

CHARACTERISTICS OF POLYMER MATERIALS, THAT ARE USED IN PRODUCTION BOTTLED DRINKING WATER

N. Stadnichuk, T. Kostjuchenko

L. I. Medved's research center of preventive toxicology, food and chemical safety, ministry of health, Ukraine

O. Kronikovskiy

National University of Food Technologies

Key words:

*Polymer materials
Bottled drinking water
Polyethylene
terephthalate
Polycarbonate
Safety*

Article history:

Received 01.11.2023
Received in revised form
15.11.2023
Accepted 30.11.2023

Corresponding author:

O. Kronikovskiy

E-mail:

oleg.kronikovskiy@gmail.com

Citation: Н. О. Стаднічук, Т. П. Костюченко, О. І. Кроніковський (2023). Характеристика полімерних матеріалів, що використовуються при виробництві бутильованої питної води. *Наукові праці НУХТ*, 29(6), 168—178.
DOI: 10.24263/2225-2924-2023-29-6-15

ABSTRACT

The use of polymeric materials in domestic and drinking water supply is one of the hygienic problems due to the possible adverse effect on the quality of water with contact due to the release of initial monomers, various additives and products of destruction of these materials.

Packaging polymer materials for the production of bottled water must provide proper protection and minimize contamination, prevent damage and have labeling in accordance with current legislation. Packaging materials must be non-toxic and not endanger the safety and suitability of drinking water under certain conditions of storage and use. Reusable containers should be durable, easy to clean and disinfect.

Recently, bottled drinking water has become widespread both in industrialized countries and in developing countries. Consumers buy packaged drinking water because of ease of use and taste. Safety and potential health benefits are also important considerations. Therefore, the safety control of materials used for the production of bottled packaged drinking water is goal of particular importance today.

Bottled water is produced in various containers — from single-serve bottles to large bottles that hold up to 80 liters. Water intended for consumption is packaged in various polymer containers (canisters, big bottles, bottles), but the most common packaging among them are plastic bottles and big bottles made of polyethylene terephthalate and polycarbonate. The expediency and safety of their use is considered in this work.

DOI: 10.24263/2225-2924-2023-29-6-15

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ БУТИЛЬОВАНОЇ ПИТНОЇ ВОДИ

Н. О. Стаднічук, Т. П. Костюченко

ДП «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л. І. Медведя МОЗ України»

О. І. Кроніковський

Національний університет харчових технологій

Використання полімерних матеріалів у господарсько-питному водопостачанні є однією з гігієнічних проблем через можливий несприятливий вплив на якість води, що контактує з ними, за рахунок виділення вихідних мономерів, різних добавок і продуктів деструкції цих матеріалів.

Пакувальні полімерні матеріали для виробництва бутильованої води повинні забезпечувати адекватний захист і мінімізувати зараження, запобігати пошкодженням та мати відповідне чинному законодавству маркування. Пакувальні матеріали, повинні бути не токсичними і не загрожувати безпеці та придатності питної води за певних умов зберігання та використання. Тара, що багаторазово використовується, повинна бути, відповідно, довговічною, легко піддаватися очищенню і дезінфекції.

Останнім часом саме бутильована питна вода набула широкого розповсюдження як у промислово розвинених країнах, так і в країнах, що розвиваються. Споживачі купують упаковану питну воду з таких причин, як зручність використання, смак. Важливими міркуваннями є також безпека та потенційна користь для здоров'я, тому особливе значення на сьогодні має контроль безпеки матеріалів, що використовуються для виробництва бутильованої (фасованої) упакованої питної води.

Бутильовану воду виробляють у різних ємностях — від пляшок на одну порцію до великих пляшок, що вміщують до 80 літрів. Призначену для споживання воду упаковують у різноманітні полімерні ємності (каністри, бутелі, пляшки), але найпоширенішою упаковкою серед них є пластикові пляшки та бутлі, виготовлені з поліетилентерефталату та полікарбонату. Доцільність і безпека їх використання й розглядається в у пропонованій статті.

Ключові слова: полімерні матеріали, бутильована питна вода, поліетилентерефталат, полікарбонат, безпека.

Постановка проблеми. Бутильована (упакована) питна вода — це вода, розлита в герметично закупорену тару різного хімічного складу, зовнішнього вигляду та об'єму, безпечна та придатна для безпосереднього споживання без будь-якої подальшої обробки. Бутильована питна вода вважається харчовим продуктом.

В останні роки обсяги міжнародної торгівлі бутильованою водою зросли, збільшилася її кількість і різноманітність. Через збільшення вантажопідйомності транспортних засобів тепер можливо транспортувати бутильовану воду не тільки за допомогою морських, залізничних і автодорожніх транспортних шляхів, а й як

авіаавантаж, хоча останній спосіб використовується переважно в критичних ситуаціях через його високу вартість. Таким чином з'явилася можливість боротися з нестачею води в тих випадках, коли місцеві системи водопостачання не справляються з поставленим завданням з природних причин (посухи, землетруси та ін.), або з соціальних причин (війни, саботаж тощо), і бутильована питна вода, як і природна мінеральна вода, та різні інші її види, стала ввозитися, щоб ліквідувати подібне критичне становище.

Крім нестачі води, реальна та усвідомлена необхідність покращити здоров'я населення також відіграла свою роль і вплинула на зростання обсягів торгівлі бутильованою водою. Визнано, що звичні постачальники питної води, такі як громадські або приватні водопровідні станції, не завжди можуть гарантувати попередньо визначений рівень безпеки їхнього продукту щодо мікробіологічних, хімічних і фізичних критеріїв. Забруднення води завдає серйозного занепокоєння всім споживачам, особливо з ослабленим імунітетом. Ось чому для споживачів важливе надання інформації щодо заходів контролю, які одержала вода.

Зважаючи на викладене вище, важливе значення має якість і вид тари, що використовується для розливу води. Постійне зростання обсягів виробництва упаковки з полімерних матеріалів привертає особливу увагу науковців, контролюючих організацій, широкого загалу у зв'язку з проблемою міграції шкідливих речовин і необхідністю контролювання впливу кінцевої продукції, води питної бутильованої, на стан здоров'я людини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Якість питної бутильованої води залежить від багатьох факторів, серед яких вид тари, що використовується для пакування, умови транспортування та зберігання питної води, а також термін зберігання готової продукції. Особливе значення має якість і вид тари, що використовується для розфасовки води. Найбільш розповсюдженими на сьогодні для виробництва бутильованої питної води є упаковка з поліетилентерефталату та полікарбонату.

Поліетилентерефталат (ПЕТФ, ПЕТ, англ. PET) — це гетероланцюговий поліестер терефталевої кислоти і етиленгліколю. Перші дослідження з отримання поліетилентерефталату були розпочаті в 1935 р. у Великій Британії, а станом на 2007 р. виробництво ПЕТ досягло вже близько 2 млн тонн на рік (Jurewicz, & Hanke, 2011). У 2012 р. світове виробництво поліетилентерефталату (ПЕТФ) сягнуло 10 млн тонн за рік (Суберляк, & Баштаник, 2015).

Поліетилентерефталат — тверда, безбарвна, прозора речовина в аморфному стані і біла, непрозора в кристалічному стані. Міцний, зносостійкий, хороший діелектрик. Нерозчинний у більшості органічних розчинників, але руйнується в лужних, аміачних розчинах, в ацетоні та фенолі (Суберляк, & Баштаник, 2015).

Полікарбонат (ПК) — хімічна сполука групи термопластів, які представляють собою складні поліестери карбонатної кислоти і двоатомних спиртів (інша назва — лінійний поліестер карбонатної кислоти; естер бісфенолу А). Найбільше промислове значення мають ароматичні полікарбонати, передусім полікарбонат на основі бісфенолу А завдяки доступності фенолу і ацетону. У промисловості його отримують методом конденсації фенолу з ацетоном у присутності різних каталізаторів, зокрема, хлоридної кислоти. Марка А призначена для отримання полікарбонатів, полісульфонів і епоксидних смол вищого сорту. Пластифікатор

бісфенол А (бісфенол (2,2-біс(4-гідроксифеніл)пропан, дифенілолпропан, диан, ДФП) додається при виготовленні бутлів з полікарбонату для надання міцності й оптичної прозорості. Отже, у полікарбонаті поєднуються високі міцнісні показники, термостійкість, стабільність розмірів виробів, негорючість, незначне водопоглинання, фізіологічна інертність і стійкість до дії різних хімічних реагентів. З полікарбонатного пластику виробляється цілий спектр продуктів, таких як бутлі для води і напоїв, медичні інструменти, зубні пломби і герметики. Полікарбонат практично не змінюється при нагріванні навіть до 150 °С, що дає змогу використовувати цей матеріал при виробництві багатооборотної тари для води питної бутильованої, яка потребує проведення термічної обробки та дезінфекції.

Порівняльна характеристика полімерних матеріалів — поліетилентерефталату та полікарбонату, наведена в табл. 1.

Таблиця 1. Порівняльна характеристика полімерних матеріалів

Характеристика матеріалу	Полімерний матеріал	
	поліетилентерефталат	полікарбонат
Фізико-хімічні характеристики	- не б'ється; - високий ступінь міцності на розрив та удароміцність	- легкий, оптично прозорий, пластичний, морозостійкий, є гарним діелектриком; - показник заломлення 1,59, що відповідає звичайному склу; - характеризується довговічністю і має високу міцність - в 200 разів більше, ніж у силікатного скла
Хімічна стійкість	- висока хімічна стійкість; - ацетон і кетони руйнують ПЕТ; - кислоти та луги роблять ПЕТ непрозорим і крихким	- матеріал стійкий до корозії та впливу хімічних речовин; - розчинність у воді низька; - розчинність в етанолі, ацетоні, крижаній оцтовій кислоті, бензолі
Легкість	- щільність матеріалу 1,36 г/см³ (вага пляшки об'ємом 0,5 л — 28 г, скляної тари 0,5 л — 300 г)	- в 2 рази легший за звичайне скло, на 6% легший за ПЕТ
Термічна стійкість	- матеріал не забезпечує стійкість до високих температур, максимальна температура 71 °С	- має властивість відновлювати свої параметри після кожного розплавлення, незалежно від їх кількості; - температура плавлення матеріалу становить 250 °С
Екологія	- матеріал використовується на 100% як вторинна сировина та відноситься до 5 класу безпеки; - ПЕТФ стійкий проти дії мікроорганізмів, тому його природний розклад надзвичайно повільний	- завдяки можливості багаторазової переробки продукту, він є доцільним з точки зору екологічності

Використання полімерних матеріалів — ПЕТФ та ПК, привертає увагу в зв'язку численними дослідженнями науковців, пов'язаними з проблемою міграції пластифікатору бісфенолу А (BPA) та фталатів (FDA Says, 2012). Вивченням ефектів впливу на живі організми міграції бісфенолу А та фталатів найбільше займаються вчені США (близько 40% усіх досліджень, присвячених бісфенолу А), Японії

(14%), Канади (4,5%), Кореї (4,5%), Китаю (3,7%), Німеччини (3,3%). Багато досліджень присвячені виявленню рівня бісфенолу А у біологічних рідинах організму людини (сеча, слина, сироватка крові). Безпечна доза бісфенолу А — 50 мкг/кг/добу, проте за результатами деяких досліджень було доведено негативні ефекти менших доз. Національним дослідницьким комітетом США (National Research Council) виділено фталатний синдром, який включає такі симптоми: безпліддя, зниження виробництва сперми, крипторхізм, порушення формування сечостатевої системи (Kim, Cho, & Kim, 2009). Чим більший рівень бісфенолу А у сечі, тим більше виражені симптоми дефіциту уваги та явища гіперактивності у дітей (Engel, Miodovnik, & Canfield, 2010). Крім того, результати досліджень показують, що пренатальна дія фталатів негативно позначається на психічному, моторному та поведінковому розвитку дітей у дошкільному віці (Whyatt, Liu, & Rauh, 2012). Встановлено також кореляційну залежність між передчасним статевим дозріванням дівчаток і впливом фталатів (Lomenick, Calafat, & Melguizo Castro, 2009).

Пренатальна дія фталатів корелює з низькою масою тіла дітей при народженні та збільшує ризик формування серцево-судинних і метаболічних захворювань у зрілому віці (Zhang, Lin, & Cao, 2009). За даними дослідників з університету Мічигану, у жінок з передчасними пологами рівень фталатів у сечі в середньому втричі вищий, ніж у жінок, що народили в термін (Meeker, Hu, & Cantonwine, 2009).

Дані щодо міграції бісфенолу А з пластикової пляшки у воду свідчать, що процес відбувається вже за кімнатної температури і збільшується за її підвищення (Cooper, Kendig, & Belcher, 2011). Навіть споживання холодних рідин із пластикових пляшок протягом тижня підвищує рівень бісфенолу А у сечі більше, ніж на 2/3 (Carwile, Luo, & Bassett, 2009).

Роль фталатів і бісфенолу А обумовлена їхньою здатністю зв'язуватися зі специфічними рецепторами. Подібно до стероїдних гормонів фталати і бісфенолу А є за своєю структурою фенолами або містять еквівалент фенолу. За літературними даними, максимальна виявлена концентрація фталатів та бісфенолу А у питній воді, що знаходилась у пластиковій пляшці, була еквівалентна за активністю 75,2 нг/л 17 β -естрадіолу (Wagner, & Oehlmann, 2009). Дослідження, проведені на людській популяції, свідчать про вплив рівня фталатів і бісфенолу А на рівень гормонів щитовидної залози (Meeker, & Ferguson, 2011; Kim, Park, & Long, 2011). Зазначається, чим більша концентрація бісфенолу А, тим менший рівень гормонів щитовидної залози, тому фталати та бісфенол А можна віднести до ендокринних деструкторів.

У 2010 р. Управління з контролю якості харчових продуктів і лікарських препаратів (FDA, Food and Drug Administration, США) офіційно визнало шкоду бісфенолу А для здоров'я людини. Водночас 30 вересня 2010 року EFSA (European Food Safety Authority) повторно визнано, що використання ВРА для покриття емностей, що контактують з напоями та продуктами харчування, є безпечним для здоров'я людини (<http://www.efsa.europa>, 2012). У 2010 р. Канада стала першою країною у світі, яка, дотримуючись принципу перестороги, офіційно внесла бісфенол А до списку небезпечних хімічних речовин (<http://www.gazette.gc.ca>, 2012). Тож дослідження, присвячені впливу речовин, що мігрують з упаковки в питну

воду, на стан здоров'я людини є актуальним, а спірні питання в цій галузі роблять цю тему досить перспективним науковим напрямом.

У 2016 р. управління FDA пояснило, що доза бісфенолу А в харчових продуктах і напоях, що зберігаються в тарі, вироблених з використанням бісфенолу А, є безпечною. Однак ця теза не стосується продуктів, які були приготовлені або розігріті в тарах з бісфенолом (www.fda.gov, 2017 р.).

Однак на основі точки зору Європейського агентства з безпечності харчових продуктів (EFSA) у 2015 р. було вирішено, що бісфенол А слід додати до цієї Директиви (EU) 2020/2184 Європейського парламенту та Ради від 16 грудня 2020 р. щодо якості води, призначеної для споживання людиною з параметричним значенням на основі здоров'я 2,5 мкг/л. Крім того, нонілфенол та бета-естрадіол повинні бути додані до списку спостереження, який буде встановлений Комісією відповідно до Директиви.

ВООЗ рекомендувала, щоб три репрезентативні сполуки, що руйнують ендокринну систему, могли розглядатися як еталони для оцінки наявності сполук, що порушують роботу ендокринної системи, та ефективності їх обробки, коли це необхідно, зі значеннями 0,1 мкг/л для бісфенолу А, 0,3 мкг/л для нонілфенолу та 1 нг/л для бета-естрадіолу.

Мета статті полягає в аналізі проведених досліджень щодо встановлення безпечності полімерних матеріалів, які контактують з водою питною бутильованою, зокрема з ємностями з поліетилентерефталату та полікарбонату згідно з вимогами вітчизняних законодавчих актів.

Матеріали і методи. При проведенні санітарно-хімічних випробувань були використані такі методики:

МВВ № 125-01 «Методика виконання вимірювань масової концентрації формальдегіду у водних витяжках з виробів, що виготовлені з полімерних та інших синтетичних матеріалів, призначених для контактування з харчовими продуктами методом газорідинної хроматографії»;

МУ № 4149-86 «Методические указания по осуществлению государственного санитарного надзора за производством и применением полимерных материалов класса полиолефинов, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами»;

МВВ №140/005-12 «Методика виконання вимірювань масової концентрації диметилтерефталату у водних витяжках методом газової хроматографії»;

МВ 3226-85 «Тимчасові методичні вказівки на газохроматографічне вимірювання концентрації фенолу у повітрі, питній воді водоймищ і модельних середовищах, які могли контактувати з полімерними матеріалами».

Санітарно-хімічні випробовування проводили на газовому хроматографі «ShimadzuGC-2014», діапазон вимірювань 0,001—1 ppm.

Викладення основних результатів дослідження. При проведенні робіт з аналізу полімерних матеріалів, що використовуються при виробництві бутильованої питної води, досліджували дані щодо всього ланцюга виробництва. Насамперед це вимоги до пакувальної тари для бутильованої питної води, вона повинна бути розроблена та сконструйована таким чином, щоб не заражала питну воду; могла б бути ефективно очищена і, де необхідно, продезінфікована; забезпечувала б ефективний захист від зовнішнього забруднення, включаючи пил і випаровування; могла б ефективно витримувати температуру, вологість, атмосферний тиск та інші

необхідні умови для захисту води від шкідливого або небажаного мікробного забруднення.

Багатооборотна тара для бутильованої питної води, а також у разі потреби одноразова тара повинні бути вимиті та продезінфіковані відповідним способом і розміщені на території підприємства, що здійснює обробку води, таким чином, щоб мінімізувати забруднення після проведення санітарної обробки тари, а також перед її наповненням і закупорюванням. Разова тара може бути готова до використання без попереднього миття та дезінфекції. Можливість її використання має бути визначена заздалегідь, інакше цю тару необхідно обробляти так само ретельно, як багатооборотну.

Важливим елементом також є резервуари чистої води, каністри великої місткості та засоби транспортування (якщо вони необхідні), такі як баки, трубопроводи та автоцистерни. Вони повинні бути спроектовані та сконструйовані таким чином, щоб:

- не забруднювати воду, призначену для бутілювання;
- бути ефективно очищеними та продезінфікованими;
- ефективно захищати від забруднень, включаючи пил і дим.

Засоби транспортування води, призначеної для бутілювання, повинні підтримуватись у відповідному стані чистоти та справності. Контейнери та засоби транспортування великої місткості повинні використовуватись лише для транспортування води, призначеної для бутілювання. Засоби транспортування та контейнери повинні піддаватися очищенню й дезінфекції в міру необхідності, щоб запобігати забрудненню. Ці вимоги наведені в «Технічні норми та правила гігієни для масового транспортування харчових продуктів та напіврозфасованих продуктів харчування (CAC/RCP 47-2001)». Вимоги до упаковки продукту наведені у «Рекомендованих міжнародних технічних нормах та правилах. Загальні принципи гігієни харчових продуктів (CAC/RCP 1-1969, Rev. 3-1997)».

Наповнення і закупорювання тари: операції бутілювання (тобто наповнення та закупорювання тари) повинні проводитись таким чином, щоб уникнути забруднення. Заходи контролю включають використання обгородженої площі та ізольованої замкнутої системи, відокремлених від інших процесів, щоб уникнути забруднення на підприємстві, що здійснює обробку. Пил, бруд, мікроорганізми, що містяться в повітрі, повинні контролюватись і відстежуватись.

Крім того, в процесі роботи досліджувались зразки полімерних матеріалів з поліетилентерефталату та полікарбонату. Зразки досліджувались з огляду на їх вплив на якість води, призначеної для споживання людиною, з урахуванням правил контролю якості та безпеки кінцевого продукту, води питної бутілюваної. Основна вимога до зазначених матеріалів, ПЕТФ та ПК, полягає в тому, щоб вони забезпечували збереження якості води питної відповідно до вимог ДСанПіН 2.2.4 171-10 «Державні санітарні норми та правила. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

При проведенні гігієнічної оцінки полімерних матеріалів необхідно керуватись такими основними критеріями:

- полімерні матеріали (ПЕТФ та ПК) не повинні погіршувати органолептичні властивості води;
- у процесі експлуатації матеріали не повинні виділяти у воду хімічні речовини; у разі міграції хімічних речовин їх вміст не повинен перевищувати допустимі рівні

або гранично допустимі концентрації, встановлені за санітарно-токсикологічною або органолептичною ознакою, затверджені в установленому порядку;

- досліджувані матеріали не повинні впливати на розвиток мікрофлори у воді.

На першому етапі досліджень проводили органолептичну оцінку матеріалів і виробів з поліетилентерефталату та полікарбонату. В процесі досліджень були отримані позитивні значення за органолептичними показниками, тому проводились подальші санітарно-хімічні дослідження. У разі невідповідності полімерного матеріалу за органолептичними показниками виріб вважається непридатним для використання за призначенням без подальших досліджень. Органолептичні властивості води питної (запах, смак, колір, мутність) мають важливе значення і не повинні змінюватись протягом усього терміну зберігання води питної.

Санітарно-хімічні дослідження здійснювались у встановленому порядку згідно з методами, які передбачають визначення рівня міграції хімічних речовин, що виділяються з матеріалів і виробів при заданих умовах експлуатації. Як модельне середовище використовували дистильовану воду.

У результаті санітарно-хімічних досліджень дуже важливо встановити можливість виділення дослідженим полімером (ПЕТФ та ПК) речовин, які використані для синтезу або утворилися під час переробки й експлуатації виробів, якісну і кількісну характеристики виділених компонентів, характер міграції хімічних речовин з полімеру в контактуюче середовище залежно від тривалості використання та ряду інших факторів.

Перелік результатів дослідження наводимо нижче.

I. Органолептичні дослідження.

1. Зразок 1 — полікарбонат: у вигляді твердих циліндричних прозорих гранул блакитного кольору, без запаху; витяжки з нього безбарвні і прозорі, з інтенсивністю запаху на рівні 0 бала.

2. Зразок 2 — бутель полікарбонатний багаторазового використання для питної води: без запаху; витяжки з нього безбарвні і прозорі, з інтенсивністю запаху і присмаку на рівні 0 балів.

3. Зразок 3 — преформи з поліетилентерефталату (ПЕТФ): без запаху; витяжки з них безбарвні і прозорі, з інтенсивністю запаху і присмаку на рівні 0 балів.

II. Санітарно-хімічні дослідження (табл. 2).

Таблиця 2. Результати санітарно-хімічних випробувань

Назва показника	Одиниця вимірювання	Заявлені вимоги згідно НД	Позначення методу випробування	Результат випробування (модельне середовище — дистильована вода), межа кількісного визначення
1. Полікарбонат (гранули)				
Формальдегід	мг/л	0,1	МВ 125-01	< 0,01
Фенол	мг/л	0,05	МВ 3226-85	< 0,01
Спирт метиловий	мг/л	0,2	МВ 4149-86	< 0,1
Спирт ізопропіловий	мг/л	0,1	МВ 4149-86	< 0,1
Спирт пропіловий	мг/л	0,1	МВ 4149-86	< 0,1
Спирт бутиловий	мг/л	0,5	МВ 4149-86	< 0,1
Спирт ізобутиловий	мг/л	0,5	МВ 4149-86	< 0,1

Ацетон	мг/л	0,1	МВ 4149-86	< 0,05
Гептан	мг/л	0,1	МВ 4149-86	< 0,05
Етилацетат	мг/л	0,1	МВ 4149-86	< 0,05
2. Бутлі полікарбонатні багаторазового використання для питної води				
Формальдегід	мг/л	0,1	МВ 125-01	< 0,01
Фенол	мг/л	0,05	МВ 3226-85	< 0,01
Спирт метиловий	мг/л	0,2	МВ 4149-86	< 0,1
Спирт ізопропіловий	мг/л	0,1	МВ 4149-86	< 0,1
Спирт пропіловий	мг/л	0,1	МВ 4149-86	< 0,1
Спирт бутиловий	мг/л	0,5	МВ 4149-86	< 0,1
Спирт ізобутиловий	мг/л	0,5	МВ 4149-86	< 0,1
Ацетон	мг/л	0,1	МВ 4149-86	< 0,05
Гептан	мг/л	0,1	МВ 4149-86	< 0,05
Етилацетат	мг/л	0,1	МВ 4149-86	< 0,05
3. Преформи з поліетилентерефталату (ПЕТФ)				
Формальдегід	мг/л	0,1	МВ 125-01	< 0,01
Ацетальдегід	мг/л	0,2	МВ 125-01	< 0,05
Фенол	мг/л	0,05	МВ 3226-85	< 0,01
Диметилтерефталат	мг/л	1,5	МВВ 140/005-12	< 0,1
Спирт метиловий	мг/л	0,2	МВ 4149-86	< 0,1
Спирт ізопропіловий	мг/л	0,1	МВ 4149-86	< 0,1
Спирт пропіловий	мг/л	0,1	МВ 4149-86	< 0,1
Спирт бутиловий	мг/л	0,5	МВ 4149-86	< 0,1
Спирт ізобутиловий	мг/л	0,5	МВ 4149-86	< 0,1
Ацетон	мг/л	0,1	МВ 4149-86	< 0,05
Гептан	мг/л	0,1	МВ 4149-86	< 0,05

III. Дослідження готового продукту — води питної бутильованої.

Важливим, на нашу думку, є також врахування умов зберігання води питної бутильованої й термін її зберігання в герметичній тарі. Переважна більшість води питної бутильованої розливається в одноразову полімерну тару з поліетилентерефталату. Термін зберігання такої питної води (газованої та негазованої), зазвичай, становить від 6 до 12 місяців. Тому досліджували зразки води питної, розлитої в пляшки з поліетилентерефталату, за органолептичними, мікробіологічними та санітарно-хімічними показниками згідно з вимогами ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Державні санітарні норми та правила. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» та за найбільш критичними показниками для поліетилентерефталату: за містом диметилтерефталату та формальдегіду. За результатами аналізу наданих зразків продукції не було виявлено перевищення вмісту досліджуваних хімічних речовин.

Отримані дані свідчать про використання якісної сировини для виробництва пакувальних матеріалів, а також ефективність контролю в критичних точках виробництва, зберігання та реалізації пакувальних матеріалів і води питної (Carwile, Liu, & Bassett, 2009). Проте, з огляду на постійне розширення ринку пакувальних матеріалів з різних країн світу та для уникнення можливих ризиків негативного впливу шкідливих хімічних речовин, що можуть надходити при використанні вторинної сировини, необхідно при ввезенні проводити її постійний обов'язковий вхідний контроль.

Висновки

Сучасні технології виробництва та виготовлення пакувальних матеріалів не виключають можливості виділення токсичних елементів їх складу в питну воду, здійснюючи таким чином негативний вплив на організм людини. Ризик негативного впливу токсикантів може значно зменшуватися за умови використання упаковки тільки за призначенням із дотриманням умов її експлуатації та зберігання. Обґрунтування вибору тих чи інших нових технологічних рішень щодо використання полімерних матеріалів для виробництва бутильованої питної води, повинно підтверджуватися відповідними дослідженнями, які направлені на виявлення потенційної небезпеки матеріалу, що використовується.

Остаточні висновки про можливість використання тих чи інших матеріалів і виробів для контакту з питною водою можна робити лише після проведення комплексу досліджень: органолептичних, санітарно-хімічних, мікробіологічних, радіологічних та інших, як самої упаковки, так і питної води, яка в неї розливається.

Література

- Суберляк, О. В., & Баштаник, П. І. (2015). Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів: підруч. для студентів ВНЗ. МНОУ, Львів: Растр — 7. ISBN 978-617-7045-83-9.
- Carwile, J. L., Luu, H. T., Bassett, L. S. (2009). Polycarbonate bottle use and urinary bisphenol A concentrations. *Environ Health Perspect.*, 7(117): 1368—1372.
- Cooper, J. E., Kendig, E. L., & Belcher, S. M. (2011). Assessment of bisphenol A released from reusable plastic, aluminium and stainless steel water bottles. *Chemosphere*, 6(85), 943—947.
- Engel, S. M., Miodovnik, A., & Canfield, R. L. (2010). Prenatal phthalate exposure is associated with childhood behavior and executive functioning *Environ Health. Perspect.*, 4(118), 565—571.
- Jurewicz, J., & Hanke, W. (2011). Exposure to phthalates: reproductive out-come and children health. A review of epidemiological studies. *Occup Med Environ Health*, 2(24), 115—141.
- Kim, B. N., Cho, S. C., & Kim Y. (2009). Phthalates exposure and attention-deficit/hyperactivity disorder in school-age children. *Biol. Psychiatry*, 10(66), 958—963.
- Kim, M. E., Park, H. R., & Long, E. J. (2011). Exposure to Bisphenol A appears to impair hippocampal neurogenesis and spatial learning and memory. *Food Chem Toxicol.*, 12(49), 3383—3389.
- Lomenick, J. P., Calafat, & Melguizo Castro, M. S. (2009). Phthalate exposure and precocious puberty in females. *J Pediatr.*, 2(156), 221—225.
- Meeker, J. D., Ferguson, K. K. (2011). Relationship between urinary phthalate and bisphenol A concentrations and serum thyroid measures in U. S. adults and adolescents from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2007—2008. *Environ Health Perspect.*, 10(119), 1396—1402.
- Meeker, J. D., Hu, H., & Cantonwine, D. E. (2009). Urinary phthalate metabolites in relation to preterm birth in Mexico City. *Environmental Health Perspect*, 10(117), 1587—1592.
- Wagner, M., & Oehlmann, J. (2009). Endocrine disruptors in bottled mineral water: total estrogenic burden and migration from plastic bottles. *Environ Sci Pollut Res Int.*, 3(16), 278—286.
- Whyatt, R. M., Liu, X., & Rauh, V. A. (2012). Maternal prenatal urinary phthalate metabolite concentrations and child mental, psychomotor and behavioral development at age three years *Environmental Health. Perspect.*, 2(120), 290—295.
- Zhang, Y., Lin, L., & Cao, Y. (2009). Phthalate levels and low birth weight: a nested case-control study of Chinese newborns. *J Pediatr.*, 4(155), 500—504.