

УДК 504.45(285.3):613.3](477.74)

Ковальчук Л.Й., Мокієнко А.В.

ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ЕВТРОФІКАЦІЇ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДОЙМ УКРАЇНСЬКОГО ПРИДУНАВ'Я

Одеський національний медичний університет

Державне підприємство Український науково-дослідний інститут медицини транспорту

Міністерства охорони здоров'я України

В роботі проведено аналіз проблем евтрофікації поверхневих водойм на глобальному та регіональному рівнях. Надано коротку характеристику ціанобактерій (продуцентів ціатоксинів), які можуть викликати суттєві розлади стану здоров'я тварин та людини. Встановлено взаємозв'язок евтрофікації водних об'єктів Українського Придунав'я (р. Дунай, озер Кагул, Ялпуг-Кузурлуй, Китай, Катлабух, Сасик) із високим вмістом неорганічних сполук азоту у воді. Обернуто необхідність дослідження вмісту ціанобактерій у воді водних об'єктів Українського Придунав'я.

Ключові слова: водні об'єкти, евтрофікація, ціанобактерії, неорганічний азот, Українське Придунав'я, гігієнічна оцінка.

Вступ

Евтрофікація є складним процесом у прісних і морських водах, де бурхливий розвиток певних типів мікробіотичних порушує водні екосистеми і представляє собою загрозу тваринам і здоров'ю людини. Первинна причина евтрофікації - надмірна концентрація нутрієнтів, джерелом яких є промислові підприємства, сільське господарство або стічні води.

Слово "евтрофікація" у наш час також використовується в контексті збереження екологічної якості вод, наприклад у Директивах Європейського союзу і різних міжнародних угодах. "Евтрофікація - прискорений ріст мікробіотичних, викликаний збагаченням води нутрієнтами, особливо сполук азоту і/або фосфору, що індукує дисбаланс гідробіотів і якості води".

Головна причина евтрофікації – високі концентрації нутрієнтів у водному об'єкті і головний ефект – дисбаланс харчових ланцюгів, що призводить до високих рівнів біомаси фітопланктону у воді. Це може привести до водорослевого цвітіння. Прямий наслідок - надлишок кисневого споживання в придонному шарі. Додаткові фактори, що підтримують цей процес, можуть бути розділені на дві категорії залежно від того, чи зв'язані вони з дисперсією нутрієнтів і ростом фітопланктону, або з кисневим циклом у придонному шарі (наприклад, рух води). Залежно від серйозності евтрофікації можуть спостерігатися різні ефекти.

Евтрофікація може впливати на здоров'я тварин і людини різними шляхами. Певні ризики здоров'ю населення з'являються після споживання питної води, отриманої після обробки прісної води із евтрофованих вододжерел. Серйозні наслідки можуть відбутися під час водопою тварин у «квітучих» водоймах [1].

Мета роботи

Аналізі проблеми евтрофікації поверхневих водойм Українського Придунав'я в гігієнічному контексті.

Матеріали і методи.

В роботі застосовували бібліометричні, санітарно-хімічні та аналітичні методи досліджень.

Для визначення неорганічних сполук азоту використовували загальноприйнятні методи [2, 3].

Результати та їх обговорення

Загальновідомо, що евтрофікація поверхневих водойм є глобальною проблемою, про що свідчать нижченаведені дані літератури.

Водна евтрофікація стала міжнародною проблемою охорони навколишнього середовища в останні роки.

Робоча група European Marine Strategy Framework Directive (MSFD, 2008/56/EC) з оцінки евтрофікації водойм запропонувала три критерії (рівні нутрієнтів; прямий вплив, непрямі впливи збагачення нутрієнтами) і вісім індикаторів, які можуть потенційно використовуватися в екологічній оцінці статусу евтрофікації: (1) для рівнів нутрієнтів: концентрація і співвідношення (кремній, азот і фосфор); (2) для прямого впливу збагачення нутрієнтами: концентрація хлорофілу; прозорість у зв'язку зі збільшенням суспендованих мікробіотичних; рівень опортуністичних макроводоростей (діатомові і флагелляти); бентичні і пеллагічні зміни, цвітіння води з виділенням речовин, що неприємно пахнуть, і токсичних сполук; (3) для непрямих впливів збагачення нутрієнтами: рівні мікробіотичних, що викликають зменшення прозорості; концентрації розчиненого кисню внаслідок збільшення органічних речовин [4].

У роботі [5] представлений аналіз поточного статусу і головних механізмів водної евтрофікації, оцінки та критеріїв оцінки і факторів впливу. Водна евтрофікація в озерах, резервуарах, устях і ріках широко поширена в усьому світі і серйозність проблеми тільки збільшується, особливо в

країнах, що розвиваються. Оцінка водної евтрофікації просувалася від простих окремих параметрів (повний фосфор, повний азот тощо) до більш докладних показників, наприклад індекс повного живильного статусу. Головні фактори впливу на водну евтрофікацію включають живильне збагачення, гідродинаміку, фактори навколишнього середовища (температура, солоність, вуглекислий газ, баланс елементів тощо), мікробну і біологічну варіативність. Виникнення водної евтрофікації - фактично складна функція всіх можливих факторів впливу. Автори підкреслюють, що механізми цвітіння водоростей вивчені недостатньо і повинні бути далі досліджені.

У статті [6] запропонована оригінальна трифазна концептуальна модель евтрофікації прибережних вод, яка відповідає на запитання про ступінь впливу антропогенно викликаного збільшення рівнів нутрієнтів на функції прибережних екосистем.

У огляді [7] наголошується на необхідності розробки всебічної стратегії запобігання евтрофікації водойм внаслідок надмірної кількості азоту і фосфору та погіршення якості води.

Надзвичайно гострою проблемою водойм є розмноження ціанобактерій, тісно пов'язане з евтрофікацією.

Ціанобактерії (*Cyanobacteria* spp.) - фотосинтетичні бактерії, які мають деякі загальні властивості з морськими водоростями, про що свідчить наявність хлорофілу і виділення у вільному стані кисню у процесі фотохімічного синтезу. Перші виявлені різновиди мали синьо-зелений колір, тому збірний термін для цих мікроорганізмів - синьо-зелені морські водорості. Внаслідок продукції інших пігментів колір великої кількості ціанобактерій коливається від синьо-зеленого до жовто-коричневого і червоного. Більшість ціанобактерій – аеробні фототрофи, але деякі є гетеротрофами. Вони можуть розмножуватися як окремі клітини або в багатоклітинних безперервних нитках чи колоніях. Ціанобактерії можуть бути ідентифіковані морфологічно на рівні роду при мікроскопії. Деякі різновиди формують поверхневі бльосоватості або піну, у той час як інші залишаються диспергованими у водному середовищі або у бентосному шарі. Деякі ціанобактерії мають здатність регулювати плавучість через внутрішньоклітинні газові вакуолі або фіксувати азот, розчинений у воді.

Ціанобактерії широко поширені в різноманітному діапазоні середовищ, включаючи ґрунти, морську воду і, найбільше, прісні водойми. Деякі екологічні умови, включаючи сонячне світло, теплу погоду, низьку турбулентність і високі живильні рівні можуть сприяти їхньому розмноженню. Залежно від різновидів, це може привести до зеленуватого фарбування води через високу щільність суспендованих клітин і, у деяких випадках, формуванню поверхневої піни. Евтрофікація значною мірою ініціює розвиток ціанобактерій.

Найбільш відома особливість деяких різновидів ціанобактерій у контексті охорони здоров'я - здатність продукувати токсини (ціанотоксини).

Кожний токсин має певні специфічні властивості, включаючи ушкодження печінки, нейротоксичність і генерування пухлин. Гострі симптоми включають шлунково-кишкові розлади, лихоманку, подразнення шкіри, вух, ока, горла і дихальних шляхів. Ціанобактерії не розмножуються в організмі людини й, отже, не є інфекційними агентами.

Інтенсивне розмноження ціанобактерій може привести до формування високих концентрацій токсинів.

Потенційні занепокоєння в контексті впливу на здоров'я людини є результатом впливу токсинів при вживанні питної води. Повторний або хронічний вплив характерний для багатьох ціанотоксинів; у деяких випадках, однак гостра токсичність більш важлива (наприклад, нейротоксини сакситоксин і анатоксин).

Летальні випадки зустрічалися при використанні неадекватно очищеної води для гемодіалізу, яка містила високі рівні ціанотоксинів. Вплив на шкіру і слизові оболонки може привести до подразнення та алергійних реакцій.

Токсини класифіковані згідно з механізмом дії на гепатоксини (мікроцистін і циліндроспермопсин), нейротоксини (анатоксин-а, сакситоксини і анатоксин-а /S/) і подразники або запальні агенти (ліпополісахариди). Гепатоксини продукуються різними видами в межах родів *Microcystis*, *Planktothrix*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Nodularia*, *Nostoc*, *Cylindrospermopsis* і *Umezakia*. Ці токсини, зокрема мікроцистини (олігопептиди) і циліндроспермопсин (алкалоїд) зустрічаються найбільш часто в підвищених концентраціях (> 1мкг/л), тоді як для нейротоксинів це нехарактерно.

Фільтрація і хлорування є доступними засобами видалення ціанобактерій і ціанотоксинів. Окиснення озоном або хлором при достатніх концентраціях і експозиціях ефективно видаляє більшість ціанотоксинів, розчинених у воді.

Хімічний аналіз ціанотоксинів не перебуває у фокусі звичайного контролю якості води. Аналіз вимагає часу, устаткування і експертизи, кількісному аналізу деяких ціанотоксинів перешкоджає нестача аналітичних стандартів. Однак, експресні методи (ELISA і ферментні пробірні аналізи) стають доступними для ідентифікації мікрокількостей, наприклад, мікроцистинів. Попереднє (тимчасове) значення (1,0 мкг/л) введено для мікроцистину-LR як одного із самих токсичних у загальному числі 70 структурних варіантів мікроцистинів. Для мікроцистину-LR використовується термін "еквівалент токсичності" для взаємозв'язку мікроцистинів з мікроцистином-LR.

Така загальна думка експертів ВООЗ з даної проблеми [8], де наведені вибіркові посилання на першоджерела [9-11]. Ретроспективний погляд на розвиток досліджень ціанобактерій і їх токсинів

показав наступне [12]. Минулі 50 років являли собою період прогресу у вивченні токсинуотворюючих ціанобактерій. Знання й розуміння досягнутого були результатом колективного міжнародного співробітництва в рамках співтовариства фахівців. Ціанобактерії були ізольовані, закладені основи хімії, фізіології й токсикології певних ціатоксинів. Розвиваються такі вектори як молекулярна біологія, біохімія, токсикологія і екологія. Результати фундаментальних і прикладних досліджень дозволили розширити й поглибити розуміння ціанобактерій як важливих факторів впливу як на природні ресурси, так і здоров'я людини.

Серед 2000 різновидів ціанобактерій, ідентифікованих за морфологічними критеріями, 40 є токсигенними [13]. Перше наукове повідомлення про ціатоксин, що отруєє тварин, було зроблено в Австралії Francis в 1878 г., але набагато більш раннє свідчення щодо отруєння ссавців ціатоксинами відноситься до плейстоцену, тобто приблизно 150 000 років до н.е. Починаючи з першої публікації в 1878 г., були описані численні клінічні випадки ускладненого впливу у тварин і летальність під впливом ціатоксинів. Частота отруєння синьо - зеленими водоростями тварин, імовірно, недооцінена через нестачу методів підтвердження і безліч неповідомлених випадків. Властивий діагностичний вакуум отруєнь людей і тварин синьо - зеленими водоростями може зажадати серйозних зусиль токсикологів і клінічних лікарів. Нові водорослеві токсини виявляються безупинно і у багатьох випадках дані токсичності залишаються недоступними. Можливо, що такі отруєння є більш загальними для тварин, чим людей.

Огляд [14] присвячений деяким аспектам екофізіології ціанобактерій. Автор вказує на два важливі фактори, що визначають їх розподіл у водоймах: тривалість світлового дня і наявність живильних речовин. При цьому вид ціанобактерій у значній мірі залежить від властивостей озера. Наприклад, у нестратифікованих дрібних озерах найпоширеніший різновид - *Oscillatoria agardhii*. У стратифікованих озерах - *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria agardhii* var *isothrix*, *Oscillatoria* var *red*, різні *Anabaena* species. В озерах із тривалим лімітуванням азоту - *Anabaena* і *Aphanizomenon*. Автор вважає, що баланс енергії фототрофічного росту може бути описаний рівнянням $\mu = \mu_{max} - \mu_{min} - \mu_{light} - \mu_{nitrogen}$ - де μ - певний темп росту, μ_{max} - певна величина енергії; μ_{min} - певна світлова величина поглинання енергії; μ_{light} - фактор ефективності росту, з яким світлова енергія перетворена в матеріал клітини. У цьому рівнянні, є два фактори, які визначають ріст ціанобактерій: μ_{max} і μ_{min} .

У статті [15] розглядається виникнення і властивості токсинів ціанобактерій у контексті ризиків здоров'ю людини. Ці токсини продукуються і планктонними, і бентосними різновидами ціанобактерій. Про виникнення токсинів у прісних, солонуватих, прибережних і морських водах повідомляється в джерелах більш ніж 45 країн. Основні токсигенні роди внесені в список. Коротко обговорені види токсинів (гепато-, нейро- і цитотоксини, подразники і шлунково-кишкові токсини). Розглянуті ключові процедури в керуванні ризиками від токсинів і ціанобактерій, включаючи деривати (де доступні достатні дані), щоденне водоспоживання (T_{dis}) і директивні рівні (G_{vs}) відносно токсинів у питній воді і рекреаційних водах. Обговорені також сумніви і деякі пробіли в знаннях, включаючи важливість пошуку нових живильних середовищ для виділення ціанобактерій з харчових продуктів, а також тварин й рослинної сировини на додаток до існуючих для питних і рекреаційних вод. У висновку представлена стратегія керування ризиком для ціанобактерій і токсинів у водних середовищах відповідно до принципів Hazard Assessment Critical Control Point (НАССР).

В огляді [16] розглядається виникнення ціанобактеріальних токсинів у різних водних системах із прикладами з національних і місцевих аналітичних статей. Обговорені властивості відомих токсинів, що впливають на здоров'я, і ймовірність виявлення надалі інших токсинів. Потреба в контрзаходах для мінімізації небажаних ефектів ціанобактеріальних токсинів обумовлена збільшенням евтрофікації водойм, підвищенням вимог до якості води, яку застосовують для пиття, іригації, рекреації, зростаючим занепокоєнням впливу токсинів на здоров'я.

В іншому огляді цього ж автора [17] акцентується увага на тому, що всі відомі роди ціанобактерій, що викликають цвітіння води в будь-яких водних екосистемах, включають види, здатні до створення потужних токсинів. Накопичений і продовжує наростати масив даних літератури про отруєння хребетних і безхребетних тварин і несприятливі ефекти ціанобактерій і їх токсинів. За станом на дату написання огляду (1995 р.) було відомо 60 токсинів. Представлений діапазон можливих функцій токсинів, як вторинних мікробних метаболітів ціанобактерій. Автор задається питанням, чи вносять ціанобактеріальні токсини свій внесок у здатність ціанобактерій домінувати у «квітучих» водоймах, хоча розуміння виникнення токсинів у водних середовищах і їх дії на молекулярному і органному рівні в лабораторних дослідженнях вказує, що це можливо.

Ця проблема не оминула нашу країну, зокрема Українське Придунав'я, однак рівень її вивчення знаходиться на низькому рівні. Наприклад, констатується, що масове заселення опрісненого оз. Сасик синьо-зеленими водоростями і розноження їх у величезних кількостях у цій штучній водоймі створило безпрецедентно небезпечну екологічну ситуацію для самої водойми, а також для здоров'я тварин і людей, що живуть на його берегах [18].

За даними того ж автора І.Т. Русева [19], який докладно вивчав екологічні проблеми оз. Сасик, надмірний розвиток синьо-зелених водоростей породжує як мінімум три санітарно-екологічні проблеми:

- У процесі своєї життєдіяльності синьо-зелені водорості виділяють токсини.
- Вони створюють оптимальні умови для розвитку бактеріофлори.

– В результаті їх інтенсивного розмноження створюються заморні для гідробіонтів умови.

Синьо-зелені водорості є важливим фактором, що визначають розвиток і розподіл бактерій у Сасику. При великій кількості фітопланктону на ділянках, де концентруються нагонні маси синьо-зелених водоростей, слід очікувати максимального розвитку бактерій, у тому числі і бактерій групи кишкової палички. У такому випадку цілком імовірна поява в скупченнях синьо-зелених водоростей патогенних бактерій і, насамперед, легіонелл. Ці патогенні мікроорганізми активно розмножуються в такому середовищі. Не виключене і формування стійкого вогнища холери. І для цього є всі позитивні передумови виникнення, прояви і укорінення. Адже не секрет, що майже щорічно в Румунії з Дунаю виділяють збудників холери або реєструються локальні спалахи цього захворювання.

Слід зазначити, що проблема ціанобактерій і ціанотоксинів недостатньо досліджена в Україні, про що свідчить обмеженість вітчизняних публікацій, за винятком [20, 21], за умови, що актуальність евтрофікації водойм в нашій країні невпинно зростає з кожним роком.

Це, зокрема, стосується водних об'єктів Українського Придунав'я - р. Дунай, придунайські озера-водосховища Кагул, Ялпуг-Кугурлуй, Китай, Катлабух та оз. Сасик, яке зрошувальним каналом сполучається із р. Дунай.

Впродовж 2009 – 2013 рр. Одеська обласна санітарно-епідеміологічна служби в рамках поточного санепіднагляду проводила моніторинг стану цих водних об'єктів. Загалом досліджено 81 зразок води. Результати визначень неорганічних сполук азоту (аміак, нітрити, нітрати) показують наступне (табл.).

*Таблиця
Результати визначень неорганічних сполук азоту (аміак, нітрити, нітрати) у воді водних об'єктів Українського Придунав'я, тін – тах (М)*

№	Об'єкт	n	NH ₃	n	NO ₂ ⁻	n	NO ₃ ⁻
1.	р. Дунай (м. Ізмаїл)	14	0,05 - 0,207 (0,09)	14	0,006 - 0,064 (0,024)	11	2,87 - 14,82 (7,39)
2.	р. Дунай (м. Рені)	12	0,05 - 0,306 (0,13)	9	0,004 - 0,104 (0,042)	9	3,76 - 11,64 (5,82)
3	р. Дунай (м. Кілія)	17	0,073 - 2,675 (0,33)	14	0,005 - 0,057 (0,021)	14	2,13 - 10,37 (5,36)
3	р. Дунай (м. Вилково)	7	0,058 - 0,860 (0,31)	6	0,007 - 0,027 (0,075)	6	2,36 - 7,10 (4,61)
4	Зрошувальний канал р. Дунай - оз. Сасик	4	0,06 - 0,126 (0,07)	4	0,018 - 0,064 (0,045)	3	3,75 - 10,83 (7,13)
5	оз. Сасик	5	0,084 - 1,153 (0,56)	5	0,007 - 0,06 (0,034)	5	1,46 - 10,37 (4,76)
6	оз. Китай	2	0,095 - 0,406 (0,25)	2	0,003 - 0,027 (0,015)	2	10,09 - 18,52 (14,24)
7	оз. Кагул	2	0,113 - 0,329 (0,22)	2	0,007 - 0,009 (0,008)	2	2,23 - 4,64 (3,43)
8	оз. Катлабух	4	0,107 - 0,144 (0,12)	3	0,008 - 0,013(0,011)	3	1,070 - 1,135 (1,12)
СанПіН № 4630-88 [22]			2,0 (в)		3,3 (в)		45,0(в)
ДСТУ 4808:2007 [23]			<0,13* (2,3)		<0,007* (2-4)		<0,88* (4)

*Примітки: * - після перерахунку із мг/дм³ у мг/дм³; для ДСТУ 4808:2007 вказаний норматив для джерел 1 класу якості, у дужках клас якості даного джерела; в – відповідність.*

Слід зазначити суттєві розбіжності нормування вмісту аміаку, нітритів та нітратів: якщо СанПіН № 4630-88 [22] такі значення трактував як відповідність вимогам, то більш жорсткий норматив (ДСТУ 4808:2007) [23] відносить ці води до 2,3 (аміак), 2-4 (нітрити), 4 (нітрати) класу якості.

За даними лабораторії Дунайського басейнового управління водних ресурсів (ЛДБУВР), яка здійснює регулярний моніторинг гідрохімічного стану водних об'єктів Українського Придунав'я, середній вміст неорганічних сполук азоту у воді Дунаю на українській частині становить 1,55 мг/дм³. Якщо ж порівняти їх з вищенаведеними результатами, з'ясується наступне: у м. Ізмаїл коливання становили (мг/дм³) від 6,346 до 15,011, у м. Рені – 4,14 – 11,747, у м. Кілія – 2,348 – 10,626, м. Вилкове – 2,488 - 7,346. Тобто, ці цифри перевищують перші у 4,1 – 9,7; 2,7 – 7,6; 1,5 – 6,8; 1,6 – 5,0 разів.

Враховуючи, що надмірна евтрофікація водойм починається при вмісті в воді азоту в концентрації 0,2-0,3 мг/дм³, такі рівні забруднення сполуками азоту слід розглядати як загрозливі для р. Дунай у визначених точках відбору за період спостережень.

Як видно із табл., у зрошувальному каналі та оз. Сасик спостерігається тенденція збереження підвищеного вмісту неорганічних сполук азоту у воді Дунаю (2,63 – 10,63 мг/дм³), які перевищують середньо-статистичний рівень у 1,7 – 6,9 разів. Серед озер високими цифрами (18,52 та 10,10) сумарного неорганічного азоту, які перевищують середньо-статистичний рівень у 11,9 – 6,8 разів, вирізняється оз. Китай. Це підтверджує дані ЛБУВР, які свідчать про те, що цей об'єкт у 2012 р. знаходився у найгіршому стані, у порівнянні із останніми, і відносився до категорії «брудних».

Висновки

1. Глобальність проблеми евтрофікації поверхневих водойм свідчить про необхідність її ретельного дослідження в Україні, у тому числі, у гігієнічному аспекті.

2. Евтрофікація водних об'єктів Українського Придунав'я (р. Дунай, придунайських озер-водосховищ Кагул, Ялпуг-Кугурлуй, Китай, Катлабух та оз. Сасик, яке зрошувальним каналом сполучається із р. Дунай) обумовлена високим вмістом неорганічних сполук азоту у воді.

3. Евтрофікація поверхневих водойм супроводжується розмноженням ціанобактерій – продуцентів ціанотоксинів, які можуть викликати суттєві розлади стану здоров'я теплокровних та людини.

4. Актуальність проблеми ціанобактерій свідчить про необхідність досліджень їх вмісту у воді водних об'єктів Українського Придунав'я.

Література

1. Kkein G. Eutrophication and health / Kkein G., Perera P. – WHO. – 2002. – 29 p.
2. ГОСТ 4192-82 Вода питьевая. Методы определения минеральных азотсодержащих веществ. – Чинний в Україні. – 8 с.
3. ГОСТ 18826-73 Вода питьевая. Методы определения содержания нитратов. – Чинний в Україні. – 8 с.
4. Ferreira J. G. Selection of criteria and indicators for eutrophication assessment by the MSFD / J.G. Ferreira, J.H. Andersen, A. Borja [et al.] // *Estuarine, Coastal and Shelf Science* June. – 2011. – V. 93, N 2. – P. 117-131.
5. Yang X. Mechanisms and assessment of water eutrophication / X. Yang, X. Wu, H.-I. Hao [et al.] // *J. Zhejiang Univ. Sci B.* – 2008. – V. 9, N 3. – 197-209.
6. Cloern J.E. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem / J.E. Cloern // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* – 2001. – V. 210. – P. 223-253.
7. Smith V.H. Eutrophication of freshwater and marine ecosystems / V.H. Smith, S.B. Joye, R.W. Howarth // *Limnol. Oceanogr.* – 2006. – V. 51, N 1, part 2. – P. 351-355.
8. Guidelines for drinking water quality. – The 4th ed. Recommendations. – World Health Organisation. – Geneva. – 2011. – V. 1. – 501 p.
9. Backer L.C. Cyanobacterial harmful algal blooms (Cyanobacteria): Developing a public health response / L.C. Backer // *Lake and Reservoir Management.* – 2002. – V. 18. – P. 20-31.
10. Chorus I. Toxic cyanobacteria in water: A guide to their public health consequences, monitoring and management : Published by E & FN Spon, London, on behalf of the World Health Organization / I. Chorus, J. Bartram // Geneva. – 1999. – 354 p.
11. Lahti K. Occurrence of microcystins in raw water sources and treated drinking water of Finnish waterworks / K. Lahti // *Water Science and Technology.* – 2001. – V. 43. – P. 225-228.
12. Skulberg O.M. Cyanobacteria/cyanotoxin research - Looking back for the future: The opening lecture of the 6th ICTC, Bergen, Norway / O.M. Skulberg // *Environmental Toxicology.* – 2005. – V. 20, N 3. – P. 220-228.
13. Puschner B. Cyanobacterial proliferations in freshwater ecosystems / B. Puschner, J.-F. Humbert // *Veterinary Toxicology.* – 2007. – P. 714-724.
14. Mur L.R. Some aspects of the ecophysiology of cyanobacteria / L.R. Mur // *Annales de l'Institut Pasteur Microbiologie.* – 1983. – V. 134, N 1, Suppl. 2. – P. 61-72.
15. Codd G.A. Cyanobacterial toxins: risk management for health protection / G.A. Codd, L.F. Morrison, J.S. Metcalf // *Toxicology and Applied Pharmacology.* – 2005. – V. 203, N 3. – P. 264-272.
16. Codd G.A. Cyanobacterial toxins, the perception of water quality, and the prioritisation of eutrophication control / G.A. Codd // *Ecological Engineering.* – 2000. – V. 16, N 1. – P. 51-60.
17. Codd G.A. Cyanobacterial toxins: Occurrence, properties and biological significance / G.A. Codd // *Water Science and Technology.* – 1995. – V. 32, N 4. – P. 149-156.
18. Русев И.Т. Сине-зеленые водоросли озера Сасык – угроза экосистеме / И.Т. Русев // *Екологічні проблеми Чорного моря : зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф., 30-31 жовт. – 2008. – Одеса, 2008. – С. 335-361.*
19. Русев И. Прорыв Сасыкской блокады: тернистый путь возрождения жемчужины причерноморья / Русев И. – Одесса, Астропринт, 2001. – 464 с.
20. Мокиенко А.В. Питьевая вода и водно-обусловленные инфекции (сообщение седьмое). Цианобактерии и цианотоксины / А.В. Мокиенко, Н.Ф. Петренко // *Вода і водоочисні технології.* – 2008. – № 3 (27). – С. 22-31.
21. Вода и водно-обусловленные инфекции / [А.В. Мокиенко, А.И. Гоженко, Н.Ф. Петренко и др.]. – Одесса : «Лерадрук», 2008. – Т. 1. – 412 с.
22. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. СанПиН № 4630 – 88. – М. : МЗ СССР, 1988. – 69 с.
23. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання : ДСТУ 4808-2007 : К. : Держспоживстандарт України, 2007. – [Чинний від 01.01.2009]. – 36 с.

Реферат

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭВТРОФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОЕМОВ УКРАИНСКОГО ПРИДУНАВЬЯ

Ковальчук Л.И., Мокиенко А.В.

Ключевые слова: водные объекты, эвтрофикация, цианобактерии, неорганический азот, Украинское Придунавье, гигиеническая оценка.

В работе проведен анализ проблемы эвтрофикации поверхностных водоемов на глобальном уровне. Представлена краткая характеристика цианобактерий (продуцентов цианотоксинов), которые могут вызывать существенные расстройства состояния здоровья животных и человека. Установлена взаимосвязь эвтрофикации водных объектов Украинского Придунавья (р. Дунай, озер Кагул, Ялпуг-Кугурлуй, Китай, Катлабух, Сасык) с высоким содержанием неорганических соединений азота в воде. Обоснована необходимость исследования содержания цианобактерий в воде водных объектов Украинского Придунавья.

Summary

HYGIENIC ASSESSMENT OF EUTROPHICATION OF SURFACE WATER BASINS OF UKRAINIAN DANUBE REGION.

Kovalchuk L.I., Mokienko A.V.

Keywords: water bodies, eutrophication, cyanobacteria, inorganic nitrogen, Ukrainian Danube region, hygienic evaluation.

This paper presents the analysis of eutrophication of surface water bodies at the global level as well as the brief characteristics of cyanobacteria (cyano toxins producers), which can produce significant harmful impacts on overall health status of animals and humans. The interrelation of the eutrophication of water bodies of Ukrainian Danube region (the Danube river, lakes Cahul, Ialpuh-Kugurluy, Kytai, Katlabuh, Sasyk) with a high content of inorganic nitrogen in the water has been detected. The necessity of the research content of cyanobacteria in water bodies Ukrainian Danube has been proven.