

УДК 613.68

Т.О. Жадан, А.М. Грек, О.О. Шевцова, О.В. Сакун, С.М. Коваленко

Харківський інститут танкових військ Національного технічного університету «ХПІ»

МІКРОБІОЛОГІЧНЕ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ПРОБЛЕМИ ЙОГО КОНТРОЛЮ

У статті систематизовані та узагальнені дані по визначенню мікробіологічних показників забруднення природних водних джерел. Особлива увага приділяється визначенню широкого спектру мікроскопічних грибів у джерелах питного водопостачання, водорозподільної мережі та артезіанських свердловинах. Наведені дані зв'язку захворювань мікозами з визначенням грибів в джерелах водопостачання. Проаналізовані можливості та перспективи проведення санітарно-гігієнічних заходів по забезпеченню населення доброякісною питною водою.

мікробіологічне забруднення, коліформні бактерії, сульфит-редуючі кластрідії, коліфагі, фекальні стрептококи, мікози, міксоміцети

Вступ

Постановка проблеми. Серед факторів, які визначають здоров'я населення, провідна роль належить якості питної води. Значення цього показника має особливе значення в Україні, де екологічні умови в більшості регіонів дуже несприятливі. Як свідчать численні дослідження, якість питної води в більшості міст і селищ не відповідає стандартам. В Україні за останні 50 років антропогенне навантаження на водні об'єкти зросло в середньому в 2 рази, а в деяких регіонах – багатократно [1]. Більшість населення використовує джерела водопостачання, які відносяться до 2 або 3 класу якості. Наявність в питній воді токсичних речовин різного походження за концентрацією, яка суттєво перевищує граничнодопустиму концентрацію (ГДК), стає причиною розповсюдження інфекційних захворювань серед населення.

Тому важливе значення має проблема санітарно-епідеміологічної небезпеки, яка пов'язана з мікробіологічним забрудненням води не тільки природних водоймищ, але і централізованого водопостачання. Під час розширення промислового будівниц-

тва, зростання населення в містах виникає потреба відповідного водопостачання. Зростаючий дефіцит питної води обумовлює необхідність розглядати цю проблему не тільки в техногенному, але і в санітарному аспекті [2].

Мета статті. Погіршення екологічних умов і виникнення у зв'язку з цим нових загроз здоров'ю населення викликають необхідність поліпшення мікробіологічного і біоекологічного контролю води [3]. Метою статті є аналіз існуючих методів контролю якості питної води та огляд літератури щодо нових підходів відносно проблеми поліпшення якості води.

Огляд літератури. Мікробіологічний контроль якості питної води включає вимірювання групи бактеріологічних показників.

В мережі водопровідних станцій у воді, яка поступає з природних джерел, фахівцями регулярно вимірюються загальні і термотолерантні коліформні бактерії, сульфит-редуючі кластрідії, загальне мікробне число, коліфаги, фекальні стрептококи.

Розглянемо індикаторні форми бактерій у воді природних джерел.

Виклад основного матеріалу

Коліформні бактерії (коліформи) – клас грам-негативних паличок, які живуть та розмножуються в нижньому відділі шлунково-кишкового тракту людини і теплокровних тварин.

У воду коліформи потрапляють з фекальними стоками і здатні виживати в ній протягом декількох тижнів, хоча при цьому не розмножуються. До цього класу відносять: *E. coli*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter cloasae*, *Citrobacter freundii*.

Усі вищевказані бактерії здатні ферментувати лактозу, з утворенням кислоти, альдегіду і газу за температурою 37 ± 1 °C протягом 24 – 48 год [4].

Також у воді можуть знаходитися термотолерантні коліформні бактерії, які включають *Escherichia* (*E. coli*), *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter*. Вони здатні ферментувати лактозу за температурою $44 \pm 0,5$ °C протягом 24 год.

Термотолерантні коліформні бактерії піддаються швидкому виявленню і тому грають важливу вторинну роль під час оцінювання ефективності очищення води від фекальних бактерій.

Більш точнішим індикатором є саме *E. coli* (кишкова паличка), так як джерелом деяких інших термотолерантних коліформ можуть бути не тільки фекальні води.

В той же час, загальна концентрація термотолерантних коліформ в більшості випадків прямо пропорційна концентрації *E. coli* [4].

Присутність коліформних організмів у воді свідчить про її недостатнє очищення або вторинне забруднення.

Авторами [5] визначається, що до бактеріального забруднення стічних вод, які потрапляють у природні водні системи, можуть пред'являтися підвищені вимоги. Наприклад, в зоні рекреації (громадські купальні і т. ін.). Відповідно до норм країн Євросоюзу, вода в цих зонах повинна бути високої якості, а саме: вміст кишкових ентерококів – не більше 100/100 мл (ГДК – 20/100 мл), *E. coli* не більше 250/100 мл (ГДК – 500/100 мл).

В оглядовій публікації [6] робиться висновок, що існуючі стандартні методи визначення колібактерій в питній воді відрізняються тривалістю та складністю. Повідомляється про розробку оперативного методу визначення колібактерій в питній воді (4 – 5 год), який заснований на використанні спеціального препарату, що реагує з одним із ферментів полімераз, який специфічний для колібактерій. Метод відрізняється селективністю та чутливістю.

У питній воді коліформи не повинні виявлятися. Під час їх виявлення обов'язковим являється тест на наявність термотолерантних коліформних бактерій (*i*/або *E. coli*).

Чисельність вказаних бактерій визначається не тільки ступенем забруднення води, але і сезонністю. Взимку і під час льодоходу відмічається високе бактеріальне забруднення водних джерел, а мінімальне –

влітку, за рахунок інтенсивного сонячного випромінювання та збільшення значення рН (рН більше 8, за рахунок розвитку фітопланктону, який пригнічує бактеріальну флору) [7].

Сульфіт-редуючі кластрідії. Кластрідії – анаеробні спороутворюючі мікроорганізми, найбільш характерним з яких є *Clostridium perfringens*.

Присутні у фекаліях. Спори кластрідії здатні існувати у воді значно довше, ніж коліформи, вони більш стійкі до знезараження. Їх наявність у воді, яка пройшла дезінфекцію, вказує на її недостатнє очищення [4].

У воді джерел водопостачання кількість кластрідій не нормується.

Загальне мікробне число (ЗМЧ). Загальне мікробне число являється індикатором загального бактеріологічного забруднення води і свідчить про високу ймовірність наявності патогенних мікроорганізмів.

Для водних джерел цей показник не нормується.

Коліфаги – це різновид вірусів – бактеріофагів, для яких хазяями є коліформи. Вони запропоновані як індикатори якості води за рахунок подібності до ентеровірусів людини та легкості виявлення. Коліфаги можуть бути присутні в ґрунтових водах, тому їх наявність або відсутність у воді може служити додатковим критерієм стану ґрунтових вод і якості їх очищення [4].

Для джерел централізованого промислово-питного водопостачання чисельність коліфагів не повинна перевищувати 10 одиниць [4]. Максимальна чисельність коліфагів реєструється під час танення снігу і досягає 200 – 300 одиниць.

Фекальні стрептококи. До фекальних стрептококів відносять: грам-позитивні коки, які зазвичай присутні в екскрементах людини та тварин. До них відносяться представники родів *Enterococcus* і *Streptococcus*.

Під *Enterococcus* включає такі види: *E. avium*, *E. casseliflavus*, *E. durans*, *E. faecalis*, *E. faecium*, *E. gallinarum*, *E. hirae*, *E. malodoratus*, *E. munditius*, *E. solitarius*.

Під *Enterococcus* включає стрептококи, які добре переносять несприятливі умови.

В основному, це бактерії фекального походження, тому вони можуть розглядатися як специфічні індикатори забруднення води фекаліями людини.

Автори статті [8] досліджували бактеріальне забруднення природних джерел в місцях рекреації. В цьому випадку індикаторною формою являються бактерії виду *E. faecium*. Проблема в тому, що ці бактерії мешкають в кишечнику як людей, так і тварин і визначити їх джерело методами мікроскопії практично неможливо. Було визначено, що один із генотипів *E. faecium* детектується в 97 % випадків виділення людини, а у виділеннях тварин він не зустрічається. Зроблено висновок, що цей ген можна використати як маркер, розроблений метод його ідентифікації, показана висока ефективність під час обстеження водних джерел.

В оглядовій публікації [9] аналізується інформація, отримана під час обстеження більш 400 очисних споруд в країнах з різноманітними кліматичними умовами. При цьому визначався вміст ентерококів, як індикаторних форм, всього в дослідженнях міжнародного масштабу було виділено понад 20000 тис. форм ентерококів. Виявлено, що в більшості проб переважали види ентерококів, стійкі до антибіотиків виду ерітроміцин і ванкоміцин.

З роду *Streptococcus* до групи фекальних стрептококів відносяться види *S.bovis*, *S. equines*. Їх джерелом є, в основному, фекалії тварин.

Фекальні стрептококи дуже рідно розмножуються у забрудненій воді, тому вони можуть використовуватися як додатковий індикатор ефективності очищення води [4]. Максимальна чисельність фекальних стрептококів реєструється під час танення снігу і досягає 2000 – 3000 одиниць.

Для покращення якості води та ідентифікації місць розповсюдження фекальних бактерій пропонуються нові ефективні технології, які включають використання генних маркерів та визначення послідовності генів [10].

Автори [7] пропонують методику прогнозу бактеріологічних показників, яка базується на побудові їх функцій розподілення. Для цього використовуються часові ряди показників (залежність кількості мікроорганізмів від сезону). Потім визначаються квантілі розподілення для кожного показника. Квантіль x_p представляє собою межу, перевищення якої відбувається з ймовірністю p . Складається таблиця квантілів, які розраховані для бактеріологічних показників якості води.

Таблиця 1

Квантілі розподілення чисельності мікроорганізмів

Коліформи	x_p	100	200
	p	0,87	0,76
Клострідії	x_p	20	25
	p	0,80	0,74
ЗМЧ	x_p	60	80
	p	0,84	0,64
Коліфагі	x_p	10	20
	p	0,86	0,68
Стрептококи	x_p	10	20
	p	0,83	0,72

Ймовірність перевищення порогових значень трактується як частка часу p , протягом якого випадкова величина перевищує поріг, який задається квантілем x_p . Таким чином, квантілі можна використовувати для вірогідного прогнозу значень показників якості води.

Якщо відомо, коли будуть спостерігатися надпорогові значення бактеріологічних показників, можна передбачити необхідні технологічні заходи і запас реагентів на водопровідній станції. Крім того, знання періоду наднормативного забруднення вододжерела необхідне для планування водоохоронних заходів.

У теперішній час іде активна дискусія відносно критеріїв оцінки безпеки води у відношенні парази-

тарних агентів, однак, обов'язковий контроль існує тільки в США (цисти лямблій і ооцисти криптоспоридій) та у Великобританії (ооцисти криптоспоридій). Заслугує уваги визначення водних сапрофітів при 22 °С, зростання їх кількості може бути індикатором забруднення водопостачальних мереж. Відносно наявності псевдомонад у воді, наприклад *Pseudomonas aeruginosa*, потрібно виявити концентрації, при яких порушуються гігієнічні вимоги.

Експерти ВОЗ не рекомендують використання спор сульфит-редуючих клострідій як індикаторів забруднення води, у зв'язку з незабезпеченістю готовими сухими поживними середовищами. У більшості випадків відсутність метрологічного забезпечення мікробіологічних методів контролю може призвести до грубих помилок у нормативній базі та протиріччя основним принципам кількісного обліку у мікробіології [11].

З метою отримання більш повної інформації про якість води, особливо в умовах сучасного мегаполісу, [12] пропонується розраховувати кількість проб у місяць не за кількістю населення міста у цілому, а за кількістю населення адміністративних районів. У цьому випадку кількість проб питної води, що аналізуються, зростає у 2 рази, також зростає кількість точок відбору проб. Критеріями вибору місць відбору проб обиралися дані за технічним станом водопровідних мереж, розташуванням основних транзитних магістралей, можливістю вільного доступу до місць відбору проб води. Крім того, збільшується кількість точок відбору проб води у мережах, в яких визначаються коліфаги, як показники вірусного забруднення, і хлороформ, як показник якості технології водопідготовки з використанням дезінфектантів, до складу яких входять галогени.

Проблему забезпечення населення доброякісною питною водою у випадках, коли вода поверхневих водоймищ за рівнем забруднення відноситься до 2 або 3 класу, автори [13] пропонують вирішувати за допомогою попереднього біологічного очищення, перед подачею на традиційну фізико-хімічну обробку. З цією метою використовують мікроорганізми поверхневих водоймищ, які іммобілізують на волокнисті насадки з дуже розвиненою питомою поверхнею. Ця дуже дешева технологія сприяє інтенсифікації природного біологічного самоочищення води та покращує якість води забрудненого джерела.

Основним джерелом централізованого водопостачання все частіше стають водоймища, канали і прісноводні моря, що утворилися в результаті штучного перекриття водних магістралей. Унаслідок цих перетворень не тільки змінилися русла рік, але і порушилися гідрологічні характеристики і режим природної самоочисної системи. Це пов'язано з принципово новими процесами деструкції донних відкладень, що утворилися в місцях затоплень територій з високим антропогенним навантаженням. У таких нових умовах функціонування, в природних гідробіоценозах почалося формування мікробної

компонентної сполуки, здатної адаптуватися до анаеробного типу метаболізму при колонізації трофічних джерел з високим вмістом різних органічних речовин. У донних відкладеннях опинилися ґрунти, населені звичайними ґрунтовими грибами, що мають здатність освоювати нові субстрати різного походження, у тому числі і тваринного, завдяки чому вони виживають в екстремальних умовах. У звичайних водних сукцесіях мікроорганізмів стали переважати нові агресивні компоненти – мікроміцети з високим ступенем потенційної небезпеки для навколишнього середовища і, у першу чергу, для людини [14].

Зміна екологічної обстановки під впливом антропогенного навантаження призвела і до зміни мікробного фону навколишнього середовища. В даний час в усьому світі спостерігається заміна патогенного бактеріального компонента більш агресивним грибним, який звикли вважати умовно-патогенним, не враховуючи і не припускаючи його потенційних агресивних можливостей. Різке збільшення кількості хворих, що страждають від системних і локальних мікозів, змушує приділяти цій проблемі максимум уваги і більш серйозно відноситися до виявлення окремих видів мікроміцетів при оцінці інфекційної небезпеки навколишнього середовища [15]. При цьому запропоновані критерії кількісної і таксономічної характеристик мікроорганізмів, що виявляються. [16]. Так, більшість найрозповсюджених у побутових умовах грибів відносять до 1 – 2 групи ступеня ризику. У "Атласі хвороботворних грибів" приведена інформація вже про більш ніж 800 видів, розповсюджених у різних регіонах світу, що відображає ситуацію глобального масштабу [17]. Крім того, істотно змінюється не тільки видовий склад патогенів різної таксономічної приналежності, але і характер їхнього функціонування в людському організмі. Гриби уражають не тільки шкіру, але також викликають ураження практично всіх органів і систем людини, тварин, птахів, риб, комах. Найбільш розповсюджені мікози: оніхомікози, отомікози, кератомікози (особливо у хворих діабетом), фунгемії в онкологічних і гематологічних хворих, при туберкульозі, у опікових хворих, у реципієнтів після пересадження органів, ВІЧ-інфікованих [18 – 21]. Наскільки активною і "злоякісною" буде мікотична інфекція, з одного боку залежить від стану імунного захисту кожного індивідуума, з іншого боку – від набору факторів агресії в патогена. З огляду на розвиток вторинного імунodefіциту у населення Землі через багатofакторний вплив (стрес, нераціональне харчування, широке неконтрольоване застосування, у тому числі у тваринництві і рослинництві, гормонів, цитостатиків, антибіотиків, надлишкова кількість вітамінів і біологічно активних речовин різноспрямованої дії), мікози стають серйозною загрозою для життя людини. За поширеністю вони йдуть step by step за вірусними інфекціями, особливо обумовленими вірусами групи герпеса, гепатитів, ВІЧ. Міжнародне співтовариство медичних мікологів

образно характеризує мікози як "гіганта, що пробуджується" [22].

До факторів, що сприяють активації мікотичної інфекції, варто віднести:

– надзвичайно високу адаптаційну здатність грибів [17, 18];

– убиквітарність, тобто повсюдне поширення в природі й здатність того самого виду уражати рослини, птахів, риб, тварин, людину.

Мікотичні захворювання містять у собі не тільки мікози, але й інтоксикації токсичними компонентами грибів – мікотоксикози, міцетизм, мікоалергози [23]. Продукти метаболізму грибів, надходячи в кровоносні і лімфатичні судини, надають сенсibiliзуючу дію, викликаючи розвиток зазначених станів. З розрізнених наукових даних авторами [19] складені зведені таблиці, що дозволяють оцінити спектр патогенності найбільш розповсюджених у природі грибів, що є причинними факторами захворювань людини (табл. 2).

Таблиця 2
Захворювання, які викликаються міксоміцетами

Вид грибу-збудника	Захворювання	Токсини, які продуцуються
Зигоміцети <i>Mucor racemosus</i> , <i>Mucor pusillus</i> , <i>Rhizopus arrhizus</i>	Дерматомикози тварин і людини, отомікози, мукоромікози	Мукоротоксини, кортикоїди
Дейтероміцети <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Aspergillus glaucus</i> , <i>Aspergillus ochraceus</i> , <i>Aspergillus terreus</i> , <i>Aspergillus versicolor</i> <i>Aspergillus niger</i> . <i>Aspergillus nidulans</i> , <i>Alternaria alternata</i>	Аспергіллези, аспергіллеми, міцетоми, гепатотоксикози, бронхіти, алергії. Отомікози, оніхомікози, дерматомикози, некрози шкіри і різних тканин, алергії	Фумігацилин, гліотоксин, стеригматоцистин, охратоксин, цитринин, патулін, Стеригматоцистин, мікотоксини
<i>Cladosporium cladosporioides</i> , <i>Cladosporium herbarum</i>	Дерматомикози	Стеригматоцистин
<i>Paecilomyces varioti</i> , <i>Penicillium citrinum</i> , <i>Penicillium cyclopium</i> , <i>Penicillium fellutanum</i> , <i>Penicillium frequentans</i> , <i>Penicillium notatum</i> . <i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	Піцеломікози, нефротоксикози, алергії дітей, дорослих, особливо небезпечні для післяопераційних хворих. Оніхомікози	Варіотин, цитринин, палітантин, треморген, афлатоксини, триквентин, нотатин, ксантоциллін

До основних механізмів реалізації патологічного процесу грибами, а точніше мікроміцетами, варто віднести їхню здатність продукувати токсичні речовини, ферменти, гормони. У результаті реакцій синтезу утворюються біополімери, характерні тільки для життєдіяльності грибів, що і беруть участь у біодеструкції біополімерів клітини макроорганізму [19]. Токсичні речовини, що продукуються грибами, можуть уражати практично всі органи і системи людини і тварини (табл. 3).

Продукенти мікотоксинів, які викликають ураження органів у людини

Токсин	Продукент	Дія на органи
Охратоксини	<i>P. cyclopium</i> , <i>l. larreuo</i>	Викликають ураження нирок, що призводить до некрозів тубулярних клітин; в печінці відбувається жирове переродження клітин паренхіми. Найбільш токсичний охратоксин А, нефротоксична дія якого проявляється в некрозі ниркових каналів. Викликає карциному нирок, ураження печінки і некроз лімфоїдної тканини нирок, ураження печінки и некроз лімфоїдної тканини
Афлатоксини (В ₁ , В ₂ , GbG ₂ , Mb)	<i>Aflavus</i> , <i>Aniger</i> , <i>P. cyclopium</i>	Дія токсинів на клітини крові призводить до зниження функціональної активності клітин кісткового мозку крові і тканин. Можуть бути однією з причин виникнення злоякісних пухлин. Токсикоз характеризується порушенням координації руху, паралічем, ураженням кишково-шлункового тракту.
Стахиботріотоксини	<i>Stachybotrys atra</i>	Викликають появу геморагії і некрозів слизової кишково-шлункового тракту, інших тканин та органів та діатези.
Дендродохіни	<i>Dendrochium sp.</i>	Викликають порушення кровообігу, серцево-судинної системи, геморагію тканин.
Цитреовіридин	<i>P. citreovivide</i> <i>F. oxysporwn</i> ,	Викликає ураження спинного мозку, параліч руху та дихання, порушує роботу серця.
Спородесміни	<i>Pithomyces chartarum</i>	Викликають ураження печінки у вигляді гострого запалення жовчних шляхів, також запалення шкіри обличчя, губ, та інших органів, які не захищені від сонячного світла.
Патулін	<i>A. terreus</i> , <i>P. cyclopium</i> , <i>P. expansum</i> , <i>P. urticae</i>	Має канцерогенну дію
Т-2-токсин	<i>F. oxysporum</i>	Ембріотоксичний
Цитринін, еритроскірин, ксантомегнін	<i>Гриби роду Penicillium</i>	Мають нефротоксичну дію

При потраплянні грибів у макроорганізм яким-небудь шляхом (водним, повітряним, ярогенним) завжди варто побоюватися можливості їхнього поширення з наступним розвитком локального або системного мікозу, особливо в ослаблених індивідуумів. Більш того, відомо, що деякі мікотоксини (особливо афлатоксини), що продукуються аспергилами, виявляють канцерогенну дію, викликаючи розвиток первинного раку печінки, аденом і аденокарцином у легенях [24], шлунку, нирках (табл. 3).

Наказом МЗ України № 383 від 23.12.1996 р. були затверджені державні санітарні правила і норми "Вода питна. Гігієнічні вимоги до води централізованого господарського питного водопостачання". Останні норми (ДСТ 2874-82) діяли в Україні протягом 15 років. У документі систематизовані і представлені основні гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання. Визначено порядок здійснення санітарно-епідеміологічного контролю за якістю води в звичайних і екстремальних ситуаціях, а також визначена ступінь відповідальності державних санітарних правил і норм. Безпека питної води в епідеміологічному відношенні визначається показниками, що з досить високим ступенем імовірності характеризують відсутність у ній небезпечних для здоров'я людей [25, 26] бактерій, вірусів і інших біологічних добавок. Однак, з огляду на ті дані, що ми виклали раніше [27] і можливість природного "біологічного тероризму" з боку грибів – мікроміцетів, слід, ма-

буть, повернутися до питання безпеки питної води, розширивши в ДСТ-ах дослідження, що стосуються виявлення патогенних мікроміцетів і їхніх токсичних речовин. Для України це має дуже важливе значення, тому що багатокілометрові трубопроводи піддаються корозійним процесам [28] і на їхній внутрішній поверхні утворюються біоплівки, що містять бактерії і гриби, які беруть участь у процесах біокорозії. З іншого боку, погіршуються органолептичні властивості води і зростає небезпека переносу інфекційних токсичних речовин.

В зарубіжній літературі повідомляється про виявлення грибів у питній воді з водорозподільної мережі [29, 30]. Деякі автори підтверджують результати розвитку у людини захворювань, які пов'язані з наявністю грибів у воді, якою вони користувалися [31]. В [32] була показана наявність у водопровідній воді мезофільних грибів, частіше з роду *Aspergillus*. В табл. 4 показаний видовий склад грибів, ізольованих з водорозподільної системи. Авторами [30] було показано, що внутрішня поверхня трубопроводів утримує бактеріальні клітини і спори грибів. Зроблено важливий висновок про те, що забруднення води відбувається під час використання розподільних мереж. Гриби можуть виживати під час обробки води і потрапляти у розподільну мережу через неефективні фільтри. В [33] авторами підкреслюється, що гриби водного походження суттєво впливають на смак та запах води, особливо при накопиченні токсичних речовин.

Таблиця 4

Видовий склад грибів, ізольованих з водорозподільної системи

Види грибів	
<i>Aspergillus sp.</i>	<i>Nigrospora oryzae</i>
<i>Aspergillus flavus</i>	<i>Penicillium oxalicum</i>
<i>A. fumigatus</i>	<i>Penicillium sp.</i>
<i>A. janus</i>	<i>Peyronellaea sp.</i>
<i>A. niger</i>	<i>Phaeococcus sp.</i>
<i>A. terreicola</i>	<i>Pnoma sp.</i>
<i>A. versicolor</i>	<i>Pithomyces sp.</i>
<i>Cladosporium sp.</i>	<i>Rhodotorula glutinis</i>
<i>Cryptococcus laurentii</i>	<i>R. rubra</i>
<i>Epicoccum nigrum</i>	<i>Trichoderma viride</i>
<i>Fusarium sp.</i>	<i>Verticillium sp.</i>
<i>Geotrichum candidum</i>	<i>Sterile mycelia</i>

Висновки

Отже, варто визнати, що проблема забезпечення населення планети питною водою, що відповідає вимогам епідеміологічних і гігієнічних норм у кількості, що задовольняє фізіологічні і побутові потреби людини, має винятково гострий характер. У зв'язку з цим особливу актуальність набувають дослідження, що стосуються мікробного (бактерії, гриби, віруси) біоценозу водних резервуарів під впливом численних факторів (у першу чергу радіаційного забруднення).

Відомо, що однією з головних умов деструкції забруднюючих речовин різного походження, що надходять у водойми, є нормальне функціонування мікробного ценозу. Однак, як зміниться композиційна сполука мікроорганізмів-деструкторів і яким чином зміняться властивості самих мікробів під цим впливом – питання, на яке необхідно дати відповідь.

Екологічне неблагополуччя призводить до посилення експресії генів, відповідальних за продукцію ферментів і токсичних речовин мікроорганізмами, що підвищує ступінь їхньої агресивності. Особливо це стосується умовно-патогенних представників мікросвіту. Визнаючи пріоритетність охорони здоров'я, головним у вирішенні цієї проблеми варто вважати забезпечення людей якісною питною водою, що особливо актуально для України.

Фахівці в області хімії і біології переконані, що необхідно терміново приймати кардинальні заходи для поліпшення якості питної води і, у першу чергу, по запобіганню її епідеміологічної небезпеки. Недостатні зусилля за рішенням даної задачі можуть призвести до поширення хвороб, зростанню смертності населення, що створює погрозу соціально-економічному розвитку країни

В зв'язку з несприятливою екологічною ситуацією в Україні [34, 35] та низькою якістю питної води необхідно направити зусилля вчених на проведення моніторингу Дніпра, Десни, Київського та Канівського водозбірників та інших джерел та резервуарів питної води. Отримані результати стануть основою для розробки технологій обеззаражування питної води з урахуванням мікопатогенів, які виявляються [36 – 39].

Список літератури

1. Долгонос Б.М. Проблемы обеспечения качества воды в природно-технологическом комплексе водоснабжения // Инженерная экология. – 2003. – № 5. – С. 2-14.
2. Пути улучшения качества питьевой воды / Г.М. Семчук, П.В. Рудий, В.Е. Хомко, С.В. Разметаев // Экология и здоровье человека. Охрана вод. и возд. бассейнов. Утилизация отходов. Материалы XII Междун. научн-техн. конференции, г. Бердянск, 7 – 11 июля 2004. – Х., 2004. – Т. 1. – С. 11-19.
3. Биологические показатели качества воды / А.М. Грек, И.А. Бельх, Т.А. Жадан, О.А. Шевцова и др. // Системи обробки інформації: – Х.: ХУ ПС. – 2006. – Вип. 6(55). – С. 217-228.
4. Кочемасова З.Н., Ефремова С.А., Рыбакова А.М. Санитарная микробиология и вирусология. – М.: Медицина, 1987. – 340 с.
5. Desinfection von Klaranlagenablauf. Strunkheide Jorg. WWT: Wasserwirt. Wasserlagenablauf. – 2005. – № 3, 4. – С. 22-27.
6. Wu Qing, Zhao Xin-hua. Zhongguo jishui parshur China Water and Wasterwater. – 2004. – 20, № 9. – С. 27-30.
7. Биоэкология: бактериологические показатели качества воды Москворецкого водоисточника / Б.М. Долгонос, Е.М. Мессинева, Д.Ю. Власов и др. // Инженерная экология. – 2006. – № 4. – С. 17-30.
8. Scott Troy M., Jenkins Tracie M., Lukasik Jerzy. Potential use of a host associated molecular marker in Enterococcus faecium as an index of human fecal pollution // Environ. Sci. and Technol. – 2005. – 39, № 1. – С. 283-287.
9. Blanch A.R., Caplin J.L., Iversen A. Comparison of enterococcal populations related to urban and hospital wasterwater in various climatic and geographic European regions // J. Appl. Microbiol. – 2003. – 94, № 6. – С. 994-1002.
10. Сточные воды как индикатор циркуляции вирусов / М.А. Перескокова, В.И. Резник, Р.Н. Либерева и др. // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. – 2005. – № 2. – С. 114-116.
11. Бойцов А.Г., Ластовка О.Н., Кашикарва Г.П., Благова О.Е. Оценка качества воды по биологическим показателям: пути совершенствования (второе сообщение) // Вестн. – С.-Пб.: ГМА. – 2004. – № 1. – С. 86-89.
12. Юрлова Н.А. Мониторинг качества воды в условиях современного мегаполиса // Питьевая вода. – 2004. – № 6. – С. 30-31.
13. Качество воды р. Днепр и ее предварительная биологическая очистка / Л.Е. Глоба, П.И. Гвоздяк, Н.И. Подорван, В.А. Костюк // Химия и технология воды. – 2004. – № 1. – Т. 26. – С. 95-104.
14. Марфенина О.Е. // Проб. мед. микологии. – 2000. – 2, № 2. – С. 36-37.
15. Проблема инфицирования воды возбудителями микозов и перспективы ее решения / В.В. Гончарук, А.В. Руденко и др. // Химия и технология воды. – 2004. – Т. 26, № 2. – С. 120-144.
16. Конкина Г.А., Иванушкина Н.Е., Озерская С.М. // Вестн. дерматол., венерол. – 1997. – № 4. – С. 16-20.
17. Hoog G.S., Gudrro J., Gene J., Figueras M.J. Atlas of clinical fungi. – 2nd ed. – Utrecht; Reus, 2000. – 1126 p.
18. Sutton D.A., Fothergill A.W., Rinaldi M.G. Guide to clinically significant fungi. – Baltimore: Williams, Wikins, 1998. – 60 p.
19. Руденко А.В., Коваль Э.З., Рыжко П.П., Заплавская Е.А. Онихомикозы у жителей Украины. – К.: ООО «ТСК», 2001. – 248 с.

20. Richardson M.D., Warnok D.W. *Fungal infection: diagnosis and management*. – 2nd ed. – Oxford: Blackwell Science, 1997. – 126 p.
21. Суслов Е.И., Подгаевская Т.П., Чепиль П.И. и др. // Укр. пульмонолог. журн. – 1999. – № 4. – С. 38–40.
22. Глубокиемикозы / А.И. Сидяченко, О.К. Блхар, О.В. Войно-Ясенецкая и др. – Нежин: Гидромакс, 2003. – 18 с.
23. Перечень основных методов и критериев диагностики микозов / КН. Климко, КВ. Васильева, Н.П. Единое и др. – С.-Пб: ООО "МГК", 2001. – 24 с.
24. Тутельян В.А., Кравченко Л.В. Микотоксины (медицинские и санитарные аспекты). – М.: Медицина, 1985. – 315 с.
25. Гончарук В.В. Вода: проблемы устойчивого развития цивилизации в XXI веке. – К.: ИКХХВ НАН Украины, 2003. – 48 с.
26. Гончарук В.В., Потапченко Н.Г. // Химия и технология воды. – 1998. – 20, № 2. – С. 190-218.
27. Роль воды в химическом и биологическом заражении личного состава / И.А. Белых, С.В. Плутанин, А.И. Кальченко и др. // Вісник національного технічного університету "ХПІ": Збірник наукових праць. Тематичний випуск "Хімія, хімічна технологія та екологія". – Х: НТУ "ХПІ". – 2003 – Вип. 3. – С. 110-120.
28. Андреюк Е.И., Билай В.И., Коваль Э.З., Козлова И.А. *Микробная коррозия и ее возбудители*. – К.: Наук. думка, 1980. – 285 с.
29. Rosenzweig W.D. // JANWA. – 1986. – 78, № 1. – P. 53-55.
30. Doggett M.S. // Appl. Environ. Microbiol. – 2000. – 66, N 3. – P. 1249-1251.
31. Metzger W.J. // J. Amer. Med. Assn. – 1976. – 236. – P. 2209-2212.
32. Niemi R.M., Knuth S., Lundstrom. K. // Appl. Environ. Microbiol. – 1982. – 43. – P. 378.
33. Bays L.R., Burman N.P., Leurs W.M. // Water Treatment. Exam. – 1970. – 19. – P. 136.
34. Чумака А.Л., Базыка Д.Л., Только А.Л. и др. // Вестн. РАМН. – 1999. – № 3(8). – С. 16–19.
35. Феценко Ю.И. // Укр. мед. часопис. – 1999. – № 4 (2). – С. 116-118.
36. Дудка И.О., Коваль Е.З. // Укр. бот. журн. – 1994. – 51, № 4. – С. 53-56.
37. Рахманин Ю., Михайлова Р. // Мелиорация и вод. хоз-во. – 1998. – № 3. – С. 58-60.
38. Рой А.Л., Коваль Э.З., Якушин В.М. // Микробиол. журн. – 1995. – № 4. – С. 60-66.
39. Авчинников А.В. // Мед. консультація. – 2000. – № 2. – С. 43-47.

Надійшла до редколегії 24.05.2007

Рецензент: д-р хім. наук, проф. В.Д. Калугін, університет цивільного захисту України, Харків.