

Савінок О.М., к.техн.н., доцент

ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ СВІТОВОГО ОКЕАНУ ДЛЯ МОРСЬКИХ ССАВЦІВ

Науково-дослідний центр Збройних Сил України “Державний океанаріум”, м. Одеса

Ключові слова: екотоксиканти, морські ссавці, мікропластики, важкі метали, біоциди, ціанотоксини, органічні сполуки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основним середовищем значної частини біологічних об'єктів є вода, прісна або солоня. Мешканці водного середовища – гідробіоти, за мільйони років повністю адаптувалися до зовнішніх умов. Тому будь-який вплив негативно позначається на процесах їх життєдіяльності. Найбільше потерпають від діяльності людей високоорганізовані тварини – морські ссавці, особливо ті, які знаходяться в безпосередньому оточенні людей. До таких тварин відносяться дельфіни.

Вода Світового океану, частиною якого є Чорне море, безперервно забруднюється різноманітними речовинами. Вони, як правило, викликають негативні зміни якості середовища і захворювання або загибель живих організмів, які його населяють [1]. У наш час за оцінкою EPA (United States Environmental Protection Agency) існує більше 6 млн. найменувань токсичних речовин, які використовуються людиною у ході господарської діяльності, і зі стоками, атмосферними опадами, ґрунтовими водами та іншими шляхами надходять у водні басейни. Значна частка цих речовин – штучно синтезовані токсичні забрудники (ксенобіотики) – чужорідні для водних екосистем речовини, які мало і повільно розкладаються, здатні акумулюватися донними субстратами та живими організмами. З кожним роком перелік токсичних речовин поповнюється на 1–2 тис. нових сполук.

Характер впливу токсичних речовин на гідробіотів має певну послідовність [1]. На першому етапі відбуваються фізико-хімічні та хімічні зміни водного середовища за рахунок речовин, які потрапляють у воду, та за рахунок продуктів реакцій між хімічно-активними токсикантами. При потрапленні до живих організмів токсичних речовин різними шляхами, токсиканти накопичуються в біооб'єктах і чинять агресивний вплив на стан здоров'я, або ж кумулятивний – викликаючи появу хронічних захворювань. Е.О. Веселов [2] розрізняв три фази взаємодії між стічними водами і водою у водоймах: 1) зміна фізичних, фізико-хімічних, хімічних властивостей води за рахунок перебігу хімічних реакцій; 2) токсична дія на гідробіотів; 3) стабілізація стану водойми у результаті фізичних, хімічних і біологічних процесів самоочищення.

Для діагностики отруєнь гідробіотів, і в першу чергу риб, морських ссавців, забруднюючі речовини за механізмом їхньої токсичної дії поділяють на локальні і резорбтивні отрути. Локальними отрутами називають високотоксичні сполуки, які вже в низьких концентраціях здатні викликати руйнування тканин і органів живих об'єктів. Резорбтивними отрутами називають хімічні сполуки, які порушують діяльність функціональних систем живого організму.

Залежно від характеру перебігу інтоксикацій в організмі гідробіотів і часу роз-

витку токсичного ефекту розрізняють гострі та хронічні отруєння. Гострі отруєння розвиваються стрімко в умовах високих рівнів забруднення води, хронічні токсикози – поступово в умовах тривалої дії низьких рівнів забруднення.

Як правило, гострі токсикози зустрічаються значно рідше, ніж хронічні. Хронічні – накопичувальні, їх не видно одразу, але їх прихований характер має не менш критичне значення ніж при гострих токсикозах. Дослідити вплив всіх отрут на гідробіонти дуже важко, тому вибираються маркери, які є найбільш токсичними, з точки зору фізіологічних порушень. Концентрації таких речовин зі зростанням шабля ланцюга живлення, зростають у тисячі і десятки тисяч разів. Вони дуже повільно розкладаються і здатні акумулюватися у компонентах біоти. У більшості наукових робіт в галузі екоотоксикології, як загальної, так і водної, до пріоритетних токсикантів відносять сполуки важких металів, нафту і нафтопродукти, феноли, пестициди (у тому числі і хлорорганічні), синтетичні поверхнево-активні речовини [1].

Морські ссавці, до яких відносяться дельфіни, морські леви, тюлені упродовж всього цивілізаційного розвитку людства йшли поруч. Але близькість людини в житті морських ссавців, в останні роки несе загрозу для них загрозу. Викиди токсичних речовин у моря та океани, розливи нафти, активний рух морських суден не можуть не позначитися на навколишньому середовищі, в тому числі на фауні на флорі нашої планети.

Мета статті. Морські ссавці є заключною ланкою в ланцюжку живлення, тому речовини, які мають здатність акумулюватися в первинних організмах знаходяться в граничній концентрації в організмі хижаків і не можуть не вплинути на їх стан здоров'я. Із-за активної діяльності людини, деякі тварини або на грані зникнення, або ж їх популяція катастрофічно зменшується. Наприклад, дельфіни-афаліни в Україні занесені до Червоної книги. В інших державах, їх популяційна чисельність постійно зменшується. Тому дослідження екологічної ситуації водних басейнів Світового океану є пріоритетним напрямком для науковців всього світу.

Не типовим джерелом токсичних речовин, які скидаються до водойм у складі стічних вод є біоциди, які додають до фарб кораблів та катерів. Бтітта Екланд оцінювала потенційну токсичність біоцидів – трибутилтіну (ТБТ), діурону, іргаролу 1051, цинк-піретіону – в воді, осаді та ґрунті. Ці речовини створюють ризик для морської екосистеми в цілому. Досліджені речовини корабельних фарб негативно впливають на прибережну екосистему, зокрема на нецільові організми [3]. Автором було встановлено, що із аналізованих біоцидів, найбільш токсичним є ТБТ, менш токсичними – діурон, цинк-піретіон та іргарол.

Значне поширення пластику в побуті створило екологічну катастрофу із-за тривалого циклу його розкладання в ґрунті та в водному середовищі, утворення токсичних продуктів розпаду. Надходження полімерних волокон до організму біологічних об'єктів сприяє порушенню фізіологічних процесів, появи хронічних захворювань. Авторами [4] проводилися дослідження щодо розповсюдження та хімічної природи мікропластиків в трьох регіонах Світового океану: Атлантичний (Північна Кароліна, США), Середземномор'я (Північний Кіпр), Тихий океан (Квінсленд, Австралія). Більшість із встановлених полімерних забруднювачів – синтетичні матеріали, еластоміри: поліетилен (PE), етилен-пропіленовий каучук, поліестер, поліакриламід, етилен-пропілендієновий мономерний каучук (EPDM каучук), гідрований бутадієн-нітрильний каучук

(HNBR) та неопрен, поліарамід (кевлар), регеновані целюлозні волокна (SRCF). В поверхневих водах розповсюджені – поліетилен та поліпропілен – в шарі водного басейну, який є постійним середовищем перебування морських ссавців. Із встановлених шляхів надходження мікропластиків до організму тварин є вживання корму, забрудненого цими речовинами. Полімерні забруднювачі акумулюються в біологічних об'єктах, починаючи від найпростіших. Відповідно до ланки харчового ланцюга збільшуються розміри частинок мікропластику від 0,1 мм до частинок з довжиною більше 5 мм. Руднева та Ковалевська [5] досліджували вміст шлунково-кишкового тракту китоподібних і встановили наявність різної кількості мікропластиків в організмах – від 1 до 88 частинок, в залежності від регіону розповсюдження, і, відповідно, від рівня забруднення водного регіону антропогенним сміттям.

Не меншу загрозу для морських ссавців становить мікропластик в Чорному морі. Щорічно, лише Дунай приносить в Чорне море до 4,2 т пластику на добу. Із загальної маси пластику, значна частка представлена мікропластиком [6].

Як правило, порти вважаються основним ядром економічної діяльності морського регіону. Антропогенні забруднення, які надходять у прибережні води у вигляді промислових та сільськогосподарських скидів, стічних вод, випадкових розливів з комерційних суден, атмосферних осадів або з інших джерел містять важкі метали, пестициди, нафтопродукти та накопичуються в поверхневих шарах, в водній товщі, в донному осаді і негативно впливають на водну екосистему [7]. Перебуваючи у воді, ці речовини вступають у ряд хімічних реакцій, осідають на дно [8, 9], можуть з'єднуватися із органічними складовими, надходити до травного тракту мікроорганізмів і за харчовим ланцюгом пересуватися до морських хижаків. Для біологічних об'єктів важкі метали, за рахунок здатності до біоаккумуляції є потенційною загрозою, спричиняють порушення фізіологічних процесів, появи хронічних захворювань [10, 11].

За природний рівень вважається концентрація міді у воді Північного Льодовитого моря зі значеннями від 0,1 до 0,2 мг Си дм³ [12], в незабруднених районах – вміст міді у воді, зазвичай, коливається від 1 до 2 мг Си дм³ [13]. Вміст природного кадмію в воді перевищує 0,02 мг Сd дм³ [14]. Збільшення концентрації важких металів в морській воді автоматично призводить до зростання концентрації важких металів в організмах гідробіонтів [15].

Найчастіше науковці використовують міді в якості біо-теста для оцінки рівня забруднення морського середовища із-за їх високої здатності до біоаккумуляції різних забруднювачів із морського середовища [16, 17]. Акцент був зроблений на найбільш розповсюджених важких металах – Cd, Cu, Pb, Zn та деяких пестицидах [15]. Встановлено, що концентрації Cu, Pb та хлорорганічних пестицидів перевищують гранично-допустимі концентрації в прибережних зонах Чорного моря уздовж території Румунії з концентраціями Cu від $112,30 \pm 3,8$ мг/дм³ до $119,58 \pm 2,3$ мг/дм³, Pb – від $21,44 \pm 1,6$ мг/дм³ до $24,22 \pm 2,8$ мг/дм³, пестицидів – для ліндану – від $1,2 \pm 1,6$ мг/дм³ до $1,4 \pm 1,8$ мг/дм³. Значне забруднення води сприяло накопиченню важких металів в м'яких тканинах мідій, відібраних в забруднених регіонах. Автори зазначили, що концентрація токсичних речовин в тканинах біооб'єктів більша, ніж у воді, що свідчить про їх кумуляцію: в мушлях – Cu від $185,18 \pm 2,7$ мг/г до $196,12 \pm 2,1$ мг/г, Pb – від $100,94 \pm 1,9$ мг/г до $102,19 \pm 2,2$ мг/г; в м'язах Cu від $202,36 \pm 3,3$ мг/г до $256,21 \pm 2,5$ мг/г, Pb – від $101,31 \pm 1,6$ мг/г до $104,68 \pm 2,8$ мг/г. Враховуючи те, що міді є однією із ланок в

харчовому ланцюгу морських тварин, можна спрогнозувати значну концентрацію важких металів в організмах хижаків, наприклад дельфінів в досліджуваному регіоні.

Джерелом токсичних елементів в організмах морських ссавців можуть бути водорості, частка яких від загального вмісту шлунково-кишкового тракту становить – 6,1–6,7 % [18]. Автори визначили наявність бурих (Phaeophyta), зелених (Chlorophyta) та невизначених водоростей в ШКТ загиблих дельфінів Азовка (*P. p. relicta*) та Білобочка (*D. d. ponticus*) знайдених на узбережжях України, Болгарії, Грузії, Росії.

Для того, щоб проводити моніторинг ступеня забруднення водних басейнів і визначення концентрацій токсичних елементів, немає необхідності проводити дослідження на тваринах. Враховуючи пряму залежність між концентрацією токсикантів у об'єктах харчування та у споживачів, можна для аналізу екологічної ситуації використовувати результати досліджень морської флори.

Прикладом такого моніторингу можуть бути дослідження токсичних елементів у морській воді та у водоростях в Чорному морі, які проводилися в 2012 році в прибережній зоні Севастополя. Автори [19] досліджували вміст міді та кадмію в різних бухтах. Було встановлено, що в морській воді, зразки якої були відібрані з різних бухт містили кадмій в межах від 0,13 до 1,74 мг/дм³, а мідь – від 7,07 до 22,56 мг/дм³. Значний інтервал в концентраціях елементів пов'язаний із рівнем антропогенної експлуатації бухт. Найбільш забрудненими виявилися бухта Блакитна та Севастопольська, найчистішою – бухта Південна. Концентрація міді в водоростях *Cystoseira barbata* та *Ulva rigida*, які збирали з тих же місць, де і відбирали зразки морської води, коливалася від 3,375 до 14,96 мг Cu кг⁻¹. Накопичення різними водоростями міді практично однакове. Вміст кадмію в цих же водоростях становив від 0,133 до 1,133 мг Cd кг⁻¹. Більш високе накопичення кадмію спостерігалось у *Cystoseira barbata*, в порівнянні з *Ulva rigida*. Проведені дослідження вказують на небезпечну, надмірну біоаккумуляцію міді та кадмію у водному середовищі та створення потенційної загрози життю водних організмів та споживачів морепродуктів.

Комплексними дослідженнями із забруднення Чорного моря поблизу Севастополя токсичними елементами займалися інші науковці, вивчаючи характер накопичення токсикантів в бурих водоростях *Cystoseira barbata* і *Cystoseira crinita* [20], в донних відкладеннях [21, 22]. Представлені результати корелюють між собою і свідчать про накопичення високих концентрацій нафтових вуглеводнів, важких металів вздовж узбережжя Севастополя. На різницю концентрацій токсичних елементів у воді значною мірою впливає сезонність – максимальне антропогенне навантаження на водний басейн спостерігається влітку.

Надходження до морських басейнів річкових скидів сприяє накопиченню органічних сполук, зокрема фосфору та азоту в прибережній зоні. Найбільш доступні для дослідження антропогенного впливу є Середземне та Чорне моря, які є найбільшими напівзакритими морськими басейнами на Землі. Науковцями було встановлено, що річкові скиди впливають на тривалість евтрофікації [23–26]. На концентрацію розчинених фосфатних чи нітратних з'єднань впливає сезонність та джерело, тобто, річковий водогін. Дослідження мілководного прибережного шельфу Чорного моря дозволило відзначити хронічне шкідливе цвітіння водоростей, зменшення прозорості водного стовпа, стійку гіпоксію, та масову смертність пелагічних та бентосних організмів [27, 28]. Саме наземна органіка в прибережних зонах негативно впливає на ріст морських бактерій [29–

31]. Позитивний вплив мають органічні сполуки лише на ціанобактерії, які при їх надмірних концентраціях та підвищенні температури активно розмножуються.

Науковцями промислово-розвинених країн проводилися дослідження щодо впливу ціанотоксинів [32], синтезованих ціанобактеріями, на стан організму дельфінів, як верхньої ланки харчування в морському середовищі. Розглянутий токсин акумулюється в нейропротеїнах мозку та сприяє появі нейродегенеративних розладів, які проявляються невропатологічними захворюваннями у тварин, зокрема діагностуються дистрофічні неврити. За діагностичними ознаками, які спостерігалися в слуховій і зоровій корі, і в меншій мірі, в стовбурі мозкових меж дельфінів, автори відзначили активне старіння клітин мозку. Дані паталогічні зміни не можуть не позначитися на навігаційній системі гідролокатора дельфіна, функціональність якої забезпечує мозок.

Присутність у воді значної концентрації сполук хлору, зокрема, поліхлорованих біфенілів (ПХБ) негативно впливають на популяції ссавців в акваторіях промислово-розвинених портів [33]. У дельфінів-афалін, які були об'єктами досліджень науковців [34], встановлено розлади ендокринної системи. Деякі хлорвмісткі сполуки мають кумулятивний характер, що, в цілому, негативно впливає на стан здоров'я ссавців, як хижаків верхнього рівня.

Висновок. Аналізуючи дію антропогенного впливу на водні біосистеми, слід зазначити, що розглянуті токсиканти сприяють погіршенню екологічної ситуації водних ресурсів планети та негативно впливають на живі організми. Окрім важких металів особлива увага повинна приділятися біоцидам, мікропластикам, органічним речовинам, хлорвмістким сполукам та іншим речовинам, концентрації яких щорічно зростають в водах Світового океану і призводять до захворювань та зникненню представників флори та фауни.

Література

1. Навчальне видання. Водна токсикологія. Методичний посібник для самостійної роботи студентів заочної форми навчання Частина 1. Загальні основи водної токсикології для бакалаврів за напрямом підготовки 6.090201 – «Водні біоресурси та аквакультура» Укладач: Дудник С.В. Видавництво Українського фітосоціологічного центру Київ – 2014. – 180 с.
2. Веселов Е.А. Классификация сточных вод и их компонентов по их действию на водоемы и водные организмы / Е.А.Веселов // Известия Государственного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства, 1971. – Том 78. – С. 43–76.
3. Britta Eklund Estuarine, Review of the use of Ceramium tenuicorne growth inhibition test for testing toxicity of substances, effluents, products sediment and soil, Coastal and Shelf Science 195 (2017) 88–97 <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2016.10.009> 0272-7714/.
4. Rudneva I.I., Kovalevski A.O. Use of fish embryo biomarkers for the evaluation of mazut toxicity in marine environment Received: 29 January 2019 / Accepted: 8 April 2019 / Published online: 23 April 2019 The Author(s) 2019 Int Aquat Res (2019) 11:P. 147–157 <https://doi.org/10.1007/s40071-019-0225-xI>.
5. Emily M. Duncan, Annette C. Broderick¹, Wayne J. Fuller, Tamara S. Galloway, Matthew H. Godfrey, Mark Hamann, Colin J. Limpus, Penelope K. Lindeque, Andrew G.

Mayes, Lucy C. M. Omeyer, David Santillo, Robin T. E. Snape, Brendan J. Godley. Microplastic ingestion ubiquitous in marine turtles. Received: 27 August 2018 | Accepted: 15 October 2018 744 | wileyonlinelibrary.com/journal/gcb Glob Change Biol. 2019; 25:744–752. DOI: 10.1111/gcb.14519.

6. Aaron Lechner, Hubert Keckeis, Franz Lumesberger-Loisl, Bernhard Zens, Reinhard Krusch, Michael Tritthart, Martin Glas, Elisabeth Schludermann Short communication The Danube so colourful: A potpourri of plastic litter outnumbers fish larvae in Europe's second largest river Environmental Pollution 188 (2014) 177–181.

7. Gray J.S., Effects of pollutants on marine ecosystems. Netherlands J. Sea Res., 1982, 16, 424-443.

8. Surugiu V, Mustață Gh, Hârțăscu M, Contributions to the qualitative and quantitative study of the macrozoobenthos from the Danube – Black Sea Canal. Studii și Cercetări Științifice – Seria Biologie, 2004; 9: 75-80.

9. Ko FC, Chang CW, Cheng JO, Comparative study of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Coral Tissues and the Ambient Sediments from Kenting National Park, Taiwan. Environ Pollut., 2014; 185: 35–43.

10. Bakar A.F.A., Yusof I., Fatt N.T., Othman F., Ashraf M.A., Arsenic, Zinc and Aluminium Removal from Gold Mine Wastewater Eluents and Accumulation by Submerged Aquatic Plants (*Cabomba piauhyensis*, *Egeria densa*, and *Hydrilla verticillata*). BioMed Research International, Hindawi Publishing Corporation, 2013, Article ID 890803, 7 pp.

11. Ashraf M.A., Maah M.J., Yusof I., Bioaccumulation of Heavy Metals in Fish Species Collected From Former Tin Mining Catchment. Int. J. Environ. Res., 2012, 6(1), 209–218.

12. Kahle J., Zauke G-P. 2003. Bioaccumulation of trace metals in the Antarctic amphipod *Orchomenocephalus*: evaluation of toxicokinetic models. Mar. Environ. Res., 55(5), 359–384. doi:10.1016/S0141-1136(02)00288-X.

13. Kabata-Pendias A., Pendias H. 1999. Biogeochemia pierwiastków śladowych. Wyd. PWN, Warszawa, 352 pp.

14. Bandara J.M.R.S., Wijewardena H.V.P., Seneviratne H.M.M.S. 2010. Remediation of cadmium contaminated irrigation and drinking water: A large scale approach. Toxicol. Lett., 198(1), 89–92. doi:10.1016/j.toxlet.2010.04.030.

15. Magdalena Mititelu, Elena Moroșan, Sorinel Marius Neacșu, Elena Iuliana Ioniță. Research regarding the pollution degree from Romanian Black sea coast Manuscript received: June 2018 Farmacia, 2018, Vol. 66, 6 1059-1063 DOI: HTTP://DOI.ORG/10.31925/.

16. Şengör GF, Gün H, Kalafatoğlu H, Determination of the Amino Acid and Chemical Composition of Canned Smoked Mussels (*Mytilus galloprovincialis* L.), Turk. J Vet Anim Sci., 2008; 32: 1–5.

17. Giuseppa Di B, Russo E, Giacomo D, Heavy Metals and Persistent Organic Pollutants in Marine Organisms from Two Sicilian Protected Areas: Strait of Messina and Cape Peloro Lakes. Curr Org Chem., 2017; 21(5): 387–394.

18. Кривохижин В.С., Биркун А.А., Лаборатория Брэма, Симферополь, Украина 2МОО Черноморский совет по морским млекопитающим, Симферополь, Украина Спектр питания китообразных в Чёрном море. Морський екологічний журнал, № 4, Т. VIII. 2009. С. 67–78.

19. Marcin Niemie, Barbara Wiśniowska-Kielia, Monika Arasimowicz, Natalya Kuzminowa. Assessment of the Black sea ecosystem pollution with copper and cadmium in

selected bays of Sevastopol region *Journal of Ecological Engineering* Volume 16, Issue 5, Nov. 2015, pages 119–127 DOI: 10.12911/22998993/60467.

20. Alexandra Kravtsova, Nataliya Milchakova and Marina Frontasyeva Elemental accumulation in the Blacksea brown algae *Cystoseira* studied by neutron activation analysis *ocena akumulacji pierwiastków w czarnomorskich glonach brunatnych Cystoseira Z Wykorzystaniem neutronowej analizy aktywacyjnej* *Ecol.Chem. Eng. S.* 2014;21(1):9–23, DOI: 10.2478/eces-2014-0001.

21 Kopytov YuP, Minkina NI, Samishev EZ. Level of water and bottom sediments pollution of Sevastopolskaya bay (the Black Sea). *Sistemi Kontrolya Okruzhajushej Sredi.* 2010;14:199–208.

22 Kuftarkova EA, Rodionova NYu, Gubanov VI, Bobko NI. Hydrochemical characteristics of several bays of the Sevastopol coast. Main results of complex investigations in Azov-Black Sea basin and the World Ocean (anniversary edition). *Yugniro, Kerch.* 2008;46:110–117.

23. Vollenweider, R.A.; Marchetti, R.; Viviani, R. Marine Coastal Eutrophication. *Proceedings of an International Conference, Bologna, Italy, 21–24 March 1990; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands; London, UK; New York, NY, USA; Tokyo, Japan, 1992; p. 1310. ISBN 978-0-444-89990-3.*

24. Markaki, Z.; Loýe-Pilot, M.D.; Violaki, K.; Benyahya, L.; Mihalopoulos, N. Variability of atmospheric deposition of dissolved nitrogen and phosphorus in the Mediterranean and possible link to the anomalous seawater N/P ratio. *Mar. Chem.* 2010, 120, 187–194.

25. The MerMex Group. Marine ecosystems' responses to climatic and anthropogenic forcings in the Mediterranean. *Prog. Oceanogr.* 2011, 91, 97–166.

26. Giani, M.; Djakovac, T.; Degobbis, D.; Cozzi, S.; Solidoro, C.; Fonda Umani, S. Recent changes in the marine ecosystems of the northern Adriatic Sea. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 2012, 115, 1–13.

27 Tugrul, S.; Murray, J.W.; Friederich, G.E.; Salihoǧlu, T. Spatial and temporal variability in the chemical properties of the oxic and suboxic layers of the Black Sea. *J. Mar. Syst.* 2014, 135, 29–43.

28. Aubrey, D.; Moncheva, S.; Demirov, E.; Diaconu, V.; Dimitrov, A. Environmental changes in the western Black Sea related to anthropogenic and natural conditions. *J. Mar. Syst.* 1996, 7, 411–425.

29. Bianchi, T.S. The role of terrestrially derived organic carbon in the coastal ocean: A changing paradigm and the priming effect. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 2011, 108, 19473–19481. [CrossRef] [PubMed].

30. Asmala, E.; Autio, R.; Kaartokallio, H.; Stedmon, C.A.; Thomas, D.N. Processing of humic-rich riverine dissolved organic matter by estuarine bacteria: Effects of predegradation and inorganic nutrients. *Aquat. Sci.* 2014, 76, 451–463.

31. Stefano Cozzi, Carles Ibáñez, Luminita Lazar, Patrick Raimbault and Michele Giani. Flow Regime and Nutrient-Loading Trends from the Largest South European Watersheds: Implications for the Productivity of Mediterranean and Black Sea's Coastal Areas. November 2018; Accepted: 12 December 2018; Published: 20 December 2018 *Water* 2019, 11, 1; doi:10.3390/w11010001.

32. David A. Davis I. D., Kiyoo Mondo, Erica Stern, Ama K. Annor, Susan J. Murch, Thomas M. Coyne, Larry E. Brand, Misty E. Niemeyer, Sarah Sharp, Walter G. Bradley, Paul

Alan Cox ID, Deborah C. Cyanobacterial neurotoxin BMAA and brain pathology in stranded dolphins. *Mash PLOSONE* (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213346> March 20, 2019 1/18).

33. Houde, M., Hoekstra, P. F., Solomon, K. R. & Muir, D. C. 2005 Organohalogen contaminants in dolphin oviducts. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 184, 1 –57. (doi:10.1007/0-387-27565-7_1).

34. Lori H. Schwacke, Eric S. Zolman, Brian C. Balmer, Sylvain De Guise, R. Clay George, Jennifer Hoguet, Aleta A. Hohn, John R. Kucklick, Steve Lamb, Milton Levin, Jenny A. Litz, Wayne E. McFee, Ned J. Place, Forrest I. Townsend, Randall S. Wells and Teresa K. Anaemia, hypothyroidism and immune suppression associated with polychlorinated biphenyl exposure in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) This journal is © 2011 The Royal Society Rowles Proc. R. Soc. B (2012) 279, 48–57 doi:10.1098/rspb.2011.0665 Published online 25 May 2011.

Bibliography (transliterated)

1. Navchalne vidannya Vodna toksikologiya. Metodichnij posibnik dlya samostijnoyi roboti studentiv zaочноyi formi navchannya Chastina 1. Zagalni osnovi vodnoyitoksikologiyi dlya bakalavriv za napryamom pidgotovki 6.090201 – «Vodni bioresursi ta akvakultura» Ukladach: Dudnik S.V. Vidavnistvo Ukrayinskogo fitosociologichnogo centru Kiyiv – 2014 180 p.

2. Veselov E.A. Klassifikaciya stochnyh vod i ih komponentov po ih dejstviyu na vodoemy i vodnye organizmy/E.A. Veselov // *Izvestiya Gosudarstvennogo nauchno-issledovatelskogo instituta ozernogo i rechnogo rybnogo hozyajstva*, 1971.– Part 78.– p. 43–76.

18. Krivohizhin S.V., Birkun A.A., Laboratoriya Brema, Simferopol, Ukraina 2MOO Chernomorskiy sovet po morskim mlekopitayuschim, Simferopol, Ukraina spektr pitaniya kitoobraznyh v Chyornom more *Morskiy ekologichnyy zhurnal*, # 4, T. VIII. 2009. p. 67–78.

УДК 502:556.599

Савінок О.М., к.техн.н., доцент

ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ СВІТОВОГО ОКЕАНУ ДЛЯ МОРСЬКИХ ССАВЦІВ

В статті проведено аналіз впливу антропогенних забруднювачів на гідробіонтів. Визначено, що об'єкти флори і фауни, накопичують в собі токсичні елементи, які призводять до функціональних порушень процесів їх життєдіяльності. Значний акцент зроблено на забруднення активними токсикантами Чорного моря, як одного із закритих водних басейнів Світового океану. Відповідно до проведеного аналізу, встановлено, що біоциди корабельних фарб негативно впливають на прибережну екосистему, зокрема на нецільові організми, із досліджуваних речовин, найбільш токсичним є ТБТ, менш токсичними – діурон, цинк-піретіон та іргарол. Значної шкоди завдають мікропластики, які потрапляють до організмів морських ссавців харчовим ланцюгом, при вживанні цілої здобичі. В залежності від регіону Світового океану, в організмах ссавців знаходилося

від 1 до 88 частинок. Більшість із встановлених полімерних забруднювачів – синтетичні матеріали, еластомери: поліетилен, етилен-пропіленовий каучук, поліестер, поліакриламід, етилен-пропілен-дієновий мономерний каучук, гідрований бутадієн-нітрильний каучук та неопрен, поліарамід (кевлар), регенеровані целюлозні волокна. Відзначено накопичення важких металів в прибережних зонах Чорного моря, як закритого басейну Світового океану, в концентраціях більших, ніж гранично допустимі норми – міді, кадмію, свинцю. Проведені дослідження вказують на небезпечну, надмірну біоаккумуляцію важких металів у водному середовищі та створення потенційної загрози життю водних організмів та споживачів морепродуктів.

Надходження до морських басейнів річкових скидів сприяє накопиченню органічних сполук, зокрема, фосфору та азоту в прибережній зоні. Органічні речовини сприяють цвітінню водоростей з появою в прибережних водах ціанотоксинів. Ціанотоксини призводять до важких невропатологічних захворювань у дельфінів. Деякі хлорвмісткі сполуки, які містяться в промислових скидах, мають кумулятивний характер і негативно впливають на стан здоров'я ссавців, як хижаків верхнього рівня.

Ключові слова: екотоксиканти, морські ссавці, мікропластики, важкі метали, біоциди, ціанотоксини, органічні сполуки.

Савинок О.Н., к.техн.н., доцент

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ МИРОВОГО ОКЕАНА ДЛЯ МОРСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

В статье проведен анализ влияния антропогенных загрязнителей на гидробионтов. Определено, что объекты флоры и фауны, накапливают в себе токсичные элементы, которые приводят к функциональным нарушениям процессов их жизнедеятельности. Значительный акцент сделан на загрязнение активными токсикантами Черного моря, как одного из закрытых водных бассейнов Мирового океана. Согласно проведенному анализу, установлено, что биоциды корабельных красок негативно влияют на прибрежную экосистему, в частности на нецелевые организмы, из изучаемых веществ, наиболее токсичным является ТБТ, менее токсичными – диурон, цинк-пиретион и иргарол. Значительный ущерб наносят микропластики, которые попадают в организмы морских млекопитающих по пищевой цепи, при употреблении целой добычи. В зависимости от региона Мирового океана, в организмах млекопитающих находилось от 1 до 88 частиц. Большинство из установленных полимерных загрязнителей – синтетические материалы, эластомеры: полиэтилен, этилен-пропиленовый каучук, полиэстер, полиакриламид, этилен-пропилен-диеновый мономерный каучук, гидрированный бутадие-нитрильный каучук и неопрен, полиарамид (кевлар), регенерированные целлюлозные волокна. Отмечено накопление тяжелых металлов в прибрежных зонах Черного моря, как закрытого бассейна Мирового океана, в концентрациях, превышающих предельно допустимые нормы – медь, кадмий, свинец. Проведенные исследования указывают на опасную, чрезмерную биоаккумуляцию тяжелых металлов в водной среде и создание потенциальной угрозы для жизни водных организмов и потребителей морепродуктов.

Поступления в морские бассейны речных сбросов способствуют накоплению органических соединений, в частности, фосфора и азота в прибрежной зоне.

Органические вещества способствуют цветению водорослей с накоплением в прибрежных водах цианотоксинов. Цианотоксины приводят к тяжелым невропатологическим заболеваниям у дельфинов. Некоторые хлорсодержащие соединения, которые есть в промышленных сбросах, имеют кумулятивный характер и отрицательно влияют на состояние здоровья млекопитающих, как хищников верхнего уровня.

Ключевые слова: экотоксиканты, морские млекопитающие, микропластики, тяжелые металлы, биоциды, цианотоксины, органические соединения

Savinok O.N.

ENVIRONMENTAL RISKS OF THE OCEAN FOR MARINE MAMMALS

The article analyzes the influence of anthropogenic pollutants on hydrobionts. It is defined that it's possible to accumulate in their own toxic elements, to bring them to functional disruption in the processes of life. Significant accent is drawn on the difficulty of active toxicants of the Black Sea, as one of the indoor water basins in the World Ocean. According to the analysis, it was found that marine ink biocides adversely affect the coastal ecosystem, in particular non-target organisms, of the test substances, the most toxic is TBT, less toxic are diuron, zinc pyrethione and igrarol. Considerable damage is caused by the microplastics that enter the organisms by the seafood through the food chain, when consuming whole prey. Depending on the region of the oceans, mammals contained from 1 to 88 particles. Most of the established polymeric contaminants are synthetic materials, elastomers: polyethylene (PE), ethylene-propylene rubber, polyester, polyacrylamide, ethylene-propylene-diene monomer rubber (EPDM rubber), hydrogenated butadiene-nitrile rubber, nitrile rubber kevlar), regenerated cellulose fibers (SRCF). The accumulation of heavy metals in the coastal areas of the Black Sea, as an enclosed basin of the oceans, at concentrations higher than the limit values – copper, cadmium, and lead – is noted. Researches have shown that hazardous, excessive bioaccumulation of heavy metals in the aquatic environment and the potential threat to the life of aquatic organisms and consumers of seafood. The increasing of marine discharges into river basins contributes to the accumulation of organic compounds, including phosphorus and nitrogen in the coastal zone. Organic substances contribute to the flowering of algae accumulated in the coastal waters of cyanotoxins. Cyanotoxins lead to severe neuropathological diseases in dolphins. Some chlorine-containing compounds found in industrial discharges are cumulative and adversely affect the health of scavengers, such as top-level predators.

Keywords: ecotoxicants, marine debris, microplastics, heavy metals, biocides, cyanotoxicants, organic compounds.