

УДК 614.3 + 614.777

МЕДИКО-ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ В РІЗНИХ ГАЛУЗЯХ НАРОДНОГО ГОСПОДАРСТВА

(ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Бондаренко Ю.Г., Хоменко І.В.

Черкаський державний технологічний університет

Ключові слова: водоподготовка, методи обеззараживання води, нанотехнологии, наносеребро.

Мікробне забруднення докiлля впливає на якість питної води, що є однією з причин виникнення масових захворювань ентеровірусними та ін. інфекціями. Основним напрямком є профілактики інфекційних захворювань пов'язаних з водою є знезаражування води.

Знезаражування води здійснюється різними методами. Їх умовно розділяють на реагентні (хімічні), безреагентні (фізичні) і комбіновані.

До хімічних способів знезаражування питної води відносяться: хлорування, озонування, використання срібла, міді, йоду та інших речовин. Хлорування найбільш відомий спiсiб знезаражування води як у нашiй країні, так і за кордоном. Хлорування води здійснюється газоподiбним хлором або речовинами, що містять активний хлор: хлорним вапном, гіпохлоритами, хлорамінами, діоксидом хлору й ін. Але хлорування має ряд недоліків. Хлор впливає в основному на вегетативні форми мікроорганізмів, при цьому грампозитивні форми бактерій більш стійкі до його дії, ніж грамнегативні. Для одержання гарантованого бактерицидного ефекту свiдомо застосовують надлишкові дози хлору, що погіршує органолептичні властивості води.

У процесі обробки газоподiбним хлором, іншими хлорактивними сполуками відбувається утворення побічних токсичних продуктів хлорування - летючих галогенорганічних сполук (ЛГС), чотирьоххлористого вуглецю та інших небезпечних для здоров'я речовин, серед яких

найбільшiю уваги заслуговує хлороформ, що перевищує концентрацію інших токсикантів.

Технологія озонування широко застосовується у всьому світі. Особливістю озону є легкість його розпаду з утворенням атомарного кисню - одного з найбільш сильних окислювачів. Атомарний кисень знищує бактерії, спори, віруси, руйнує розчинені у воді органічні речовини. Це дозволяє використовувати озон не тільки для знезаражування, але і для дезодорації питної води, видалення токсичних органічних речовин. При озонуванні якість води не змінюється. Знезаражуюча дія озону в 15-20 разів, сильніша за дію хлору. Високий віруліцидний ефект озону відзначається при концентраціях 0,5-0,8 мг/л та експозиції 12 хвилин. Озонування, як і хлорування, має свої недоліки. Озон є вибухонебезпечним і токсичним для людини реагентом, що вимагає суворого дотримання техніки безпеки і надійного обладнання на станціях водопідготовки. Він здатний під час розкладання вибухати, якщо його концентрація в атмосферному повітрі перевищує 10 % (140 г/м³), та уражати органи дихання, якщо його вміст у повітрі перевищує ГДК.

Вода оброблена іонами срібла зберігає високі санітарно-гігієнічні властивості протягом року. Доза необхідна для досягнення таких властивостей повинна становити не менше 0.1мг/л. Разом з тим срібло є дорогим і досить дефіцитним реагентом, на антимікробну дію срібла

помітно впливають фізико-хімічні властивості води. Срібло не має спороцидної дії, але активність спор у присутності іонів срібла зменшується. Віруліцидна дія іонів срібла виявляється тільки при високих концентраціях 0,5-10 мг/л. Необхідний бактерицидний ефект при концентрації срібла 0,06-0,1 мг/л досягається після експозиції 2-6 годин, а в ряді випадків цей процес триває до 24 годин. При надходженні в організм легко проникає в еритроцити та зв'язується з білками в недіяльній формі. Відкладається в сполучних тканинах, стінках капілярів та різних органах (нирки, кістковий мозок, печінка). Накопичуючись в шкірі надає їй сірого забарвлення. Вода, що була знезаражена іонами срібла потребує десеребрування.

Досить часто для знезараження води використовуються іони міді. Мідь, як і срібло, є олігодинамічним металом, інактивує бактерії і віруси, але у більших концентраціях, ніж срібло. Антимікробна дія срібла і міді досить схожа. На думку деяких авторів, іони міді порушують бар'єрні функції бактеріальних мембран, що у свою чергу приводить до зміни їхньої проникності. Інактивація мікроорганізмів міддю протікає повільніше, ніж вільним хлором або хлораміном. На ефективність знезараження води міддю впливають фізико-хімічні показники якості води.

Для знезараження невеликих кількостей води може бути використаний йод, що на відміну від препаратів хлору, діє швидше, не погіршуючи властивості води. Бактерицидний ефект забезпечується при концентрації 0,3-1,0 мг/л і експозиції 20-30 хвилин. Віруліцидна дія йоду залежить від температури води, рН, експозиції, оптимальна концентрація 0,5-2,0 мг/л. Є повідомлення про паразитоцидну дію йоду.

Безреагентні методи мають ряд переваг над реагентними методами. Справа в тому, що під час знезараження води безреагентними методами не змінюються органолептичні якості води,

не змінюється склад та властивості води. Знезаражувальний ефект бактерицидних ультрафіолетових променів зумовлений фотохімічними реакціями під час яких виникають необоротні ушкодження ДНК, РНК та клітинної мембрани бактеріальної клітини. УФ випромінювання вражає спори, віруси та яйця гельмінтів, які є стійкими до хлору. Головним недоліком знезараження води УФ опроміненням є низька потужність установок та залежність процесу знезараження від забарвлення та солей заліза у воді. Прояснення та знебарвлення є обов'язковою умовою для знезараження води УФ випромінюванням. Використання ультразвуку для знезараження води базується на механічному руйнуванні бактерій в ультразвуковому полі. Такий спосіб знезараження не залежить від каламутності, кольоровості води та наявності в ній солей металів. Термічне знезараження води відбувається кип'ятінням протягом 5-10 хв. Протягом цього часу повністю знищуються бактерії та віруси, але такий метод потребує багато часу. Кип'ятінням не можна знезаразити воду з централізованих джерел водопостачання. Знезараження рентгенівським випромінюванням, передбачає опромінення води короткохвильовим опроміненням з довжиною хвилі 60-100 нм. Короткохвильове опромінення проникає в бактеріальні клітини зумовлюючи в них значні зміни та іонізацію. Вакуумування направлене на інактивацію бактерій та вірусів за допомогою пониженого тиску. Повний бактерицидний ефект досягається за 15-20 хв. Оптимальний режим роботи становить 20-60 °С.

Всі існуючі методи знезараження води мають свої переваги та недоліки. Розуміючи проблему епідеміологічного благополуччя населення науковці постійно працюють над новими високоефективними, безпечними та економічно вигідними методами знезараження води. Сьогодні пропонуються нові методи знезараження води, але їх використання потребує вивчення за показниками ефек-

тивності, економічної доцільності та в першу чергу безпечності для здоров'я людини.

Передові науково-технічні досягнення, що базуються на управлінні процесами на рівні атомів і молекул (нанорівні) проводяться в дослідних центрах більшості розвинених країн. У найближчі десять років розвиток нанотехнологій та виготовлення наноматеріалів стане одним з основних напрямків розвитку у таких галузях промисловості, як машинобудування, оптоелектроніка, мікроелектроніка, автомобільна промисловість, а також сільське господарство, медицина та екологія. Нанотехнології - це технології, що оперують величинами порядку нанометра. Ця величина, в сотні разів менша за довжину хвилі видимого світла та порівняна з розмірами атомів. яції речовиною до маніпуляції окремими атомами. Нанотехнології - новий і поки не дуже зрозумілий широкому загалу термін. Але дуже скоро у світ нанотехнологій увійде кожна людина, а самі нанотехнології принесуть людству нову науково-технічну революцію, яка повністю змінить навколишній світ і, навіть, саму людину. Нанотехнологія передбачає атомну зборку молекул, нові методи запису і зчитування інформації, локальну стимуляцію хімічних реакцій на молекулярному рівні та ін. Інше визначення -- набір технологій та методів, що засновані на маніпуляціях окремими атомами або молекулами, тобто методик регулювання структури речовини в масштабах 1 – 100 нм. Основні області використання нанотехнологій - медицина. Створення молекулярних роботів-лікарів, які "жили" б усередині людського організму, усуваючи всі його пошкодження або запобігали б виникненню таких пошкоджень. Геронтологія - досягнення безсмертя людей за рахунок впровадження в організм молекулярних роботів, що запобігають старінню клітин, а також перебудови тканин людського організму. Промисловість заміна традиційних методів виробництва збіркою молекулярними роботами предметів споживання

безпосередньо з атомів і молекул. Сільське господарство – заміщення природних методів виробництва продукції штучними аналогами - комплексами з молекулярних роботів. Біологія стане можливим "втручання" в живий організм на рівні атомів. Наслідки можуть бути дуже різними як негативними так і позитивними. Екологія повне усунення шкідливого впливу діяльності людини на оточуюче середовище, за рахунок переведення промисловості і сільського господарства на безвідходні нанотехнологічні методи. Освоєння космосу – використання нанороботів за межами земного простору. Кібернетика - розміри активних елементів зменшаться до розмірів молекул. Робочі частоти комп'ютерів неймовірно збільшаться. Науково-технічний прогрес зупинити неможливо, але слід пам'ятати, що найважливішим завданням з нескінченної кількості досягнень людства залишається збереження життя на планеті, що не можливо без забезпечення населення доброякісними продуктами харчування та чистою водою. Одним з таких напрямків є робота над новими методами знезараження води з централізованих та децентралізованих джерел водопостачання. На розгляд пропонується використання наночастинок срібла як одного з найбезпечніших матеріалів, що можуть бути використані у процесі знезараження води. На рис. 1 приведено мікрофотографії наночастинок срібла.

Зараз одна з областей сучасної нанотехнології, що розвивається досить швидкими темпами - створення і використання нанорозмірних часток різних матеріалів. Наноматеріал, який вже сьогодні знаходить застосування в різних комерційних продуктах - наносрібло. Як відомо, срібло - найсильніший природний антибіотик з існуючих на землі. Доведено, що срібло здатне знищити більш ніж 650 видів бактерій, тому воно використовується людиною для знищення різних мікроорганізмів протягом тисячоріч, що свідчить про його стабільний антибіотичний ефект. Колоїдне наносрібло - продукт,

що складається з мікроскопічних наночастинок срібла, зважених у демінералізованій та деіонізованій воді. Це продукт високих наукових технологій виробляється електролітичним методом.

Типові наночастинок срібла мають розміри 25 нм. Вони мають надзвичайно велику питому площу поверхні, що збільшує область контакту срібла з бактеріями чи вірусами, значно поліпшуючи його бактерицидні дії. Таким чином, застосування срібла у виді наночастинок дозволяє в сотні разів знизити концентрацію срібла зі збереженням усіх бактерицидних властивостей. Дія срібла є специфічною не по інфекції (як в антибіотиках), а за клітинною структурою. Будь-яка клітка без хімічно стійкої стінки (таку клітинну будівлю мають бактерії й інші організми, наприклад, позаклітинні віруси) піддається впливу срібла. Оскільки клітки ссавців мають мембрану зовсім іншого типу (така мембрана характеризується відсутністю пептидогліканів), срібло ніяким чином не діє на неї. Здатність особливим чином модифікованих наночастинок срібла тривалий час зберігати бактерицидні властивості, дозволяє заощаджувати гроші, час і зберігати трудові ресурси. У нанорозмірному діапазоні практично будь-який матеріал

виявляє унікальні властивості й особливо такий метал як срібло. Іони срібла мають антисептичну активність. Значно більш високою активністю володіє розчин наночастинок срібла. Колоїдне срібло - природний антибіотик, дозволений до застосування в США Федеральною комісією з харчування і медикаментів ще в 1920 році. Співробітник Адміністрації по харчових продуктах і лікарських препаратах (FDA) США Гарольд Девіс у листі від 13.09.1991 року повідомляв, що колоїдне срібло, використовуваний на ринку США, пройшло апробацію ще в 1938 році. Фізичні властивості наночастинок срібла відрізняються від властивостей того ж срібла (наприклад, зменшення розмірів частки приводить до зменшення її температури плавлення). Технологи навчилися виготовляти наночастинок різних розмірів, форми і хімічного складу. А от контролювати число і тип дефектів у наночастинок вони поки не вміють. Тому в питанні про вплив дефектів на характеристики наночастинок залишається багато невирішених питань. Тим часом відомо, що наявність дефектів може приводити до дуже істотної зміни властивостей наночастинок.

Доведено, що вода, заражена високими концентраціями бактерій Флекснера (дизентерії), Еберта (чревного тифу), стафілокока, стрептокока й ін., ставала стерильною через одну-дві години після введення в неї срібла в кількості до 1 мг/л і зберігалася незараженою протягом багатьох днів. Наносрібло активно бере участь у зниженні життєдіяльності і припиненні розмноження чужорідних для організму бактерій, вірусів, грибків і паразитів, стимулює захисні механізми. При цьому воно не впливає на дружню мікрофлору організму. У той же час усі хвороботворні

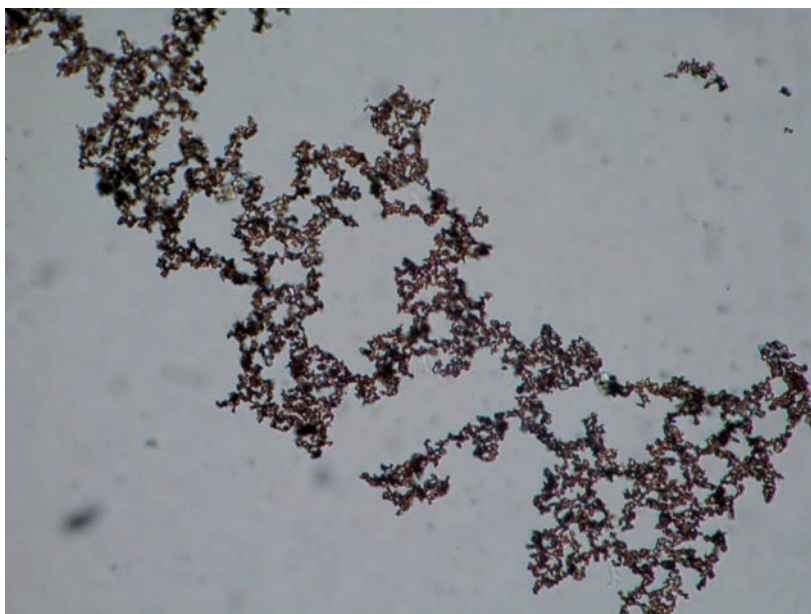


Рис 1. Мікрофотографії наночастинок срібла

бактерії і віруси гинуть протягом 6 хвилинного контакту з колоїдним сріблом. Цікаво, що більш половини авіакомпаній світу використовують воду, оброблену сріблом, як спосіб захисту пасажирів від інфекцій. У багатьох країнах колоїдні іони срібла використовуються для дезінфекції води в басейнах. У Швейцарії широко застосовують срібні фільтри для води в будинках і офісах. На Міжнародній Космічній Станції вживається тільки срібна вода. Отже можна з впевненістю сказати, що використання нанотехнологій у процесах водопідготовки безперечно матиме місце в майбутньому.

Література

1. Гончарук В.В., Потапченко Н.Г. Современное состояние проблемы обеззараживания воды // Химия и технология воды. - 1998.- №2.- С.190-217.
2. Кульский Л.А. Основы химии и технологии воды - К.: Здоровье, 1991.- С.6-
3. Рахманин Ю.А., Жолдакова З.И., Полякова Е.Е., Кирьянова Л.Ф., Мясников И.Н., Тульская Е.А., Артемова Т.З., Иванова Л.В., Дмитриева Р.А., Доскина Т.В. Совместное применение активного хлора и коагулянтов для очистки и обеззараживания питьевой воды // Гигиена и санитария. - 2004. - №1. - С.449-458.
4. Гончарук В.В., Гордиенко А.С., Глоба Л.И., Гвоздяк П.И. Биотехнология в подготовке питьевой воды Химия и технология воды. - 2003.- №4. - С.363 - 374.
5. Гончарук В.В., Потапченко Н.Г., Савлук О.С., Косинова В.Н., Сова А.Н. Совместное антимикробное действие озона с УФ - излучением, генерированньгм различньгми источниками // Химия и технология водь . - 2004. - №2. - С.202 - 213.
6. Кульский Л.А. Серебряная вода. - К.: Здоровье, 1987. - С.13-17.
7. Кульский Л. А., Сайгак Е. И., Савлук О.С. Методы обеззараживания воды вакуумированием. - К.: Здоровье 1975. - С.3 - 17.
8. Gehringer P. Grounwater Remediction by Ozone // Electron Beam Irradiation Treatment. Paper presented at AOTs 1 First Intl. Conf. on Advanced Oxidation Technologies for Water and Air Remediation. London, Ontario, Canada, June 25-30, 1994. - P.130.
9. Матеріали сайту <http://www.o8ode.ru/article/water/nanotechnology/>

Резюме

МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В РАЗНЫХ ОТРАСЛЯХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

(ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Бондаренко Ю.Г., Хоменко И.В.

Несовершенство существующих методов обеззараживания воды заставляет ученых искать новые пути улучшения качества питьевой воды, работать над уменьшением влияния негативных факторов на состояние здоровья населения. Одним из таких методов является использование коллоидных наночастиц серебра в процессах водоподготовки.

Ключевые слова: водоподготовка, методы обеззараживания воды, нанотехнологии, наносеребро.

Summary

MEDICO-ECOLOGICAL APPRAISAL OF THE NANOTECHNOLOGY USING IN DIFFERENT NATIONAL ECONOMY BRANCHES (REVIEW)

Bondarenko Yu.G., Khomenko I.V.

Bad influence of existing methods of water disinfection on human's health makes scientist search new ways of water quality improving. Using of nanosilver is one of the most promising ways in future water treatment.

Key words: water treatment, methods of water disinfection, nanotechnology, nanosilver.

Впервые поступила в редакцию 14.10.2010 г. Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования