

# ВПЛИВ ПОБІЧНИХ ПРОДУКТІВ ХЛОРУВАННЯ У ПИТНІЙ ВОДІ НА ЗЕЛЕНІ ВОДРОСТІ *CHLORELLA* ТА *SCENEDESMUS*

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

*Проведене дослідження хронічного впливу побічних продуктів хлорування води криничної та річкової на життєдіяльність зелених водоростей; підтверджена теорія росту побічних продуктів із зростанням органічних речовин у вихідній воді; висунуте припущення, що доза гіпохлориту натрію, яка забезпечує рівень залишкового вільного хлору в межах норми, не вбиває усю патогенну мікрофлору.*

**Ключові слова:** дезінфекція, хлорорганічні сполуки, побічні продукти хлорування, гіпохлорит натрію, фітопланктон.

## Abstract

*It was researched the chronic impact of by-products of chlorination of underwater and river water on livelihoods of green algae; confirmed the theory of growth byproducts with increasing organic matter in the source water; put forward the assumption that the dose of sodium hypochlorite, which provides residual free chlorine levels in the normal range, does not kill all pathogens.*

**Keywords:** disinfection, organochlorine compounds, byproducts, sodium hypochlorite solution, phytoplankton.

## Вступ

Зростання забруднення природних водойм і неможливість за цих умов застарілими водоочисними технологіями забезпечити високу якість питної води робить ризик для здоров'я населення від її споживання дуже високим. Не зважаючи на велику кількість методів дезінфекції, хлорування і досі залишається найпоширенішим завдяки своїй сильній окислювальній здатності, простоті та економічності застосування, ефекту післядії. Проте суттєвий недолік хлорування – забруднення питної води побічними продуктами знезараження – хлорорганічними сполуками (ХОС), багато з яких проявляють токсичні, мутагенні, канцерогенні та тератогенні властивості і кумулятивний ефект. Це, в свою чергу, значно підвищує ризик виникнення різноманітних захворювань, в тому числі онкологічних [1,2,3].

В процесі знезараження хлором (гіпохлоритом натрію тощо) утворюються наступні токсичні побічні продукти: тригалогенметани, галогеноцтові кислоти, галогеновані альдегіди, галогеновані кетони, галогенацетонітрили, хлорпикрин, хлорфеноли, які здійснюють хронічний вплив на організм людини пероральним, інгаляційним способом та через шкіру. Деякі з цих хлорорганічних сполук мають канцерогенну дію – онкологічні захворювання печінки, нирок, щитовидної залози, сечового міхура, молочної залози, стравоходу тощо; мутагенну дію – розрив ниток ДНК, вроджені вади, такі як: дефекти міжшлуночкової перегородки, обструктивні дефекти сечовивідних шляхів; тератогенну дію, спричиняючи недоношування вагітності або народження дітей з низькою вагою. При чому канцерогенність та мутагенність підтверджена дослідями на тваринах. Однак, не зважаючи на це, нормативи вмісту у питній воді встановлені лише для деяких речовин. Зокрема, для токсичних і канцерогенних галогеноцтових кислот та канцерогенних і мутагенних галоацетонітрילів в Україні відповідні нормативи відсутні, хоча Всесвітньою організацією охорони здоров'я та Американським агентством з охорони навколишнього середовища (USEPA) для деяких речовин із цих груп вони встановлені [2].

## Результати досліджень

У зв'язку із можливим токсичним впливом побічних продуктів хлорування була висунута ідея дослідження їх впливу на фітопланктон. Для цього було проведено хлорування криничної та річкової води різними дозами розчину гіпохлориту натрію (далі РГН) з попередньо визначеною необхідною

його витратою за відповідною методикою [4,5]. Після хлорування був визначений вміст вільного залишкового хлору у досліджуваних пробах [6].

Для дослідження токсичного впливу побічних продуктів хлорування води був використаний метод біоіндикації, а в якості біоіндикатора виступив фітопланктон (*Chlorella* та *Scenedesmus*), спеціально вирощений, відібраний і законсервованій за методикою [7,8] приватним підприємцем у м. Бар Вінницької області.

Знезаражену воду (криничну і річкову) різними дозами РГН, а також звичайну річкову, криничну та водопровідну води (для порівняння) у колбах змішали з фітопланктоном у співвідношенні 1:1 (по 100 мл кожного) і залишили на підвіконні під сонячними променями, спостерігаючи кожен день за змінами. Результати візуальних спостережень були зафіксовані через 90 діб після початку експерименту, тобто досліджувався хронічний вплив.

Результати дослідження показали зменшення кількості фітопланктону із збільшенням дози РГН у кожній наступній досліджуваній пробі як для криничної води, так і для річкової. Крім того, було виявлено, що у колбах з водою криничною було більше фітопланктону порівняно із річковою з урахуванням однакових доз РГН, що підтверджує теорію про ріст побічних продуктів хлорування із ростом органічних речовин у воді (у річковій воді набагато більше органіки, порівняно з криничною). Єдине, що викликало зацікавлення – це досліджувані проби фітопланктону із звичайною криничною водою та із криничною водою із дозою РГН  $0,49 \text{ г/м}^3$ , де спостерігався сірувато-білий наліт невідомого походження. Можна припустити, що це патогенна мікрофлора, яка розвинулась за відсутності або за недостатньої кількості дезінфеканта. В інших колбах, де були більші дози РГН, такого явища не спостерігалось. Також у досліджуваній пробі водопровідної води із фітопланктоном спостерігались скупчення жовтувато-білового кольору, про які було висунуте припущення, що це осаджені солі.

Нормою вважається вміст залишкового хлору до  $0,3 \text{ мг/л}$ , тобто воду криничну хлоровану з дозою РГН  $0,49 \text{ г/м}^3$  та воду річкову хлоровану з дозою РГН  $3,7 \text{ г/м}^3$  можна було б споживати людині. Але судячи із візуальних спостережень та висунутих вище припущень, доза  $0,49 \text{ г/м}^3$  гіпохлориту натрію для хлорування криничної води не вбиває усю патогенну мікрофлору, а споживаючи таку воду, можна наразити себе на небезпеку для здоров'я.

## Висновки

Провівши дослідження хронічного (протягом 90 діб) впливу хлорованої криничної та річкової води на фітопланктон і порівнявши із стандартними зразками (з не дезінфікованою водою), дійшли висновку, що хлорована вода, а, зокрема, побічні продукти хлорування, які в ній містяться, дійсно впливають на життєдіяльність фітопланктону з наступною тенденцією: зі збільшенням дози розчину гіпохлориту натрію кількість фітопланктону зменшувалась по завершенню експерименту. Крім того, було виявлено, що у колбах з водою криничною було більше фітопланктону порівняно із річковою з урахуванням однакових доз РГН, що підтверджує теорію про ріст побічних продуктів хлорування із ростом органічних речовин у воді. А також було експериментально виявлено, що доза гіпохлориту натрію  $0,49 \text{ г/м}^3$ , яка забезпечує вміст вільного залишкового хлору в межах норми, не знищує усю патогенну мікрофлору, що і має бути основною ціллю дезінфекції води.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Стискал О.А., Петрук В.Г. Аналіз сучасних методів та екологічна безпека знезараження питної води // Збірник наукових статей IV Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology-2013), 25–27 вересня. – Вінниця: Видавництво-друкарня ДІЛО, 2013. – 552 с. – С. 96-99.
2. Стискал О.А. Петрук В.Г. Небезпека побічних продуктів хлорування у питній воді для живих систем // Екологічні науки: науково-практичний журнал / Гол. Редактор О.І. Бондар. – К.: ДЕА, 2015. – №9. – С. 154–161.
3. Стискал О.А., Петрук В.Г. Аналіз чинників екологічної небезпеки хлорованої питної води // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – Вінниця: ВНТУ, 2014. – №5. – С. 69 – 75.
4. ГОСТ 11086-76 Гипохлорит натрия. Технические условия.

5. Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України № 18 від 18.05.07 «Про затвердження інструкції із застосування гіпохлориту натрію для знезараження води в системах централізованого питного водопостачання та водовідведення».

6. ГОСТ 18190-72 Вода питьевая. Методы определения содержания остаточного активного хлора.

7. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под редакцией к.б.н. В.А. Абакумова. – Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1983. – 239 с.

8. Методические рекомендации по отбору, обработке и анализу гидробиологических проб воды и грунта / Сост. Г.И. Фролова. – М.: Лесная страна, 2008. – 122 с.

*Стискал Оксана Анатоліївна* — аспірант кафедри екології та екологічної безпеки Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, e-mail: [kafedraeeb@mail.ru](mailto:kafedraeeb@mail.ru).

*Styskal Oksana* — Postg-Gaduate Student of the Chair of Ecology and Environmental Safety, e-mail: [kafedraeeb@mail.ru](mailto:kafedraeeb@mail.ru).