

## ФОРМУВАННЯ ФАУНИ БЕЗХРЕБЕТНИХ ГІДРОБІОНТІВ У ВОДОЙМІ ДОМБРОВСЬКОГО КАР'ЄРУ В ПЕРІОД 2014-2018 РОКІВ

Т. Микітчак<sup>1</sup>, В. Козловський<sup>1</sup>, О. Мателешко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут екології Карпат НАН України  
вул. Козельницька, 4, Львів 79026, Україна  
e-mail: tarasmykitchak@yahoo.com, vkozlovskyy@gmail.com

<sup>2</sup>Ужгородський національний університет  
пл. Народна, 3, Ужгород 88000, Україна  
e-mail: alexander.mateleshko@uzhnu.edu.ua

Досліджено угруповання безхребетних гідробіонтів водойми Домбровського кар'єру в період 2014–2018 рр. Відзначено 25 видів. У планктоні єдиним постійним компонентом є коловертка *Brachionus plicatilis* Müller, 1786, у бентосі та нейстоні – клопи *Sigara lateralis* (Leach, 1817), жуки *Hydrobius fuscipes* (Linnaeus, 1758), двокрилі *Aedes* sp., *Ochlerotatus lepidonotus* (Edwards, 1920), *Culicoides salinarius* Kieffer, 1914, *Ephydra glauca* Meigen, 1830. Основне різноманіття безхребетних сконцентроване у літоральній зоні на глибинах до 2 м. Перш за все, це пов'язано з опрісненням цих ділянок поверхневим стоком опадів. За останнє десятиріччя мінералізація поверхневого шару зменшилася від 120–138 до 25–28 г/л. З опрісненням води відзначено збільшення видового різноманіття безхребетних гідробіонтів у весняні періоди від 7 до 17 таксонів. Зростає роль в угрупованнях прісноводних таксонів, які толерантні до солоності нижче 5 г/л: від 0–10 % видового різноманіття у 2014–2015 рр. до 22–35 % у 2018 р. Із них у 2018 р. уперше відзначено *Eucyclops serrulatus* (Fischer, 1851), *Candona* sp., *Cypris pubera* O. F. Müller, 1776, *Cloeon dipterum* (Linnaeus, 1760), *Libellula depressa* Linnaeus, 1758, *Sympsecta fusca* Vander Linden, 1820, *Paracorixa concinna* (Fieber, 1848). У 2018 р. мілководдя водойми заселили прісноводні таксони, які не є толерантними навіть до низької солоності (7–25 % видового різноманіття) – *Hydrometra stagnorum* (Linnaeus, 1758), *Rhyacophila tristis* Pictet, 1834, *Coelambus impressopunctatus* (Schaller, 1783), *Enochrus coarctatus* (Gredler, 1863), *Hydrophilus caraboides* (Linnaeus, 1758). Натомість кількість солоноводних видів зменшується від 20–29 % (2014–2015 рр.) до 5–14 % (2018 р.). Солоноводне угруповання безхребетних водойми з часом набуває рис солонувато-прісноводного. З прісноводних калюж водозбірних басейну водойми 83 % таксонів відзначено у Домбровській водоймі. Заселення видів з обвідних каналів у водойму кар'єру є малоімовірним, оскільки лише 5 % таксонів звідти відзначено у ній. Очевидно, що основним шляхом формування угруповань безхребетних гідробіонтів цієї водойми є періодичне затоплення прісноводних узбережних калюж.

*Ключові слова:* угруповання безхребетних гідробіонтів, Домбровський кар'єр

Унаслідок діяльності підприємств гірничодобувної промисловості з'являється велика кількість штучних водойм. Деякі з них мають специфічні гідрохімічні, гідрологічні, біотопічні особливості. Прикладом створення такої штучної водойми є затоплення Домбровського кар'єру. Метою роботи було дослідити формування нового для цієї території солоноводного угруповання гідробіонтів у цій водоймі.

### Матеріали та методи

Упродовж 1967–2005 рр. на північних околицях м. Калуш Івано-Франківської обл. діяв Домбровський кар'єр калійної руди. У результаті видобутку утворився котлован площею 64 га та максимальною глибиною 140 м. Із 2008 р. почалося його неконтрольоване затоплення. Прогнозам екологічних ризиків, зумовлених цим затопленням, присвячено чимало наукових праць на гідрогеологічну тематику. Думки науковців щодо екологічної безпеки подальшого формування водойми розділились. В.В. Долін зі співавторами [5] стверджували, що подальше затоплення може призвести до прориву рідких стоків сусіднього хвостосховища у кар'єр, до аварійного прориву стоку р. Сивка у кар'єр із його прискореним затопленням, до формування техногенного стоку високомінералізованих вод у басейні рік Сивка-Лімниця-Дністер. На нашу думку, ймовірнішим є інший прогноз екологічної ситуації – за досягнення максимальної відмітки у 295 м н. р. м. рівень води у водоймі залишиться нижчим від рівня води в руслі р. Сивка, і ґрунтові води будуть продовжувати рухатись у напрямку озера, тобто загрози проникнення більш мінералізованих вод у ґрунтові води та басейн Дністра немає [2]. Станом на 2021 р. рівень води в кар'єрі становить  $\approx 285$  м н. р. м., що на 10 м нижче за прогнозований максимум.

Гідрохімічний склад води та процеси формування геоморфологічних обрисів водойми нерозривно пов'язані. Наслідком зсувних процесів є не лише виположення та стабілізація берегової лінії, а й стабілізація хімічного складу води у водоймі. Так, біля дна розчинення солей відбуватиметься до повного насичення водного розчину. Одночасно зі стабілізацією берегової лінії припиниться ріст мінералізації верхніх шарів води за рахунок розчинення солевмісних порід стінок кар'єру і перекриття їх зсувами вільних від солей четвертинних відкладів. На сучасному етапі формування водойми початково стрімкі схили кар'єру з крутизою до  $65^\circ$  на багатьох ділянках вже не перевищують  $25^\circ$  – утворюється важлива для функціонування озерної екосистеми літоральна зона. Перемішування більш мінералізованих нижніх шарів із верхніми неможливе через значну різницю в їхній густині. Тому з часом Домбровський кар'єр перетвориться на мероміктичне «озеро» з потужним ( $\approx 17$  м) маломінералізованим верхнім шаром води [23].

За нашими власними даними, мінералізація поверхневого шару води (0–5 м) у водоймі в 2014 р. сягала в середньому 86 г/л, у 2015 р. – 58 г/л, у 2018 р. – 28 г/л. За останнє десятиріччя мінералізація поверхневого шару зменшилася від 138 г/л (2011 р.) до 25–28 г/л (2020 р.).

Згідно зі супутниковими знітками програми Google Earth, максимальна довжина водойми сягає 1800 м, ширина – до 780 м.

У першій згадці про гідрофауну Домбровського кар'єру [30] автори констатують наявність 14 видів коловерток, 4 види гіллястовусих і 1 вид веслоногих ракоподібних (червень 2015 р.). У наступній публікації [31] зазначено, що у пробах за червень і листопад 2015 р. із безхребетних гідробіонтів у живому стані авторами відзначено лише коловертку *Brachionus plicatilis*, а знайдено мертвими 19 видів коловерток, гіллястовусих і веслоногих ракоподібних. У такому разі незрозуміло, навіщо автори подають чисельність мертвих особин цих таксонів на глибинах від 0 до 83 м. Під час власних досліджень у 2014–2015 рр. [9] частину цих видів відзначено в обвідних каналах кар'єру та в калюжах його водозбірної площі, проте жодної особини, живої чи мертвої, у водоймі Домбровського кар'єру не знайдено, за винятком *B. plicatilis*. У публікації 2021 р. [25] автори вказують наявність у водоймі *Chironomus salinarius* та *Cricotopus* (C.) cfr. *salinophilus* (червень 2019 р.), а також крупніші таксони черв'як, клопів, жуків і двокрилих.

Гідроекологічні проби із водойми Домбровського кар'єру зібрано 02.04.2014, 19.03.2015, 17.04.2018 і 03.09.2018. Різниця в часі весняних відборів проб зумовлена метеорологічними умовами настання весни. Оскільки навесні відбувається розвиток більшості груп амфібіонтних організмів, насамперед двокрилих комах, то цей період обрано основним для досліджень. Відбір проб здійснювали загальноприйнятими в гідроекології методами [8, 9]. Для планктонних проб фільтрували 20–100 л води (залежно від глибини відбору), для бентосних – перемивали дно на площі 1 м<sup>2</sup>. Гідробіонтів відловлювали також і за допомогою ручного збору. Фіксували зібраний матеріал етанолом із досягненням 30 % його концентрації у пробах. Відбирали по 6–10 проб бентосу і планктону з постійних стацій відбору в літоральній зоні та 2–3 проби в центрі плеса за градієнтом глибин 0–3 м і більше (рис. 1). Ідентифікацію таксонів проводили за низкою праць [3, 4, 7, 8, 12, 13, 24]. Чисельність планктонних організмів вказана в тис.ос./м<sup>3</sup>, бентосних і нейстонних – в ос./м<sup>2</sup>. Кількісні показники вказано для всіх особин виду без розподілу на дорослі особини, лялечки або личинки. Під час кожного відбору проб досліджували калюжі й тимчасові струмки водозбірної площі, а в 2014 р. – також обвідні канали кар'єру (рис. 1). Оскільки берегова лінія у різні періоди відбору проб істотно змінювалася, стації відбору вибирали згідно з градієнтом глибин.



Рис. 1. Картохема відбору гідроекологічних проб у водоймі Домбровського кар'єру. Умовні позначення: кола – постійні стації відбору, квадрати – періодичні стації відбору

Мінералізація у літоральній зоні істотно залежить від інтенсивності вітрового перемішування. Прибережну зону періодично “накриває” хвиля більш мінералізованих вод із центральних частин плеса. Після дощу літоральна маломінералізована зона відновлюється і зберігається до наступного шторму. Такий цикл постійно повторюється, тому чисельність гідробіонтів у літоральній зоні є мінливою як щодо різних стацій, так і щодо короточасних періодів, проте кількісний склад вказує на роль різних таксонів у структурі угруповання. За довжини озера майже 2 км і максимальної швидкості вітру до 20 м/с висота хвилі сягає 0,6 м. За таких умов відбувається перемішування до глибини не більше 1 м, що не сягає глибин концентрації розсолу [1, 6].

### Результати і їхнє обговорення

У водоймі відзначено 25 таксонів безхребетних гідробіонтів (див. таблицю).

У пробах 02.04.2014 найбільш численними безхребетними бентосу були личинки берегової мухи *Ephydra glauca* (до 185 ос./м<sup>2</sup> на глибинах до 0,5 м). На мілководді спостерігали значні скупчення дорослих мух (до 210 ос./м<sup>2</sup>). Із двокрилих відзначено також личинок справжніх комарів *Aedes* sp., *Ochlerotatus lepidonotus* і мокреців *Culicoides salinarius*. Чисельність цих таксонів коливалась у межах 18–315 ос./м<sup>2</sup> на глибинах до 1,5 м. З інших безхребетних відзначено *Sigara lateralis* з максимумом чисельності до 3 ос./м<sup>2</sup> на глибинах до 0,5 м та *Hydrobius fuscipes* – до 2 ос./м<sup>2</sup> на глибинах до 1,5 м. У планктоні узбережжя й центру плеса відзначено лише коловертку *Brachionus plicatilis* чисельністю до 0,2 тис.ос./м<sup>3</sup>.

У пробах 19.03.2015 в літоралі чисельність личинок *E. glauca* була значно меншою (до 21 ос./м<sup>2</sup>). З інших двокрилих відзначено *Aedes* sp. (до 151 ос./м<sup>2</sup>), *O. lepidonotus* (до 61 ос./м<sup>2</sup>), *C. salinarius* (до 232 ос./м<sup>2</sup>), *Cricotopus* sp. (до 11 ос./м<sup>2</sup>), *Chironomus* sp. (до 23 ос./м<sup>2</sup>). Поодинокі личинки *Aedes* sp. траплялись і в центрі плеса. У літоралі також траплялися кліщі-орібатида (поодинокі особини), клопи *S. lateralis* чисельністю 1–7 ос./м<sup>2</sup>, поодинокі особини жуків *H. fuscipes* й *Coelambus impressopunctatus*. У планктоні відзначено *B. plicatilis* (до 0,1 тис.ос./м<sup>3</sup>).

У пробах 17.04.2018 в літоралі до 0,3 м траплялися поодинокі особини кліщів роду *Arrenurus* sp. і родини Oribatida. Клопи представлені *Paracorixa concinna* з чисельністю до 2 ос./м<sup>2</sup> на глибині до 0,3 м та *S. lateralis* – до 13 ос./м<sup>2</sup> на глибинах до 1,5 м. Із жуків відзначено *H. fuscipes* чисельністю до 6 ос./м<sup>2</sup>, *C. impressopunctatus* і *Enochrus coarctatus* – до 2 ос./м<sup>2</sup> на глибинах до 1 м. Чисельність личинок *E. glauca* сягала до 17 ос./м<sup>2</sup>, скупчення дорослих мух на поверхні води – до 160 ос./м<sup>2</sup>. З інших двокрилих траплялися *Aedes* sp. – до 183 ос./м<sup>2</sup> на глибинах до 1 м, *O. lepidonotus* – до 457 ос./м<sup>2</sup> на глибинах до 0,5 м, *Cricotopus* sp. – до 12 ос./м<sup>2</sup> на глибинах до 1,5 м, *Chironomus* sp. – до 48 ос./м<sup>2</sup> на глибинах до 1,5 м, *C. salinarius* – до 48 ос./м<sup>2</sup> на глибинах до 1,5 м. У планктоні в центрі плеса відзначено поодинокі особини нематод. *B. plicatilis* траплявся у прибережній зоні – 89,2 тис.ос./м<sup>3</sup>, у центрі плеса – до 2,4 тис.ос./м<sup>3</sup> (до 2 м глибини). У літоралі (до 0,3 м) зареєстровано веслоногих ракоподібних *Eucyclops serrulatus* і черепашкових ракоподібних *Candona* sp. чисельністю до 0,1 тис.ос./м<sup>3</sup>.

У пробах 03.09.2018 із кліщів поодинокі траплялися орібатида. У затоці глибиною до 1 м відзначено кілька личинок бабок *Libellula depressa*, *Sympecta fusca* (до 5 ос./м<sup>2</sup>) та окремі особини волохокрильця *Rhyacophila tristis*. У складі епінейстону тут траплялися водомірки *Hydrometra stagnorum* – до 7 ос./м<sup>2</sup>. На різних стаціях прибережжя відзначено клопів *P. concinna* чисельністю до 11 ос./м<sup>2</sup> та *S. lateralis* – до 3 ос./м<sup>2</sup>. Жуки *H. fuscipes*, *C. impressopunctatus*, *E. coarctatus* заселяли літораль з чисельністю до 2–5 ос./м<sup>2</sup>, відзначено кілька особин *Hydrophilus caraboides*. Із двокрилих траплявся *Chironomus salinarius*

чисельністю до 201 ос./м<sup>2</sup>, *C. salinarius* – до 88 ос./м<sup>2</sup>. Відзначено велику кількість екзувіїв *Aedes* sp. і *O. lepidonotus*, також на воді траплялися дорослі мухи *E. glauca* (до 120 ос./м<sup>2</sup>). На глибині до 0,3 м біля берега відзначено по кілька личинок одноденки *Cloeon dipterum* і коловодницевих мух *Stratiomys singularior*. *B. plicatilis* траплявся у прибережній зоні на глибині до 2 м (до 22,3 тис.ос./м<sup>3</sup>) і в центрі плеса на глибині до 1,5 м (до 0,4 тис.ос./м<sup>3</sup>). У літоралі до 0,3 м глибиною відзначено *Cypris pubera* (до 0,6 тис.ос./м<sup>3</sup>), *Candona* sp. та *E. serrulatus* (до 0,1 тис.ос./м<sup>3</sup>). У тимчасовому струмку глибиною до 0,1 м, що впадав у водойму, *C. pubera* відзначено чисельністю до 31,8 тис.ос./м<sup>3</sup>. Також тут у воді й на вологому камінні обабіч відзначено кілька личинок *S. singularior*.

Різноманіття безхребетних гідробіонтів  
у водоймі Домбровського кар'єру (2014–2018 роки)

Таксон	Дата відбору проб				Група толерантності до солоності*
	02.04. 2014	19.03. 2015	17.04. 2018	03.09. 2018	
<b>Клас нематоди аденофори (Adenophorea)</b>					
1. Nematoda gen. sp.	-	-	+	+	Не визн.
<b>Клас коловертки (Eurotatoria)</b>					
2. <i>Brachionus plicatilis</i> Müller, 1786	+	+	+	+	V
<b>Підклас веслоногі ракоподібні (Copepoda)</b>					
3. <i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)	-	-	+	+	II
<b>Клас черепашкові ракоподібні (Ostracoda)</b>					
4. <i>Candona</i> sp.	-	-	+	+	II
5. <i>Cypris pubera</i> O. F. Müller, 1776	-	-	-	+	II
<b>Клас павукоподібні (Arachnida)</b>					
6. <i>Arrenurus</i> sp.	-	-	+	-	Не визн.
7. Oribatida gen sp.	-	+	+	+	Не визн.
<b>Клас комахи (Insecta)</b>					
<b>Ряд одноденки (Ephemeroptera)</b>					
8. <i>Cloeon dipterum</i> (Linnaeus, 1760)	-	-	-	+	II
<b>Ряд бажки (HziOdonata)</b>					
9. <i>Libellula depressa</i> Linnaeus, 1758	-	-	-	+	II
10. <i>Symptecta fusca</i> Vander Linden, 1820	-	-	-	+	II
<b>Ряд клопи (Heteroptera)</b>					
11. <i>Hydrometra stagnorum</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	+	I
12. <i>Paracorixa concinna</i> (Fieber, 1848)	-	-	+	+	II
13. <i>Sigara lateralis</i> (Leach, 1817)	+	+	+	+	III
<b>Ряд волохокрильці (Trichoptera)</b>					
14. <i>Rhyacophila tristis</i> Pictet, 1834	-	-	-	+	I
<b>Ряд жуки (Coleoptera)</b>					
15. <i>Coelambus impressopunctatus</i> (Schaller, 1783)	-	+	+	+	I
16. <i>Enochrus coarctatus</i> (Gredler, 1863)	-	-	+	+	I
17. <i>Hydrobius fuscipes</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	III
18. <i>Hydrophilus caraboides</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	+	I
<b>Ряд двокрилі (Diptera)</b>					
19. <i>Aedes</i> sp.	+	+	+	+	III
20. <i>Chironomus salinarius</i> Kieffer, 1915	-	+	+	+	IV
21. <i>Cricotopus</i> sp.	-	+	+	-	IV
22. <i>Culicoides salinarius</i> Kieffer, 1914	+	+	+	+	IV
23. <i>Ephydra glauca</i> Meigen, 1830	+	+	+	-	V
24. <i>Ochlerotatus lepidonotus</i> (Edwards, 1920)	+	+	+	+	III
25. <i>Stratiomys singularior</i> (Harris, 1776)	-	-	-	+	III
Загальна кількість таксонів:	7	11	17	22	

\* – нумерація груп толерантності до солоності згідно з текстом

У скупченнях затоплених рослинних решток на поверхні води за весь період досліджень часто траплялися ногохвістки з родин Poduridae, Isotomidae, кліщі родини Halacaridae та павуки родини Linyphiidae. Ці таксони не залучали до гідробіонтів.

У наукових публікаціях знаходимо дані про максимальну солоність водних оселищ деяких перелічених вище видів: *B. plicatilis* – до 146 г/л [21], *E. serrulatus* – до 55 [16], *C. pubera* – до 3 [20], *C. dipterum* – до 5 [28], *L. depressa* – до 6 [15], *P. concinna* – до 26 [29], *S. lateralis* – до 50 [14], *H. stagnorum* – до 2 [18], *C. impressopunctatus* – здебільшого до 5 [27], *E. coarctatus* – здебільшого до 5 [26], *H. fuscipes* – до 26 [29], *Chironomus salinarius* – до 50 [14], *Culicoides salinarius* – до 60 [17], *E. glauca* – до 164 [22], *S. singularior* – до 280 г/л [19]. Солоність води у дослідженій водоймі не перевищує межі толерантності більшості знайдених у ній видів. Проте деякі таксони відзначені за солоності, яка перевищувала межі цього показника порівняно з відомими літературними даними. Так, особини *S. lateralis* були наявні за солоності води до 86 г/л (часто), *C. impressopunctatus* і *E. coarctatus* – до 30 г/л (спорадично), *H. fuscipes* – до 80 г/л (часто), *Chironomus salinarius*, *Culicoides salinarius* та *O. lepidonotus* – до 80 г/л (часто). За максимальних значень солоності до 142 г/л відзначено лише коловертку *B. plicatilis* (часто, самки з яйцями, ювенільні особини).

З-поміж різноманітних класифікацій толерантності таксонів безхребетних гідробіонтів до солоності води ми обрали класифікацію В. Wolf et al. [28], яка найбільш репрезентативно відтворює зміну фауни Домбровського кар'єру. За цією класифікацією, до I групи належать прісноводні таксони, які не є толерантними навіть до низької солоності; до II групи – прісноводні, толерантні до солоності нижче 5 г/л; до III групи – прісноводні, толерантні до солоності вище 10 г/л у короткий проміжок часу; до IV – солонуватоводні, толерантні до солоності 0,5–30 г/л; до V групи – солонуватоводні, толерантні до широкого спектру солоності (від прісної до «морської» води). По цих групах розподілено 22 таксони згідно з літературними та власними даними (див. таблицю).

Заселення водойми прісноводними видами корелює з поступовим опрісненням поверхневого шару, відповідно з роками значно збільшується і різноманіття безхребетних гідробіонтів (рис. 2, 3).

Основне різноманіття безхребетних зосереджене у літоральній зоні водойми на глибинах до 2 м (рис. 3–5). Це пов'язано як з опрісненням цих ділянок поверхневим стоком, так і з періодичним затопленням калюж із прісноводною фауною.

Під час дослідження гідрофауни калюж біля берегової лінії водойми відзначено 23 таксони безхребетних: *Brachionus calyciflorus* Pallas, 1766, *B. plicatilis*, *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851), *E. serrulatus*, *Megacyclops viridis* (Jurine, 1820), *Candona* sp., *C. dipterum*, *L. depressa*, *S. fusca*, *H. stagnorum*, *P. concinna*, *S. lateralis*, Trichoptera gen. sp., *C. impressopunctatus*, *E. coarctatus*, *H. fuscipes*, *H. caraboides*, *Culex* sp., *Aedes* sp., *Chironomus salinarius*, *Cricotopus* sp., *Culicoides salinarius*, *O. lepidonotus*. Із них лише *B. calyciflorus*, *K. cochlearis*, *M. viridis* і рід *Culex* жодного разу не були відзначені у тілі водойми кар'єру. Ще чотири таксони заселяли тимчасові струмки: *E. serrulatus*, *C. pubera*, *Candona* sp. і *S. singularior*.

Гідрофауна обвідних каналів Домбровського кар'єру (до 60 видових таксонів) доволі багата й типова для ставків Західної України, особливо на ділянках каналів, зарослих водними та напівводними макрофітами. Основну увагу приділили визначенню видів планктону, з-поміж яких найчисленнішими були *B. calyciflorus*, *K. cochlearis*, *Asplanchna priodonta* Gosse, 1850, *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller, 1776), *E. serrulatus*, *Paracyclops fimbriatus* (Fischer, 1853) й *Cyclops strenuus* Fischer, 1851.

Очевидно, що основним шляхом заселення водойми кар'єру безхребетними гідробионтами є затоплення прісноводних калюж. Таким чином відбувається поступова адаптація низки поколінь різних видів до розмноження й існування у більш солоних водах. Загалом 83 % таксонів із прісноводних калюж уже відзначено у Домбровській водоймі. Міграція видів з обвідних каналів у водойму кар'єру малоімовірна, оскільки в ній відзначено лише 5 % таксонів із каналів.

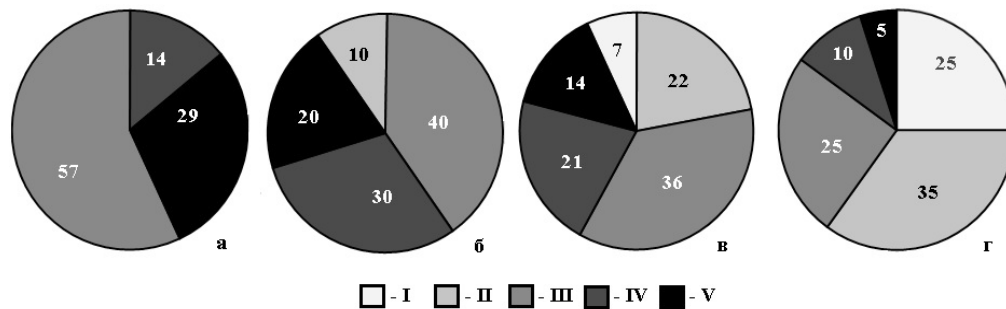


Рис. 2. Розподіл кількості таксонів водних безхребетних водойми Домбровського кар'єру (% видової різноманітності) за толерантністю до солоності води: а – 02.04.2014; б – 19.03.2015; в – 17.04.2018; г – 03.09.2018. I – прісноводні таксони, які не є толерантними навіть до низької солоності; II – прісноводні, толерантні до солоності нижче 5 г/л; III – прісноводні, толерантні до солоності вище 10 г/л у короткий проміжок часу; IV – солонуватоводні, толерантні до солоності 0,5-30 г/л; V – солонуватоводні, толерантні до широкого спектру солоності (від прісної до «морської» води)

04.2014 *Hydrobius fuscipes*  
*Sigara lateralis*, *Aedes sp.*, *Ochlerotatus lepidonotus*, *Ephydra glauca*  
*Culicoides salinarius*  
*Brachionus plicatilis*

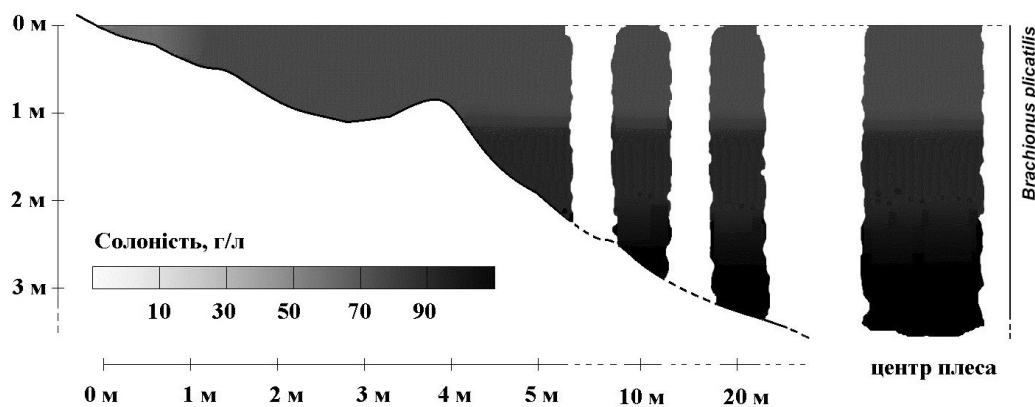


Рис. 3. Різноманіття таксонів водних безхребетних Домбровського кар'єру 02.04.2014. Лінії під назвами таксонів показують їхній горизонтальний і вертикальний розподіл

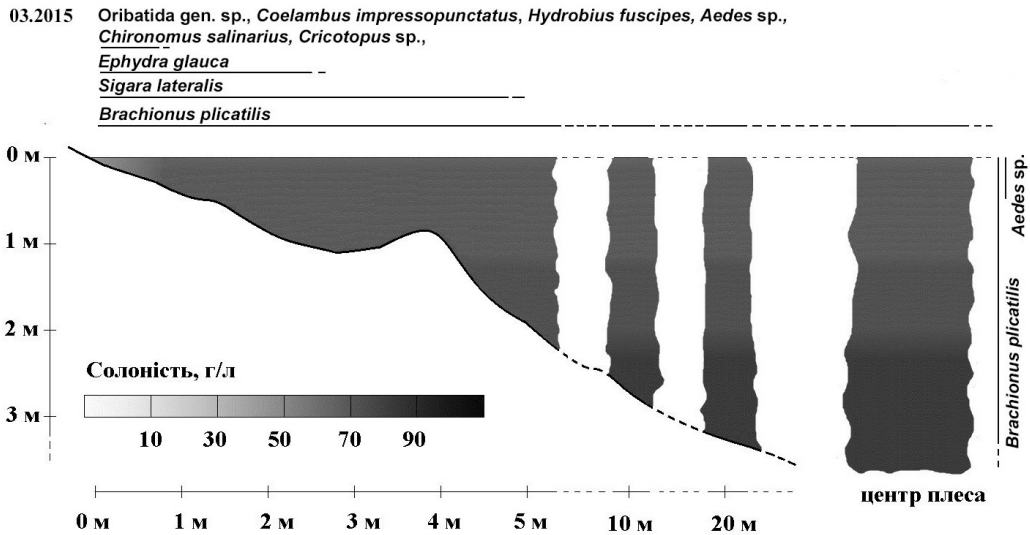


Рис. 4. Різноманіття таксонів водних безхребетних Домбровського кар'єру 19.03.2015

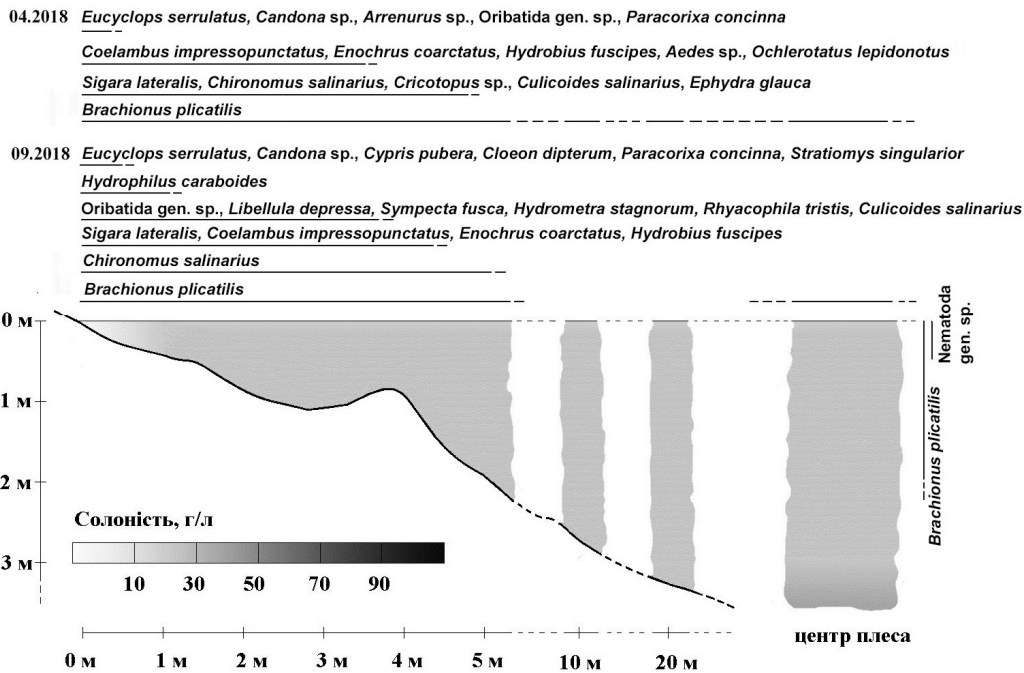


Рис. 5. Різноманіття таксонів водних безхребетних Домбровського кар'єру 17.04.2018 (а) та 03.09.2018 (б)

В угрупованні безхребетних гідробіонтів водойми Домбровського кар'єру за період 2014–2018 рр. відзначено 25 таксонів. У планктоні єдиним постійним компонентом є коловертка *Brachionus plicatilis* Müller, 1786, у бентосі та нейстоні – клопи *Sigara lateralis* (Leach, 1817), жуки *Hydrobius fuscipes* (Linnaeus, 1758), двокрилі *Aedes* sp., *Ochlerotatus lepidonotus* (Edwards, 1920), *Culicoides salinarius* Kieffer, 1914, *Ephydra glauca* Meigen,



1830. Основне різноманіття безхребетних сконцентроване у літоральній зоні на глибинах до 2 м. За останнє десятиріччя мінералізація поверхневого шару зменшилася від 120–138 до 25–28 г/л. З опрісненням води відзначено збільшення видового різноманіття безхребетних гідробіонтів у весняні періоди від 7 до 17 таксонів. У 2018 р. в угрупованнях водойми з'явилися прісноводні таксони, які не є толерантними навіть до низької солоності (7–25 % видового різноманіття). Зростає роль в угрупованнях прісноводних таксонів, які толерантні до солоності нижче 5 г/л, – 0–10 % видового різноманіття у 2014–2015 рр., 22–35 % у 2018 р. Натомість кількість солоноводних видів зменшується – від 20–29 % (2014–2015 рр.) до 5–14 % (2018 р.). Солоноводне угруповання безхребетних водойми з часом набуває рис солонувато-прісноводного. З прісноводних калюж водозбірного басейну водойми 83 % таксонів відзначено у Домбровській водоймі. Заселення видів з обвідних каналів у водойму кар'єру є малоімовірною, оскільки у ній відзначено звідти лише 5 % таксонів. Очевидно, що основним шляхом формування угруповань безхребетних гідробіонтів у водоймі кар'єру є періодичне затоплення прісноводних узбережних калюж.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Антонова Л. Н., Михайський Д. В., Канюк Г. І. та ін. Оцінка дії вітру на процес перемішування водних мас у водоймищі-охолоджувачі // Восточно-Европейський журнал передових технологій. 2011. Т. 4. Вип. 8. С. 4–7.
2. Гайдін А. М. Озеро в Домбровському калійному кар'єрі // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. 2011. Т. 2. С. 55–62.
3. Гуцевич А. В. Кровососущие мокрецы (Ceratopogonidae). Л.: Наука, 1973. 269 с.
4. Гуцевич А. В., Мончадский А. С., Штакельберг А. А. Комары. Семейство Culicidae / Фауна СССР. Насекомые двукрылые. Л.: Наука, 1970. Т. 3. Вып. 4. 384 с.
5. Долін В. В., Яковлев С. О., Кузьменко Е. Д., Бараненко Б. Т. Прогнозування екогідрогеохімічної ситуації при затопленні Домбровського кар'єру калійних руд // Екологічна безпека та збалансоване ресурсовикористання. 2010. Т. 1. Вип. 1. С. 74–87.
6. Дудко П. М. Подземное выщелачивание солей. М.: Недра, 1972, 160 с.
7. Кутикова Л. А. Коловратки фауны СССР. Л.: Наука, 1970. 744 с.
8. Мануйлова Е. Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. М.; Л.: Наука, 1964. 328 с.
9. Микітчак Т. І. Фауна водойм Домбровського кар'єру в період затоплення // Стан і біорізноманіття екосистем Шацького національного природного парку та інших природоохоронних територій: матеріали наук. конф. (Шацьк, 2016). С. 67–71.
10. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. Л.: ГосНИОРХ, ЗИН АН СССР, 1983. 51 с.
11. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л.: ГосНИОРХ, ЗИН АН СССР, 1984. 33 с.
12. Монченко В. І. Щелепнороті циклопоподібні, циклопи (Cyclopidae). Фауна України. К.: Наук. думка, 1974. Т. 27. Вип. 3. 452 с.
13. Панкратова В. Я. Личинки и куколки комаров подсемейства Chironominae фауны СССР (Diptera, Chironomidae-Tendipedidae). Л.: Наука, 1983. 296 с.
14. Шайхутдинова А. А. Сезонная динамика макрозообентоса при градиенте минерализации в реке Тузлукколь // Ученые записки Крымского федерального ун-та имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. 2019. Т. 5 (71). № 2. С. 184–194.

15. *Berezina N. A.* Tolerance of freshwater invertebrates to changes in water salinity // *Russian Journal of Ecology*. 2003. Vol. 34. N 4. P. 261–266.
16. *Brucet S., Boix D., Gascón S.* et al. Species richness of crustacean zooplankton and trophic structure of brackish lagoons in contrasting climate zones: north temperate Denmark and Mediterranean Catalonia (Spain) // *Ecography*. 2009. Vol. 32. P. 692–702.
17. *Drake P., Arias A. M.* Distribution and production of *Chironomus salinarius* (Diptera, Chironomidae) in a shallow coastal lagoon in the Bay of Cádiz // *Hydrobiologia*. 1995. Vol. 299. P. 195–206.
18. *Gallardo-Mayenco A.* Freshwater macroinvertebrate distribution in two basins with different salinity gradients (Guadalete and Guadaira river basins, southwestern Spain) // *Int. J. Salt Lake Res.* 1994. Vol. 3. N 1. P. 75–91.
19. *Garbuz D. G., Yushenova I. A., Zatsypina O. G.* et al. Organization and evolution of hsp70 clusters strikingly differ in two species of stratiomyidae (Diptera) inhabiting thermally contrasting environments // *BMC Evol. Biol.* 2011. Vol. 11. N 74. P. 17.
20. *Ghaouaci S., Mehmet Y., Küllköylüoğlu O., Amarouayache M.* An annotated checklist of the non-marine ostracods (Crustacea) of Algeria with some ecological notes // *Zootaxa*. 2017. Vol. 4290. N 1. P. 14–154.
21. *Hammer U. T.* Zooplankton distribution and abundance in saline lakes of Alberta and Saskatchewan, Canada // *Int. J. Salt Lake Res.* 1993. Vol. 2. N 2. P. 111–132.
22. *Hutchinson G. E.* Limnological studies in Indian Tibet // *Int. Rev. Hydrobiol.* 1937. Vol. 35. P. 134–177.
23. *Haydyn A., Dyakiv V., Romanyuk N., Kozlovskyy V.* Physicochemical and biological parameters of Dombrowske pit lake – legacy of opencast potassium salt mine (Kalush, Ukraine) // *Studia Biologica*. 2020. Vol. 14. N 2. P. 57–68.
24. *Krivoshchina M. G.* To the biology of flies of the genus *Ephydra* Fallén, 1810, with the descriptions of larvae of seven Palaearctic species (Diptera: Ephydriidae) // *Russian Entomological Journal*. 2003. Vol. 12. N 1. P. 79–86.
25. *Michailova P., Szarek-Gwiazda E., Kownacki A.* Physicochemical characteristics of the Dombrowska pit lake (Ukraine) formed in an opencast potassium salt mine and the genome response of *Chironomus salinarius* Kieffer (Chironomidae, Diptera) to these conditions // *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2021. Vol. 28. P. 446–458.
26. *Pallarés S., Arribas P., Bilton D. T.* et al. The chicken or the egg? Adaptation to desiccation and salinity tolerance in a lineage of water beetles. // *Mol. Ecol.* 2017. Vol. 26. N 20. P. 5614–5628.
27. *Villastrigo A., Fery H., Manuel M.* et al. Evolution of salinity tolerance in the diving beetle tribe Hygrotini (Coleoptera, Dytiscidae) // *Zoologica Scripta*. 2018. Vol. 47. N 1. P. 63–71.
28. *Wolf B., Kiel E., Hagge A.* et al. Using the salinity preferences of benthic macroinvertebrates to classify running waters in brackish marshes in Germany // *Ecol. Indic.* 2009. Vol. 9. N 5. P. 837–847.
29. *Zinchenko T. D., Golovatyuk L. V., Abrosimova E. V.* Non-biting midges (Diptera, Chironomidae) in the benthic communities of saline rivers in the Lake Elton Basin: diversity, salinity tolerance, and distribution // *Entomol. Rev.* 2019. Vol. 99. N 6. P. 820–835.
30. *Žurek R., Diakiv V., Gadzinowska J., Szarek-Gwiazda E.* Dombrowski pit lake – Ukrainian dead sea (?) // *Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи: матер. II Міжнар. наук.-практ. конф. (Львів, 2015)*. С. 200.
31. *Žurek R., Diakiv V., Szarek-Gwiazda E.* et al. Unique Pit Lake Created in an Opencast Potassium Salt Mine (Dombrowska Pit Lake in Kalush, Ukraine) // *Mine Water and the Environment*. 2018. Vol. 37. N 3. P. 456–469.

**INVERTEBRATE HYDROBIONT FAUNA TRANSFORMATION  
IN THE DOMBROVSKYI PIT LAKE DURING THE PERIOD OF 2014-2018****T. Mykitchak<sup>1</sup>, V. Kozlovskyy<sup>1</sup>, O. Mateleshko<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*Institute of Ecology of the Carpathians, NAS of Ukraine  
4, Kozelnytska St., Lviv 79026, Ukraine**e-mail: tarasmykitchak@yahoo.com, vkozlovskyy@gmail.com*<sup>2</sup>*Uzhhorod National University**3, Narodna Sq., Uzhhorod, Transcarpathian region 88000, Ukraine**e-mail: alexander.mateleshko@uzhnu.edu.ua*

The aquatic invertebrate community of Dombrovskiy pit lake was investigated during 2014–2018. 25 species were recorded there. The only permanent component of plankton in the community is rotifer *Brachionus plicatilis* Müller, 1786; of benthos and neuston is hemipteran *Sigara lateralis* (Leach, 1817), beetle *Hydrobius fuscipes* (Linnaeus, 1758), flies *Aedes* sp., *Ochlerotatus lepidonotus* (Edwards, 1920), *Culicoides salinarius* Kieffer, 1914, *Ephydra glauca* Meigen, 1830 are permanent components of benthos and neuston. The main diversity of invertebrates is concentrated in littoral zone up to 2 m of depth. This is primarily due to the desalination of these areas by surface runoff. Over the last decade the mineralization of the surface water layer has decreased from 120–138 to 25–28 g/l. Combined with the desalination of water, the increase of species diversity of aquatic invertebrates was noticed in spring seasons (from 7 to 17 taxa). The freshwater taxa, which are not tolerant even to low water salinity, appeared in the community in 2018 (7–25 % of the species diversity), among them *Hydrometra stagnorum* (Linnaeus, 1758), *Rhyacophila tristis* Pictet, 1834, *Coelambus impressopunctatus* (Schaller, 1783), *Enochrus coarctatus* (Gredler, 1863), *Hydrophilus caraboides* (Linnaeus, 1758). The role of freshwater taxa, which are tolerant to low water salinity (up to 5 g/l), increased from 0–10 % of the species diversity in 2014–2015 to 22–35 % in 2018. Among them *Eucyclops serrulatus* (Fischer, 1851), *Candona* sp., *Cypris pubera* O. F. Müller, 1776, *Cloeon dipterum* (Linnaeus, 1760), *Libellula depressa* Linnaeus, 1758, *Sympsecta fusca* Vander Linden, 1820, *Paracorixa concinna* (Fieber, 1848) was noted in 2018 for the first time. On the contrary, the number of saltwater taxa decreased from 20–29 % (2014–2015) to 5–14 % (2018). The saltwater aquatic invertebrate community of this pit lake has transformed into brakish-freshwater one over time. 83 % taxa of aquatic invertebrate communities from freshwater puddles near reservoir coast are noted in the Dombrovska reservoir. The introduction of species from protective canals of the reservoir is unlikely, as only 5 % of taxa from there are marked in it. The main way of the forming communities of invertebrates in this reservoir is the periodical flooding of freshwater coastal puddles.

*Keywords:* invertebrate hydrobiont communities, Dombrovskiy pit lake