

DOI: <https://doi.org/10.32353/khrife.1.2019.021>  
УДК 543.544.9 + 343.983.4

**К. Є. Руднєва,**  
судовий експерт Харківського НДІСЕ, м. Харків, Україна,  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7676-749X>  
e-mail: rudneva770@ukr.net

**М. В. Зарубіна,**  
завідувачка сектору Харківського НДІСЕ, м. Харків, Україна,  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5855-3295>  
e-mail: 17171785@ukr.net

**Л. В. Нардід,**  
старший науковий співробітник Харківського НДІСЕ, м. Харків, Україна,  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5855-3295>  
e-mail: nardidlily@gmail.com

**П. В. Карножицький,**  
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, доцент кафедри  
Національного технічного університету «ХПІ», м. Харків, Україна,  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5855-3295>  
e-mail: lab.vtii@gmail.com

**О. М. Пашкова,**  
судовий експерт Харківського НДІСЕ, м. Харків, Україна,  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5855-3295>  
e-mail: lab.vtii@gmail.com

## **ВПЛИВ МАТЕРІАЛУ ПОЛІМЕРНОЇ ТАРИ НА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРТНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ З ВИЯВЛЕННЯ ФТАЛАТІВ**

*У статті розглянуто проблему визначення впливу матеріалу ємності на наявність фталатів — складних ефірів фталевої кислоти (ЕФК) та ізомерних її сполук у складі досліджуваних об'єктів.*

*Мета роботи — встановлення наявності фталатів у складі експериментальних зразків та у складі бутильованої питної води, яка реалізується на території України у полімерній тарі.*

*Визначення вмісту ЕФК проводилося методом газової хроматографії-мас-спектрометрії.*

*Враховуючи отримані результати, надано рекомендації з пакування рідких об'єктів дослідження при направленні їх на дослідження з метою встановлення вмісту ЕФК.*

*Ключові слова: складні ефіри фталевої кислоти; газова хроматографія-мас-спектрометрія; мінеральна вода; поліетилентерефталат.*

**Постановка наукової проблеми.** Судова експертиза з досліджень ефірів фталевої кислоти (ЕФК) та її ізомерів пов'язана з декількома експертними напрямками, які включають експертизу харчових продуктів і дослідження речовин хімічних виробництв та спеціальних хімічних речовин. При дослідженні ЕФК як об'єктів промислової сировини перед експертом постає питання щодо наявності цих сполук у досліджуваних об'єктах у відносно чистому вигляді або як домішок. До інших

розповсюджених завдань відноситься встановлення наявності та кількісного вмісту ЕФК у складі промислової, технічної чи питної води. Ураховуючи широкий спектр складових полімерних матеріалів, що використовуються при виготовленні ємностей для транспортування рідин, можливість впливу тари на результати хімічного аналізу вмісту має враховуватися експертом при сукупній оцінці результатів проведеного дослідження.

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** Полімерні матеріали включають у себе низку сполук полімерів, які відрізняються за своїм складом та структурою, що призводить до відмінностей у їх експлуатаційних властивостях та сферах застосування. До одних з таких полімерів відноситься, зокрема, поліетилентерефталат (ПЕТФ, ПЕТ), який використовується при пакуванні продуктів харчування, напоїв, технічних рідин тощо. ЕФК знайшли широке розповсюдження як пластифікатора різних видів полімерних матеріалів, здебільшого полівінілхлориду (ПВХ), а також полімерів, що використовуються для пакування харчових продуктів. Слід зазначити, що частина фталатів, які містяться у складі полімерів, хімічно не зв'язана з молекулами самого матеріалу, тобто вони схильні мігрувати до іншого контактуючого середовища. При виробництві та розливі питної води фталати можуть переходити в ході технологічного процесу при контакті з полімерними деталями, тарою тощо, безпосередньо до складу самої води.

Так, у роботі зазначено, що фталати здатні до міграції з матеріалу ПЕТ тари до її вмісту, причому швидкість насичення вмісту ЕФК суттєво залежить від температури, а сама концентрація поступово встановлюється на постійному максимальному рівноважному рівні, після дещо більше 2 місяців експозиції<sup>1</sup>. Дослідження проводилося у відношенні ді-2-етилгексилфталату. Можна спостерігати також збільшення вмісту фталатів протягом усього терміну дослідження (до 4 місяців).<sup>2</sup>

Деякі відмінності між отриманими результатами можна пояснити умовами дослідження та сировинною базою.

При потрапленні до організму людини разом з їжею, водою, косметикою тощо, фталати мають особливість накопичуватися і являють потенційну загрозу та небезпеку для здоров'я людини, викликаючи різні

---

<sup>1</sup> Farhoodi M. et al. Effect of environmental conditions on the migration of di (2-ethylhexyl) phthalate from pet bottles into yogurt drinks: influence of time, temperature, and food simulant. *The Arabian Journal for Science and Engineering*. 2008. Vol. 33. P. 281–287.

<sup>2</sup> Zaki G. et al. Concentrations of several phthalates contaminants in Egyptian bottled water: Effects of storage conditions and estimate of human exposure. *Science of the Total Environment*. 2018. Vol. 618. P. 142–150.

захворювання ендокринної системи, алергії та ін.<sup>1</sup> До одного з найважливіших джерел потрапляння фталатів у питну воду є використання вторинних полімерів ПЕТ. Слід відмітити, що основні вимоги допустимої кількості міграції (ДКМ) хімічних речовин, які виділяються з полімерних матеріалів, контактуючих з харчовими продуктами, і методи їх визначення, встановлені санітарними нормами згідно із законодавством України<sup>2</sup>.

Проведені раніше дослідження показали наявність взаємозв'язку між вживанням напоїв та їжі, які зберігалися у полімерних ємностях, та появою фталатів у організмі людини.<sup>3</sup> До основних ЕФК, метаболіти яких виявлені у продуктах життєдіяльності, віднесені наступні: диметилфталат (DMP), діетилфталат (DEP), ді-н-бутилфталат (DnBP), дізобутилфталат (DiBP), бутилбензилфталат (BBP), ді–2–етилгексилфталат (DEHP).

Концентрація фталатів у контактуючому середовищі підвищується під дією сонячного випромінювання та зростанням температури.<sup>4</sup> Також підтверджено перехід декількох основних фталатів з полімерної тари у воду.<sup>5</sup> Слід відмітити, що швидкість цього переходу також залежить від температури та часу зберігання води.

Дослідники наголошують, що вміст фталатів у складі мінеральної води, яка зберігалася у полімерній (ПЕТ) тарі, майже у 20 разів вище, ніж для води, що зберігалася у скляних пляшках.<sup>6</sup> Авторами зазначено, що метод газової хроматографії з мас-селективним детектуванням (ГХ-МС) є одним з найприйнятніших методів виявлення ЕФК у воді. Також у статті досліджено використання методу ГХ-МС для виявлення ЕФК у вині, використовуючи дейтеровані ЕФК в якості внутрішніх стандартів.<sup>7</sup>

---

<sup>1</sup> Sax L. Polyethylene Terephthalate May Yield Endocrine Disruptors. *Environmental Health Perspectives*. 2010. Vol. 118. P. 445–448.

<sup>2</sup> Sanitarni Normi «Dopustima kil'kist' migracii (DKM) himichnihrechovin, jaki vidiljajut'sja z polimernih ta inshih materialiv, shhokontaktujut' z harchovimiproduktami ta metodiïh viznachennja San Pin 42–123–4240–86.

<sup>3</sup> Dong R.H. et al. Association between Phthalate Exposure and the Use of Plastic Containers in Shanghai Adults. *Biomedical Environmental Sciences*. 2017. Vol. 30. P. 727–736.

<sup>4</sup> Schmida P. et al. Does the reuse of PET bottles during solar water disinfection pose a health risk due to the migration of plasticisers and other chemicals into the water? *Water research*. 2008. Vol. 42. P. 5054–5060.

<sup>5</sup> Luo Q. et al. Migration and potential risk of trace phthalates in bottled water: A global situation. *Water research*. 2018. Vol. 147. P. 362–367.

<sup>6</sup> Montuori P. et al. Assessing human exposure to phthalic acid and phthalate esters from mineral water stored in polyethylene terephthalate and glass bottles. *Food Additives and Contaminants*. 2008. Vol. 25. P. 511–518.

<sup>7</sup> Carrillo J.D. et al. Determination of phthalates in wine by headspace solid-phase microextraction followed by gas chromatography–mass spectrometry Use of

Метод ГХ-МС виявився прийнятним для виявлення фталатів у рослинній олії.<sup>1</sup> Визначено, що метод ГХ-МС є найбільш розповсюдженим при дослідженні фталатів у продуктах споживання.<sup>2</sup>

Слід відмітити, що не тільки хроматографічні методи виявилися прийнятними для аналізу фталатів у питній воді та напоях, також запропоновано швидкий метод виявлення фталатів з використанням електрохімічних сенсорів.<sup>3</sup>

Існує можливість дослідження ряду ЕФК з використанням рідинної хроматографії з УФ детектором.<sup>4</sup> При цьому замість загальноновживаних методів екстракції органічними розчинниками можуть використовуватися й методи твердофазної мікроекстракції.<sup>5</sup>

Враховуючи наявність широкого кола літературних джерел, присвячених дослідженням шляхів потрапляння ЕФК до складу води, можливості міграції зі складу полімерної тари та відсутність відповідних рекомендацій експертного поводження з об'єктами дослідження за вказаним напрямком, доцільним є проведення власних експериментальних досліджень із вирішенням таких експертних завдань:

— встановлення можливості використання відносно простої техніки пробопідготовки об'єктів дослідження, включаючи стадію екстракції та концентрування;

— проведення досліджень за прискореним методом з використанням розповсюдженої хроматографічної колонки;

— підтвердження факту міграції ЕФК до складу води та органічних розчинників при їх зберіганні у ПЕТ тарі;

— наведення рекомендацій щодо пакування об'єктів з метою виключення їх забруднення ЕФК.

**Мета статті.** Метою даної роботи є встановлення наявності фталатів у складі бутильованої питної води, яка реалізується на території

---

deuterated phthalates as internal standards. *Journal of Chromatography*. 2008. Vol. 1181. P. 125–130.

<sup>1</sup> Pereira J. et al. Determination of phthalates in olive oil from European market. *Food control*. 2019 Vol. 98. P. 54–60.

<sup>2</sup> González-Sálamo J. et al. Analytical methods for the determination of phthalates in food. *Current Opinion in Food Science*. Vol. 22. P. 122–136.

<sup>3</sup> Zia A.I. et al. Rapid and molecular selective electrochemical sensing of phthalates in aqueous solution. *Biosensors and Bioelectronics*. 2015. Vol. 67. P. 342–349; Zia A.I. et al. Technique for rapid detection of phthalates in water and beverages. *Journal of Food Engineering*. 2013. Vol. 2016. P. 515–523.

<sup>4</sup> Salazar-Beltrán D. et al. Determination of phthalate acid esters plasticizers in polyethylene terephthalate bottles and its correlation with some physicochemical properties. *Polymer Testing*. 2018. Vol. 68. P. 87–94.

<sup>5</sup> He J. et al. Preparation and evaluation of molecularly imprinted solid-phase micro-extraction fibers for selective extraction of phthalates in an aqueous sample. *Analytica Chimica Acta*. 2010. Vol. 674. P. 53–58.

України у полімерній тарі, виготовленій із поліетилентерефталату (ПЕТФ, ПЕТ), а також водопровідній, дистильованій воді та етиловому спирті, поміщених в аналогічні пляшки для проведення експериментальних досліджень.

**Викладення основного матеріалу дослідження.** Аналіз літературних джерел існуючих методів дослідження ЕФК та їх вилучення з об'єктів, зокрема води, надав змогу отримати такий підхід до підготовки зразків для їх подальшого хроматографічного дослідження. 100 мл досліджуваного зразку води тричі екстрагувалися хлороформом марки «чда» порціями по 10 мл. Отриманий екстракт переносився у порцелянову чашку та випарювався досуха, після чого повторно розчинявся у хлороформі та кількісно переносився до скляної хроматографічної віали об'ємом 2 мл. Отриманий розчин зберігався при температурі 4°C. Безпосередньо перед газохроматографічним аналізом віала зі зразком витримувалася протягом 1 години при кімнатній температурі.

Газохроматографічне дослідження проводилося з використанням газового хроматографу-масспектрометру Shimadzu GCMS-QP2020 за наступних умов:

— колонка — виробництва Shimadzu (довжина — 30 м, внутрішній діаметр — 0,25 мм, товщина плівки нерухомої фази — 0,25 мкм, тип нерухомої фази — HP-5);

— початкова температура колонки — 60°C;

— ізотерма — 1 хв.;

— швидкість нагріву — 20°C/хв.;

— кінцева температура колонки — 260°C;

— тривалість аналізу — 40 хв.;

— об'єм проби — 1 мкл;

— поділ потоку — 1 : 2;

— режим сканування — за повним іонним током (Scan) та окремими іонами (SIM);

— бази даних мас-спектрів — NIST 17 та Wiley (11-й випуск).

Якісна та кількісна обробка хроматограм проводилася із застосуванням програмного забезпечення та баз даних, а також зразків ЕФК, які готувалися у вигляді хлороформних розчинів.

Усього дослідженню підлягали наступні зразки:

— 1 зразок мінеральної води у скляній пляшці (об'єкт № 1);

— 5 зразків мінеральної води у ПЕТ тарі (об'єкти №№ 2–6, при цьому об'єкт № 2 — тієї ж марки, що й зразок № 1);

— 1 зразок водопровідної води, відібраний з мережі загального водопостачання (холодна вода) через 1–2 хв. після відкриття водопровідного крану;

— 1 зразок дистильованої води;

— 1 зразок етилового спирту, витриманий протягом 1 тижня у ПЕТ тарі;

— 1 зразок дистильованої води, витриманий протягом 1 тижня у ПЕТ тарі.

Для вихідних зразків етилового спирту та хлороформу проводилися холості дослідження, які полягали у випарюванні 30 мл зразка. В подальшому випарені зразки доводилися до 1 мл відповідним розчинником та кількісно переносилися у віалу об'ємом 2 мл. У подальшому ці зразки етанолу та хлороформу зберігалися та досліджувалися за такою ж схемою, як і інші зразки.

При виборі партії хлороформу для проведення екстрагування проведено дослідження двох різних партій хлороформу. При цьому 30 мл хлороформу випарювалися у випарній чашці та кількісно переносилися до віали об'ємом 2 мл, після чого досліджувалися так само, як вилучення. У складі хлороформу з однієї партії були відмічені піки ефірів фталевої та ізофталевої кислот (рис. 1). Слід зазначити, що у складі всіх зразків хлороформу була відмічена чисельна низка піків ряду компонентів, у тому числі вуглеводнів, однак їх присутність не заважала встановленню фталатів.

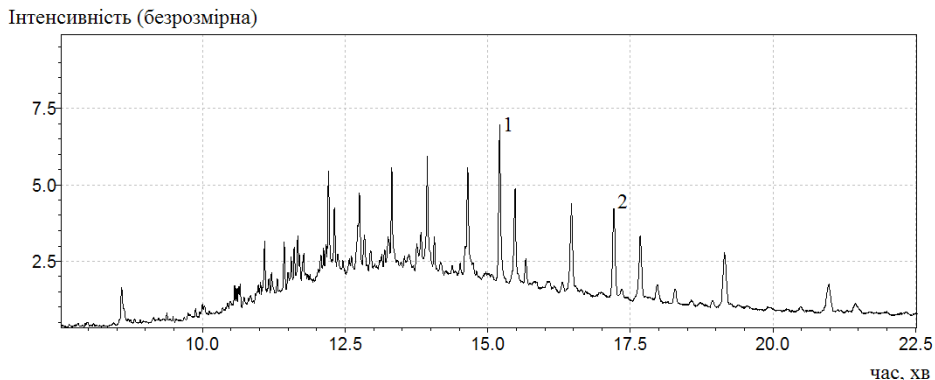
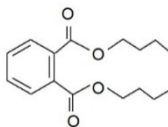
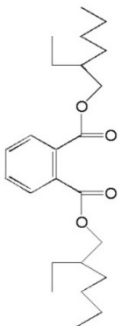
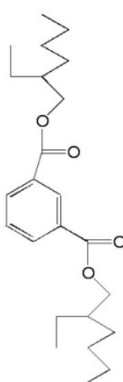


Рис. 1. Хроматограма повним іонним током, де 1 — пік 2-етилгексилфталату, 2 — пік 2-етилізогексилфталату

Після проведення хроматографування відповідних екстрактів встановлено присутність у складі значної частини екстрактів дибутилфталату, 2-діетилгексилфталату, 2-діетилгексилізофталату, формули яких наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

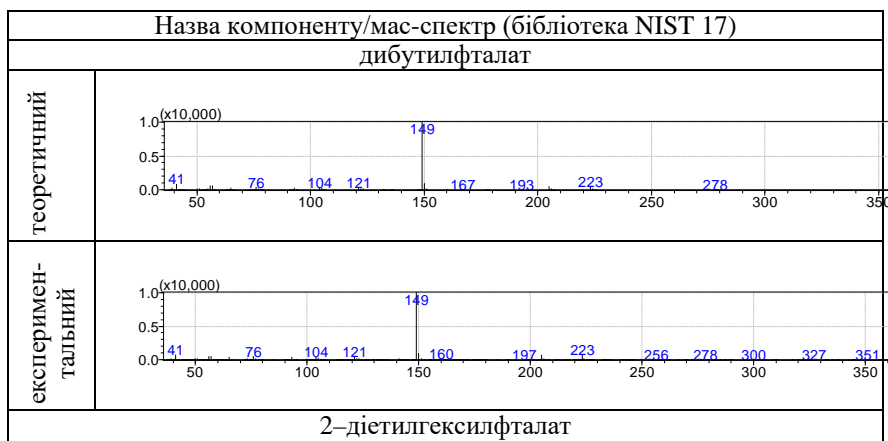
Сполуки фталевої та ізопталевої кислот, встановлені у складі досліджуваних об'єктів

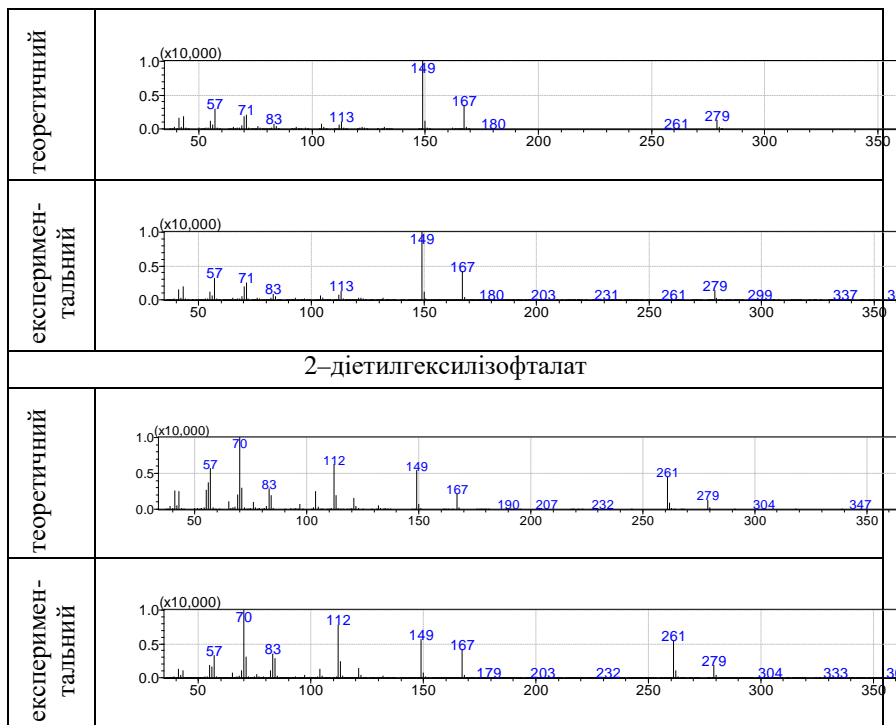
Назва	дибутилфталат	2-діетилгексилфталат	2-діетилгексилізофталат
Формула			

Слід зазначити, що мас-спектри ізомерних фталатів є подібними між собою, отже для встановлення їх конкретної приналежності додатково використовували зразки відповідних сполук з колекції лабораторії Харківського НДІСЕ. Мас-спектри відповідних фталатів наведені у таблиці 2.

Таблиця 2

Мас-спектри відповідних фталатів (бібліотечні спектри та отримані у даній роботі експериментально)





Слід зазначити, що піки мас-спектрів указаних фталатів не характеризуються значно вираженим піком молекулярного іону, проте мають досить характеристичне значення  $m/z$ , що дорівнює 149. Наявність інтенсивного піку відповідного  $m/z$  може вважатися непрямою ознакою наявності фталатів у складі досліджуваного зразка. Кількісні та якісні результати дослідження вмісту фталатів наведені у таблиці 3.

Таблиця 3

**Результати дослідження вмісту фталатів у різних зразках**

зразок	дибутил-фталат	2-етилгексил-фталат	2-етилгексил-ізофталат
Хлороформ (холостий зразок)	–	–	–
Етиловий спирт	3, 2	11, 4	21, 8
Дистильована вода	–	–	–
Водопровідна вода	0, 074	0, 012	0, 002
Об. № 1 (скло)	0, 06	0, 08	0, 003

Об. № 2 (полімер)	1, 6	3, 41	17, 1
Об. № 3(полімер)	1, 1	7, 3	8, 1
Об. № 4(полімер)	0, 095	6, 6	18, 3
Об. № 5(полімер)	0, 92	0, 075	0, 86

Кількісний розрахунок проводився за окремими характеристичними іонами ( $m/z$ ), при додаткових двох іонах як підтверджуючих. При порушенні співвідношення цих іонів до характеристичного розрахунок не проводиться через перекривання тих самих іонів зі спектру інших компонентів. Приклади хроматограм за повним іонним током за кожним із встановлених фталатів наведені на рис. 2–4.

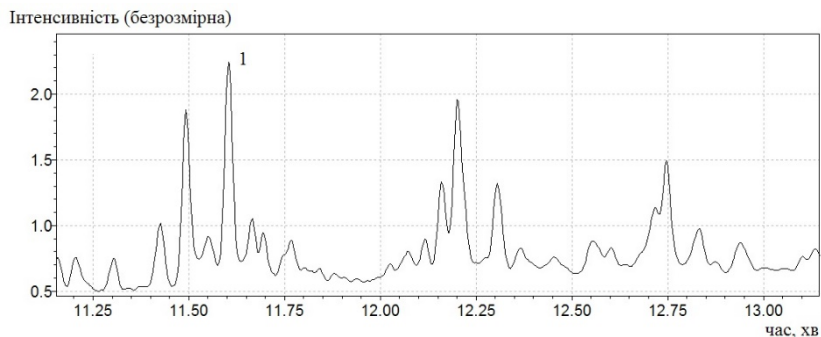


Рис. 2. Приклад хроматограми зразка води (об'єкт № 2) де 1 — дибутилфталат

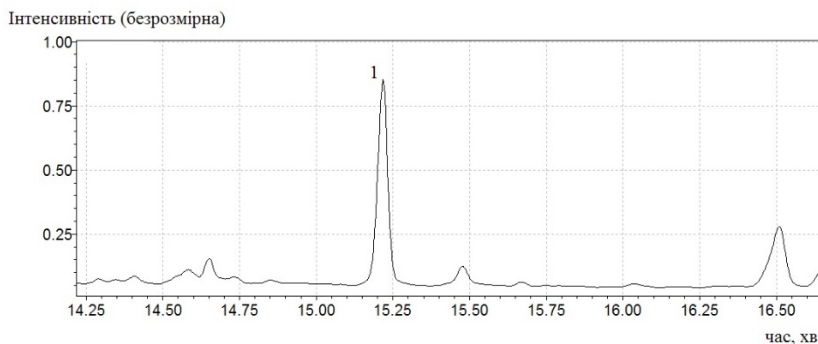


Рис. 3. Приклад хроматограми зразка води (об'єкт № 3) де 1 — 2-діетилгексилфталат

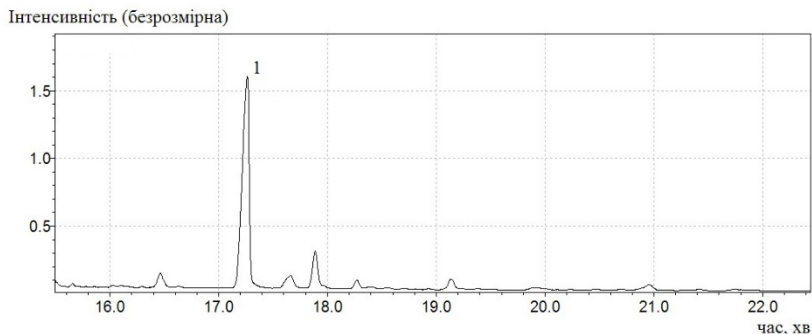


Рис. 4. Приклад хроматограми зразка води об'єкт № 2 — полімер (визначення 2-дітилгексилзофталату)

Установлення складу матеріалу тари (пляшок) проводилося методом ІЧ-спектрометрії<sup>1</sup> у середній області спектру з використанням порушеного повного внутрішнього відбивання на кристали з ZnSe. Реєстрація спектрів поглинання проводилася на спектрометрі «NICOLET 380» з приставкою «SMART PERFORMER» виробництва «ThermoElectronCorporation», США, в стандартних умовах ІЧ — спектри реєструвалися в області хвильових чисел від 650 до 4000  $\text{cm}^{-1}$ .

Параметри проведення аналізу:

- область виміру — 650–4000  $\text{cm}^{-1}$ ;
- роздільна здатність — 4;
- швидкість запису — 0, 6329;
- посилення — 8;
- кількість сканів — 32.

За результатами проведеного дослідження встановлено, що всі зразки тари виготовлені з поліетилентерефталату.<sup>2</sup> У спектрах матеріалу тари були відмічені смуги поглинання в основних діапазонах: 723  $\text{cm}^{-1}$ , 873  $\text{cm}^{-1}$ , 1016  $\text{cm}^{-1}$ , 1100 — 1110  $\text{cm}^{-1}$ , 1240  $\text{cm}^{-1}$ , 1340  $\text{cm}^{-1}$ , 1410  $\text{cm}^{-1}$ , 1720  $\text{cm}^{-1}$ . Даний набір смуг поглинання характерний для поліетилентерефталату (ПЕТФ, ПЕТ).

Приклад ІЧ-спектру матеріалу тари об'єкта № 2 наведено на рис. 5.

<sup>1</sup> Калинина Л. С. Качественный анализ полимеров. Москва : Химия, 1975. С. 193–195; Купцов А. Х., Жижин Г. Н. Фурье-спектры комбинационного рассеивания инфракрасного поглощения полимеров : справочник. Москва : Физмат лит, 2001. С. 167–169.

<sup>2</sup> Спектральна база даних. URL : [https://sdbs.db.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/cre\\_index.cgi](https://sdbs.db.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/cre_index.cgi) (дата звернення 10.05.2019).

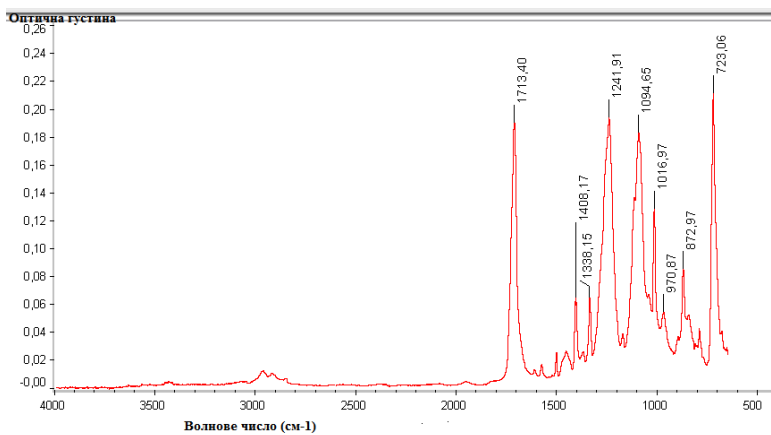


Рис. 5. Приклад ІЧ-спектру матеріалу ПЕТ-тари

Результати аналізу, наведені в таблиці 3, свідчать про наявність ЕФК у всіх зразках води, які були упаковані у ПЕТ-тару. Крім того, в зразках води та органічного розчинника (етилового спирту), які первісно не містили ЕФК (у межах визначення), після витримки у ПЕТ-тарі, в якій раніше знаходилися об'єкти №№ 2 — 6, виявлено вміст ЕФК, якісний склад яких був дещо подібний вмісту у воді (об'єкти №№ 2–6).

**Висновки.** У результаті проведених досліджень встановлена сукупна відповідність отриманих експериментальних даних із визначення вмісту ЕФК у складі води, яка знаходилася у ПЕТ-тарі, світовому досвіду з такої проблеми, що свідчить про наявність факту переходу ЕФК з матеріалу тари до складу її вмісту. ЕФК можуть спостерігатися у складі води, поміщеної до ПЕТ-тари, навіть якщо цей зразок води у вихідному вигляді ЕФК не містив. Окрім води, фталати можуть насичувати органічні розчинники, зокрема етиловий спирт. Це свідчить про прийнятність результатів із дослідження ЕФК у воді та загальній методології, що стосується фталатів, у вітчизняній, зокрема криміналістичній, практиці.

Як рекомендації щодо пакування об'єктів дослідження, які направляються на експертизу речовин хімічних виробництв та спеціальних хімічних речовин для встановлення фталатів на будь-якому рівні (якісному та кількісному), слід зазначити таке:

— матеріал тари може бути виготовлений із будь-якого полімера, що не містить фталати. Одним з показників, які свідчать про склад матеріалу тари, є позначення на її зовнішній поверхні;

— тарою, що найбільш підходить для пакування об'єктів, є металева або скляна тара (металеві канистри або скляні ємності, пляшки тощо). Зазначимо, що кришки та прокладки, які можуть при цьому

застосовуватися, зазвичай полімерні, отже вони також мають бути виготовлені з будь-якого не ПЕТ матеріалу;

— за умови достатньої кількості об'єкта доцільно перед пакуванням додатково споліскувати внутрішню поверхню об'єктом дослідження (2–3 рази), щоб уникнути попадання можливо присутніх залишків ЕФК до складу об'єкта.

### References

- Carrillo, J.D. et al. (2008). Determination of phthalates in wine by head space solid-phase microextraction followed by gas chromatography–mass spectrometry Use of deuterated phthalates as internal standards. *Journal of Chromatography*. Vol. 1181. 125–130.
- Dong, R.H. et al. (2017). Association between Phthalate Exposure and the Use of Plastic Containers in Shanghai Adults. *Biomedical Environmental Sciences*. Vol. 30. 727–736.
- Farhoodi M. et al. (2008). Effect of environmental conditions on the migration of di (2-ethylhexyl) phthalate from pet bottles into yogurt drinks: influence of time, temperature, and food simulant. *The Arabian Journal for Science and Engineering*. Vol. 33. 81–287.
- González-Sálamo, J. et al. Analytical methods for the determination of phthalates in food. *Current Opinion in Food Science*. Vol. 22. 122–136.
- He, J. et al. (2010). Preparation and evaluation of molecularly imprinted solid-phase micro-extraction fibers for selective extraction of phthalates in an aqueous sample. *Analytica Chimica Acta*. Vol. 674. 53–58 [in English].
- Kalinina, L.S. (1975). Kachestvennyj analiz polimerov. Moskva: Himija [in Russian].
- Kupcov, A. H., Zhizhin, G. N. (2001). *Fur'e-spektry kombinacionnogo rasseivaniya infrakrasnogo pogloshhenij apolimerov*: spravochnik. Moskva: Fizmatlit [in Russian].
- Luo Q. et al. (2018). Migration and potential risk of trace phthalates in bottled water: A global situation. *Water research*. Vol. 147. 362–367.
- Montuori P. et al. (2008). Assessing human exposure to phthalic acid and phthalate esters from mineral water stored in polyethyleneterephthalate and glass bottles. *Food Additives and Contaminants*. Vol. 25. 511–518.
- Pereira, J. et al. (2019). Determination of phthalates in olive oil from European market. *Food control*. Vol. 98. 54–60.
- Salazar-Beltrán, D. et al. (2018). Determination of phthalate acid esters plasticizers in polyethyleneterephthalate bottle sand its correlation with some physico-chemical properties. *Polymer Testing*. Vol. 68. 87–94.
- Sanitarni Normi «Dopustima kil'kist' migracii (DKM) himichnih rehovin, jaki vidiljajut'sja z polimernih ta inshih materialiv, shho kontaktujut' z harchovimi produktami ta metodi ih viznachennja SanPin 42–123–4240–86* [Chinnij vid 1986–12–31] [in Russian].
- Sax, L. (2010). *Polyethylene Terephthalate May Yield Endocrine Disruptors*. *Environmental Health Perspectives*. 2010. Vol 118. P. 445–448.
- Schmida, P. et al. (2008). Does the reuse of PET bottles during solar water disinfection pose a health risk due to the migration of plasticisers and other chemicals into the water? *Water research*. Vol 42. 5054–5060.
- Spektral'na baza danih*. URL: [https://sdb.sdb.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/cre\\_index.cgi](https://sdb.sdb.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/cre_index.cgi) (data zvernennia 10.05.2019).

- Zaki, G. at al. (2018). Concentrations of several phthalates contaminants in Egyptian bottled water: Effects of storage conditions and estimate of human exposure. *Science of the Total Environment*. Vol. 618. 142–150.
- Zia, A.I. at. al. (2015). Rapid and molecular selective electrochemical sensing of phthalate sinaqueous solution. *Biosensors and Bioelectronics*. 2015. Vol. 67. 342–349.
- Zia, A.I. at.al. (2013). Technique for rapid detection of phthalates in water and beverages. *Journal of Food Engineering*. Vol. 2016. 515–523.

***K. Rudnieva, M. Zarubina, L. Nardid, P. Karnozhich'kij, O. Pashkova***  
**INFLUENCE OF PLASTIC CONTAINER MATERIALS ON RESULTS  
OF FORENSIC RESEARCH ON PATHALATE DETECTION**

*The article deals with the problem of determining the influence of capacity on the presence of phthalates — esters of phthalic acid (EFC) and its isomeric compounds in the studied objects. The work is relevant in connection with the lack of clear rules for the transportation of objects that are provided for forensic research on the content of phthalates, because the packaging of objects in improperly selected packaging may lead to the EFC falling into the object under study and false as a whole research results.*

*The purpose of the work was to establish the presence of phthalates in the bottled drinking water, which is being sold in the territory of Ukraine in a polymeric container made of polyethylene terephthalate (PETF, PET), as well as tap water and distilled water and ethyl alcohol, placed in the same bottles during research. Establishing an EFC in facilities placed in PET packaging is a direct confirmation of existing experience with similar topics.*

*The determination of the content of the EFC was carried out by gas chromatography-mass spectrometry. It is shown that in the composition of any drinking water from those sold on the domestic market in PET packaging, there is an EFC. In this case, the sample of mineral water in glass containers, as well as distilled, tap water, ethyl alcohol used in this work, the EFC did not contain within the limits of quantitative definition. After the expiry of these samples of distilled water and ethyl alcohol in the PET packaging, the presence of phthalates was detected.*

*The results of this work are supported by well-known global studies to determine the possibility of migration of the EFC from the packaging material to its liquid content. Taking into account the results obtained, we have provided recommendations for the packaging of liquid research objects when they are sent to a study to determine the content of the EFC.*

*Key words: esters of phthalic acid; gas chromatography; mass spectrometry; mineral water; polyethylene terephthalate.*

***Е. Е. Руднева, М. В. Зарубина, Л. В. Нардид,  
П. В. Карножицкий, О. М. Пашкова***  
**ВЛИЯНИЕ МАТЕРИАЛА ПОЛИМЕРНОЙ ТАРЫ НА РЕЗУЛЬТАТЫ  
ЭКСПЕРТНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ФТАЛАТОВ**

*В статье рассмотрена проблема определения влияния материала емкости на наличие фталатов — сложных эфиров фталевой кислоты (ЭФК) и её изомерных соединений в составе исследуемых объектов.*

*Цель работы — установление наличия фталатов у составе бутелированной питьевой воды, реализуемой на территории Украины в полимерной таре.*

*Установление содержания ЭФК проводилось методом газовой хроматографии-масспектрометрии, также приведены ИК-спектры полимерных материалов ПЭТ-тары. Показано, что в составе любой питьевой воды из тех, что реализуются на отечественном рынке в ПЭТ таре, содержатся ЭФК. При этом исследуемый образец минеральной воды в стеклянной таре, а также дистиллированная, водопроводная вода, этиловый спирт, использованные в данной работе, ЭФК не содержали в пределах количественного определения. После выдержки указанных образцов дистиллированной воды и этилового спирта в ПЭТ таре было выявлено наличие фталатов.*

*Результаты данной работы подтверждают известные мировые исследования по установлению возможности миграции ЭФК из материала тары в состав ее жидкого содержимого. Учитывая полученные результаты, нами даны рекомендации по упаковке жидких объектов исследования при направлении их на исследование с целью установления содержания ЭФК.*

*Работа имеет актуальность у связи с отсутствием четких правил транспортировки объектов, которые предоставляются на криминалистическое исследование по установлению содержания фталатов. Выбор неверного полимерного материала для упаковки объектов может привести к попаданию ЭФК в состав исследуемого объекта и ложным в целом результатам исследования.*

*Ключевые слова: сложные эфиры фталевой кислоты; газовая хроматография-масспектрометрия; минеральная вода; полиэтилентерефталат.*

*Надійшла до редколегії 10.06.2019*