

УДК 551.79:551.2/3

О. П. МИРОШНИЧЕНКО, О. Г. ВАСЕНКО, канд. біол. наук
Український науково-дослідницький інститут екологічних проблем
6, вул. Бакуліна, м. Харків, 61166, Україна
elena.miroshnich@bk.ru

РОЛЬ БІОЛОГІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ ПРИ ФОРМУВАННІ ДОННИХ ВІДКЛАДІВ

Розглянуто основні питання щодо ролі біологічної складової водних екосистем при формуванні донних відкладів. Проаналізована роль гідробіонтів (фітопланктону, вищих водних рослин, безхребетних тварин та інших груп організмів) в самоочищенні водних екосистем та формуванні донних відкладів.

Ключові слова: поверхневі води, важки метали, біогенні речовини, донні відклади

Мирошниченко Е. П., Васенко А. Г. РОЛЬ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Рассмотрены основные вопросы о роли биологической составляющей водных экосистем при формировании донных отложений. Проанализирована роль гидробионтов (фитопланктона, высших водных растений, беспозвоночных животных и других групп организмов) в самоочищении водных экосистем и формировании донных отложений.

Ключевые слова: поверхностные воды, тяжелые металлы, биогенные вещества, донные отложения

Miroshnichenko E. P., Vasenko A. G. THE ROLE OF BIOLOGICAL COMPONENTS OF WATER ECOSYSTEMS AT FORMATION SEDIMENTS

The questions about the role of the aquatic ecosystems biological component in the formation of sediment were reviewed. The role of aquatic organisms (phytoplankton, higher aquatic plants, invertebrates, and other groups of organisms) in self-purification of aquatic ecosystems and the formation of sediments were analyzed.

Keywords: surface water, heavy metals, nutrients, bottom sediment

Вступ

Як відомо, формування донних відкладів відбувається під впливом абіотичних, біотичних та антропогенних чинників, як за рахунок зовнішніх впливів, так і за рахунок внутрішньоводоймних процесів [1-5]. Структурно-функціональні особливості водних екосистем також впливають на склад та обсяги утворення донних відкладів. Внаслідок збільшення концентрації різних речовин та сполук, що потрапляють до водних об'єктів та водойм, природна вода і донні відклади можуть стати токсичними. Накопичення шкідливих для водних екосистем домішок відбувається різними шляхами [6]. Зокрема, акумуляція важких металів у різних ланках трофічних ланцюгів з подальшим надходженням їх у донні відклади, здійснюється через декілька основних процесів: біофільтрація (планктонні веслоносії ракоподібні, двостулкові молюски, товстолобик); всмоктування кореневою системою водних рос

лин; передача по трофічних ланцюгах з подальшим накопиченням у вищих трофічних ланках, особливо у бентофагах та хижих видах риб і рибоїдних птахів. З одного боку ці процеси ведуть до зменшення концентрацій розчинних у воді речовин та сполук, та з іншого боку, донні відклади можуть бути потенційним джерелом вторинного забруднення водного середовища.

Збільшення антропогенного навантаження на водні об'єкти стає все більш актуальною проблемою забезпечення здатності водної екосистеми зберігати свою структуру і функціональні особливості. Вдосконалення та розширення лише методів очищення стічних вод перед їх скиданням у водний об'єкт не приведе до відновлення чистоти його вод, і цей напрямок не може вважатися центральним у охороні вод. Необхідно більше уваги приділяти дослідженням процесів біологічного самоочищення водних об'єктів з урахуванням можливого утворення джерел вторинного забруднення.

Як правило, в природі ми зустрічаємося зі збалансованими екосистемами, де існує рівновага між утворенням і розпадом органічної речовини, а також виділенням і споживанням кисню. Це стійкі системи з високими захисними властивостями. Використовуючи поняття «поток енергії», можна досить достовірно описати поведінку енергії в екосистемах, оскільки перетворення енергії в них йде за напрямком від організмів-накопичувачів до організмів-споживачів.

Конструктивним є врахування положень щодо стійкості водних екосистем, засноване на взаємодії структурних та функціональних характеристик. Так, між структурними (індекс різноманітності Шенона) і функціональними (відношення продукції спільноти до сумарних витрат на обмін) характеристиками угруповань водних організмів встановлені чіткі кількісні зв'язки, що дозволяє говорити про закономірні кількісні співвідношення між потоками енергії і інформації у водних екосистемах. Автохтонна органічна речовина синтезується всередині самого водного об'єкту за рахунок фотосинтетичної активності автотрофів і хемосинтезу бактерій. Алохтоне органічна речовина надходить у водний об'єкт ззовні, з площі його водозбору і зі стічними водами.

На початкових етапах антропогенного впливу (евтрофування, забруднення) об'єм

органічних речовин, що надходять, врівноважується збільшенням біологічної продуктивності, при цьому не відбувається різка перебудова екосистеми. З досягненням певної маси цих речовин, збалансованість екосистеми порушується. Розвиток автотрофних організмів, які здатні трансформувати будь-які надлишкові кількості поживних речовин і збільшувати свою продукцію, не є головною причиною такого порушення. Воно відбувається внаслідок структурної перебудови біоценозів, заміщення одних видів іншими і різкого зменшення їх числа. При цьому обмеження розвитку поширюється, перш за все, на гетеротрофів, що визначає верхню межу швидкості асиміляції ними органічних речовин [7]. Таким чином, одним з критеріїв нестійкого стану екосистеми може служити відставання деструкційних процесів від продукційних і, як наслідок, збільшення обсягів донних відкладів з підвищеною концентрацією органічних речовин.

Дослідженню впливу водних організмів на формування донних відкладів присвячена значна кількість робіт [6-9], але ця задача ще далека від вирішення, а отримані результати ще недостатньо використовуються при прогнозуванні зміни екологічного стану водних об'єктів. Зупинимося на розгляді ролі біологічної складової при формуванні донних відкладів.

Матеріали та результати дослідження

Матеріалом для даної роботи послужили результати отримані авторами при проведенні досліджень екологічного стану водних об'єктів та водойм на території України, літературні та відомчі дані. При проведенні натурних досліджень були використані традиційні гідробіологічні методи. Обробка результатів виконувалась з використанням методів системного аналізу, статистичних та аналітичних методів та інш.

Роль водних організмів (мікроорганізмів, фітопланктону, вищих водних рослин, безхребетних тварин, іхтіофауни та інших груп організмів) в самоочищенні водних екосистем та формуванні донних відкладів була проаналізована в роботах [4-10, 13].

Роль організмів фільтраторів при формуванні донних відкладів

Транзит гідробіонтами забруднень з

води до ґрунту відіграє суттєву роль у процесах самоочищення, так як забезпечує вилучення з водної товщі присутніх в ній шкідливих домішок і призводить до більш-менш повної інактивації останніх у разі їх глибокого захоронення в донних відкладах. Сам процес переносу забруднень з води до ґрунту може відбуватися в результаті життєдіяльності гідробіонтів або бути наслідком їх відмирання і накопиченні на дні. Перенесення мінеральних і токсичних органічних речовин з води до ґрунту в процесі життєдіяльності гідробіонтів, головним чином, здійснюється в результаті фільтрації і седиментації. Фільтруючи з води величезні кількості зависі, гідробіонти, насамперед, через виділення фекальних грудочок, які опускаються на дно. Однак ще більше значення має утворення, так званих, псевдофе-

калій. Наприклад, молюски більшу частину відфільтрованого матеріалу, особливо малопридатного в харчовому відношенні, не поглинають, а в склеєному вигляді викидають через вивідні сифони. При цьому великі грудочки псевдофекалій накопичуються в донних відкладах. Таким чином, в результаті вилучення зависей з водної товщі, яке здійснюється молюсками, ракоподібними, асцидіями, голкошкірими, личинками комах і багатьма іншими гідробіонтами, відбувається процес освітлення води та утворення донних відкладів.

У прісних водах значна фільтраційна робота виконується перлівницями, беззубками, дрейсеною та іншими двостулковими молюсками. Наприклад, перлівниця *Unio vodestus* и *U. tumidus* довжиною 5-6 см відфільтровують при температурі 9-10°C до 12 м³ води на добу [13]. Майже так само інтенсивно протікає фільтраційна робота, що виконується в прісних водах гіллястовусих і веслоногими рачками. Для кладоцер об'єм відфільтрованої води складає до 40 (іноді до 130) мл на 1 особину на добу; для копепод об'єм відфільтрованої води складає до 2-4 (іноді до 27) мл на 1 особину в день [11-13]. Згідно з [13] сумарна фільтрація води популяціями макробезхребетних (молюски, асцидії, поліхети) оцінювалася величинами 1-10 м³ над 1 м² дна водної екосистеми за 1 добу. До донних відкладів надходять також біогенні речовини з водозбірної території, разом з водою приток та з опадами і частками з повітря. Так, наприклад, надходження фосфору (P) з повітря складає від 0,1 до 6,5 кг на 1 га водної поверхні за рік. Надходження розчиненого алохтонного органічного вуглецю складає 20,95г на 1 м² поверхні озера Лоренс за рік (Lawrence Lake, штат Мичиган, США) [11].

Роль фітопланктону при формуванні донних відкладів

Водорості, які належать до обов'язкових компонентів гідроєкосистем суттєво впливають на якість води і біологічну продуктивність водних об'єктів та водойм.

За літературними даними [11,12] кількість органічних і біогенних речовин, що виділяється при розкладанні 1 г абсолютно сухої маси змішаного фітопланктону скла-

дає: С, мгС- 114,0; Nорг, мгN – 27,2; БО, мгО – 225,6; ПО, мгО – 94,0; кольоровість, град. – 180,0; NH₄⁺, мгN – 78,0; NO₃⁻, мгN – 84,1; NO₂⁻, мгN – 3,2; PO₄³⁻-общ, мгP – 4,7; PO₄³⁻-раств., мгP – 3,2. Згідно [8], вказуються деякі фактори, що впливають на седиментацію зависей та перехід їх до складу донних відкладів. Також вказується, що на дно осідає органічна речовина фітопланктону – від 0,3 до 1,25% від первинної продукції. За цими даними можна розрахувати кількість органічних і мінеральних речовин, що знаходиться як в товщі води, так і в донних відкладах. Органічний детрит в донних відкладах утворюється як в результаті природної загибелі кліток на стадії зростання і розвитку фітопланктону, так і унаслідок масового його відмирання після «цвітіння».

Роль вищої водної рослинності (ВВР) у формуванні донних відкладів

Первинним біологічним субстратом для формування донних відкладів в річці є рослинні угруповання. Вищі водні рослини відіграють роль первинних продуцентів органічної речовини та кисню, беруть активну участь у самоочищенні води, виконують бар'єрну функцію на шляху надходження органічних та мінеральних забруднень з водозбірної площі у річку, а головне – є субстратом для річкового біоценозу в цілому.

Виконуючи роль механічних фільтрів, ВВР забезпечує осадження завислих у воді речовин мінерального й органічного походження. При цьому прозорість води покращується. За рахунок збільшення прозорості води відбувається поширення ВВР на більшій глибині, що у свою чергу, призводить до збільшення маси відмерлих ВВР, які формують донні відклади.

У тканинах і органах вищих водних рослин накопичуються хімічні елементи та сполуки (в т.ч. – біогенні), чим забезпечується виведення цих речовин із кругообігу у водному об'єкті протягом майже всього вегетаційного періоду. У той же час це може створити умови для прояву вторинного забруднення.

Встановлено, що з пониженням температури суттєво сповільнюються процеси деструкції, так, розклад 1 мг органічних сполук фітомаси рослин при 12 і 5 °С збі-

льшує у воді вміст органічної речовини за БСК_{повн} відповідно на 0,09 і 0,056-0,059 мгО₂. Тобто вищі водні рослини не є суттє-

вими забруднювачами автохтонною речовиною в осінньо-зимовий період.

Висновки

Підсумовуючи, можна сказати, що інтенсивність формування, обсяги, механічний і хімічний склад донних відкладів залежать від фізико-географічних умов басейну та сукупності процесів, що відбуваються в самих водних об'єктах.

Донні відклади включають як алохтонні (що надходять ззовні), так і автохтонні (що утворилися в самих водних об'єктах)

складові. В залежності від складу донних відкладів вони можуть формувати умови вторинного забруднення.

При оцінці екологічного стану водних об'єктів та прогнозу змін необхідно обов'язково враховувати і роль біологічної складової водних екосистем при формуванні донних відкладів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гідроекологічна токсиметрія та біоіндикація забруднень: Теорія, методи, практика використання / За ред. Олексія І. Т., Брагінського Л. П. – Львів: Світ, 1995. – 440 с.,
2. Алимов А. Ф. Функциональная экология пресноводных двусторчатых моллюсков. / А. Ф. Алимов //Тр. ЗИН. Т. 96. – Л. 1981. – 248 с.
3. Васенко О. Г. Екологічні основи водоохоронної діяльності в теплоенергетиці./ О. Г. Васенко. – Бібліотека журналу ІТЕ. Том1/Х.: УкрНДІЕП, 2000. – 243с.
4. Васенко А. Г. Формирование гидробиологического режима оз.Лиман – водоема-охладителя Змиевской ГРЭС в условиях его комплексного использования / А. Г. Васенко, Н. В. Старко, В. Н. Цымбал, М. Л. Лунгу, Л. Г. Игнатенко. // История озер. Тез. докладов VIII Всес. симпоз. – Минск, 1989. – С.154-155. (15)
5. Протасов А. А. Жизнь в гидросфере. Очерки по общей гидробиологии./ А. А. Протасов – К: Академперіодика, 2011. – 704с
6. Формирование донных отложений некоторых водотоков бассейна р. Северский Донец/ Мірошніченко О. П. Міжнародна науково-практична конференція «Наукові дослідження сучасності. Випуск 1, частина 2»/збірка наукових праць. – К.:НАИРИ,2011. – С 54-55.
7. Васенко А. Г. Способ повышения самоочищающей способности водной экосистемы./ А. Г. Васенко, А. В. Ильевский. // Методология экологического нормирования: Тез. Докл. Всесоюз. конф. Ч. II. Харьков, 1990. – С.35.
8. Малі річки України: Довідник / А.В. Яцик, Л.Б. Бишовець, Є.О. Богатов та ін.; за ред. А.В. Яцика. – К.: Урожай, 1991.
9. Бессонова В. П. Методи фітоіндикації в оцінці екологічного стану довкілля./ В. П. Бессонова – Запоріжжя: Вид-во ЗДУ, 2001. – 196 с.
10. Перехрест В. С. Малім річкам – чистоту і повноводність./ В.С. Перехрест, Т.А. Чекушкіна. –К.: Урожай, 1984. –112с.
11. Бурковский И. В. Структурно-функциональная организация и устойчивость морских донных сообществ. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. – 208 с.
12. Widdows J., Page D.S. // Mar. Environ. Res. – 1993. – V. 35. – P. 233.
13. Остроумов С. А. Биологические эффекты при воздействии поверхностно-активных веществ на организмы./ С. А. Остроумов. – М.: МАКС-Пресс, 2001. – 334 с.

Надійшла до редколегії 25.03.2012