

УДК 574.587: 592]: 502.51 (282.05) (477.64)

МІКРО- ТА МАКРОФАУНА ДОННИХ БЕЗХРЕБЕТНИХ ГИРЛОВОЇ ДІЛЯНКИ МАЛОЇ РІЧКИ МОКРА МОСКОВКА В МЕЖАХ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ

К. О. Домбровський, О. Ф. Рильський

Запорізький національний університет,
вул. Жуковського 66, 69600, Запоріжжя, Україна,
dombrov1717@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-6965-6989>

У сучасний період науково-технічного прогресу антропогенний вплив на довкілля все більш зростає. При цьому форми і ступінь його дуже різноманітні. Одним із прикладних екологічних досліджень є вивчення водних екосистем, у тому числі екосистем малих річок. Малі річки формують водні ресурси, гідрохімічний склад та якість води середніх та великих річок, є складовими природних ландшафтів, сприяють господарській діяльності людини.

Сучасний екологічний стан малих та середніх річок Запорізької області оцінюється за більшістю показників як незадовільний. Головною причиною такого становища є надмірне антропогенне навантаження на екологічні системи малих річок, які дуже відчутно реагують на будь-яке втручання. Одним із наслідків цього процесу є замулення малих річок. Не є виключенням з вище описаної характеристики водних екосистем і мала річка Мокра Московка. Річка протікає по території Запорізької області і на нижній ділянці довжиною близько 11 км протікає у щільно забудованій частині м. Запоріжжя. Гирлова ділянка русла р. Мокра Московка довжиною 2,6 км від гирла до залізничного мосту Запоріжжя-1 – Запоріжжя-2 пролягає по території Олександрівського та Комунарського районів м. Запоріжжя. За час існування гирлова ділянка русла малої річки значно замулилася та знаходиться в незадовільному стані. Цьому сприяє підпір рівнів води Каховського водосховища, добові коливання рівнів води в р. Дніпро, які призводять до зворотних переміщень мас води та розвитку застійних явищ на даній ділянці русла. Крім цього, суттєвим джерелом надходження наносів, сміття та забруднюючих речовин до русла є випуски дощової зливової каналізації міста.

З метою поліпшення екологічного стану та вилучення мулових відкладень у р. Мокра Московка в межах міста проводили розчистку русла упродовж 2004-2013 років. Потужність мулових наносів в річці за нашими даними досягала місцями до 1,0-1,5 м. Для відновлення і підтримання сприятливого гідрологічного режиму та санітарного стану гирлової ділянки русла р. Мокра Московка передбачається провести розчищення гирлової ділянки русла річки від мулових відкладень з використанням технології гідромеханізації та землечерпальними механізмами з води у 2022-2023 р. (планова діяльність).

Метою роботи є вивчення структурної організації донної фауни гирлової ділянки малої річки Мокра Московка в межах урбоекосистеми. Робота ґрунтується на результатах власних гідробіологічних досліджень. Впродовж спостережень 2021 р. на гирловій ділянці водотоку було зареєстровано 53 види донних безхребетних. З усієї кількості видів 21 належали до макрзообентосу, 32 було знайдено в угрупованнях донної мікрофауни. Проведена сапробіологічна оцінка досліджених ділянок річки за індикаторними організмами мікро- та макрзообентосу свідчить, що обстежена частина водотоку належить до α -мезосапробної зони та за класифікацією якості поверхневих вод відповідає брудним водам. Для поліпшення екологічного стану гирлової ділянки р. Мокра Московка необхідно проводити певні заходи щодо біологічного очищення води із використанням сучасних біотехнологічних рішень, розроблених саме в Україні.

Ключові слова: річка Мокра Московка; донна мікрофауна; макрзообентос.

1. ВСТУП

З року в рік стан малих річок погіршується, однак цієї проблеми, як і раніше, не приділяється належної уваги. Малі річки басейну Дніпра, які

становлять понад 90% його річкової мережі, несуть надзвичайно велике антропогенне навантаження. Водою з малих річок забезпечується 18% усіх господарських потреб у басейні. У дрібну гідрографічну мережу скидається 15% усіх стіч-

них вод у басейні і 6% – забруднених. Спроби гідротехнічними заходами (розчищенням) та спрямуванням русел річок, облицюванням їх берегів тощо, припинити зменшення стоку й водності малих річок не тільки не досягли своєї мети, а й призвели до порушення внутрішньо руслових процесів, гідробіологічного режиму, а звідси і зниження якості води. Цей показник за останні десятиріччя знизився майже вдвічі [1].

Екологічний стан малих річок, їх водність та якість води залежать не тільки від внутрішньоводоймних процесів, а й від стану водозбірної площі. Малі річки є першим і дуже вразливим ланцюгом усієї річкової системи. Їх потрібно розглядати в нерозривній єдності з іншими структурними компонентами природних ландшафтів: луками, орними землями, лісами.

На водний режим та річковий стік малих річок істотно впливають – регулювання стоку штучними водоймами, втрата води на випаровування з їх поверхні, відбір підземних вод, агротехнічні та лісотехнічні заходи, осушення та зрошення земель, урбанізовані території, зростання незворотного водоспоживання різними галузями економіки, міжбасейновий перерозподіл стоку тощо.

Найбільшою з малих річок міста Запоріжжя є Мокра Московка (ліва притока р. Дніпро). Її водозбірна площа складає 457 км², довжина – 62 км, а в межах міста близько 11 км. На 3 кілометровій ділянці гирлової частини річка знаходиться у підпорі Каховського водосховища і є фактично відстійником численних промислово-господарських і каналізаційних стоків від розташованих на водозбірній площі заводів і підприємств м. Запоріжжя, а також житлового сектора. Обсяг стоків в окремі місяці у багато разів перевищує природний стік річки, що виключає її спроможність до самоочищення. Внаслідок означених вище забруднень р. Мокру Московку можна віднести до водойм I ступеня забруднення [2].

Річка втратила своє рибогосподарське значення, гирлова ділянка перетворена у відкритий колектор з антисанітарним станом, де будь-яке органічне життя майже неможливе. На замулених ділянках посилено росте очерет звичайний, зменшуючи проточність річки. Ділянка річки, що не знаходиться на підпорі і розташована вище залізничних мостів напрямку Москва – Сімферополь до Передаточинських гранітних кар'єрів – довжиною 8 км, також знаходиться у поганому стані: русло відсутнє, заплава заросла очеретом і перетворилася у болото з гідролізно-дріжджовим і фекальним запахом.

Сучасна глибина ріки Мокра Московка скла-

дає від 0,5 до 1,5 м при замуленні русла у верхів'ї 0,5-1,2 м, в середині течії 0,2-0,5 м та в нижній течії 0,1-0,8 м. Швидкість течії в середньому становить 0,1-0,2 м/с, але не перевищує 0,4 м/с. Заростання русла у верхів'ї очеретом звичайним складає близько 30%, а в середній та нижній течії – 10-25% відповідно. Русло малої річки місцями випрямлене і проходить у штучних водоводах (каналізація) або його перетинає мережа інженерних комунікацій, трубопереїзди і примітивні пішохідні містки. Більшість зазначених споруд побудована без проектів і під час поведень призводить до підпору, катастрофічних затоплень і підтоплення житлового сектора. До гирлової ділянки водотоку змивається сміття, яке збирається на заплаві і біля житлових будинків внаслідок господарської діяльності. Основним джерелом замулення малої річки можна вважати «самозахоплення» і облаштування у заплаві городів, дачних ділянок, гаражів, а також скид неочищених або недостатньо очищених стічних вод [3].

Бентос річки Мокра Московка вивчався нами з 1998 р., результати цих досліджень було опубліковано раніше [2, 4-6].

Метою робіт є вивчення структурної організації донної фауни гирлової ділянки малої річки Мокра Московка в межах урбоєкосистеми.

2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Збір донних безхребетних проводився згідно з традиційними методиками [7]. Для відбору проб донної мікрофауни використовували трубчатий, пластмасовий, модернізований пробовідбірник Панова-Павлова (1986) площею захоплення 0,002 м² і висотою 0,21 м [8]. Під час відбору проб макрозообентосу було використано гідробіологічні сачки-скребки (діаметр обруча сачка-скребка – 20-25 см) якими більш зручніше відбирати проби на мілководних ділянках водотоку на глибині до 1,0-1,5 м.

При промивці проб макрозообентосу використовували систему сит із дрібною сіткою (діаметр ячеї 40 мкм) або планктонні сітки з млинового гасу (№19-23). Піщаний ґрунт збовтували і вода із зависсю багаторазово промивалась крізь сито (млиновий гас №34-38). Промитий від залишків ґрунту відібраний матеріал фіксували 4% розчином формальдегіду, в деяких випадках (при вивченні ракоподібних, черевоногих молюсків) – 70% розчином етилового спирту з доповненням 4% розчину формальдегіду.

Подальше камеральне опрацювання проводили за допомогою біокуляру, розділяючи органі-

зми на основні таксономічні групи (нематоди, олігохети, ракоподібні, личинки комах та ін.). Біомасу визначали зважуванням на вагах з точністю виміру до 1 мг, а щільність – підрахунком окремих таксономічних груп макрозообентосу, з наступним перерахунком на 1 м² дна річки.

При аналізі опрацьованого матеріалу використовувались індекси сапробності зообентосних організмів за методикою Пантле-Букк [9], з використанням значень індивідуальної сапробності та індикаторної значущості організмів [10-14], які відомі із літератури. Залежно від значення індексу сапробності виділяють наступні зони: 0,5-1,5 – олігосапробна (чиста вода), 1,51-2,5 – β-мезосапробна (помірно забруднена вода), 2,51-3,5 – α-мезосапробна (брудна вода), 3,51-4,5 – полісапробна (дуже брудна вода).

Для кількісної оцінки складності структури угруповань тварин використовували індекси видового різноманіття (інформаційний індекс Шеннона), у якому інформація розглядається як міра різноманіття [15]. Цей індекс об'єднує велику кількість інформації щодо щільності та видового складу організмів, включаючи кількість видів їх ступінь домінування.

Різноманіття, а також і складність структури угруповань гідробіонтів та екосистем, змінюється під впливом різних факторів оточуючого середовища, в тому числі й антропогенних. Складність угруповань зменшується при забрудненні, евтрофікації, ацидофікації вод.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Донна мікрофауна. Донна мікрофауна є інформативно-структурною одиницею водних екосистем, та приймає активну участь у формуванні якості води, є чутливим показником стану водних екосистем. Данні щодо структури й різноманіття цих організмів у водоймах різного типу мають велике значення для моніторингу біорізноманіття та оцінки екологічного стану водних екосистем.

Нами була досліджена донна мікрофауна річки Мокра Московка на трьох ділянках (станціях) – нижній, середній та верхній, тобто на акваторії водотоку, де саме й буде проводитись планова діяльність з розчистки гирлової ділянки русла малої річки. У межах кожної ділянки (станції) відбирали проби в різних точках (біотопах): у заростях вищих водних рослин і на чистих від макрофітів ділянках літорали водотоку. На верхній і середній ділянках річки Мокра Московка переважали формації очерету звичайного (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.). Міс-

цями в асоціації з ними зустрічались рогіз вузьколистий (*Typha angustifolia* L.), комиш лісовий (*Scirpus sylvaticus* L.), рдесник кучерявий (*Potamogeton crispus* L.) та інші види макрофітів.

Під час дослідження малої річки у весняно-літній (квітень – червень) період 2021 року було встановлено, що температура води досліджених ділянок коливалась у межах 18,5-19,8°C, а показники вмісту розчиненого кисню – 5,2-6,8 мгО₂/дм³.

У складі донної мікрофауни обстеженої акваторії річки Мокра Московка всього виявлено 35 видів безхребетних організмів, які належать до 8 систематичних груп.

При дослідженні зооценозу донної мікрофауни водотоку у літній період на верхній ділянці (район «Автовокзалу») було виявлено 25 таксонів видового рангу бентосних безхребетних з 7 систематичних груп. Максимальною кількістю видів були представлені інфузорії – 15 таксонів (60% від загальної кількості видів). Коловертки були представлені 3 видами і формами, джгутикові та нематоди – 2 таксонами, відповідно. Інші таксономічні групи (олігохети, гіллястовусі ракоподібні та тихоходки) були представлені по одному виду відповідно, таблиця 1-2.

Загальна щільність зооценозу донної мікрофауни дослідженого водотоку на цій верхній ділянці коливалась у межах від 122 екз/см² до 4849 екз/см². В зооценозі мікробентосу малої річки у цей період за щільністю домінували інфузорії, середня щільність яких складала 1448 екз/см² або 77% від загальної середньої щільності зооценозу донної мікрофауни. Серед інфузорій високими середніми показниками щільності характеризувались два види – *Prorodon teres* та *Trithigmostoma cucullulus*, які склали 32% та 25% від середньої щільності інфузорій зооценозу, відповідно. Останній вид також характеризувався високими показниками зустрічальності у складі зооценозу донної мікрофауни дослідженого водотоку.

Нематоди та коловертки мали другорядне значення в угрупованні зооценозу, їх щільність коливалась у таких межах – 91-457 екз/см² та 182-457 екз/см², відповідно. Разом середня щільність цих таксономічних груп зооценозу донної мікрофауни малої річки складала 324 екз/см² або 17% від загальної середньої щільності дослідженого зооценозу. Щільність джгутикових організмів була незначною та коливалась у межах 91-183 екз/см² або 3% від загальної середньої щільності дослідженого зооценозу.

Таблиця 1 – Видовий склад донної протистофауни р. Мокра Московка у літній період 2021 р.

Table 1 – Species composition of benthic protistofauna of the Mokra Moskovka River during the summer period 2021

| Види (таксони) | Ділянки | | |
|--|-----------|-----------|----------|
| | верхня | середня | нижня |
| Джугитикові | | | |
| 1. <i>Euglena</i> sp. | + | + | – |
| 2. <i>Euglena gracilis</i> Klebs | + | + | – |
| Інфузорії | | | |
| 1. <i>Aspidisca cicada</i> (Muller) Claparede and Lachmann | + | – | – |
| 2. <i>Actinobolia radians</i> Stein | – | – | + |
| 3. <i>Chilodonella uncinata</i> (Ehrenberg) | + | – | – |
| 4. <i>Coleps hirtus</i> Nitzsch | + | + | – |
| 5. <i>Glaucoma scintillans</i> Ehrenberg | – | + | – |
| 6. <i>Hemiohrys</i> sp. | – | + | – |
| 7. <i>Euplotes aphinis</i> Dujardin | + | – | – |
| 8. <i>Euplotes patella</i> Genetics | + | – | – |
| 9. <i>Kondyliostoma vorticella</i> Ehrenber | – | – | + |
| 10. <i>Litonotus lamella</i> Shewlakoff | + | – | – |
| 11. <i>Paramecium caudatum</i> Ehrenberg | + | + | – |
| 12. <i>Paramecium bursaria</i> (Ehrenberg) | + | – | – |
| 13. <i>Prorodon ovum</i> (Ehrenberg) Kahl | – | + | – |
| 14. <i>Prorodon teres</i> (Ehrenberg) Foissner, Berger & Kohmann | + | + | – |
| 15. <i>Spirostomum minus</i> Roux | + | + | – |
| 16. <i>Spirostomum ambiguum</i> (Müller) Ehrenberg | + | – | – |
| 17. <i>Prorodon</i> sp. | + | – | – |
| 18. <i>Pseudoceronopsis</i> sp. | + | + | – |
| 19. <i>Tachysoma pellionella</i> (Muller et Stein) | + | – | – |
| 20. <i>Trithigmotoma cucullulus</i> (Muller) Jankowski | + | + | + |
| Кількість видів | 17 | 11 | 3 |

Таблиця 2 – Видовий склад донної мікрофауни р. Мокра Московка у літній період 2021 р.

Table 2 – Species composition of the bottom microfauna of the Mokra Moskovka River during the summer period 2021

| Види (таксони) | Ділянка | | |
|--|----------|----------|----------|
| | верхня | середня | нижня |
| Коловертки | | | |
| 1. <i>Bdelloidea</i> gen. sp. | – | + | – |
| 2. <i>Proales disipens</i> (Ehrenberg) | – | + | – |
| 3. <i>Rotaria citrina</i> (Ehrenberg) | + | + | – |
| 4. <i>Rotaria</i> sp. | – | + | – |
| 5. <i>Colurella colurus</i> (Ehrenberg) | + | – | – |
| 6. <i>Euchlanis dilatata</i> Myers | + | – | – |
| Нематоди | | | |
| 1. <i>Ironus ignavus</i> Bastian | + | + | – |
| 2. <i>Nematoda</i> gen. sp ₁ . | + | + | – |
| 3. <i>Nematoda</i> gen. sp ₂ . | – | + | – |
| Олігохети | | | |
| 1. <i>Chaetogaster limnaei</i> Pollock | + | – | – |
| Гіллястовусі ракоподібні | | | |
| 1. <i>Bosmina longirostris</i> Müller | + | – | – |
| Тихоходки | | | |
| 1. <i>Tardigrada</i> gen. sp. | + | – | – |
| Черевовійчасті черви | | | |
| 1. <i>Chaetonotus schultzei</i> Metschnikoff | – | – | + |
| Кількість видів | 8 | 7 | 1 |

Представленість інших таксономічних груп (олігохети, тихоходки, гіллястовусі ракоподібні) у загальній середній щільності зооценозу донної мікрофауни річки була низькою та складала 2,4%, внаслідок того, що гідробіонти зазначених груп в зооценозі мікробентосу зустрічались випадково і в обмеженій кількості.

При дослідженні зооценозу донної мікрофауни річки Мокра Московка на середній ділянці (район Комунальної установи «Запорізького обласного шкірно-венерологічного клінічного диспансеру») було виявлено 18 видів мікробентосних організмів, які належать до чотирьох таксономічних груп. Максимальною кількістю видів були представлені інфузорії – 9 таксонів (53% від загальної кількості видів). Коловертки та нематоди були представлені 4 та 3 формами відповідно, джгутикові – 2 таксонами, див. табл. 1-2.

В дослідженому зооценозі мікробентосу малої річки за щільністю домінували інфузорії, щільність яких коливалась у межах 91-2012 екз/см². Середня щільність інфузорій на цій ділянці в дослідженому зооценозі водотоку складала 635 екз/см² або 49% від загальної середньої щільності зооценозу донної мікрофауни. За досліджений період високими середніми показниками щільності серед інфузорій характеризувались два види – *P. caudatum* та *Trithymostoma cucullulus*, які склали 46% та 20% від середньої щільності інфузорій зооценозу, відповідно.

Високі середні показники щільності джгутикових (457 екз/см²) були обумовлені головним чином значним розвитком виду – *Euglena gracilis*, середня щільність якого складала 80% від середньої щільності джгутикових дослідженого зооценозу. Щільність нематод була невисокою та коливалась у межах 91-640 екз/см² або 13% від загальної середньої щільності дослідженого зооценозу донної мікрофауни річки Мокра Московка. Коловертки склали незначну складову середньої щільності зооценозу мікробентосу дослідженого водотоку та становили лише 3,5% від загальної середньої щільності зооценозу.

Порівнюючи структурну організацію зооценозів донної мікрофауни двох ділянок (верхньої та середньої) у весняно-літній період 2021 року можна стверджувати, що структурна організація нижче розташованого за течією малої річки зооценозу була спрощеною. Це підтверджується певними структурними показниками даного зооценозу мікробентосу: 1) зменшення майже в 2 рази кількості таксономічних груп які були ви-

явлені в зооценозі (з 7 до 4 таксономічних груп); 2) зменшенням в 2 рази середньої щільності домінуючої таксономічної групи (інфузорій) в зооценозі (з 1260 екз/см² до 625 екз/см²); 3) зменшенням майже в 4,5 рази загальної середньої щільності зооценозу донної мікрофауни річки Мокра Московка (з 5721 екз/см² до 1295 екз/см²); 4) збільшенням показника коефіцієнта сапробності (з 2,9 до 3,15), що вказує на погіршення сапробіологічних умов на цій ділянці водотоку (α -мезосапробна зона).

Донна мікрофауна нижньої ділянки річки Мокра Московка характеризувалась низьким видовим різноманіття водних безхребетних. На даній ділянці водотоку зареєстровано 4 види гідробіонтів, які відносяться до 2 систематичних груп. Серед інфузорій було виявлено 3 таксони, черевовійчасті черви були представлені 1 видом. Зооценоз мікробентосу в основному складався з альфа- та бета-сапробних організмів, тобто видів індикаторів органічного забруднення води. Загальна щільність зооценозу донної мікрофауни не перевищувала 70 екз/см².

Макрозообентос. Для оцінки стану та вивчення гідробіологічних процесів на досліджених ділянках річки Мокра Московка нами було досліджено якісний та кількісний склад угруповань макрозообентосу.

При вивченні макрозообентосу дослідженої акваторії річки Мокра Московка нами було всього виявлено 21 вид донних безхребетних тварин, які належать до 10 систематичних груп. Найбільшим видовим різноманіттям характеризувались червоногі молюски (5 видів). Личинок комарів-дзвінців було зареєстровано – 3 види, п'явок, личинок бабок, твердокрилих, личинок волохокрильців і одноденок – по 2 види, інші групи (олігохети, ізоподи і личинки мокреців) представлені одним таксоном, таблиця 3.

Щільність макрозообентосу коливалась у межах 650-800 екз/м². Найбільше видове різноманіття макрозообентосу нами було відмічено на нижній ділянці річки, де донне угруповання складалось із 8 систематичних груп й було представлено 13 видами.

Аналізуючи співвідношення таксономічних груп макрозообентосу на цій ділянці водотоку слід відмітити, що переважали за щільністю ізоподи (59,4%), які були представлені виключно – *Asellus aquaticus* та червоногі молюски, загальна щільність яких складала 115 екз/м², а біомаса – 7,2 г/м². Другорядне значення в угрупованні донних тварин мали личинки комарів-дзвінців, щільність яких складала 12,5% від загальної

Таблиця 3 – Видовий склад угруповань макрозообентосу р. Мокра Московка у літній період 2021 р.
Table 3 – Species composition of macrozoobenthos groups in the Mokra Moskovka River during the summer period 2021

| Види (таксони) | Ділянки | | |
|--|-----------|----------|-----------|
| | верхня | середня | нижня |
| Олігохети | | | |
| 1. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> Claparede | + | – | – |
| П'явки | | | |
| 1. <i>Herpobdella octoculata</i> (L.) | + | – | + |
| 2. <i>Glossiphonia complanata</i> (L.) | – | – | + |
| Личинки бабок | | | |
| 1. <i>Platycnemis pennipes</i> (Pallas) | + | – | – |
| 2. <i>Ischnura elegans</i> (Vander Linden) | + | – | + |
| Личинки одноденок | | | |
| 1. <i>Cloeon (Cloeon) dipterum</i> L. | – | + | + |
| 2. <i>Baetis</i> sp. | – | – | + |
| Личинки волохокрильців | | | |
| 1. <i>Hydropsiche angustipennis</i> (Curtis) | + | + | – |
| 2. <i>Athripsodes aterrimus</i> (Stephens) | – | – | + |
| Личинки комарів-дзвінців | | | |
| 1. <i>Ablabesmyia gr. lentiginosa</i> Fries | + | + | + |
| 2. <i>Chironomus plumosus</i> (Linnaeus) | – | + | – |
| 3. <i>Orthocladius gen. sp.</i> | – | + | – |
| Личинки двокрилих | | | |
| 1. <i>Ceratopogoniedae</i> sp. | – | – | + |
| Водні твердокрилі | | | |
| 1. <i>Acilius sulcatus</i> (L.) | + | – | – |
| 2. <i>Hydrobius</i> sp. | + | – | – |
| Рівноногі ракоподібні (ізоподи) | | | |
| 1. <i>Asellus aquaticus</i> (Linnaeus) | + | + | + |
| Червоногі молюски | | | |
| 1. <i>Planorbis planorbis</i> (Linne) | + | – | – |
| 2. <i>Lymnaea auricularia</i> (L.) | – | + | + |
| 3. <i>Lymnaea palustris</i> (O.F.Muller) | + | – | + |
| 4. <i>Bithynia tentaculata</i> (L.) | – | – | + |
| 5. <i>Bithynia troscheli</i> (Paasch) | – | – | + |
| Кількість видів | 11 | 7 | 13 |

щільності макрозообентосу. За біомасою на нижній ділянці малої річки домінували виключно червоногі молюски (26,7% біомаси), головним чином, за рахунок *Lymnaea auricularia*.

Невисокою кількістю видів угруповання макрозообентосу було представлено на середній ділянці обстеженої акваторії р. Мокра Московка. Всього тут було ідентифіковано 7 видів макрозообентосу, які відносяться до 5 систематичних груп. (личинки одноденок, личинки волохокрильців, личинки комарів-дзвінців, ізоподи та червоногі молюски). На цій ділянці малої річки домінували як за щільністю так і за біомасою личинки волохокрильців – *Hydropsiche angustipennis*.

На верхній ділянці річки Мокра Московка угруповання макрозообентосу було представлено 11 видами, які відносяться до 8 систематич-

них груп. На замулених ґрунтах тут переважали за щільністю олігохети (малощетинкові черві) та п'явки, які склали 46,2% та 15,4% від загальної щільності донного угруповання, відповідно. За біомасою на цій ділянці водотоку переважали червоногі молюски та олігохети, які склали 39,6% та 20,8% від загальної біомаси макрозообентосу.

Величина індексу видового різноманіття на досліджених ділянках річки Мокра Московка коливалась в межах 2,36-3,03 біт/екз. Показник видового різноманіття макрозообентосу в середньому дорівнював 2,48, що пов'язано з більш рівномірним розподілом гідробіонтів із різних таксономічних груп.

Постійно на всіх обстежених ділянках річки Мокра Московка в макрозообентосі зустрічалися тільки два види, це личинки комарів-дзвінців

(*Ablabesmyia gr. lentiginosa*) та рівноногі раки (*Asellus aquaticus*).

При оцінці сапробіологічного стану досліджених ділянок р. Мокра Московка за даними макрозообентосу було виявлено 17 індикаторних видів, із яких молюсків – 4, п'явок, личинок бабок, личинок комарів-дзвінців, личинок одноденок, личинок волохокрильців – по 2, олігохет, твердокрилих, ізопод – по одному виду. Серед відмічених індикаторних видів безхребетних 10 (59%) – відноситься до бета-мезосапробів, 5 (29%) – до альфа-мезосапробів і 2 (12%) – до полісапробів.

Порівнюючи данні сапробності вод досліджених ділянок р. Мокра Московка слід зазначити, що за цей період показники індексу сапробності коливались у певних межах, від 2,69 до 2,89. Проведена сапробіологічна оцінка досліджених ділянок річки за показниками макрозообентосу свідчить, що обстежена частина водотоку належить до α -мезосапробної зони, що за класифікацією якості поверхневих вод відповідає брудним водам.

Середня ж величина індексу (2,77) свідчить про переважання на цій ділянці річки α -мезосапробних умов. Це співпадає з оцінкою екологічного стану річки за мікробіологічними показниками, згідно яких річка відноситься до α -мезосапробних – полісапробних водотоків.

Внаслідок того, що до гирлової ділянки річки Мокра Московка потрапляють зливові стічні води міста, які містять біогенні елементи, необхідно проводити заходи щодо локального біологічного очищення води обстежених ділянок водотоку. Для цього необхідно в місцях локального забруднення води малої річки розмістити плаваючі несучі елементи у вигляді «плотиків», розміром 1,5×0,8 м, до нижньої поверхні яких закріпити волокнисті носії типу «ВІЯ» для іммобілізації (прикріплення) мікроорганізмів та інших гідробіонтів, які і будуть очищати воду від органічних речовин, біогенних елементів та інших забруднювачів води. Запропонована біотехнологія використовується для очищення зливових стічних вод промислових підприємств, поверхневих вод і навіть токсичних стічних вод які містять гексаметилендіамін.

При використанні запропонованої біотехнології у гирловій частині річки Мокра Московка підвищиться видове різноманіття гідробіонтів, що призведе до відновлення процесів природного самоочищення цієї водної екосистеми. Впровадження заходів з локального біологічного очищення води у річці дозволить очікувати суттєвий природоохоронний ефект щодо поліпшен-

ня екологічного стану водної екосистеми, зокрема щодо зниження її евтрофікації та темпів «цвітіння» водотоку.

Для запобігання забруднення води річки Мокра Московка різноманітним сміттям, що приносить течією до зони проектних планових робіт, необхідно встановити механічні решітки-уловлювачі в районі залізничних мостів. А також, встановити чіткий графік для комунальних служб по очищенню решіток і вивезенню сміття. Такі заходи дозволять не тільки покращити загальний гідрологічний режим річки, але і припинити забруднення полімерним сміттям основного джерела питної води України – води річки Дніпро.

4. ВИСНОВКИ

Встановлено, що за досліджуваний період зооценоз донної мікрофауни річки Мокра Московка був представлений 32 видами мікробезхребетних, які належать до семи таксономічних груп. Переважали інфузорії – 18 таксонів (69% від загальної кількості видів). Коловертки були представлені 6 формами, джгутикові та нематоди – двома та трьома таксонами, відповідно. Кількісні показники розвитку донної мікрофауни знаходились у межах 1295-1879 екз/см². За показником сапробності розрахованим за загальною донною мікрофауною стан малої річки характеризувався як забруднена, а індекс сапробності був у межах 2,9-3,15. В цілому встановлена певна закономірність – нижче розташовані ділянки водотоку характеризуються високими показниками індексу сапробності, а видовий склад та щільність зооценозу донної мікрофауни знижується. Впродовж спостережень 2021 р. в зооценозі макрозообентосу було зареєстровано 21 вид безхребетних, серед яких найбільшим видовим різноманіттям характеризувались червононогі молюски (5 видів). Загальна щільність макробезхребетних бентосу змінювалась у межах від 650-800 екз/м², що свідчить про низький розвиток даного зооценозу у межах гирлової ділянки річки Мокра Московка. Значення індексу Шеннона для макрозообентосу становили 2,48 (2,36-3,03) біт/екз, що може свідчити про сприятливі умови існування цього комплексу безхребетних. Відповідно значенням індексу сапробності, розрахованого за індикаторними видами макрозообентосу обстежена частина водотоку належить до α -мезосапробної зони, що за класифікацією якості поверхневих вод відповідає брудним водам.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Екологічне оздоровлення Дніпра / Шевчук В., Мазуркевич О., Навроцький В. та ін. Київ : Геопринт, 2001. 267 с.
2. Домбровський К. О., Корж О. П. До питання про стан річки Мокра Московка. *Сучасні проблеми екології : тези доповідей Всеукр. конф. молодих вчених, 7-9 жовтня. Запоріжжя, 2004.* С. 117-119.
3. Домбровський К. О., Гурський А. О., Кирилах О. І. Зооперифітон річки Мокра Московка в межах м. Запоріжжя та процеси самоочищення лотичних водних екосистем. *Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. сб.* Вып. 93. Київ : Техніка, 2010. С. 111-115.
4. Домбровський К. О. Макрозообентос малої річки Мокра Московка в умовах промислового забруднення. *Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону.* 2003. Вып. 3. С. 96-106.
5. Домбровський К. О., Муленко М. А., Міхіна І. І. Макрозообентос урбанізованої малої річки Мокра Московка. *Вісник Запорізького державного ун-ту: Збірник наукових статей. Фізико-математичні науки. Біологічні науки.* 2004. №2. С. 134-137.
6. Домбровський К. О., Корж О. П. Гідробіологічні особливості водойм верхів'я Каховського водосховища в умовах антропогенного забруднення. *Вісник Запорізького державного ун-ту: Збірник наукових статей. Фізико-математичні науки. Біологічні науки.* 2006. №1. С. 64-70.
7. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / Арсан О. М., Давидов О. А., Дьяченко Т. М. та ін.; за ред. В.Д. Романенко. НАН України Ін-т гідробіології. Київ : ЛОГОС, 2006. 408 с.
8. Панова В. Е., Павлов А. М. Методика количественного учета водных беспозвоночных в зарослях камыша и тростника. *Гидробиол. журнал.* 1986. Т. 22(6). С. 87-88.
9. Галкіна А.А., Заморов В.В. Сапробіологічний аналіз якості води лимана-водосховища Сасик за організмами макрозообентосу. *Природничий альманах (біологічні науки). Збірник наукових праць.* 2019. Вып. 26. С. 24-36.
10. Олексив И. Т. Показатели качества природных вод с экологической позиции. Львів: Світ, 1992. 243 с.
11. Сладечек В. Общая биологическая схема качества воды. *Санитарная и техническая гидробиология: материалы I съезда ВГБО.* Москва: Наука, 1967. С. 26-31.
12. Тодераш И. К. Функциональное значение хирономид в экосистемах водоемах Молдавии. Кишинев: Штиница, 1984. 181 с.
13. Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. III. Методы биологического анализа. Приложение 1. Индикаторы сапробности / под ред. Л.С. Козина. Москва: изд-во СЭВ, 1997. 92 с.
14. Uzunov I., Kosel V., Sladecsek V. Indicator value of Freshwater Oligochaeta. *Acta hydrobiol.* 1988. 16(2). Pp. 173-186.
15. Шеляг-Сосонко Ю. Р., Смельянов І. Г. Концепція біорізноманіття в аспекті функціонування та охорони

біосистем і ландшафтів. *Біорізноманіття Карпатського біосферного заповідника.* Київ: ІнтерЕкоЦентр, 1997. С. 478-495.

REFERENCES

1. Shevchuk, V., Mazurkevych, O. & Navrotskyi, V. et al. (2001). *Ekolohichne ozdorovlennia Dnipro [Ecological rehabilitation of the Dnieper]*. Kyiv: Neoprynt. (in Ukr.)
2. Dombrovskiy, K.O. & Korzh, O.P. (2004). Do pytannia pro stan richky Mokra Moskovka. [To a question on a condition of the river Mokra Moskovka]. *Tezy dopovidei Vseukr. konf. molodykh vchenykh "Suchasni problemy ekolohii" [Abstracts of reports All-Ukrainian. conf. of young scientists "Modern problems of ecology"]*, 7-9 october. Zaporizhzhia, pp. 117-119. (in Ukr.)
3. Dombrovskiy, K.O., Hurskyi, A.O. & Kyrylakha, O.I. (2010). Zooperifyton richky Mokra Moskovka v mezhakh m. Zaporizhzhia ta protsesy samoochyschennia lotychnykh vodnykh ecosystem [Zooperyphyton of the Mokra Moskovka River within Zaporizhzhya city and self-purification processes of lotic aquatic ecosystems]. *Kommunalnoe khozyaystvo gorodov: nauch.-tekhn. sb. [Municipal services of cities: scientific and technical. collection]*, 93. Kiev: Tekhnika, pp. 111-115. (in Ukr.)
4. Dombrovskiy, K.O. (2003). Makrozoobentos maloi richky Mokra Moskovka v umovakh promyslovoho zabrudnennia [Macrozoobenthos of the small river Mokra Moskovka in the conditions of industrial pollution]. *Problemy ekologii i okhrany prirody tekhnogennoho regiona [Problems of ecology and nature protection of a technogenic region]*, 3, pp. 96-106. (in Ukr.)
5. Dombrovskiy, K.O., Mulenko, M.A. & Mikhina, I.I. (2004). Makrozoobentos urbanizovanoi maloi richky Mokra Moskovka [Macrozoobenthos of small river Mokra Moskovka]. *Visnyk Zaporizkoho derzhavnoho un-tu: Zbirnyk naukovykh statei. Fyzyko-matematychni nauky. Biolohichni nauky [Bulletin of Zaporizhia State University: Collection of scientific articles. Physical and mathematical sciences. Biological sciences]*, 2, pp. 134-137. (in Ukr.)
6. Dombrovskiy, K.O. & Korzh, O.P. (2006). Hidrobiolohichni osoblyvosti vodoim verkhiv'ia Kakhovskoho vodoshkovichcha v umovakh antropohennoho zabrudnennia [Hidrobiological peculiarities reservoirs of the upper Kakhovka reservoir in conditions under anthropogenic influence]. *Visnyk Zaporizkoho derzhavnoho un-tu: Zbirnyk naukovykh statei. Fyzyko-matematychni nauky. Biolohichni nauky [Bulletin of Zaporizhia State University: Collection of scientific articles. Physical and mathematical sciences. Biological sciences]*, 1, pp. 64-70. (in Ukr.)
7. Arsan, O.M., Davydov, O.A., Diachenko, T.M. et al (2006). *Metody hidroekolohichnykh doslidzhen poverkhnivykh vod [Methods of hydroecological research of surface waters]*. Edited by V.D. Romanenko. NAS of Ukraine, Institute of hydrobiology. Kyiv: LOHOS. (in Ukr.)
8. Panova, V.E. & Pavlov, A.M. (1986). [Methodology for

- quantitative accounting of aquatic invertebrates in reed and reed thickets]. *Gidrobiol. zhurnal [Hydrobiological journal]*, 22(6), pp. 87-88. (in Russ.)
9. Halkina A.A., Zamorov V.V. (2019). Saprobiohichnyi analiz yakosti vody lymana-vodoskhovyshcha Sasyk za orhanizmy makrozoobentosu [Saprobiohichnyi analiz of the water quality of Sasyk reservoir are shown on the organisms of macrozoobenthos]. *Pryrodnychiy almanakh (biolohichni nauky). Zbirnyk naukovykh prats [Scientific bulletin of natural sciences (biological sciences)]*, 26, pp. 24-36. (in Ukr.)
 10. Oleksiv, I.T. (1992). *Pokazateli kachestva prirodnykh vod s ekologicheskoy pozitsii [Indicators of the quality of natural waters from an ecological point of view]*. Lviv: Svit. (in Russ.)
 11. Sladeczek, V. (1967). Obschaya biologicheskaya skhema kachestva vody [General biological diagram of water quality]. *Materialy I s"ezda VGBO: Sanitarnaya i tekhnicheskaya gidrobiologiya [Materials of 1th congress: Sanitary and technical hydrobiology]*. Moscow: Nauka, pp. 26-31. (in Russ.)
 12. Toderash, I.K. (1984). *Funksional'noe znachenie khironomid v ekosistemakh vodoemakh Moldavii [Functional significance of chironomids in ecosystems of water bodies of Moldova]*. Kishinev: Shtinica. (in Russ.)
 13. Kozina, L.S. (ed). (1997). *Unifitsirovannyye metody issledovaniya kachestva vod [Unified water quality research methods]*. Ch. III: *Metody biologicheskogo analiza [Biological analysis methods]*. Annex 1: *Indikatory saprobnosti [Saprobity indicators]*. Moscow: Publ. SEV. (in Russ.)
 14. Uzunov, I., Kosel, V. & Sladeczek, V. (1988). Indicator value of Freshwater Oligochaeta. *Acta hydrobiol.*, 16(2), pp. 173-186.
 15. Sheliah-Sosonko, Yu.R. & Yemelianov, I.H. (1997). Kontseptsiia bioriznomanittia v aspekti funktsionuvannia ta okhrony biosystem i landshaftiv [The concept of biodiversity in the aspect of the function and protection of biosystems and landscapes]. *Bioriznomanittia Karpatskoho biosfernoho zapovidnyka [Biodiversity of the Carpathian Biosphere Reserve]*. Kyiv: InterEkoTsentr, pp. 478-495. (in Ukr.)

MICRO- AND MACROFAUNA OF BENTHIC INVERTEBRATES OF THE ESTUARY SECTION OF THE MOKRA MOSKOVKA, A SMALL RIVER IN THE CITY OF ZAPORIZHZHIA

K. O. Dombrovskiy, A. F. Rylsky

*Zaporizhzhia National University,
66, Zhukovskogo St., 69600 Zaporizhzhia, Ukraine,
dombrov1717@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-6965-6989>*

Nowadays, in the period of scientific and technological progress, the anthropogenic impact on the environment keeps increasing. At the same time, its forms and its degree are very diverse. The study of aquatic ecosystems, including ecosystems of small rivers, is one of the applied environmental researches. Small rivers form water resources, hydrochemical composition and water quality of medium and large rivers. They form natural landscapes and contribute to human economic activities.

Most of the indicators classify the current environmental state of small and medium rivers of Zaporizhzhia Region as unsatisfactory. The main reason for this situation is an excessive anthropogenic load on environmental systems of small rivers that have a noticeable reaction to any interference. One of the consequences of this process includes siltation of small rivers. A small river Mokra Moskovka is not an exception to the above-described characteristics of aquatic ecosystems. The river flows through the territory of Zaporizhzhia Region and its lower part of about 11 km long flows in the densely built-up part of the City of Zaporizhzhya. The mouth section of the Mokra Moskovka River is 2.6 km long and runs through the territory of Aleksandrovsky and Kommunarisky districts of Zaporizhzhia from the river's mouth to the Zaporizhzhia-1-Zaporizhzhia-2 railway bridge. Over the years of its existence, the mouth section of the small river's bed silted up considerably and has an unsatisfactory condition. This is due to the rising of the Kakhovka Reservoir water level and daily fluctuations of the Dnipro's water level that together lead to the reverse movement of water masses and emergence of stagnant phenomena within the studied portion of the river's bed. In addition, the outlets of the municipal rainwater

drainage system present a significant source of the sediment, debris and pollutants entering the river.

In order to improve the environmental condition of the Mokra Moskovka and remove its silt sediments within the bounds of the city, the riverbed was being cleared during 2004-2013. Our data indicate that the thickness of the river's silt sediments reaches 1.0-1.5 m in some places. To restore and maintain favorable hydrological regime and sanitary condition of the mouth section of the Mokra Moskovka it is planned to clean the mouth section of the river channel from silt sediments using hydromechanization technologies and dredging mechanisms in 2022-2023 (scheduled activities).

The research is aimed at studying the structural organization of the bottom fauna of the estuary section of a small river Mokra Moskovka within the urban ecosystem. The work is based on the results of our own hydrobiological research. During the observation that took place in 2021 53 species of benthic invertebrates were recorded at the mouth of the watercourse. It was found that, out of the total number, 21 species belonged to the macrozoobenthos and 32 – to the benthic microfauna groupings. The conducted saprobiological assessment of the studied river sections for the indicated organisms of micro- and macrozoobenthos revealed that the surveyed part of the watercourse belongs to the α -mesosaprobic zone and is classified as "polluted waters" according to the surface water quality classification. In order to improve the environmental condition of the mouth section of the Mokra Moskovka River it is necessary to implement certain measures of biological water treatment using modern biotechnological solutions developed in Ukraine.

Key words: the Mokra Moskovka River; benthic microfauna; macrozoobenthos.

Подання до редакції : 29. 11. 2021

Надходження остаточної версії : 05. 04. 2022

Публікація статті : 07. 07. 2022