

## МІКРОПЛАСТИК І ЙОГО ВПЛИВ НА ГІДРОБІОНТІВ

**А. О. Яхнюк**

здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня, група ТЗ-31,

навчально-науковий інститут агроекології та землеустрою

Науковий керівник – д.б.н., доцент О. О. Бедункова

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
м. Рівне, Україна*

**Проведено аналіз сучасної наукової літератури, присвяченої методам досліджень та результатам спостережень щодо впливу мікропластику на гідробіонтів у різних типах водних екосистем. З'ясовано, що мікропластик завдає шкоди водним організмам, блокуючи харчовий тракт, викликає травмування гострими краями та спричинює токсичні ефекти. Зроблено висновок про важливість подальшого вивчення механізмів «поведінки» мікропластику в водних екосистемах та його впливу на гідробіонтів для запобігання розповсюдження мікропластику в водоймах та передачі по трофічним ланцюгам.**

**Ключові слова:** мікропластик, водні екосистеми, гідробіонти.

**The analysis of modern scientific literature, which has a description of the methods and results of studying the effect of microplastics on hydrobionts in different types of aquatic ecosystems. Microplastics have been found to be harmful to aquatic organisms. This blocks their digestive tract, causes injury from sharp edges, and produces toxic effects. It is concluded that it is important to further study the mechanisms of "behavior" of microplastics in aquatic ecosystems, its impact on aquatic organisms. This will prevent the spread of microplastics in water bodies and their transfer along the trophic chains.**

**Keywords:** microplastics, aquatic ecosystems, hydrobionts.

**Забруднення пластиком** є серйозною екологічною проблемою, і її масштаби зростають у всьому світі. Руйнування пластику на дрібні шматочки змінює фізичну та хімічну природу пластику і, таким чином, збільшує ймовірність його прямого впливу на гідробіонтів. Пластмасові матеріали в основному отримують з нафтопродуктів, які зазвичай включають нейлон, полістирол (ПС), поліетилен, ПВХ, поліпропілен і т. д.

Частинки пластику розміром менше ніж 5 мм відомі як мікропластик (МП). Вони бувають різних розмірів та форм, наприклад, фрагменти, волокна, кульки тощо. Ці частинки діють як переносники стійких органічних забруднювачів, які збираються на поверхні водних організмів [1]. Через крихітну природу МП вони вільно доступні для вживання в їжу різними живими водними тваринами, такими як членистоногі, молюски, кільчасті черв'яки, кишковопорожнинні, риби, водні ссавці та інші фільтруючі організми, і, у свою чергу, впливають на людей [2]. Ці пластикові залишки також мають різний несприятливий вплив на зростання рослин, здоров'я тварин і якість води.

**За статистичними даними** організації по збереженню морського середовища Surfers Against Sewage, маса пластику перевищить до 2050 року сумарну масу риби у Світовому океані. Довгий час вважалося, що відходи із пластику несуть суто естетичний вплив, проте дослідження показали, що пластик здатен втручатись у біогеохімічні процеси та негативно впливати на водне середовище. Такі процеси, як гідроліз, фотоліз та мікробіологічні

окислювально-відновні реакції, руйнують полімерну основу, внаслідок чого пластик активно піддається вивітрюванню та деформації [2].

Невеликі водні тварини, наприклад, планктон помилково сприймає плавучі залишки пластику за їжу. Так виникає можливість потрапляння МП до організмів широкого спектру біоти в донних та пелагічних екосистемах. Ці організми є основою харчових мереж водойм, тож після поїдання їх хижаками, останнім передається все пластикове сміття [3].

Аналіз понад ста досліджень на тему споживання водними тваринами пластикового сміття показав, що більшість гідробіонтів мають пластикове забруднення у своїх тілах. При цьому, найчастіше споживається білий пластик та мікрОВОлокна [4].

**Нашою метою** було проведення аналізу сучасної наукової літератури, присвяченої методам досліджень та результатам спостережень щодо впливу мікропластику на гідробіонтів у різних типах водних екосистем.

**Пластикові забруднення** переміщуються в водоймах завдяки поверхневим течіям, обумовленими переважаючими вітрами. Для визначення мікропластику у воді, часто використовують метод для відбору проб зоопланктону на основі сіток. Для оцінки концентрації МП у відкритих водоймищах використовують сітки з різними розмірами вічок. Найчастіше використовуються мантові тралові сітки та нейстонові сітки, які призначені та підходять для відбору проб МП, що плаває на поверхні водойм. Розміри вічок цих сіток коливаються від 50 мкм до 3000 мкм [5].

Лабораторні та польові дослідження виявили, що МП помилково приймається за їжу різними морськими тваринами, включаючи птахів, черепах, ссавців, риб, безхребетних. Проте мало досліджень спеціально вивчають наявність МП в природних популяціях, оскільки методологічно складно оцінити його поглинання в польових умовах. На прикладі норвезького омара (*Nephropes norvegicus*) та атлантичної тріски (*Gadus morhua*) було з'ясовано, що МП під час перетравлення тваринами утримується в їх тілі тривалий період. При цьому, розміри проковтнутого мікропластику *N. norvegicus* знаходились у межах 5 мм, а у розміри проковтнутого мікропластику *G. morhua* становили 2,5 мм.

Частинки пластику можуть потрапити в основу морського трофічного ланцюга через поглинання. Таке спостерігається, коли заряджені кульки нанополістиролу всмоктуються в целюлозу морської водорості, що пригнічує фотосинтез та спричиняє окиснювальний стрес. Також дослідженнями виявлено, що МП впливає на здоров'я морського зоопланктону: після поїдання зоопланктоном полістиролових гранул спостерігалось зменшення їх харчової активності. Вчені виявили, що в шлунках масово викинутих на міліну кальмарів Гумбольдта знаходилися залишки пластикових гранул. Цікаво, що цей головоногий молюск живиться на глибині від 200 до 700 м, тож можливими шляхами споживання пластику кальмарами могли бути або заковтування безпосередньо затонулих гранул, або надходження гранул з травної системи жертв цих тварин [6].

Молюски як важливі для екосистем біологічні фільтри мають здатність поглинати велику кількість МП, що призводить до запальних процесів у їхніх тканинах, а також спричиняє погіршення репродуктивної здатності, оскільки мікроскопічні частки пластику з природних водойм можуть легко проникати всередину клітин та поширюватись у організмі завдяки пливці з біологічних молекул. Так само МП проявляє токсичну дію на травну систему та мозок риб, при чому найвразливішими виявляються їх малькові стадії. Досліди показали, що близько 3% досліджених мальків мали в травному тракті МП [7].

Команда вчених з університету Дьюка, які дослідили та виявили, що риба піддана високій концентрації мікропластикових волокон, відчуває глибокі зміни в дихальній і репродуктивній системі, провела експеримент із участю японських риб медаки, які були переміщені в акваріум з високим вмістом МП. Під час дослідження вчені відстежували скільки клітковини споживається і вводиться, вагу риби та її плодючість. Вчені помітили

глибокі зміни епітеліальних клітин, що вистилають їх зябра, а також докази, що риба відчувала аневризм. Так було зроблено припущення, що хімічні покриття з пластикового матеріалу здатні потрапляти у кров риб [8].

Інша група вчених вважає, що морфологічні зміни, які спостерігаються в риб при контакті з МП є класичними симптомами токсичних ефектів, які в свою чергу являються результатом впливу різноманітних водних забруднень [9]. На їх думку, саме ці ефекти можуть призвести до порушення чи пригнічення осморегуляції та транспорту іонів крізь мембрану клітин, порушення метаболізму, клітинний стрес, пошкодження тканин, порушення дихання, харчування, неправильний розвиток, уповільнене розмноження, зниження продукування біомаси та швидкості зростання, зміни поведінки та збільшення смертності.

Дослідження забруднень МП річкових екосистем знаходиться поки на ранній стадії та мають дещо неоднорідний характер. Наприклад, з'ясування джерел МП в річках по всьому світу все ще перебувають у стадії вивчення, поряд із добре відомими наслідками для навколишнього середовища, шляхами перенесення, а також екотоксикологічними ефектами для прісноводних організмів [10].

У цілому ж, аналіз доступної наукової літератури доводить, що прісноводні гідробіоти проявляють реакції, подібні до реакцій на мікропластик морських організмів. Повідомлялося про зміну метаболічної активності, включаючи блокування виробництва ферментів, розведення поживних речовин, зниження рівня стероїдних гормонів, затримку овуляції та репродуктивну недостатність прісноводних організмів під дією мікропластика. Деякі прісноводні водорості при взаємодії з наночастками мікропластику мали підвищену концентрацію активних форм кисню та знижували швидкість фотосинтезу [11]. Доведено, що в річкових екосистемах МП передається по харчовому ланцюгу від дрібної риби до великої риби, після чого надходить до організму людини [12].

**Отже, натепер існує велика проблема забруднення поверхневих вод МП та як наслідок загрози життю гідробіотів. Забруднення МП, залучаючись до харчового ланцюга, крім порушення екологічної системи, може позначитись і на здоров'ї людини. Цілком очевидно, що вплив МП на гідробіотів у водних екосистемах всіх типів вимагає подальшого вивчення для розуміння «поведінки» частинок у тканинах організмів та пошуку шляхів запобігання токсичних ефектів МП на гідробіотів та біорізноманіття водних екосистем.**

1. Jeong C. B., Won E. J., Kang H. M., Lee M. C., Hwang D. S. Microplastic size-dependent toxicity, oxidative stress induction, and p-JNK and p-p38 activation in the monogonont rotifer (*Brachionus koreanus*). *Environ. Sci. Technol.* 2016. Vol. 50(16). P. 8849–8857.
2. Nelms S. E., Galloway T. S., Godley B. J., Jarvis D. S., Lindeque P. K. Investigating microplastic trophic transfer in marine top predators. *Environmental Pollution*. 2018. Vol. 238. P. 999–1007.
3. Roy I. P., Visakh M. Polyhydroxyalkanoate (PHA) based blends, composites and nanocomposites. *Royal Society of Chemistry, Cambridge, U.K.* 2015. P. 67–68.
4. Kvale K., Prowe A.E.F., Chien, C.T. et al. Zooplankton grazing of microplastic can accelerate global loss of ocean oxygen. *Nat Commun.* 2021. Vol. 12. P. 2358.
5. Field Museum scientists solve riddle of mysterious faces on South Pacific artifacts. URL: <https://www.eurekalert.org/news-releases/890518> (дата звернення: 22.04.2022).
6. Collignon A., Hecq J.-H., Glagani F., Voisin P., Collard F., Goffart A. Neustonic microplastic and zooplankton in the North Western Mediterranean Sea. *Mar. Pollut. Bull.* 2012. P. 861–864.
7. Оценка пластмассы : экономическое обоснование для измерения, управления и раскрытия информации о применении пластмассы в области производства потребительских товаров. Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде. 2014. С. 7.
8. Baby fish have started eating plastic. We haven't yet seen the consequences. URL: <https://www.nationalgeographic.com/magazine/article/microplastics-impact-on-fish-shown-in-pictures> (дата звернення: 21.04.2022).
9. Wright S. L., Thompson R. C., Galloway T. S. The physical impacts of microplastics on marine organisms : a review. *Environ Pollut.* 2013. Vol. 178. P. 483.
10. Horton A. A., Walton A., Spurgeon D. J., Lahive E., Svendsen C. Microplastics in freshwater and terrestrial environments: evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. *Sci. Total Environ.* 2017. Vol. 586. P. 127–141.
11. Kierdorf K., Prinz M. Microglia: same same, but different. *J. Exp. Med.* 2019. Vol. 216. P. 2223–2225.
12. Silva-Cavalcanti J. S., Silva J. D. B., de França E. J., de Araújo M. C. B., Gusmao F. Microplastics ingestion by a common tropical freshwater fishing resource. *Environ. Pollut.* 2017. Vol. 221. P. 218–226.