

ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ БУТИЛЬОВАНОЇ ВОДИ ПОЛТАВЩИНИ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ЗБЕРІГАННЯ

Д. М. Саламатін, О. А. Сакун

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: eternite096@gmail.com

Описано тестування репрезентативних видів бутильованої джерельної води, доступних в торгових мережах Полтавщини. Наведено методику проведення біотестування на ракоподібних, зокрема *Daphnia magna*, охарактеризовано умови експерименту. Зазначено, що досліджувані проби бутильованої води зберігалися з травня 2013 р. по жовтень 2019 р за температури 18-22 °С з доступом світла (зразки №1) й у темряві (проби №2). Обрано контрольною пробою та середовищем розведення модельних організмів *Daphnia magna* водопровідну воду. Проведено оцінювання якості бутильованої води за результатами щомісячних гострих і хронічних аналізів токсичності. Охарактеризовано летальність *Daphnia magna* залежно від тривалості та умов зберігання у ПЕТ-пакуванні. Зафіксовано не значні зміни смертності модельних організмів залежно від світлового режиму зберігання бутильованих проб води. Представлені дослідження можуть бути підґрунтям для більш глибокого і розширеного вивчення впливу пакування на якість води і, як наслідок, на здоров'я людини.

Ключові слова: біотестування, токсичність, летальність, ПЕТ-упаковка, освітлення, бутильована вода.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА БУТИЛИРОВАННОЙ ВОДЫ ПОЛТАВЩИНЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ

Д. Н. Саламатин, О. А. Сакун

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, г. Кременчук, 39600, Украина. E-mail: oksanaansakun@gmail.com

Описано тестирование репрезентативных видов бутилированной родниковой воды, доступной в торговых сетях Полтавщины. Приведена методика проведения биотестирования на ракообразных, в частности *Daphnia magna*, охарактеризованы условия проведения эксперимента. Отмечено, что исследуемые пробы бутилированной воды хранились с мая 2013 по октябрь 2019 г. при температуре 18-22 °С с доступом света (образцы №1) и в темноте (пробы №2). Контрольной пробой и средой разведения модельных организмов *Daphnia magna* избрано водопроводную воду. Проведена оценка качества бутилированной воды по результатах ежемесячных острых и хронических анализов токсичности. Охарактеризовано летальность *Daphnia magna* в зависимости от продолжительности и условий хранения в ПЭТ-упаковке. Зафиксировано не значительные изменения смертности модельных организмов в зависимости от светового режима хранения бутилированных проб воды. Представленные исследования могут быть основой для более глубокого и расширенного изучения влияния упаковки на качество воды и, как следствие, на здоровье человека.

Ключевые слова: биотестирования, токсичность, летальность, ПЭТ-упаковка, освещение, бутилированная вода.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Вода є найпоширенішим хімічним сполученням на Землі. Вода – основа всіх життєвих процесів, незамінна для збереження екосистем, для економічного та соціального розвитку суспільства. Вода є стратегічною сировиною № 1 для ХХІ століття [1]. Чиста питна вода є визначальним фактором для здоров'я не тільки дорослих, але і дітей. Саме це є підставою високих вимог до якості питної води, зокрема прозорість, відсутність запаху, сторонніх домішок, надлишкових кількостей нітратів, хлору або важких металів.

У торгових мережах людству пропонується бутильована вода, запакована в пластикову тару. Серед споживачів таких вод існує думка, що пляшкова вода набирається з поверхневого джерела питної води. Водночас у покупців такого масмаркету зустрічається гіпотеза, що бутильована вода є водопровідною водою, а пакування води у ПЕТ-тару – це лише маркетинговий крок. Вплив такого пакування на якість питної води станом на сьогодні також є досить дискусійним питанням. Вчені постійно стверджують, що використання пластмас у харчовій промисловості негативно впливає на здоров'я людини, може інгібувати ожиріння, цукровий діабет, дитячий діабет, рак передміхурової залози, безплід-

дя, пошкодження нирок, розлади мозку, гіперактивність та порушення концентрації.

Таким чином збільшення вимог до якості води на ринку вимагає удосконалення надійної та простої методології оцінювання токсичності бутильованої води. Тому актуальним завданням є оцінювання токсичності води за реакцією модельних організмів *Daphnia magna* [1].

Уперше проведено оцінювання токсичності бутильованої води залежно від умов її зберігання, зокрема освітленості. Набуло подальшого використання біотестування на *Daphnia magna* токсичності бутильованої води як експрес-оцінки якості води питного призначення при визначенні окремих санітарно-гігієнічних показників.

Мета роботи полягає в оцінюванні зміни якості бутильованої води залежно від тривалості та умов зберігання у ПЕТ-пакуванні.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ. Методи біотестування питних вод, будучи одними з сучасних біологічних методів контролю якості питних вод, набувають все більшої актуальності і значимості за визначенням токсикантів у водному середовищі. Показником стану живих організмів є ефективність фізіологічних процесів, що забезпечу-

ють нормальну життєдіяльність організму. Розглянуто біологічні методи контролю якості води, які засновані на використанні для вимірювання реакцій біологічних об'єктів фізіологічних і поведінкових характеристик, та доцільність використання батареї тестів [2, 3].

Води більшості поверхневих джерел питного водопостачання України характеризуються помірним і високим рівнем забруднення. Нині майже немає поверхневої водойми, яку можна віднести до водойм першої категорії за ступенем забрудненості води та екологічним станом [4]. Основними забруднювальними речовинами впродовж багатьох років залишаються органічні речовини, синтетичні поверхнево-активні речовини, важкі метали, радіонукліди, пестициди тощо. Останнім десятиліттям їх накопичення інтенсивно збільшується через забруднювачі, що потрапляють у водойми внаслідок застосування сучасних інноваційних технологій у сільськогосподарському виробництві та промисловості, зокрема наночастинки штучного походження, які істотно відрізняються від решти складових води за фізико-хімічними та біологічними властивостями [5].

Вивчення впливу таких частинок на стан водних екосистем достатньою мірою ще не проводилось. Вказані зміни у складі природних вод відбуваються на фоні вже давно існуючого низького рівня (або взагалі відсутності) процесів самоочищення водних об'єктів. За таких умов різко ускладнюється можливість отримання якісної питної води, оскільки водопровідні станції не здатні ефективно затримувати більшість техногенних хімічних речовин [6, 7].

Основою біотестування якості води є реакція різних організмів на пригнічувальний чи згубний вплив токсичних речовин, які потрапили у воду. Тест-об'єктами можуть бути представники всіх таксономічних груп – від бактерій до ссавців. Біотестування є можливим на всіх рівнях організації живої матерії (генетичному, цитологічному, гістологічному та ін.). Проте лише незначну частину організмів визнано уніфікованими (водорості, інфузорії, риби гупі та форель, планктонні рачки, цибуля звичайна, салат посівний тощо), на основі чого і були розроблені стандартні досліді [8].

У дослідженнях [9–11] було продемонстровано, що ефективність методу біотестування істотно зростає за використання не поодиноких організмів (навіть якщо вони уніфіковані), а так званих наборів тест-об'єктів, до складу яких входять тваринні та рослинні форми. Серед тваринних форм найчастіше використовують дафній (*Daphnia magna Straus*) стандартизовані тест-організми, а рослинні форми (як додаткові до уніфікованих дафній) часто репрезентують *Allium cepa L.* та *Lactuca sativa L.* Упродовж тривалого часу подібні набори тест-об'єктів застосовували для визначення токсичності природних та стічних вод, а з розробкою ДСанПіНу 2.2.4-171-10 їх використання було «перенесено» і на питну воду.

Для біотестування токсичності питної води, що є значно чистішою порівняно з іншими водами, традиційні тест-об'єкти не завжди виявляються достатньо чутливими. Тому доцільно як додаткові тестори випробувати ті рослини, які мають вищу чутливість

до забруднення довкілля, ніж традиційні. Доволі відомою в цьому аспекті є традесканція (*Tradescantia fluminensis Vellozo*), яка широко використовується для визначення токсичності (у т.ч. генотоксичності) атмосферного повітря та ґрунту, а також може бути застосована для біотестування води [8].

Для стандартних екоотоксикологічних біологічних аналізів розроблені методи, які реєструються, рекомендуються або впроваджуються в організаціях стандартизації – Міжнародна організація зі стандартизації (ISO), Європейський комітет стандартизації (CEN), США Агентство з охорони довкілля (EPA США), Організація економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР). Для біологічних аналізів існують стандартизовані процедури та методології для оцінки та моніторингу впливу речовин як на одноразові, так і на багатозадачні випробування, а також на польові експерименти. Метою стандартизації окремих кроків експериментальної процедури є, зокрема, максимальне обмеження фактора, «інтерлабораторна мінливість» [12].

Випробування на гостру токсичність – це короткострокові тести, що оцінюють вплив токсичних речовин на організм протягом короткого періоду їх життя [13]. Він оцінює вплив речовин на організмів через 24–96 годинний період (рис. 1).

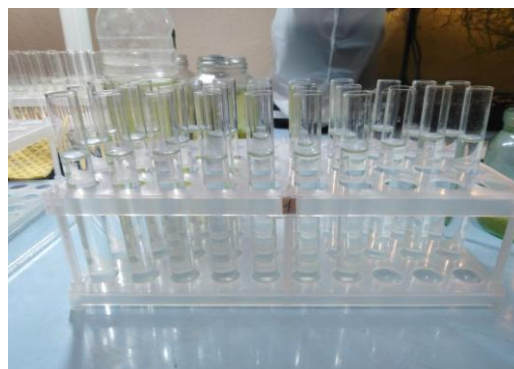


Рисунок 1 – Біотестування на гостру токсичність

Під час експериментів виділяємо дві основні категорії токсичних ефектів:

Гостру токсичність – велика доза отрути короткої дії, зазвичай смертельна, тобто отруйний ефект токсичної речовини негайно проявляється, безпосередньо впливає на виявлений організм.

Хронічна токсичність – низька доза отрути протягом тривалого періоду може бути смертельною або сублетальною, ефект не проявляється, поки через кілька днів, місяців або років діяльності і часто відбувається накопичення токсинів в організмі організмів, симптоми хронічної інтоксикації визначаються в основному для наступних поколінь розвитку (Holomán і ін., 1958) [14].

Біотестування проводили за стандартних умов у термоміностабі при температурі $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$, освітленості 400–600 люкс, тривалості світлого періоду 16 год., темного – 8 год. Для контролю і приготування розбавлень води використовували питну воду, яку попередньо дехлорували шляхом устоювання.

Для визначення гострої летальної токсичності проби води наливають по 15 см³ у посудини (дослід). Інші посудини заповнюють таким самим об'ємом контрольної води. У кожну з дослідних та контрольних посудин поміщують по одній *Daphnia magna*. Під час біотестування *Daphnia magna* не годують.

Наприкінці біотестування візуально підраховують живих дафній. Живими вважають дафній, які вільно рухаються у товщі води або спливають з дна

посудини після легкого струшування. За результатами підрахунку живих *Daphnia magna* розраховують кількість загиблих дафній у досліді відносно контролю, отримавши значення А. Вважається, що гостра летальна токсичність води виявляється, якщо А ≥ 50 %.

Для тестування вибрано репрезентативні види бутилированої джерельної води, зазвичай доступних в мережі продажу на Полтавщині. Зокрема оцінюванню було піддано різновиди води, наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Характеристика бутилированої води найуживаніших марок

Назва бутилированої води	Мінералізація, г/дм ³	Мінеральний склад води	Призначення	Джерело видобутку
Мінеральна вода «Миргородська лагідна»	0,4 – 0,7	гідрокарбонатна, складного катіонного складу	столова, придатна для щоденного споживання	родовище в м. Миргороді Полтавської обл., глибина свердловини 76 м
Мінеральна вода «Полтавська Джерельна»	0,1-0,4	гідрокарбонатна	щоденне споживання	артезіанської свердловини глибиною близько 700 метрів в екологічному регіоні Полтавщини
Питна вода «Buvette»	0,5 – 1,0	гідрокарбонатна	для щоденного споживання	Артезіанська свердловина, глибиною 44 м, в с. Майбородівка Полтавської обл.
Мінеральна вода «Моршинська»	0,1-0,4	гідрокарбонатна	столова	Моршинське родовище
«VonAqua»	0,05-0,5	гідрокарбонатна	для щоденного споживання	походить з Сенманського та Юрського водних горизонтів, глибиною у 220 та 380 метрів відповідно
«Аква Няня»	0,1-0,5	гідрокарбонатна	вода питна, придатна для приготування дитячого харчування	родовище в м. Миргороді Полтавської обл.

30 пляшок зберігалися в умовах достатньої освітленості з травня 2013 р. по жовтень 2019 р. У темряві також зберігалася 30 пляшок. Температура зберігання всіх проб становила від 18 °С до 22 °С.

Щомісяця проводилося біотестування трьох вибраних вод. Бралася одна пляшка, що зберігалася на світлі, і пляшка бутилированої води з темряви. Контрольний тест води, а також розведення дафній проводилося у водопровідній воді. Зафіксовано зміни якості нерозкритої упакованої джерельної води протягом мінімального періоду зберігання.

Через місяць після зберігання тест токсичності мінеральної води «Миргородська» показав однаковий результат при однакових умовах зберігання. У червні токсичність знизилася до 1,8 %, що могло бути пов'язано зі сприятливими умовами у сезоні. Шестимісячна бутилирована вода, що зберігалася на світлі, показала гостру токсичність на 2-4 % вище, порівняно з бутиливаною водою з темряви, був продемонстрований хронічний ефект на тест-об'єкт (рис. 2). Під час спостереження за реакцією тест-об'єктів на бутиливану воду, що зберігалася у темряві, ніякого хронічного впливу на випробуваний об'єкт не виявлено.

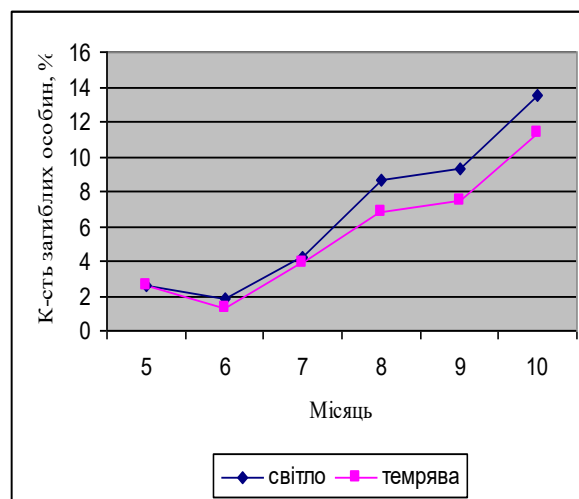


Рисунок 2 – Результати випробувань на гостру токсичність бутилированої води «Миргородська»

Мінеральна вода «Полтавська джерельна» незалежно від режиму освітлення практично однаково з попереднім різновидом води не перевищувала 10 % порогу летальності тест-об'єктів до восьми місяців експозиції і становила 5-6 % загиблих (рис. 3).

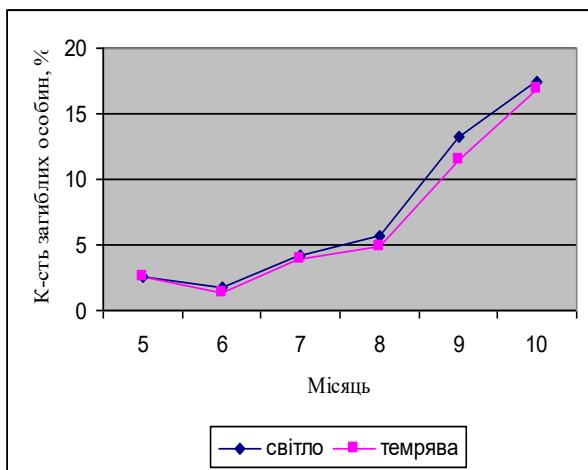


Рисунок 3 – Результати випробувань на гостру токсичність бутильованої води «Полтавська Джерельна»

Проте через п'ять місяців після зберігання (на дев'ятий місяць експерименту) токсичність води різко зросла незалежно від світлового режиму зберігання пляшок.

Зафіксовано хронічний вплив на тест-об'єкти незалежно від світлового режиму, що підтверджує думку про незначність впливу світла як основного самостійного фактору на токсичність бутильованої води у ПЕТ-тару.

У той час біотестування «Buvette» (рис. 4) на сьомому місяці експерименту показало розбіжність летальності тест-об'єктів залежно від світлового режиму зберігання ПЕТ-пляшок з водою. Аналогічно до показників мінеральної води «Миргородська» зафіксовано стрімке зростання летальності після сьомого місяця.

Наприкінці експерименту бутильована вода «Buvette», що зберігалася на світлі, показала гостру токсичність 13,5 %, і не було виявлено хронічний вплив на випробуваний об'єкт. Запакована вода, що зберігалася у темряві, проявила гостру токсичність 11,7 %, і також не було зафіксовано хронічний вплив на об'єкт.

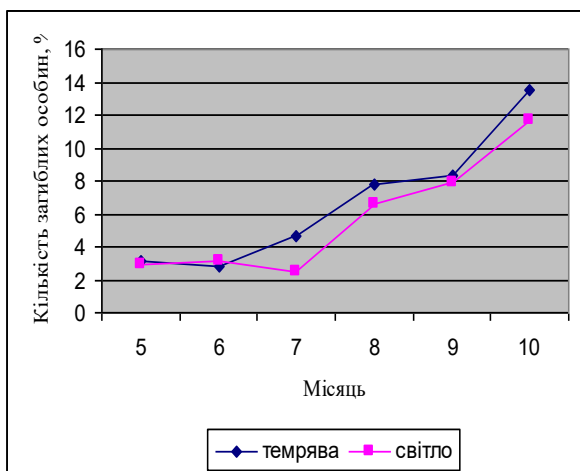


Рисунок 4 – Результати випробувань на гостру токсичність бутильованої води «Buvette»

Для порівняння показників мінеральних вод проведено дослідження токсичності бутильованої води «Моршинська», яку рекомендують для споживання маленькими дітьми (рис. 5).

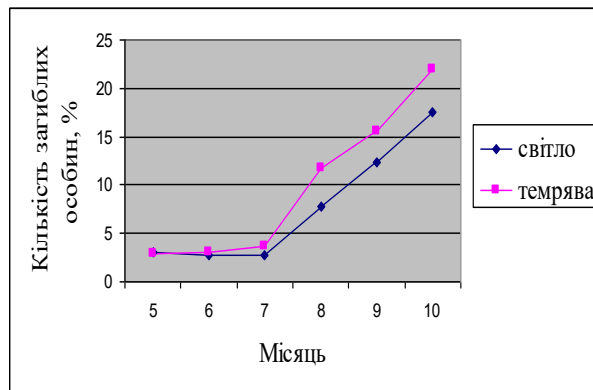


Рисунок 5 – Результати випробувань на гостру токсичність бутильованої води «Моршинська»

Через два місяці після розливу питна вода мала приблизно однакову токсичність незалежно від умов освітленості. З п'ятого по сьомий місяць експерименту токсичність незмінна, низька. Проте під кінець дослідження стрімко зростає до 21,9 % при зберіганні на світлі, та до 17,5 % в умовах низького освітлення.

Оцінювання якості води «BonAqua» представлено на рис. 6. На початку випробування токсичність води складала 5,1 % для проб, які зберігалися на світлі, та 1,9 % проб з темряви. Розлита вода на підприємстві була у березні, що може бути однією з причин таких показників токсичності води після зберігання у ПЕТ-пляшках. Вже після трьох місяців зберігання на світлі токсичність перевищує 10 %, стрімко зростає, наприкінці біотестування складає 23,9 %. При зберіганні у темряві токсичність зростає повільніше, але на кінець експерименту перевищує 10 %.

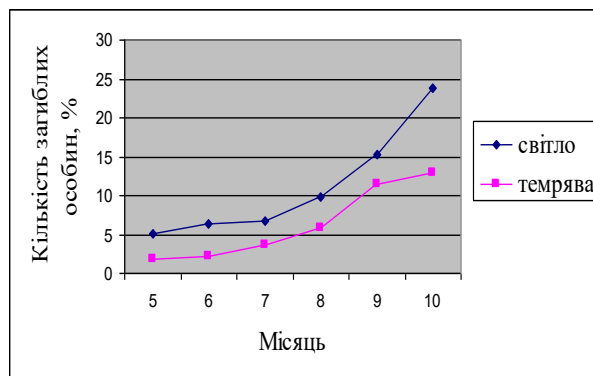


Рисунок 6 – Результати випробувань на гостру токсичність бутильованої води «BonAqua»

Досить низьку токсичність зафіксовано внаслідок оцінювання проб бутильованої води «Аква Няня», що передбачена для споживання дітьми (рис. 7).

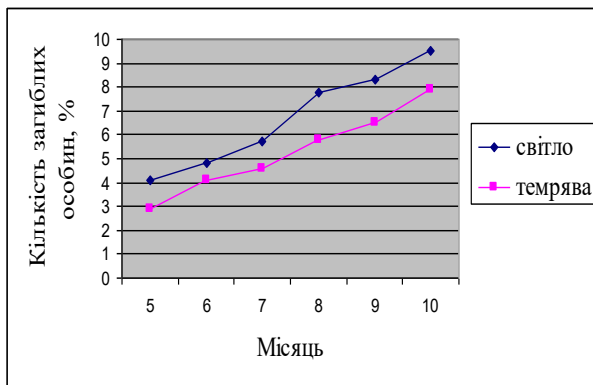


Рисунок 7 – Результати випробувань на гостру токсичність бутильованої води «Аква Няня»

Розлита вода була у квітні. Після першого місяця зберігання проб показники токсичності склали 4,1 % на світлі і 2,9 % у темряві. Але потім протягом усього експерименту токсичність не перевищувала 10 %. У жовтні при зберіганні на світлі показник токсичності склав 9,5 %, у темряві – 7,9 %.

Усі досліджувані бутильовані води не створювали сильного хронічного токсичного ефекту на тест-об'єкти або взагалі його не проявляли навіть при порушенні умов та термінів зберігання, зазначених виробниками. Летальність організмів близько 10 % під час встановлення гострої токсичності запакованої води зафіксовано практично у всіх різновидів мінеральної води, починаючи з восьмого місяці витримки у різних режимах освітлення.

ВИСНОВКИ. Біотестування дає можливість швидкого отримання інтегральної оцінки токсичності, що робить дуже привабливим його застосування при скринінгових дослідженнях. У цілому, метод біотестування в ході експерименту показав ряд переваг перед традиційно застосовуваними методами фізичного і хімічного аналізу, головними серед яких слід відзначити високу інформативність і достовірність результатів, а також простоту процедури тестування і високу економічність. Виходячи з цього, біотестування може бути рекомендовано для більш широкого застосування при визначенні окремих санітарно-гігієнічних показників і як невід'ємний елемент в системі заходів з оцінки якості води питного призначення.

Використовуючи гострі та хронічні аналізи токсичності, ми спостерігали зміни у якості нерозкритої упакованої джерельної води протягом мінімального періоду зберігання. Ці біологічні токсичні тести є належним доповненням до звичайних аналітичних та хімічних методів, оскільки вони надають інформацію про шкідливий вплив речовини на організм.

З результатів випробувань гострої токсичності ми виявили, що якість упакованої води з тривалим терміном зберігання значно знизилася. Усі випробувані води мали мінімальний термін зберігання, експеримент перевищував встановлені норми зберігання. Зниження якості бутильованої води зумовлює умови зберігання. У загальній оцінці гострої токсичності найкраща пляшкова вода завжди зберігалася в темних умовах. У запакованій джерельній воді, що зберігається в темряві, якісне погіршення відбувалося повільніше, ніж при зберіганні у світлі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ляшенко О. А. Биотестирование и биотестирование. СПб.: СПбГТУРП, 2012. 67 с.
2. Кравченко О. О., Максін В. І., Коваленко В. Ф. Визначення токсичності наноаквацитратів срібла та міді за допомогою тест. організмів різних трофічних рівнів. *Наукові записки Тернопільського нац. пед. університету імені В.Гнатюка*. 6 №1(54). 2013. С. 70–75.
3. Николайкин Н. И., Николайкина Н. Е., Мелехова О.П. Экология: учебник для вузов. 3-е изд., стереотип. Москва.: Дрофа. 2004. 624 с.
4. Бубнов А. Г., Буймова С. А., Гушин А. А., Извекова Т. В. Биотестовый анализ – интегральный метод оценки качества объектов окружающей среды: учебное метод. пособие. 2007. 112 с.
5. Вишневецкий В. Ю., Булавкова Н. Г., Ледява В. С. Принципы построения биотестовой системы. *Известия ЮФУ*. № 9. 2011. С. 70.
6. Холодкевич С. В., Иванов А. В., Корниенко Е. Л., Куракин А. С., Любимцев В. А. Биоэлектронный мониторинг поверхностных вод. URL: <http://www.automation.siemens.com/w1/automation/technology/continuous/18708.html>.
7. Власова К. С. Метод биотестирования в практике работы экоаналитических лабораторий URL: <http://www.sjes.esrae.ru/pdf/2013/1/6.doc>.
8. Постнов Е. Ф. Разработка принципов биотестирования физиологически активных веществ в объектах природной среды: дис. доктора биол. наук 03.00.13,03.00.16. Нижний Новгород, 2001. 230 с.
9. Goncharuk V. V., Kovalenko V. F. Theoretical Aspects of Natural and Drinking Water Biotesting. *Journal of Water Chemistry and Technology*. 2012. V. 34. № 2. P. 103–106.
10. De Rainho C.R. Ability of *Allium cepa* L. roottips and *Tradescantia pallida* var. purpureain Nnitrosodiethylamine genotoxicity and mutagenicity evaluation. *An. Acad. Bras. Cienc.* 2010. P. 925–932.
11. FerraoFilho A. A rapid bioassay for detecting saxitoxins using a *Daphnia* acute toxicity test. *Environmental Pollution*. 2010. V. 158(6). P. 208–223.
12. Howd R. A. Can we protect everybody from drinking water contaminants. *Journal Toxicol.* 2002. V. 21 (5). P. 38–45.
13. Якість води. Визначення гострої летальної токсичності на *Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) (ISO 6341:1996, MOD): ДСТУ 4173:2003. 6 [Чинний від 01.07.2004]. 22 с.
14. Якість води. Визначення сублетальної тахронічної токсичності хімічних речовин таводи на *Daphnia magna* Straus і *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) (ISO 1076:2000, MOD): ДСТУ4174:2003. 6 [Чинний від 01.07.2004]. 626 с.

RESEARCH OF TOXICITY OF BOTTLED WATER OF POLTAVA REGION

D. Salamatin, O. Sakyn

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: oksanaansakun@gmail.com

Purpose. The purpose of the work is to evaluate the change in the quality of bottled water, depending on the duration and storage conditions in the PET packaging. **Methodology.** Research methods used in the work: comparison (comparison of indicators of water quality stored in different light conditions - in light and in the dark), measurement (determination of water toxicity by the number of dead *Daphnia magna*), experiment (study of bottled water quality by biotesting during ten months depending on lighting), theoretical (display of comparison of water toxicity under different storage conditions), description (formulation of results and conclusions, presentation of bottled characteristics in different brands). **Results.** Representative types of bottled spring water, usually available in the sales network in the Poltava region, were selected for water quality assessment, namely: "Myrhorod meadow", "Poltava spring", "Buvette", "Morshynska", "BonAqua", drinking water "Aqua Nanny". Testing for bottled water lasted six months, from May 2019 to October 2019. Quality changes were evaluated by determining the acute toxic effect of water on *Daphnia magna*. 30 bottles were stored in light, 30 – in the dark. All bottled water tested did not have a strong chronic toxic effect on test objects and did not show any at all, even on violating the storage conditions and periods specified by the manufacturers. Mortality of about 10% during acute toxicity of packed water has been reported in virtually all types of mineral water since the eighth month of exposure in different lighting modes. **Originality.** For the first time, the evaluation of the toxicity of bottled water, depending on the conditions of its storage, including light, is provided. The further use of biotesting for bottled water toxicity as a rapid assessment of drinking water quality in the determination of individual hygiene parameters was further used. **Practical value.** Biotesting can be recommended for wider use in determining the individual health and hygiene indicators and as an integral part of the drinking water quality assessment system.

Key words: biotest, toxicity, lethality, PET packaging, lighting, bottled water.

REFERENCES

1. Lyashenko, O. (2012), Bioindication and biotesting, SPb, GTURP, 67 p.
2. Kravchenko, O., Maksin, V., Kovalenko, V. (2013), "Determination of toxicity of silver and copper nanoacacitrates by test of organisms of different trophic levels", *Scientific notes of Ternopil Nat. ped. V. Hnatyuk University*, №1 (54), pp. 70-75.
3. Nikolaykin, N., Nikolaykina, N., Melekhova, O. (2004), Ecology: a textbook for high schools, Moscow, Bustard, 624 p.
4. Bubnov, A., Buymova, S., Gushchin, A., Izvekova, T. (2007), Biotest analysis - an integral method for assessing the quality of environmental objects: educational method, Allowance, 612 p.
5. Vishnevetsky, V., Bulavkova, N., Ledyeva, V. (2011), "The principles of building a biotest system", *Bulletin of the Southern Federal University*, № 9, 70 p.
6. Kholodkevich, S., Ivanov, A., Kornienko, E., Kurakin, A., Lyubimtsev, V. Bioelectronic monitoring of surface water - access mode: <http://www.automation.siemens.com/w1/automation-technology-continuous-18708.htm>.
7. Vlasova, K. The method of biotesting in the practice of the work of eco-analytical laboratories access mode: <http://www.sjes.esrae.ru/pdf/2013/1/6.doc>
8. Postnov, E. (2001), "Development of the principles of biotesting of physiologically active substances in environmental objects", dis. doctors biol. Sciences 03.00.13, 03.00.16, Nizhny Novgorod, 230 p.
9. Goncharuk, V., Kovalenko, V. (2012), "Theoretical Aspects of Natural and Drinking Water Biotesting", *Journal of Water Chemistry and Technology*, V. 34, № 2, pp. 103–106.
10. De Rainho, C. (2010), "Ability of *Allium cepa* L. roottips and *Tradescantia pallida* var. purpureain Nnitrosodiethylamine genotoxicity and mutagenicity evaluation", *An. Acad. Bras. Cienc.*, pp. 925-932.
11. FerraoFilho, A. (2010), "A rapid bioassay for detecting saxitoxins using a *Daphnia* acute toxicity test", *Environmental Pollution*, V. 158(6). pp. 208-223.
12. Howd, R. (2002), "Can we protect everybody from drinking water contaminants", *Journal Toxicol*, V. 21(5), pp. 38-45.
13. Water quality. Determination of acute lethal toxicity on *Daphnia magna* Straus and *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) (ISO 6341: 1996, MOD): DSTU 41732003. 6 [Effective 01.07.2004]. 22 p.
14. Water quality. Determination of sublethal tachronic toxicity of tavoda chemicals on *Daphnia magna* Strausi *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) (ISO 1076: 2000, MOD): DSTU41742003. [Effective 01.07.2004]. 626 p.

Стаття надійшла 13.01.2020.