

ГІДРОБІОЛОГІЯ

УДК 574.58:574.57

С. Є. ДЯТЛОВ, О. В. КОШЕЛЕВ, С. О. ЗАПОРОЖЕЦЬ

Інститут морської біології НАН України
вул. Пушкінська, 37, Одеса, 65011

ДОННІ ВІДКЛАДЕННЯ ПІВДЕННОЇ ЧАСТИНИ ХАДЖИБЕЙСЬКОГО ЛИМАНУ В УМОВАХ ХРОНІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

У статті наводяться дані щодо забруднення донних відкладень південної частини Хаджибейського лиману важкими металами, що ранжовані на класи якості відповідно до Водної рамкової директиви ЄС. За даними хімічного аналізу і біотестування водних екстрактів донних відкладень, з використанням як тест-об'єкту молоді *Tamnocephalus platyurus* Packard, було встановлено, що донні відкладення у зоні впливу стічних вод СБО «Північна» відповідає класу 3 «задовільно». Класу 5 «дуже погано» були віднесені донні відкладення, що були відібрані у районі с. Холодна Балка, куди надходять зливові і талі води з великої водозбірної площі.

Ключові слова: Хаджибейський лиман, донні відкладення, важкі метали, біотестування

Хаджибейський лиман утворився шляхом затоплення долини річки Малий Куяльник під час трансгресії моря у голоцені [3]. В останні роки, незважаючи на кліматичні зміни, рівень води у лимані не понизився через регулярний скид стічних вод зі станції біологічної очистки м. Одеси (СБО «Північна») обсягом 150 тис. м³ на добу. Крім того, стічні води СБО «Північна» є основним береговими антропогенним джерелом забруднення вод Одеського морського регіону та Хаджибейського лиману [4]. Між тим Хаджибейський лиман використовується в цілях рибного господарства та рекреації.

Донні відкладення традиційно використовуються як індикатори інтенсивності та масштабів техногенного забруднення водних екосистем, бо є найбільш забрудненим компонентом водних екосистем, саме вони акумулюють всі види забруднюючих речовин, що надходять з річним стоком чи атмосферними опадами.

У список А (перелік забруднюючих речовин, що нормуються при скиданні стічних вод) Постанови Кабінету Міністрів України № 1100, з метою забезпечення екологічної безпеки водних екосистем, входить показник «рівень токсичності води», який визначається біотестуванням [2]. Біотестування є обов'язковим інструментом при проведенні оцінки токсичності донних відкладень, які інтегрально характеризують інтенсивність та масштаби техногенного забруднення водних екосистем.

Матеріал і методи досліджень

Донні відкладення у південній частині Хаджибейського лиману відбирали 2016 р. за допомогою дночерпака об'ємом 0,025 м³ ручним способом з борта човна. Вимірювання валового вмісту важких металів у пробах донних відкладень визначали атомно-абсорбційним методом.

Індекс забруднення донних відкладень визначали як суму часток Target value (TV_i) [7] кожного металу на кожній станції:

$$IP_{bs} = \frac{C_i}{TV_i}, \text{ де}$$

IP_{bs} – індекс забруднення донних відкладень; C_i – концентрація кожного з 9 важких металів, відповідно до європейських критеріїв якості донних відкладень TV_i : As (29), Cd (0,8), Hg (0,3), Pb (85), Zn (140), Cu (36), Ni (35), Co (9), Cr (100) $\text{мкг}\cdot\text{г}^{-1}$ [7]. IP_{bs} ранжували на п'ять класів згідно з Водною рамковою директивою ЄС, та відповідним кольоровим позначенням [1].

Біотестування водних розчинів донних відкладень Хаджибейського лиману проводили з використанням молоді зяброногого рачка *Tamnocephalus platyurus* Packard (Crustacea, Anostraca); ця методика затверджена як міжнародний стандарт [6]. Водні екстракти донних відкладень готували згідно з методикою [5].

Карти просторового розподілу класів забруднень донних відкладень та результатів біотестування побудовані за допомогою програми Map-Info.

Результати досліджень та їх обговорення

Дані про вміст важких металів та значення IP_{bs} для кожної стації наведено у таблиці.

Таблиця

Вміст важких металів ($\text{мкг}\cdot\text{г}^{-1}$ сухої речовини) у донних відкладеннях Хаджибейського лиману та IP_{bs} для кожної стації.

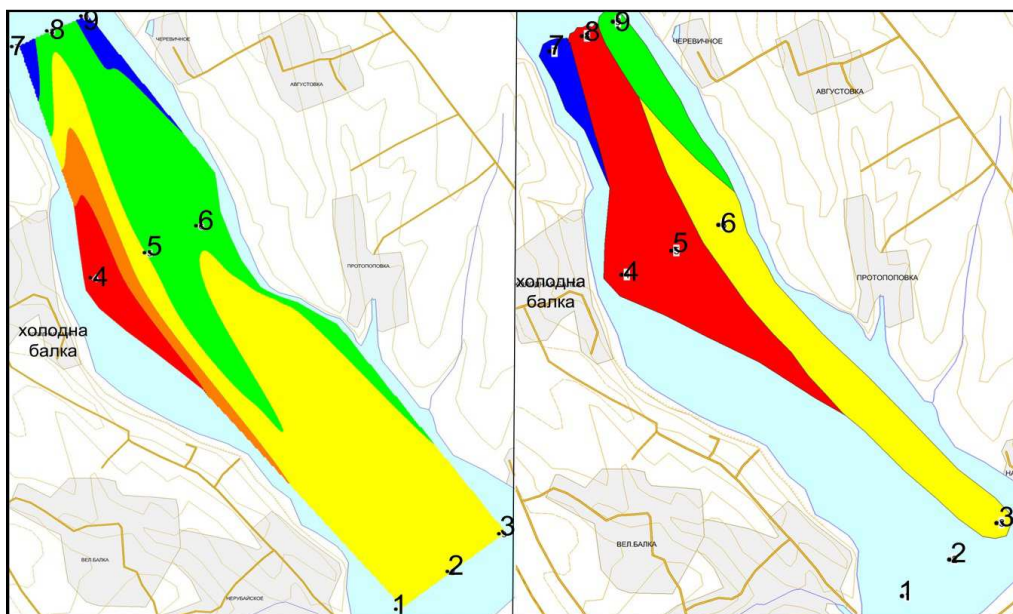
№ стації	Важкі метали									IPbs
	As	Cd	Hg	Pb	Zn	Cu	Ni	Co	Cr	
1	1,62	0,07	0,02	0,09	32,08	8,54	0,90	1,36	2,86	0,89
2	1,42	0,06	0,02	0,08	29,41	7,97	0,82	1,40	2,68	0,83
3	1,51	0,06	0,02	0,09	30,78	8,13	0,86	1,43	2,77	0,84
4	1,08	0,06	0,06	0,41	32,92	15,9	0,94	3,05	6,01	1,43
5	1,29	0,06	0,04	2,01	7,68	8,46	0,90	1,47	2,61	0,77
6	1,35	0,01	0,05	1,43	11,40	9,96	1,02	1,01	1,63	0,78
7	1,63	0,01	0,02	0,17	3,74	3,22	0,93	0,75	0,91	0,39
8	1,61	0,01	0,01	2,26	17,66	10,69	1,08	1,29	2,55	0,75
9	1,33	0,03	0,02	0,56	17,00	5,99	0,96	0,97	1,41	0,54
Target value	29	0,8	0,3	85	140	36	35	9	100	–

З дев'яти металів, найбільш суттєвим було забруднення міддю, препаратами якої обробляють численні виноградні плантації на водозбірній площі лиману. Так, у районі с. Холодна Балка вміст цього металу у донних відкладеннях дорівнювало $15,9 \text{ мкг}\cdot\text{г}^{-1}$ с.р. (44,17 % від TV). Вміст найбільш небезпечного металу, а саме ртуті коливався 0,01 до $0,05 \text{ мкг}\cdot\text{г}^{-1}$ с.р., причому максимальні значення зареєстровані також на стаціях відбору проб на траверзі с. Холодна Балка.

Сукупна формалізована якість донних відкладень південної частини Хаджибейського лиману згідно до вимог Водної рамкової директиви ЄС представлена на рисунку.

Механізм формування якості водного середовища за токсикометричними показниками є результатом сукупності природних процесів, обміну речовин на рівні біологічної складової водних об'єктів з одного боку, та потоками забруднюючих речовин з водозбору, з другого боку, що визначає ксенобіотичний профіль середовища. Результати токсикометричного дослідження по визначенню якості донних відкладень південної частини Хаджибейського лиману з використанням наупліальних стадій *T. platyurus* показали наявність гострої летальної токсичності, що свідчить про значне хімічне забруднення цієї акваторії лиману (рисунок), причому накопичення забруднюючих речовин у донних відкладеннях, що здатні чинити гостру токсичну дію зосереджено в районі с. Холодна Балка на стаціях з найбільшою глибиною (13–

14 м), що пов'язано, перед усім, з алохтонним надходженням хімічних речовин з площі водозбору та з південної частини лиману внаслідок скиду стічних вод СБО “Північна”.



Розподіл забруднення донних відкладень важкими металами за показником TV

Токсикологічна якість донних відкладень за результатами біотестування

Рисунок. Узагальнення токсикометричних характеристик якості донних відкладень південної частини Хаджибейського лиману відповідно до вимог Водної рамкової директиви

Для поліпшення екологічного стану Хаджибейського лиману необхідно негайно прийняти комплекс заходів (інженерно-технічних, технологічних, економічних, нормативно-правових), направлених як на скорочення негативного впливу стічних вод, так і на екологічну реабілітацію лиману, здатних в перспективі нейтралізувати наслідки антропогенної трансформації водозабірної площі лиману та її техногенної токсифікації.

Висновки

1. Внаслідок скидання стічних вод СБО “Північна” у м. Одеса до екосистеми Хаджибейського лиману надійшла достатня кількість забруднюючих речовин, що акумулювалась у донних відкладеннях саме в південній частині лиману яка здатна чинити гостру токсичну дію.
2. Згідно з даними хімічного аналізу і біотестування водних екстрактів донних відкладень південної частини Хаджибейського лиману, що були ранжовані згідно з вимогами ЄС, встановлено, що зона впливу стічних вод СБО “Північна” відповідає класу 3 («задовільно»).
3. До класу 5 («дуже погано») були віднесені донні відкладення, які відбиралися в районі с. Холодна Балка, куди надходять зливові і талі води з великої водозбірної площі.

1. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/EC: основні терміни та їх визначення. — Київ, 2006. — 244 с.
2. Постанова КМУ № 1100 від 11.09.1996 р. “Про порядок розроблення і затвердження нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин та перелік забруднюючих речовин, скидання яких нормується”.
3. Розенгурт М. Ш. Гидрология и перспективы реконструкции Одесских лиманов / М. Ш. Розенгурт. — Киев: Наук. думка, 1974. — 224 с.

4. Сапко О. Ю. Тенденции в изменении антропогенной нагрузки на прибрежные воды Одесского района северо-западной части Черного моря / О. Ю. Сапко, Ю. С. Тучковенко // Вісн. Одеського держ. екологічного ун-ту. — 2010. — № 9. — С. 173—177.
5. Щербань Э. П. Методика получения водных вытяжек из донных отложений для их биотестирования [Э. П. Щербань, О. М. Арсан, Т. Н. Шаповал и др.] // Гидробиол. журн. — 1994. — Т. 30, № 4. — С. 100—111.
6. ISO 14380-2011. Water quality — Determination of the acute toxicity to *Thamnocephalus platyurus* (Crustacea, Anostraca). — First Edition. — 2011. — P. 28.
7. Warner H. Water pollution control in Netherland: Policy and Practice / H. Warner, R. van Dokkum. — Lelystad, 2002. — 76 p.

С. Е. Дятлов, А. В. Кошелев, С. А. Запорожец

Інститут морської біології НАН України

ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ХАДЖИБЕЙСКОГО ЛИМАНА В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

В статье приводятся сведения о химическом загрязнении южной части Хаджибейского лимана тяжелыми металлами (As, Cd, Hg, Pb, Zn, Cu, Ni, Co, Cr), ранжированных на классы качества согласно Водной рамочной директиве ЕС. По данным химического анализа и биотестирования водных экстрактов донных отложений, с использованием в качестве тест-объекта молоди *Thamnocephalus platyurus* Packard, было установлено, донные отложения в зоне влияния сточных вод СБО «Северная» соответствует классу 3 «удовлетворительно». Классу 5 «очень плохо» были отнесены донные отложения, отобранные в районе с. Холодная Балка, куда поступают ливневые и талые воды с большой водосборной площади, о чем свидетельствует наличие острой токсичности. Токсикологический статус донных отложений южной части Хаджибейского лимана формируется за счет недостаточно очищенных сточных вод г. Одессы и аллохтонными потоками загрязняющих веществ со всей водозаборной площади.

Ключевые слова: Хаджибейский лиман, донные отложения, тяжелые металлы, биотестирование

S. Ye. Dyatlov, A. V. Koshelev, S. A. Zaporozhets

Institute of Marine of Biology of NAS of Ukraine

BOTTOM SEDIMENTS OF SOUTHERN PART OF KHADZHYBEI ESTUARY IN TERMS OF CHRONIC ANTHROPOGENIC POLLUTION

The article focuses on the study of Khadzhybei Estuary as subject to pollution with heavy metals (As, Cd, Hg, Pb, Zn, Cu, Ni, Co, Cr) ranked according to quality classes of the EU Water Framework Directive.

Khadzhybei Estuary is used for fisheries and recreation. The major source of coastal pollution is the wastewater from the treatment plant “North” (TP “North”) which is insufficiently purified. As a result of wastewater discharge, the ecosystem of Khadzhybei Estuary received a great number of pollutants, especially heavy metals accumulated in the sediments in the southern part of the estuary and having toxic effects.

The most significant is the contamination by copper salts due to the fact that copper-based products were used on the vineyards in the territory of the estuary. In the area of Kholodna Balka village the content of copper in sediments constituted $15.9 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ of dry mass (44.17 % from Target value). The content of mercury, the most toxic metal, ranged from 0.01 to 0.05 g^{-1} of dry mass with maximum values registered on the sampling stations of Kholodna Balka village. The toxicity test method in the south of Khadzhybei Estuary using cysts of *T. platyurus* showed the presence of lethal toxicity, which points to the significant chemical pollution of the waters of the estuary. The accumulation of pollutants in sediments concentrated in the area of Kholodna Balka village at the stations with the greatest depth (13–14 m) is primarily due to allochthonous intake of chemicals from the catchment area and the southern part of the estuary as a result of wastewater discharge from the treatment plant “North”.

The chemical analysis and bioassay of water extracts of bottom sediments using juvenile branchiopod crustacean *Tamnocephalus platyurus* Packard as a test object revealed that the effect of wastewater from water treatment plant "North" corresponds to the quality class 3, "moderate". Bottom sediments in the area of Kholodna Balka village that receive rain and melt water from a large catchment area correspond to the quality class 5, "very bad". Bottom sediments of the southern part of Khadzhybei Estuary are assigned with the toxicological status due to insufficiently treated sewage of Odessa and allochthonous flow of pollutants from the whole catchment area.

Key words: Khadzhybei estuary, bottom sediments, heavy metals, bioassay

Рекомендує до друку
В. В. Грубінко

Надійшла 17.01.2017

УДК 581.526.323:574.64(262.5)

О. В. РАЧИНСЬКА

Український науковий центр екології моря
Французький бульвар, 89, Одеса 65009

ВОДОРОСТІ МІКРОФІТОБЕНТОСУ В БІОІНДИКАЦІЇ ЯКОСТІ МОРСЬКОГО ДОВКІЛЛЯ ОДЕСЬКОГО РЕГІОНУ

Представлені результати біоіндикації якості морського довкілля Одеського прибережжя та Григоріївського лиману в 2015 році за показниками розвитку мікрофітобентосу. Його формували здебільшого полі- та мезогалобні β -мезосапробні діатомові водорості. Впродовж року умовно-чистою акваторією Одеського прибережжя був район мису Малий Фонтан, а восени – пляж «Аркадія».

Ключові слова: біоіндикація, якість, морське довкілля, Одеське прибережжя, Григоріївський лиман, мікрофітобентос

Природні та антропогенні субстрати є контурними біотопами, на яких мешкають організми обростань. Ці екосистеми відрізняються багатим та різноманітним видовим складом, високою чисельністю та біомасою гідробіонтів. Такі спільноти зазнають інтенсивного зовнішнього, в тому числі й антропогенного, впливу і є важливим об'єктом моніторингу морського середовища [3].

Контурні біотопи та їх біоценози відіграють ключову роль в екології морського довкілля [4]. При його забрудненні стічними водами різного походження на субстратах розвиваються певні види або комплекси видів мікроводоростей [6]. Провідне місце серед них займають діатомеї, які широко представлені в Чорному морі впродовж року, і ціанопрокаріоти, що розвиваються влітку при високій температурі води [9]. В імпактних частинах моря, які зазнають інтенсивного органічного забруднення, чисельність мікроводоростей в 2,0-2,5 рази вища, ніж у відкритих умовно чистих ділянках [10].

Вивчення стану біологічної різноманітності обростань мікроводоростей на твердих донних субстратах у контактній зоні берег-море важливе при комплексній оцінці наслідків антропогенного впливу на екосистеми субліторалі. Біоіндикація якості морського середовища за видовим складом та показниками кількісного розвитку мікроводоростей, зокрема індикаторів чистих і забруднених вод, ефективна для застосування у біомоніторингу [5]. Так, вона дає інтегральну оцінку результатів всіх природних та антропогенних процесів, які відбуваються у водному середовищі. Для розвитку мікрофітів у хронічно та значно антропогенно забруднених акваторіях характерні: домінування видів-індикаторів органічного забруднення вод (α -мезосапробіонтів); кількісна перевага планктонних форм мікроводоростей і