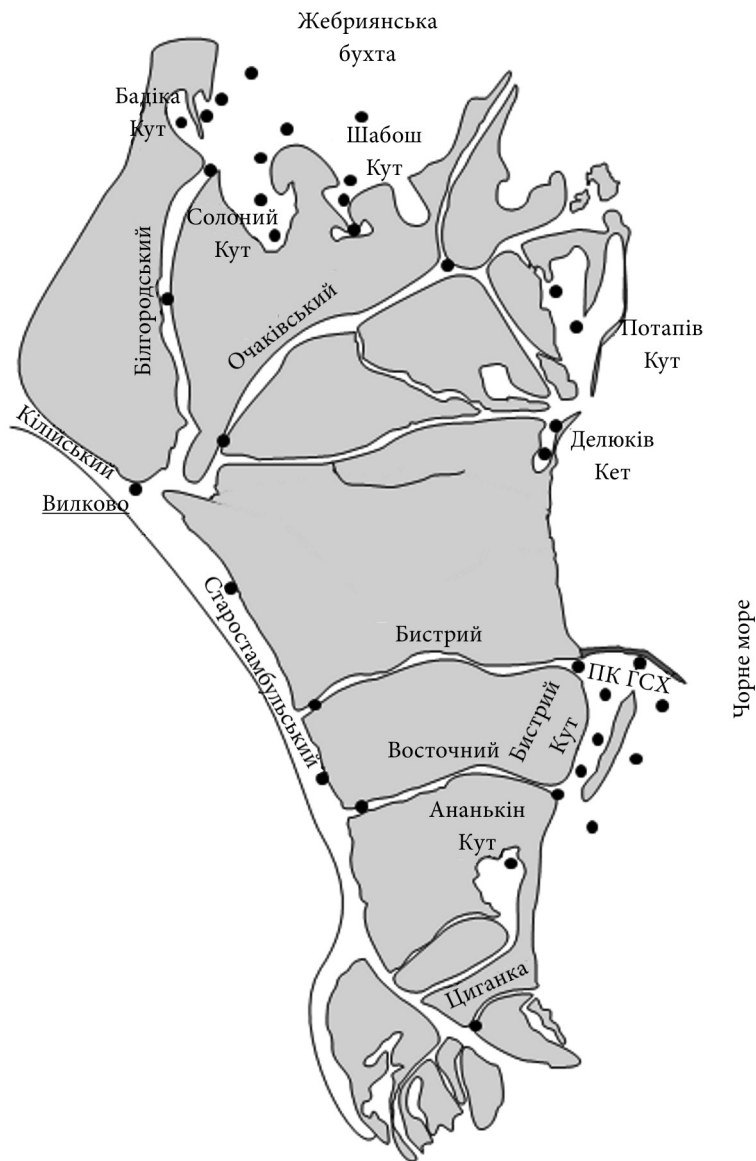


Рис. 1. Карта-схема Кілійської дельти Дунаю: • — станції відбору проб донних безхребетних

прибережній зоні. Тип донних відкладів визначали візуально. Солоність води вимірювали за допомогою кондуктометра HANNA HI 9835.

Опис угруповань здійснювали на основі видового складу донних безхребетних, відібраних з однакових біотопів окремих водних об'єктів протягом декількох вегетаційних сезонів. Такі угруповання ми вважали первинними, такими, що населяють біотопи в межах певного водного об'єкту. У нашому випадку їх обумовлювали три основні характеристики: тип субстрату (чисті піски, замулені піски, сірі мули, чорні мули), солоність

води (що змінювалась від гіпогалинних до оліго-мезогалинних вод) та тип водного об'єкту (прісноводні затоки, солонуватоводні затоки, водотоки (прісноводні) та узмор'я (солонуватоводне)). У більшості водних об'єктів (всі солонуватоводні затоки, прісноводні затоки Бистрий Кут, Потапів Кут, Делюків Кут, рукави Восточний та Бистрий, а також узмор'я) існує декілька біотопів донних безхребетних, проте в рукавах Кілійський, Білгородський, Очаківський і Старостамбульський нами досліджено по одному біотопу.

Угрупування називали за домінуючими видами за чисельністю (N) та біомасою (B) з урахуванням їхнього трапляння (p). Домінантом за чисельністю вважали вид з максимальним значенням pN , а за біомасою — з максимальним значенням pB . Якщо за чисельністю та біомасою домінував один вид, його вказували один раз. В назві угруповання зазначали характеристики їхнього біотопу, як-от: тип донних відкладів та солоність вод.

Визначення подібності видового складу угруповань та аналіз існування загальних, спільних кластерів, тобто частин одного угруповання в різних біотопах (водних об'єктах, частинах дельти), визначали за індексом Брея-Кертиса [11, 25] та кластерним аналізом отриманих результатів з мірою відстані за методом середнього зв'язку [9]. Аналіз подібності проводили з використанням програмного пакету Biodiversity Pro 2.0.

Номенклатуру донних організмів було узгоджено за допомогою Всесвітнього реєстру морських видів [26].

Результати досліджень

Загалом на 37 досліджених станціях у 16 водних об'єктах чотирьох типів (прісноводні затоки, солонуватоводні затоки, водотоки та узмор'я), за поєднанням характеристик субстратів, солоності та течії, нами виділено і досліджено 25 біотопів, які заселяють первинні угруповання донних безхребетних. Їхній перелік та локалізація у водних об'єктах Кілійської дельти наведені в таблиці 1.

Водойми відрізняються ступенем впливу прісних вод рукава або солоних вод моря. Місця переходу солонуватоводних заток в узмор'я характеризуються переважанням чистих пісків та піддаються припливно-відпливній динаміці морських вод. Помірний вплив прісних вод відмічається в середній і верхній частинах затоки Бадіка Кут (рис. 2). Динамічний режим солоності характерний для центральної ділянки затоки Солоний Кут, що підпадає перемінному впливу прісних вод рукава Білгородський залежно від його водності та солоних морських вод, особливо інтенсивному під час вітрових нагонів. Затоки Бистрий Кут, Потапів Кут та Делюків Кут здебільшого характеризувались гіпо-олігогалинністю, затока Ананькін Кут — гіпогалинністю, затоки Бадіка Кут і Солоний Кут, а також вершина та середина затоки Шабош Кут — оліго-мезогалинністю, приморські ділянки затоки Шабош Кут — мезогалинністю. Водотоки дельти переважно належали до гіпогалинних вод, незначне підвищення солоності до нижніх меж олігогалинної зони спостерігали в гирлі рукава Бистрий. На узмор'ї вирізняються дві відмінні за режимом солоності

Таблиця 1

Первинні угруповання донних безхребетних та їхня локалізація у водних об'єктах Кілійської дельти Дунаю

№ п/п	Угрупування	Локалізація
Прісноводні затоки		
1	<i>Limnodrilus</i> sp. замулених пісків гіпо-олігогалинних вод	Бистрий Кут
2	<i>Limnodrilus</i> sp. + <i>Corbicula fluminea</i> сірих мулів гіпо-олігогалинних вод	Бистрий Кут
3	<i>Limnodrilus</i> sp. + <i>Viviparus viviparus</i> сірих мулів гіпо-олігогалинних вод	Потاپів Кут
4	<i>Limnodrilus</i> sp. чорних мулів гіпо-олігогалинних вод	Потاپів Кут
5	<i>Limnodrilus</i> sp. сірих мулів гіпо-олігогалинних вод	Делюків Кут
6	<i>Limnodrilus</i> sp. чорних мулів гіпо-олігогалинних вод	Делюків Кут
7	<i>Limnodrilus</i> sp. чорних мулів гіпогалинних вод	Ананькін Кут
Солонуватоводні затоки		
8	<i>Paranais litoralis</i> + <i>Gammarus aequicauda</i> чистих пісків оліго-мезогалинних вод	Бадіка Кут
9	<i>Corophium volutator</i> + <i>Hediste diversicolor</i> замулених пісків оліго-мезогалинних вод	Бадіка Кут
10	<i>Limnodrilus</i> sp. + <i>Hediste diversicolor</i> сірих мулів оліго-мезогалинних вод	Бадіка Кут
11	<i>Corophium volutator</i> замулених пісків оліго-мезогалинних вод	Солоний Кут
12	<i>Corophium volutator</i> сірих мулів оліго-мезогалинних вод	Солоний Кут
13	<i>Corophium volutator</i> замулених пісків мезогалинних вод	Шабош Кут
14	<i>Corophium volutator</i> + <i>Hediste diversicolor</i> сірих мулів оліго-мезогалинних вод	Шабош Кут
Рукави		
15	<i>Limnodrilus</i> sp. + <i>Lithoglyphus naticoides</i> сірих мулів гіпогалинних вод	Кілійський
16	<i>Limnodrilus</i> sp. + <i>Microcolpia daudebartii</i> сірих мулів гіпогалинних вод	Білгородський
17	<i>Limnodrilus</i> sp. + <i>Lithoglyphus naticoides</i> сірих мулів гіпогалинних вод	Очаківський
18	<i>Limnodrilus</i> sp. + <i>Esperiana esperi</i> сірих мулів гіпогалинних вод	Старостамбульський
19	<i>Limnodrilus</i> sp. + <i>Esperiana esperi</i> замулених пісків гіпо-олігогалинних вод	Бистрий

Продовження табл. 1

№ п/п	Угрупування	Локалізація
20	<i>Limnodrilus</i> sp. + <i>Lithoglyphus naticoides</i> сірих мулів гіпогалінних вод	Бистрий
21	<i>Limnodrilus</i> sp. + <i>Lithoglyphus naticoides</i> замулених пісків гіпогалінних вод	Восточний
22	<i>Limnodrilus</i> sp. + <i>Lithoglyphus naticoides</i> сірих мулів гіпогалінних вод	Восточний
23	<i>Limnodrilus</i> sp. + <i>Esperia</i> <i>esperi</i> сірих мулів гіпогалінних вод	Циганка
Узмор'я		
24	<i>Corophium volutator</i> чистих пісків оліго-мезогалінних вод	Жебриянська бухта
25	<i>Euxinia maeotica</i> чистих пісків гіпо-мезогалінних вод	Передгирлове узмор'я

ділянки: мілководдя Жебриянської бухти, де солоність відповідає оліго-мезогалінним водам, та передгирлове узмор'я з гіпо-мезогалінними водами, динаміка яких залежить від водності Дунаю, зменшуючись при водопілля та паводках, коли в море надходить значна кількість прісної води, та збільшуючись в межінь.

Загальне видове багатство донних безхребетних становили 218 видів, з яких переважна більшість, 82 таксони — представники Insecta, 51 вид — Annelida, 45 — Crustacea, 34 — Mollusca, 3 — Bryozoa, 2 — Porifera, 1 — Nematoda. Найбільш представлені донні безхребетних в рукавах, найменше видів зареєстровано на узмор'ї (рис. 3), видове багатство в прісноводних затоках виявилось вищим, ніж в солонуватоводних.

У прісноводних затоках на всіх ґрунтах переважали комахи, які в рукавах постійно домінували на замулених пісках. За кількістю видів на сірих мулах, залежно від водного об'єкту, переважали або комахи, або кільчасті черви (зокрема Oligochaeta), або ці групи були представлені однаковим видовим багатством. На пісках різних ділянок узмор'я зареєстровано найбільшу кількість видів ракоподібних. Ця ж група переважала в найбільш близьких до моря первинних угрупованнях солонуватоводних заток. У найбільш опріснених ділянках, зокрема затоки Бадіка Кут, незалежно від типу ґрунту домінували комахи, на мулах з вищою солоністю вод (затоки Солоний Кут та Шабош Кут) — кільчасті черви (зокрема, Polychaeta).

Аналіз таблиці 1 показує наявність низки однойменних угруповань, не зважаючи на мозаїчність їхнього розташування, та, нерідко, відсутність безпосередніх границь. Це угруповання *Limnodrilus* sp. чорних мулів гіпо-олігогалінних вод в затоках Потапів Кут та Делюків Кут, угруповань

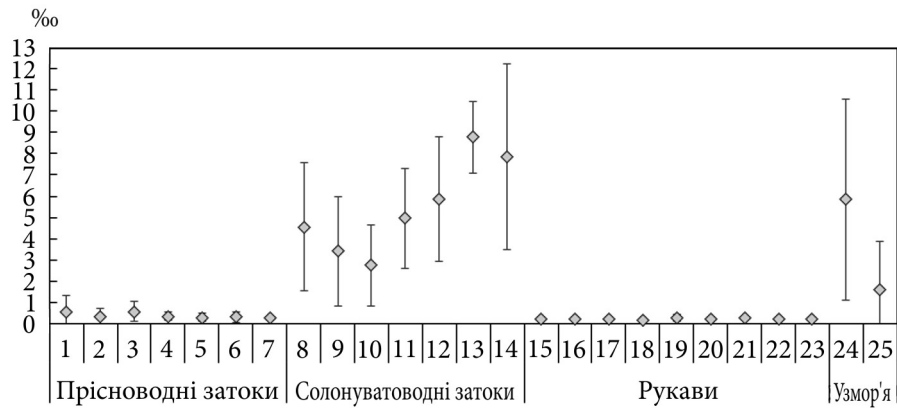


Рис. 2. Солоність вод в місцях локалізації первинних угруповань донних безхребетних. Тут і на рис. 3: нумерація згідно табл. 1

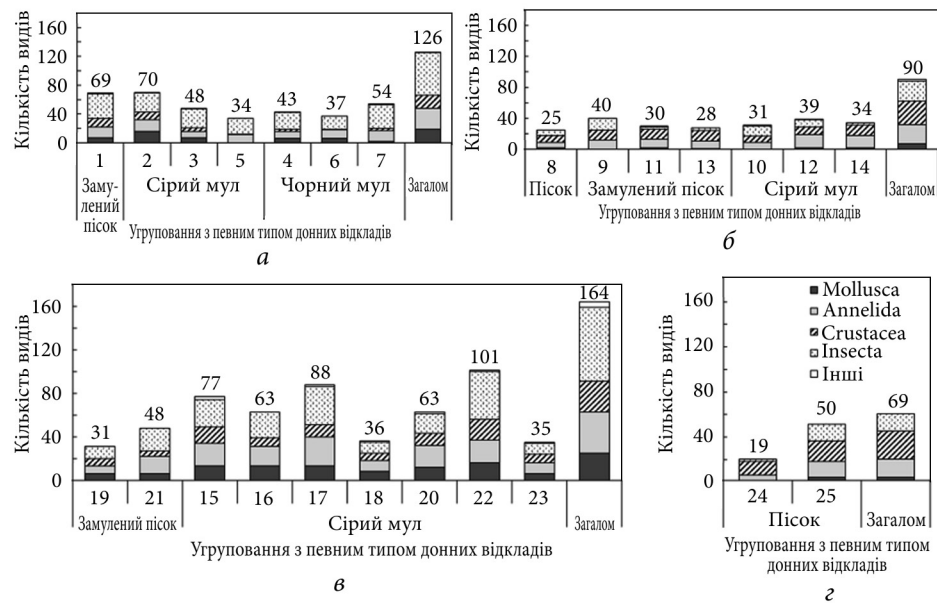


Рис. 3. Таксономічна структура первинних угруповань ділянок з різним типом ґрунту прісноводних заток (а), солонуватоводних заток (б), рукавів (в) та узмор'я (г) дельти

вання *Limnodrilus* sp. + *Lithoglyphus naticoides* сірих мулів гіпогалінних вод рукавів Кілійській, Очаківській, Бистрий та Восточний та угруповання *Limnodrilus* sp. + *Esperiana esperi* сірих мулів гіпогалінних вод рукавів Старостамбульський та Циганка. Логічно припустити, що це однакові угруповання, локалізовані в різних частинах дельти. Інші 17 угруповань мають особливі назви, не тотожні поміж собою повністю, хоча простежується їхня приуроченість до типів ґрунтів та водних об'єктів. Зокрема,

в усіх угрупованнях прісноводних заток домінантом за чисельністю є малощетинкові черви *Limnodrilus* sp., а в солонуватоводних затоках переважають корофіїди *Corophium volutator* (Pallas) та багатощетинкові черви *Hediste diversicolor* (O.F. Müller), а також зареєстровані малощетинкові черви *Paranais litoralis* (Müller) і *Limnodrilus* sp. та бокоплави *Gammarus aequicauda* (Martynov). В рукавах, як і в прісноводних затоках, за чисельністю в усіх угрупованнях домінують малощетинкові черви *Limnodrilus* sp., а за біомасою — черевоногі молюски *Lithoglyphus naticoides* (C. Pfeiffer), *Esperiana esperi* (Férussac) та *Microcolpia daudebartii* (Prevost). В північній, слабше опрісненій частині узмор'я (Жебриянська бухта) домінують корофіїди *C. volutator*, а в більш опрісненій східній передгірловій частині — бокоплави *Euxinia maeotica* (Sowinsky).

Видове багатство визначених угруповань змінювалось в широких межах: від 19 видів в угрупованні *Corophium volutator* на чистих пісках оліго-мезогалинних вод узмор'я до 101 виду — в угрупованні *Limnodrilus* sp. + *Lithoglyphus naticoides* сірих мулів гіпогалинних вод рукава Восточний (рис. 3). З усього багатства зареєстрованих донних безхребетних домінантами угруповань виявились лише 11 таксонів, крім зазначених вище це ще двостулковий молюск чужорідної фауни *Corbicula fluminea* (O. F. Muller) та черевоногий молюск *Viviparus viviparus* (Linnaeus).

Існування однойменних угруповань в різних водних об'єктах, а також наявність спільних характеристик (біотоп або домінанти) в угрупованнях з різними назвами (див. табл. 1) припускають можливість мозаїчної організації біотичних спільнот дельти, коли сумісно існуючі види можуть проживати в біотопах, розташованих в різних її частинах. Для підтвердження тези щодо дискретного розташування угруповання нами було проведено оцінку подібності видового складу безхребетних первинних угруповань та виділення кластерів із значущою схожістю їхнього донного населення (рис. 4).

На рівні >50,0 % подібності видового складу первинні угруповання об'єднуються в 10 груп (кластерів) (див. рис. 4). Перша (кластер I) утворена первинними угрупованнями замулених пісків та сірих мулів затоки Шабош Кут і приморської частини затоки Солоний Кут. Другу (кластер II) формують первинні угруповання замулених пісків та сірих мулів затоки Бадіка Кут. Третя група сформована на мезогалинному узмор'ї на чистих пісках приморської частини цієї затоки угрупованнями з домінуванням ракоподібних (кластер III).

В рукавах дельти виділено три групи: угруповання (кластер VI), що мають спільні домінанти та біотопи; угруповання з різними домінантами та біотопами (кластер IV); а також група первинних угруповань рукавів та угруповання затоки Бистрий Кут (кластер VII), які відрізняються від інших як за домінантами, так і за біотопом.

Ще одну групу утворюють угруповання мулів в прісноводних затоках Потапів Кут, Делюків Кут та Ананькін Кут (кластер V) з домінуванням малощетинкових червів р. *Limnodrilus* за чисельністю та переважно за біомасою.

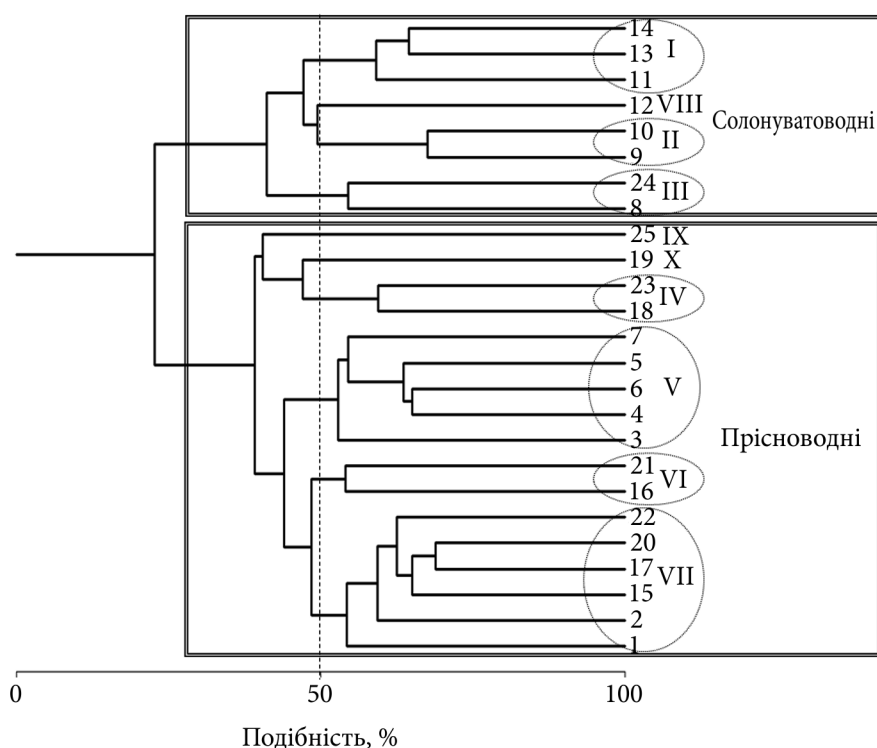


Рис. 4. Кластерна дендрограма подібності видового складу первинних угруповань донних безхребетних: міра відстані Брея-Кертиса за методом середнього зв'язку: вертикальна штрих пунктирна лінія обмежує рівень подібності угруповань в 50,0 %; штрих пунктирні кола обмежують кластери первинних угруповань на рівні подібності >50,0 %; арабськими цифрами — первинні угруповання згідно табл. 1, римськими цифрами — об'єднані первинні угруповання; блоки з подвійною лінією — групи прісноводних та солонуватоводних угруповань

Окремі кластери формують первинні угруповання *Corophium volutator* на сірих мулах оліго-мезогалинних вод затоки Солоний Кут (кластер VIII), *Euxinia maeotica* на чистих пісках гіпо-мезогалинних вод узмор'я (кластер IX) та *Limnodrilus* sp. + *Esperiana esperi* на замулених пісках гіпо-олігогалинних вод рукава Бистрий (кластер X), подібність видового складу яких не виявила зв'язків >50,0 %.

Висока подібність (>50,0 %) видового складу угруповань, що формують кластери (I—VII), дозволяє вважати первинні угруповання частинами єдиних за видовим складом угруповань вищого рівня, які мають дискретне розповсюдження та поширення в дельті, їхні основні характеристики наведені в таблиці 2. Зауважимо, що в одному випадку подібність між первинними угрупованнями визначена на рівні 47,0 % (V).

З іншого боку, з точки зору аналізу не подібності, а, навпаки, різниці між первинними і об'єднаними угрупованнями (див. табл. 1, 2 та рис. 4), ми бачимо їхній розподіл на два великі кластери, що формуються залежно від переважаючої солоності вод, а в них — декілька груп, що обумов-

Таблиця 2
Характеристика угруповань донних безхребетних, визначених за результатами кластерної діаграми (див. рис. 3)

№ п/п	Первинні угруповання	Об'єднані угруповання	Індекс Брея-Кертіса між первинними угрупованнями, %	Видове багатство				
				Mollusca	Annelida	Crustacea	Insecta	інші
I	11, 13, 14	<i>Corophium volutator</i> + <i>He-dista diversicolor</i> замулених пісків і сірих мулів оліго-мезогалинних і мезогалинних вод	56,0—65,0	5	17	22	6	-
II	9, 10	<i>Corophium volutator</i> + <i>He-dista diversicolor</i> замулених пісків і сірих мулів оліго-мезогалинних вод	68,0	-	13	14	19	1
III	8, 24	<i>Schizorhamphus scabriusculus</i> + <i>Gammarus aequicauda</i> чистих пісків оліго-мезогалинних вод	55,0	2	9	13	8	-
IV	16, 21	<i>Limnodrilus</i> sp. + <i>Microcolpia daudebartii</i> замулених пісків та сірих мулів гіпогалінних вод	54,0	14	26	10	31	-
V	3, 4, 5, 6, 7	<i>Limnodrilus</i> sp. сірих та чорних мулів гіпогалінних і гіпо-олігогалінних вод	47,0—65,0	13	22	7	46	1
								загалом
								50
								47
								32
								81
								89

Продовження табл. 2

№ п/п	Первинні угруповання	Об'єднані угруповання	Індекс Брея-Кертіса між первинними угрупованнями, %	Видове багатство					
				Mollusca	Annelida	Crustacea	Insecta	інші	загалом
VI	18, 23	<i>Limnodrilus</i> sp. + <i>Esperiana esperi</i> сірих мулів гіпогалінних вод	59,0	11	14	10	16	1	52
VII	1, 2, 15, 17, 20, 22	<i>Limnodrilus</i> sp. + <i>Lithoglyphus patiscoides</i> сірих мулів гіпогалінних вод водотоків та замулених пісків і сірих мулів гіпо-олігогалінних вод	50,0—69,0	25	35	29	72	5	166
VIII	12	<i>Corophium volutator</i> сірих мулів оліго-мезогалінних вод	—	2	17	10	9	1	39
IX	25	<i>Euxinia taenotica</i> чистих пісків гіпо-мезогалінного узмор'я	—	3	14	18	15	—	50
X	19	<i>Limnodrilus</i> sp. + <i>Esperiana esperi</i> замулених пісків гіпогалінних вод	—	6	7	7	11	—	31

Примітка.* Нумерація як в табл. 1.

лені різними типами ґрунтів (а саме: наявність або відсутність мулистої фракції) та типом водних об'єктів. Зокрема, донні безхребетні всіх прісноводних заток та рукавів утворюють великий кластер з одним домінантом за чисельністю — *Oligochaeta* р. *Limnodrilus*, детритофагами-ковтачами, які мешкають у верхньому шарі різнотипних ґрунтів, живляться переважно органікою, що розкладається, рештками рослинного та тваринного походження, та загалом витримують доволі широкий діапазон солоності. Винятком є одне угруповання (IX, 25 *Euxinia maeotica* чистих пісків гіпо-мезогалинних вод передгірлового узмор'я) з домінантом, спроможним розвиватися та утворювати численні популяції в широкому діапазоні солоності вод. Другий великий кластер сформований донними безхребетними солонуватих вод заток Жебриянської бухти та передгірлового узмор'я з переважним домінуванням ракоподібних. Загалом солонуватоводні угруповання дельти відмежовуються від прісноводних на рівні 22,6 % подібності таксономічного складу за індексом Брея-Кертиса (див. рис. 4).

Порівняльна характеристика угруповань донних безхребетних солонуватих та прісних вод наведена в таблиці 3. Загалом нами зареєстровано 109 таксонів в солонуватих водах та 188 в прісних. В прісноводних угрупованнях більше видів *Mollusca*, *Oligochaeta*, *Hirudinea*, *Isopoda* та представників всіх відділів *Insecta*. Солонуватоводні угруповання характеризуються більшим видовим багатством *Crustacea* та *Polychaeta* (див. табл. 3). Виключно у складі прісноводних угруповань зареєстровано 110 видів безхребетних, серед яких більшість *Mollusca*, *Oligochaeta* та *Insecta* і всі види *Porifera*. Тільки солонуватоводним угрупованням притаманні більше половини знайдених видів *Polychaeta*, *Cumacea* та *Isopoda*, а також *Decapoda* і *Cirripedia*.

В той же час ці два угруповання мають і багато спільних видів — 78, що становить 41,5 % загального видового багатства прісноводних та 71,6 % — солонуватоводних угруповань. Найбільша кількість спільних видів у таксонах з високим видовим багатством — *Oligochaeta*, *Amphipoda* та *Chironomidae*.

Обговорення результатів досліджень

На сьогодні в пониззі та дельті Дунаю нараховують 840 таксонів нижнього рангу [18], в цьому дослідженні нами зареєстровано 252 таксони, які формують 25 первинних угруповань донних безхребетних. Ці угруповання, на нашу думку, є найбільш розповсюдженими, локалізованими в найпоширеніших біотопах, визначених за домінуючими типами ґрунтів та солоністю вод різнотипних водних об'єктів української частини Кілійської дельти Дунаю. Зауважимо, що досліджені біотопи розташовані переважно мозаїчно, тобто не завжди мають спільні границі, але контакти між ними можуть здійснюватись як внаслідок гідрологічної єдності дельти, так і завдяки екологічним особливостям гідробіонтів (амфібіонтизм, дрифт, антидрифт тощо). Ми розглядаємо угруповання як населення певного біотопу чи низки біотопів, сформованих абіотичними (в цій ро-

боті це в першу чергу тип ґрунту та солоність вод) факторами середовища (або біотичними, зокрема видами-еdifікаторами), що має відносно стабільну у часі та просторі структуру, зокрема таксономічний склад. Ми називаємо угруповання за домінуючими видами та визнаємо ієрархічність

Таблиця 3

Порівняльна характеристика угруповань солонуватих та прісних вод

Таксономічний склад	Загальний видовий склад		Особливості видового складу		
	прісно-водні угруповання	солонувато-водні угруповання	спільні таксони	таксони, що зустрічаються лише в	
				прісноводних угрупованнях	солонувато-водних угрупованнях
Porifera	2	—	—	2	—
Bryozoa	2	1	—	2	1
Turbellaria	1	—	—	1	—
Gastropoda	19	4	2	17	2
Bivalvia	9	5	1	8	4
Polychaeta	4	8	3	1	5
Oligochaeta	29	21	17	12	4
Hirudinea	9	1	1	8	—
Decapoda	—	1	—	—	1
Mysida	5	5	2	3	3
Amphipoda	20	18	15	5	3
Cumacea	3	7	3	—	4
Isopoda	2	4	1	1	3
Cirripedia	—	1	—	—	1
Odonata	5	—	—	5	—
Ephemeroptera	5	1	1	4	—
Hemiptera	8	3	3	5	—
Coleoptera	4	1	1	3	—
Trichoptera	6	2	2	4	—
Lepidoptera	2	1	1	1	—
Chironomidae	44	22	22	22	—
Інші Diptera	8	2	2	6	—
Nematoda	1	1	1	—	—
Загалом	188	109	78	110	31

їхньої організації, тобто існування первинних угруповань донних безхребетних різних ґрунтів у різних водних об'єктах чи їхніх частинах, водоямах і водотоках певних типів (солонуватоводні, прісноводні, лотичні, лентичні тощо), а також усієї дельти. В цій роботі ми розглянули переважно нижні рівні організації донних угруповань української частини дельти Дунаю.

Видовий склад угруповання залежить від особливостей біотопу, обумовлюється середовищем існування, не є абсолютно сталим і, безумовно, може варіювати залежно від суб'єктивних (методичні підходи та методи збору і обробки матеріалів, умови і особливості відбору проб) та об'єктивних (щільність та представленість окремих видів, сезонні та багаторічні зміни) чинників, але визначається обраним рівнем схожості. Зважаючи на загалом доволі високі показники подібності видового складу та наявність спільних домінантів визначених первинних угруповань, ми вважали за можливе та доцільне їхнє об'єднання. В подальшому характеристики та особливості об'єднаних угруповань (рис. 4, табл. 3), як угруповань наступного (другого) ієрархічного рівня організації, розглядаються як сума ознак первинних угруповань, які їх складають.

За результатами кластерного аналізу нами визначено сім об'єднаних угруповань, а також три первинних, які не мали схожості видового складу обраного рівня (>50,0 %). В первинних угрупованнях прісноводних об'єктів (див. табл. 2) переважали малощетинкові черви р. *Limnodrilus* та моллюски, солонуватоводних — ракоподібні (здебільшого *C. volutator*) та багатощетинкові черви (*H. diversicolor*). Перелік домінантів виявився доволі обмеженим вже на рівні первинних угруповань — 11 таксонів. Одне об'єднане угруповання могло освоювати декілька субстратів, зберігаючи сталість таксономічної структури (в завданих межах подібності) та, разом з тим, мати варіації структури окремих його складових (див. табл. 3).

Менший вплив на формування таксономічного складу як окремих первинних угруповань, так і об'єднаних угруповань мали сукупні умови окремих водних об'єктів, що для дельти великої потужної ріки здається цілком зрозумілим. Дельта має загальну гідрологічну систему, всі водні об'єкти мають певний зв'язок: в солонуватоводні затоки та на узмор'я надходять прісні води рукавів, приносячи із собою реофільні організми, а у навіть найбільш відокремлені внутрішньodelьтові озера періодично потрапляють солоні морські води. До того ж дискретності екосистеми дельти протистоїть наявність великої кількості амфібіонтних гідробіонтів, а також тих, що спроможні здійснювати висхідні міграції. Крім того у більшості випадків водні об'єкти дельти полібіотопні, в них переважно представлені всі основні типи субстратів. Напевне, що переважання того чи іншого субстрату може визначити переважне угруповання водного об'єкту, вважаємо, що подальші цілеспрямовані дослідження дозволять визначити угруповання окремих водних об'єктів дельти чи їхніх типів.

Найбільшу кількість видів донних безхребетних зареєстровано в рукавах, найменшу — на узмор'ї. Не відзначено залежності величини видового багатства окремих первинних угруповань від типу водного об'єкту

або типу донного субстрату. В таксономічній структурі первинних угруповань відзначено відмінності у складі найбагатших за видами груп безхребетних в різних за солоністю водах: в прісноводних та опріснених солонуватоводних акваторіях переважали *Oligochaeta*, а в більш осолонених — *Crustacea* та *Polychaeta*.

Більшість первинних угруповань в межах водних об'єктів одного типу мали однакові домінанти: так, в прісноводних водоймах найбільш розповсюджене було угруповання з переважанням *Limnodrilus* sp., в солонуватоводних — *Corophium volutator*, а в рукавах — *Limnodrilus* sp. + *Lithoglyphus naticoides*. Як правило, якщо у певному водному об'єкті були представлені різні донні субстрати, домінанти на них також були різні, лише в рукаві Восточний як на сірих мулах, так і на замулених пісках зареєстровано домінування *Limnodrilus* sp. + *Lithoglyphus naticoides*.

З точки зору екологічної структури важливим є також розподіл реофільних та лімnofільних видів, які, на нашу думку, мали б формувати фізіономіку лотичних і лентичних гідроекосистем дельти — рукавів та заток і внутрішньodelьтових озер. Однак зазначимо, що отримані матеріали не виявили суттєвих відмінностей у видовому складі між певними водними об'єктами. Можливо це зумовлено високою гідрологічною активністю дельти, сформованої переплетінням стоячих і текучих вод, що сприяє перемішуванню різних груп гідробіонтів [19, 20] та ускладнює відбір матеріалу відповідно до поставленої задачі.

Загалом фізіономіку угруповань донних безхребетних та ієрархію їхньої організації в Кілійській дельті Дунаю переважно формує фактор солоності вод, утворюючи біотопи об'єднаних угруповань, в меншому ступені — типи ґрунтів та водних об'єктів, які формують їхні складові (первинні угруповання). Вся дельта або її частини (лотичні або лентичні водні об'єкти) утворюють біотопи угруповань вищих рівнів, які характеризуються визначеними показниками, сталими у часі та просторі.

Висновки

Розглянуто просторову та ієрархічну організацію угруповань донних безхребетних української частини дельти Дунаю, визначених за подібністю таксономічного складу і біотопічною приуроченістю, та встановлено, що у доволі строкатому багатстві з 25 первинних угруповань за подібністю видового складу виділяється сім об'єднаних, найбільш поширених та розповсюджених угруповань наступного рівня, а також зареєстровано три первинних угруповання, що характеризуються своєрідністю видового складу, не схожого з іншими. Об'єднані угруповання можуть заселяти декілька різних типів субстратів, сформованих в межах певної солоності вод. Вони, в свою чергу, утворюють наступний рівень ієрархії донних безхребетних — угруповання прісних та угруповання солонуватих вод, а найвищими рівнями ми вважаємо угруповання Кілійського рукава та дельти Дунаю загалом [19]. Найвищі рівні — це населення усіх біотопів з усіма типами субстратів в широкому градієнті солоності вод, середні — населення різних типів ґрунтів в прісних та солонуватих водних об'єктах,

їхнє розмежування визначається розповсюдженням видів з різним відношенням до солоності вод, їхнім проникненням у водні об'єкти з різною солоністю та співвідношенням видів різної екологічної структури, в першу чергу — прісноводних та солонуватоводних видів, які визначають дискретність угруповань, тоді як спільні види (35,8 % від загального видового складу), навпаки, забезпечують континуальність донних угруповань в дельті. І останній, найнижчий рівень — первинні угруповання, мозаїчно розташовані в різнотипних водних об'єктах на різних типах ґрунтів, які зумовлюють їхнє формування у водах з різною солоністю.

Список використаної літератури

1. Баканов А.И. Количественная оценка доминирования в экологических сообществах. *Количественные методы экологии и гидробиологии: сб. науч. трудов, посвященный памяти А.И. Баканова*. Тольятти : Самарский НЦ РАН, 2005. С. 37—67.
2. Броцкая В.А., Зенкевич Л.А. Количественный учет донной фауны Баренцева моря. *Тр. Всерос. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии (ВНИРО)*. 1939. Т. 4. С. 5—126.
3. Воробьев В.П. Бентос Азовского моря. Симферополь : Крымиздат, 1949. 239 с.
4. Жадин В.И. Общие вопросы, основные задачи и понятия гидробиологии пресных вод. Учение о биоценозе в гидробиологии. *Жизнь пресных вод СССР*. Москва, Ленинград : Изд-во АН СССР, 1950. Т. 3. С. 7—112.
5. Левина О. В. Макрозообентос советского участка Дуная. Киев, 1988. 29 с. Деп. в ВИНТИ, № 7833-88.
6. Ляшенко А.В. Макрозообентос. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод*. Київ : Логос, 2006. С. 101—118.
7. Марковский Ю.М. Фауна беспозвоночных низовьев рек Украины. Условия ее существования и использования. Часть III. Водоемы Килийской дельты Дуная. Киев : Изд-во АН УССР, 1955. 280 с.
8. Оливари Г.А. Бентос советского участка Дуная. Дунай и придунайских водоемов в пределах СССР. Киев : Изд-во АН УССР, 1961. Т. 36. С. 145—165.
9. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. Москва : Наука, 1982. 288 с.
10. Харченко Т.А. Макрозообентос. *Гидроэкология украинского участка Дуная и сопредельных водоёмов*. Киев : Наук. думка, 1993. С. 164—178.
11. Bloom S.A. Similarity indices in community studies: potential pitfalls. *Marine Ecology — Progress Series*. 1981. N 5. P. 127—128.
12. Connor D.W., Brazier D.P., Hill T.O., Northen K.O. Marine nature conservation review: marine biotope classification for Britain and Ireland. Vol. 1. Littoral biotopes. Version 97.06. *JNCC Report*. 1997. N 229. 362 p.
13. Gutt J., Arndt J., Kraan C. et al. Benthic communities and their drivers: f spatial analysis off the Antarctic Peninsula. *Limnol Oceanogr*. 2019. Vol. 64. P. 2341—2357.
14. Hieber M., Robinson C.T., Uehlinger U., Ward J.V. A comparison of benthic macroinvertebrate assemblages among different types of alpine streams. *Freshwater Biology*. 2005. Vol. 50. P. 2087—2100.
15. Kharchenko T.A., Lyashenko A.V. Structural and functional parameters of macrozoobenthos of water ecotones and indicators of the ecotone boundaries. *Hydrobiol. J*. 1998. Vol. 34. N 2—3. P. 111—119.
16. Lyashenko A.V., Meteletska Z.G. Long-term changes in macrozoobenthos of the Kiliya delta of the Danube River. *Ibid*. 2002. Vol. 38, N 6. P. 50—57.
17. Lyashenko A.V., Zorina-Sakharova Ye.Ye. Comparative characteristics of the indices of invertebrates macrofauna diversity in the Ukrainian and Romanian sections of the Danube River delta. *Ibid*. 2009. Vol. 45, N 6. P. 17—32.

18. Lyashenko A. V., Zorina-Sakharova K.Ye. Species richness of benthic invertebrates of the lower reaches of the Danube River in Ukraine and Romania. *Ibid.* 2020. Vol. 56, N 6. P. 3—19.
19. Lyashenko A.V., Zorina-Sakharova K.Ye. Edge effect display in the communities of benthic invertebrates of the Danube River delta. *Ibid.* 2021. Vol. 56, N 6. P. 19—37.
20. Lyashenko A.V., Zorina-Sakharova K.Ye., Guleykova L.V., Pogoryelova M.S. Peculiarities of the structural and functional characteristics of contact hydrobiocenoses. *Ibid.* 2020. Vol. 56, N 1. P. 3—23.
21. Lyashenko A.V., Zorina-Sakharova Ye.Ye., Sanzhak Yu.O., Makovskiy V.V. Comparative characteristics of the taxonomic composition of the macrofauna of the Kiliya delta of the Danube River. *Ibid.* 2013. Vol. 49, N 3. P. 27—40.
22. Olenin S., Daunys D. Coastal typology based on benthic biotope and community data: the Lithuanian case study. *Baltic Sea Typology Coastline Reports 4*. 2004. P. 65—83.
23. Petersen C.G.J. On the animal communities of the sea bottom in the Skagerrak, the Christiania Fjord and the Danish waters. *Report from the Danish Biological Station*. 1915. Vol. 23. 28 p.
24. Petersen C.G.J. A brief survey of the animal communities in Danish waters. *American Journal of Science* (Ser. 5). 1924. Vol. 7. P. 343—354.
25. Vijaymeena M.K., Kavitha K.A Survey on similarity measures in text mining. *Machine Learning and Applications*. 2016. Vol. 3, N 1. P. 19—28.
26. WoRMS Editorial Board. World Register of Marine Species. 2019. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2019-09-25

Надійшла 03.03 2023

A. V. Lyashenko, Dr. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Leading Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine
e-mail: ArtemLyashenko@bigmir.net
ORCID 0000-0003-0028-4974

K.Ye. Zorina-Sakharova, PhD (Biol.), Senior Researcher
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine
e-mail: katernazorinasakharova@gmail.com
ORCID 0000-0001-6159-2642

THE COMMUNITIES OF BENTHIC INVERTEBRATES OF THE KILIYA DANUBE DELTA

Based on the similarity of species composition, the benthic invertebrates communities of various biotopes of reservoirs, watercourses, and the seashore of Kiliya Danube Delta are described. It is shown that their physiognomy and the hierarchy of organization mainly form a factor of water salinity, which forms united communities biotopes, and to a lesser extent — types of soils and water bodies, which form their components. The levels of the hierarchical organization are considered: the lower level is a primary communities that mosaic located in various water bodies on different types of soil. The next is united communities of different substrates within salty and fresh water, and the highest is the communities of the Kiliya arm. It is shown that the discreteness and continuity of the communities in Delta provide freshwater and salty water invertebrate species.

Keywords: benthic invertebrates, communities, dominant species, type of soil, salinity, water bodies of the Kiliya Danube Delta.