

Г.М. Тарасюк, д.е.н., проф.
А.О. Чагайда, к.т.н., доц.
О.І. Прилипка, к.ф.-м.н., доц.

Державний університет «Житомирська політехніка»

Дослідження міграції синтетичних речовин із пакувальних матеріалів у харчові продукти і воду: соціальний та управлінський аспекти

Розвиток технологій і зростання рівня та якості життя людей внесли свої корективи у використання різних матеріалів для виробництва та пакування продукції та виробів. Одним з таких дійсно корисних винаходів людства, який значно спростив наш побут та сприяв розвитку технологій, стала розробка та впровадження у широкий вжиток різноманітних полімерів/пластмас та інших синтетичних речовин. Але, є і негативний вплив таких нововведень, зокрема на організм людини та навколишнє середовище. В статті проведено аналіз та доведено негативний вплив синтетичних речовин через міграцію із пакувальних матеріалів в харчові продукти і воду або через побутове користування виробами із їх вмістом на організм людини. Окрім того, для дослідження було проведено опитування української молоді щодо їх ставлення до використання пластикової упаковки. Участь в анкетуванні взяли 127 респондентів студентського віку (18...23 роки; 47,2 % – чоловіки, 52,8 % – жінки). Респонденти при відповіді на запитання використовували 10-ти бальну шкалу, де 1 означало однозначне бажання перейти від одноразового до багаторазового використання упаковки до появи ознак її зносу, а 10 – абсолютне несприйняття ідеї повторного використання пластикової упаковки. До ідеї стосовно повторного використання пластикової упаковки для ягід у супермаркетах (здавати використану упаковку для повторного фасування в неї) 60,7 % респондентів в цілому поставилися прихильно. Стосовно повторного використання пластикової упаковки для готових страв респонденти висловили велику кількість аргументів, що перешкоджають ефективному впровадженню такої ініціативи. Усі заперечення розбито на три великі групи: занепокоєння щодо мікробіологічної безпечності повторного використання тари; недовіра до значних екологічних переваг таких заходів; неможливість спонтанних покупок через необхідність приходити в магазин зі своєю упаковкою. Під час розробки та реалізації можливих рішень щодо кризи, пов'язаної із забрудненням пластиком та синтетичними матеріалами загалом, зроблено висновок, що прозорість є ключем до успіху. На кожному етапі життєвого циклу пластику, синтетичних матеріалів та інших шкідливих складових, які використовуються у виробництві, рішення мають прийматися із дотриманням прав людини на здоров'я та здорове довкілля.

Ключові слова: харчування; споживач; споживання; пластик; здоров'я людини; синтетичні речовини; якість харчування; навколишнє середовище; управління.

Постановка проблеми в загальному вигляді. Останнім часом кількість людей із ожирінням у всьому світі зросла, розкриваючи складну картину значних відмінностей між націями та різними профілями дорослих і дітей, регіонами та професіями. У червні 2013 року Американська медична асоціація офіційно визнала ожиріння хворобою. Термін «хвороба» означає, що організм, фізіологія та гени працюють неправильно і, посилаючись на фізіологічні пояснення ожиріння, етикетка хвороби заохочує сприйняття того, що вага є незмінною. Повідомлення про хворобу порівняно зі стандартним повідомленням про контроль ваги або повідомленням про те, що ожиріння не є хворобою, впливає на те, яке значення люди надають дієті для покращення свого здоров'я, і може підірвати їхню турботу про свою вагу. Для осіб із ожирінням легке чи помірне незадоволення тілом може слугувати мотивацією до зменшення споживання, але визнання надлишкової ваги хворобою змінює ключові психологічні процеси, які лежать в основі мотивації людей вести здоровий спосіб життя (тобто вибирати низькокалорійну їжу) [1].

Переїдання вважається важливою причиною сучасного ожиріння, особливо тому, що дуже смачні напівфабрикати стали більш поширеними. Однак, незважаючи на загальне збільшення споживання цих продуктів, дані свідчать про те, що, хоча серед представників широкої громадськості існує думка, що люди споживають більше калорій у теперішній час, загальні рівні щоденного споживання калорій суттєво знизилися протягом ХХ століття [2]. Зв'язок між їжею та здоров'ям ставав загальноновизнаним у 1980-х роках, адже цьому сприяла публікація дієтичних рекомендацій і звітів про дослідження, що відстоюють важливість дієти з низьким вмістом насичених жирів. Широка різноманітність харчових продуктів, доступних з 1960-х років, стала результатом нових харчових технологій, а останнім часом нових інгредієнтів і нових харчових продуктів. Досягнення харчової науки та технології також дозволили виробляти продукти, що зміцнюють здоров'я, так звані функціональні продукти харчування, і

для багатьох людей, які піклуються про своє здоров'я, вони виявилися дуже популярними. Для деяких споживачів переваги їжі для здоров'я були рушійною силою купівельних звичок, і рекламодавці десятиліттями користувалися цим. Тим не менш, це зниження витрат енергії залишило людей схильними до набору ваги, а дієтичні рекомендації, які використовуються сьогодні, все ще зосереджені на необхідності контролювати споживання вуглеводів і насичених жирів [3].

Загальноприйняті причини ожиріння – переїдання та гіподинамія – не пояснюють поточну епідемію ожиріння. Є докази загального зменшення споживання їжі людьми та значного зниження загального рівня фізичної активності. Існує також більше доказів того, що природні механізми контролю ваги організму не функціонують належним чином при ожирінні. Оскільки епідемія ожиріння виникла відносно швидко, існує припущення, що головною причиною можуть бути екологічні причини, а не генетичні фактори. З моменту створення та подальшого впровадження синтетичних органічних / неорганічних хімікатів наприкінці XIX століття світове співтовариство дедалі більше зазнавало експоненціального зростання виробництва цих речовин і життя людини зараз піддається впливу десятків тисяч цих хімічних сполук у формі пестицидів, барвників, пігментів, ліків, ароматизаторів, парфумів, пластмаси, смоли, хімікатів для обробки каучуку, проміжних хімічних речовин, пластифікаторів, розчинників та поверхнево-активних речовин. Багато з цих хімічних речовин більш відомі тим, що спричиняють втрату ваги при високих рівнях впливу, але набагато нижчі концентрації цих самих хімічних речовин мають потужну дію на підвищення ваги. Ця властивість вже широко використовується в комерційних цілях для виробництва гормонів росту, для відгодовування худоби, і фармацевтичних препаратів, які викликають збільшення ваги у пацієнтів зі значною недостатньою вагою. Тому ще на початку XXI століття було представлено гіпотезу про те, що нинішній рівень впливу цих хімічних речовин на людину міг пошкодити багато природних механізмів контролю ваги організму [4].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Галузь полімерології нещодавно відзначила своє 100-річчя, і чудові властивості матеріалу широкого спектра пластмас (зазвичай використовується як синонім полімерів) відкрили багато нових можливостей через свою функціональність та економічну ефективність у використанні в сучасних глобалізованих харчових системах [5]. Упаковка харчових продуктів виконує кілька функцій: полегшує обробку, транспортування, розповсюдження, захист і збереження харчових продуктів, а також забезпечує спосіб передачі інформації про продукт [6]. Вже у 2007 році пластик був домінуючим пакувальним матеріалом: в абсолютних цифрах його вага становила 20 % усіх пакувальних матеріалів (аналогічний показник 20 % за вагою мало скло, однак пластик використовувався для упаковки 53 % усіх товарів, тоді як скло – лише для 10 % [7].

Переважна більшість мономерів, які використовуються для виготовлення пластмас, таких як етилен і пропілен, отримується з викопних вуглеводнів. Жодна із широко використовуваних пластмас не піддається біологічному розкладанню, у результаті чого вони накопичуються на звалищах або в природному середовищі [8]. Зараз використовується 2500 млн тонн пластику, або 30 % усього коли-небудь виробленого, в той час як між 1950 і 2015 роками сукупне утворення первинних і вторинних (перероблених) пластикових відходів становило 6300 Мт. З цих пластикових відходів приблизно 800 Мт (12 %) пластику було спалено, а 600 Мт (9 %) було перероблено. Близько 4900 Мт – 60 % усіх коли-небудь вироблених пластмас – накопичується на звалищах або в природному середовищі (з них 600 Мт становлять поліамідні та акрилові волокна) [9]. Жодна з пластмас масового виробництва не розкладається належним чином; однак сонячне світло послаблює матеріали, викликаючи фрагментацію на частинки, розмір яких, як відомо, досягає міліметрів або мікрометрів [10].

З початку 1970-х років усвідомлення забруднення, яке виникає внаслідок утилізації пластику та пов'язаних з ним матеріальних рішень, дедалі більше привертає увагу людства. Погане поводження з відходами та неконтрольоване споживання лежать в основі нашої нинішньої парадигми використання пластику, яка є явно нестійкою в довгостроковій перспективі. Однак корисність і універсальність пластику як легкої харчової упаковки свідчать про те, що ідея суспільства, вільного від пластику, також є нежиттєздатною [11] і в наш час близько 20 % світового виробництва пластмас використовується для виготовлення харчової упаковки [12].

Проблемні питання впливу синтетичних речовин на навколишнє середовище та здоров'я людини досліджує велика кількість закордонних та вітчизняних вчених, серед них: Дж.М. Міллікан, С.Агарвал, Д.К. Барнс, Ф.Галгані, Р.К. Томпсон, Г.Х. Де Хое, Т.Шуку, М.П. Шейвер, Т.М. Денисенко, Є.О. Михайлова та інші.

Постановка завдання. Велике занепокоєння у дослідників викликає питання повсякденного потрапляння в організм людини різних шкідливих речовин через їжу або побутове користування, що спричиняють різні захворювання та інвалідність. Завданням цього дослідження є аналіз впливу синтетичних речовин на організм людини через міграцію їх із різних пакувальних матеріалів у харчові продукти та воду, проведення опитування споживачів та формування висновків та загальних управлінських рекомендацій щодо зменшення такого впливу.

Викладення основного матеріалу. Пластмаси тепер повсюдно наявні в нашому повсякденному житті. Існування мікропластику (довжиною від 1 мкм до 5 мм) і, можливо, навіть нанопластику (< 1 мкм) нещодавно викликало занепокоєння щодо здоров'я. Зокрема, вважається, що нанопластик є більш токсичним, оскільки його менший розмір робить його більш придатним для потрапляння в організм людини порівняно з мікропластиком. Аналіз бутильованої води свідчить, що концентрація мікронанопластику на літр води в пляшках оцінюється приблизно в $2,4 \pm 1,3 \times 10^5$ частинок, при цьому близько 90 % з яких є нанопластиком. Ці дані по кількості мікропластику в бутильованій воді більші за ті, про які повідомлялося раніше [13]. Якщо ж оцінити заміну виробниками чаю традиційного паперу, що використовується для пакетиків, на нову пластикову упаковку, то замочування одного пластикового пакетика чаю за температури заварювання (95 °C) призводить до вивільнення приблизно 11,6 мільярда часточок мікропластику та 3,1 мільярда нанопластику в одній чашці напою. Ці рівні часточок пластику в тисячі разів вищі за ті, про які повідомлялося раніше в інших харчових продуктах [14, 15].

Зараз порушення роботи ендокринної системи визнаються серйозною та невідкладною загрозою для здоров'я населення, потенційно будучи одним із провідних екологічних ризиків у всьому світі. Багато досліджень виявили вплив різних екзогенних хімічних речовин на ендокринні процеси та функції, виявляючи важливу потребу в зміні наукових теорій. Ці хімічні речовини, що порушують роботу ендокринної системи, не є підробленими фармацевтичними препаратами чи рідкісними забруднювачами. Дослідження, проведене Управлінням з контролю за продуктами й ліками США, виявило понад 1800 хімічних речовин, які порушують принаймні один із трьох ендокринних шляхів (естроген, андроген і щитовидна залоза) [16]. Хімічні речовини, що порушують роботу ендокринної системи, сприяють захворюванням і дисфункції та спричиняють пов'язані з цим високі витрати, які набагато вищі в США, ніж у Європі (340 мільярдів доларів [2,33 % ВВП] проти 217 мільярдів доларів [1,28 %]). В Європейському Союзі фосфорорганічні пестициди спричинили найбільші витрати, пов'язані з впливом на роботу ендокринної системи (121 мільярд доларів США), тоді як у США витрати через пестициди були набагато нижчими (42 мільярди доларів США) [17].

На сьогодні у США більше 10 000 хімічних речовин дозволено прямо чи опосередковано додавати до харчових продуктів і матеріалів, що контактують з харчовими продуктами. Разом з тим під час сучасних лабораторних та епідеміологічних досліджень, проведених не на людях, було доведено, що різноманітні хімічні речовини з цього переліку можуть сприяти розвитку захворювань та інвалідності (табл. 1). Управління харчових продуктів і медикаментів США не має повноважень отримувати дані або повторно оцінювати безпеку хімічних речовин, які вже є на ринку. Це викликає обґрунтоване занепокоєння стосовно хімічних речовин, схвалених десятиліттями тому на основі обмежених і іноді застарілих методів тестування. Наприклад, деякі сполуки, такі як стирол і метиловий ефір евгенолу, залишаються схваленими для використання як ароматизатори, хоча згодом вони були класифіковані Національною токсикологічною програмою США як обґрунтовано передбачувані канцерогени для людини [18].

Таблиця 1

Проблеми зі здоров'ям під впливом різноманітних сполук, що потрапляють разом з їжею [18]

Категорія	Сполуки	Використання в харчових продуктах	Вибрані проблеми зі здоров'ям
Непрямі харчові добавки	Бісфеноли	Полікарбонатні пластикові контейнери	Ендокринні порушення
		Полімерні, епоксидні смоли в банках для харчових продуктів і напоїв	Ожиріння, порушення нервового розвитку
	Фталати	Прозора поліетиленова харчова плівка	Ендокринні порушення
		Пластикові труби, контейнери для зберігання, які використовуються в промисловому виробництві харчових продуктів	Обесогенна активність
		Багаторазове використання в обладнанні для виробництва харчових продуктів	Окислювальний стрес, кардіотоксичність
	Перфторалкільні хімікати	Жиростійкий папір і картон	Імуносупресія, ендокринні порушення, ожиріння, зниження ваги при народженні
Перхлорат	Упаковка харчових продуктів	Порушення гормонів щитовидної залози	
Прямі харчові добавки	Нітрати і нітрити	Пряма добавка як консервант і підсилювач кольору, особливо до м'яса	Канцерогенність, порушення гормонів щитовидної залози

Таким чином, все більше занепокоєння у дослідників викликають бісфеноли, які використовуються для покриття металевих банок для запобігання корозії; фталати, які часто використовуються в пластифікаторах під час виробничого процесу; перфторалкільні хімікати, які використовуються в жиронепроникному папері та упаковці; перхлорат, антистатичний агент, який використовується для пластикової упаковки, що контактує з сухими харчовими продуктами з поверхнями, які не містять вільного жиру або олії, а також є продуктом розпаду відбілювача, який використовується для очищення харчового обладнання. Ці занепокоєння ґрунтуються на особливо переконливих доказах щодо зв'язку між перфторалкільними речовинами та дитячим і дорослим ожирінням, порушенням толерантності до глюкози, гестаційним діабетом, зниженням ваги при народженні, ендометріозом і раком молочної залози. Також доведено зв'язок між бісфенолами та діабетом у дорослих, впливом фталатів на дитяче ожиріння та порушення толерантності до глюкози. Накопичено більше доказів, ніж було виявлено раніше, щодо когнітивного дефіциту та розладу дефіциту уваги у дітей після внутрішньоутробного впливу бісфенолу А, органофосфатних пестицидів та полібромованих антипіренів [19].

Пер- та поліфторалкільні речовини (PFAS) – це хімічні речовини з унікальними властивостями, які використовуються в багатьох матеріалах, які безпосередньо контактують з харчовими продуктами (FCM), оскільки їх вуглець-фторні зв'язки забезпечують високу стійкість до деградації навіть за високих температур. Упаковка для фаст-фуду та пакети для попкорну, які містять PFAS, можуть опосередковано сприяти харчовому впливу через міграцію в їжу у мікрохвильовій печі, що створює проблеми з безпекою харчових продуктів [20]. Харчові продукти вважаються одним із основних джерел впливу PFAS, а дослідження показують тривожні кореляції між споживанням упакованої та готової їжі й навантаженням на організм людини PFAS. Під час аналізу 88 споживчих зразків харчової упаковки з США та 23 інших країн / регіонів дослідження виявили наявність PFAS у 84 % випадків [21].

Повсюдними хімічними речовинами, що порушують роботу ендокринної системи та мають потенційний токсичний вплив на численні органи та системи людини, є бісфенол А і фталати. Десятирічне спостереження за станом здоров'я 3883 дорослих у Сполучених Штатах свідчить, що учасники з вищим рівнем бісфенолу А в сечі мали вищий ризик смерті [22, 23]. Різне зростання кількості випадків ожиріння за останні десятиліття може відбуватися під впливом ксенобіотиків, а бісфенол А, ендокринний руйнівник, виявляється на наномолярних рівнях у сироватці крові людини по всьому світі. Адипонектин – специфічний для адипоцитів гормон, який підвищує чутливість до інсуліну та зменшує запалення тканин і будь-який фактор, який пригнічує вивільнення адипонектину, може призвести до інсулінорезистентності та підвищеної сприйнятливості до захворювань, пов'язаних із ожирінням [24]. Екологічно відповідні дози (тобто низькі наномолярні концентрації, з якими люди можуть стикатися в повсякденному житті) бісфенолу А викликають перетворення клітин в адипоцити, порушують функцію β-клітин підшлункової залози [25].

Фталати (фталатні дієфіри) – це велика група повсюдно поширених промислових хімічних речовин, які широко використовуються як пластифікатори, наприклад, у полівінілхлоридних пластиках, щоб зробити пластикові вироби більш гнучкими. Тому фталати містяться в багатьох побутових продуктах, таких як харчова упаковка, меблі та іграшки, а також у медичних пристроях, таких як трубки та внутрішньовенні пакети. Певні пластики можуть містити до 40–50 % фталату за вагою. Крім того, фталати використовуються в продуктах особистої гігієни, таких як косметика, а також у фармацевтиці. Оскільки фталати є добавками і, як такі, не ковалентно зв'язані з пластиком, вони можуть легко вимиватися та переноситися в повітря та їжу. Як наслідок, люди неминуче піддаються впливу фталатів через вдихання, ковтання та шкірний вплив. Хоча фталати мають відносно короткий період напіврозпаду в організмі людини, їх вплив пов'язаний з рядом проблем зі здоров'ям, враховуючи підвищений ризик несприятливого репродуктивного розвитку, ожиріння, астми, атеросклерозу та алергії [26]. Вплив фталатів майже повсюдний і метаболіти восьми поширених фталатів (табл. 2) виявлені у 94 % американців, які брали участь у циклах Національного дослідження здоров'я та харчування (NHANES) у 2001–2010 роках [27].

Таблиця 2

Перелік найпоширеніших фталатів, що впливають на здоров'я людини [27]

№ з/п	Фталат	Сфера використання
1	Діетилфталат (DEP)	Засоби особистої гігієни, ароматизатори
2	Ді- <i>n</i> -бутилфталат (DBP)	Засоби особистої гігієни, ліки
3	Діізобутилфталат (DiBP)	Засоби особистої гігієни, ліки
4	Бензилбутилфталат (BzBP)	Поліхлорвініл (ПВХ), клеї, герметики, автохімія
5	Ді-2-етилгексилфталат (DEHP)	ПВХ, гнучкий пластик (іграшки, плівкова упаковка, медичні прилади, будматеріали, садові шланги тощо)
6	Ді- <i>n</i> -октилфталат (DOP)	ПВХ, гнучкі пластики
7	Діізонафталат (DiNP)	ПВХ, гнучкі пластики
8	Діізодецилфталат (DiDP)	ПВХ, гнучкі пластики

Статистичні дані свідчать, що індустрія продуктів харчування на винос у Китаї охоплює понад 400 мільйонів споживачів і швидко зростає: середня кількість одноразового пластикового посуду (DPT), спожитого на замовлення, становила 3,44, що вказує на щоденне використання понад 60 мільйонів пластикових харчових контейнерів [28]. Для дослідження ставлення української молоді до використання пластикової упаковки було проведено анкетування 127 респондентів студентського віку (18...23 роки; 47,2 % – чоловіки, 52,8 % – жінки). Респонденти при відповіді на запитання використовували 10-ти бальну шкалу, де 1 означало однозначне бажання перейти від одноразового до багаторазового використання упаковки до появи ознак її зносу, а 10 – абсолютне несприйняття ідеї повторного використання пластикової упаковки. До ідеї стосовно повторного використання пластикової упаковки для ягід у супермаркетах (здавати використану упаковку для повторного фасування в неї) 60,7 % респондентів в цілому поставилися прихильно (рис. 1).

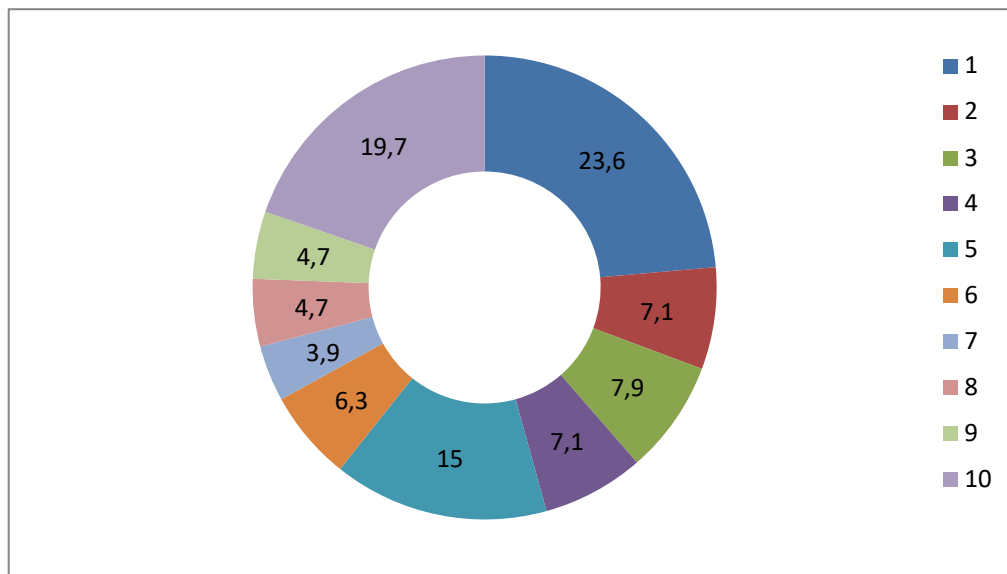


Рис. 1. Повторне використання пластикової упаковки для ягід, %

Стосовно повторного використання пластикової упаковки для готових страв респонденти висловили велику кількість аргументів, що перешкоджають ефективному впровадженню такої ініціативи. Усі заперечення можна розбити на три великі групи: занепокоєння щодо мікробіологічної безпеки повторного використання тари; недовіра до значних екологічних переваг таких заходів; неможливість спонтанних покупок через необхідність приходити в магазин зі своєю упаковкою. Ці аргументи в результаті вплинули на готовність до запровадження повторного використання пластикової упаковки для готових страв (рис. 2).

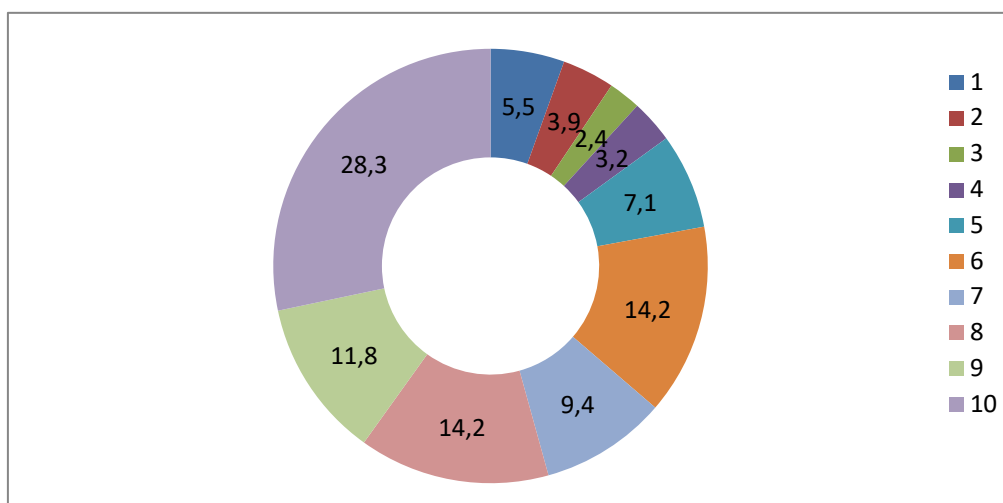


Рис. 2. Повторне використання пластикової упаковки для готових страв у супермаркетах, %

Мікробіологічна безпека при повторному використанні пластикової тари пов'язується із можливістю потрапляння в організм людини забруднювачів після попереднього використання упаковки. Професійність очищення також піддається сумніву абсолютною більшістю респондентів, особливо за умови попередніх подряпин, що робить упаковку непривабливою для використання. Зберігання, миття упаковок різних розмірів та необхідність нести порожні ємності у супермаркет створює певні незручності для клієнтів та зменшує кількість прихильників такої ідеї. Ще одним напрямом критичних зауважень є недоведений позитивний вплив на навколишнє середовище, адже миття пластикових контейнерів та вплив на них гарячої води і хімічних реагентів призводить до збільшення виділення з пластику шкідливих мікроречовин.

Надзвичайний брак прозорості даних щодо хімічних речовин, наявних у більшості пластиків, та процесів їх виробництва перешкоджає комплексному оцінюванню їх впливу. Широкий захист конфіденційної бізнес-інформації та неадекватні вимоги до розкриття інформації відіграють ключову роль у створенні такої невизначеності й знижують здатність регуляторних органів розробляти адекватні гарантії; споживачів - робити обґрунтований вибір; а громад - обмежувати вплив пов'язаних із пластиком загроз для здоров'я. При розробленні та реалізації можливих рішень щодо кризи, пов'язаної із забрудненням пластиком та синтетичними матеріалами загалом, прозорість є ключем до успіху. Прозорість необхідна для виявлення природи та широти впливу токсичних речовин, а також для оцінювання можливого впливу на здоров'я та довкілля технологій, які рекламуються як «рішення» проблеми забруднення пластиком, як-от інсинерація та технології перетворення пластику на паливе. Такі рішення мають забезпечувати не лише доступ до інформації, але й право на дієву участь у прийнятті рішень щодо ризиків, пов'язаних зі шкідливими речовинами, та доступ до правосуддя у разі виникнення шкідливих наслідків [29].

Висновки та перспективи подальших досліджень. Отже, результати проведеного дослідження підтверджують занепокоєння щодо негативного впливу різних синтетичних матеріалів, які потрапляють в організм людини через їжу та воду, побутове використання виробів із них. Негативний вплив цих речовин на людей та навколишнє середовище відчувається на кожному етапі його життєвого циклу: починаючи від видобутку викопних палив, виробництва, використання, до перероблювання та утилізації. Шкода для здоров'я, пов'язана з пластиком, може проявлятися по-різному. Це і онкологічні процеси, ендокринні порушення, неврологічні розлади тощо. Наразі зусилля щодо вирішення проблеми кризи, пов'язаної із забрудненням синтетичними матеріалами та пластиком, мають обмежені успіхи через низку чинників: масштаб та складність наслідків, обмеження систем оцінювання ризиків, невідомі кумулятивні ефекти й обмежені дані щодо впливу, довгі та складні ланцюги постачання, величезні фінансові інтереси щодо збереження наявного становища, та заперечення промисловістю наслідків для здоров'я [29]. Саме ці проблеми будуть предметом і подальших наших наукових досліджень.

References:

1. Hoyt, C.L., Burnette, J.L. and Auster-Gussman, L. (2014), «"Obesity is a disease": examining the self-regulatory impact of this public-health message», *Psychological science*, Vol. 25 (4), pp. 997–1002, doi: 10.1177/0956797613516981.
2. Department for Environment, Food and Rural Affairs (2001), *The National Food Survey 2000: Annual Report on Food Expenditure, Consumption and Nutrient Intakes*, Her Majesty's Stationary Office, London.
3. Foster, R. and Lunn, J. (2007), «40th Anniversary Briefing Paper: Food availability and our changing diet», *Nutrition Bulletin*, Vol. 32 (3), pp. 187–249
4. Baillie-Hamilton, P.F. (2002), «Chemical toxins: a hypothesis to explain the global obesity epidemic», *Journal of alternative and complementary medicine (New York, N.Y.)*, Vol. 8 (2), pp. 185–192. doi: 10.1089/107555302317371479.
5. Millican, J.M. and Agarwal, S. (2021), «Plastic pollution: A material problem?», *Macromolecules*, Vol. 54 (10), pp. 4455–4469, doi: 10.1021/acs.macromol.0c02814.
6. Gustavo, J.U., Pereira, G.M. and Bond, A.J. et al. (2018), «Drivers, opportunities and barriers for a retailer in the pursuit of more sustainable packaging redesign», *Journal of Cleaner Production*, Vol. 187, pp. 18–28, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.03.197.
7. Pongrácz, E. (2007), «The environmental impacts of packaging», *Environmentally Conscious Materials and Chemicals Processing*, in Kutz, M. (ed.), pp. 237–278, doi: 10.1002/9780470168219.ch9.
8. Barnes, D.K., Galgani, F., Thompson, R.C. and Barlaz, M. (2009), «Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments», *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B Biological sciences*, Vol. 364 (1526), pp. 1985–1998, doi: 10.1098/rstb.2008.0205.
9. Geyer, R., Jambeck, J.R. and Law, K.L. (2017), «Production, use, and fate of all plastics ever made», *Science advances*, Vol. 3 (7), e1700782, doi: 10.1126/sciadv.1700782.
10. Andrady, A.L. (2015), *Plastics and Environmental Sustainability*, John Wiley & Sons.
11. De Hoe, G.X., Şucu, T. and Shaver, M.P. (2022), «Sustainability and polyesters: Beyond metals and monomers to function and fate», *Accounts of Chemical Research*, Vol. 55 (11), pp. 1514–1523, doi: 10.1021/acs.accounts.2c00134.
12. Plastics Europe (2022), «Plastics – the Facts 2022», [Online], available at: <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2022/>

13. Qian, N., Gao, X., Lang, X. et al. (2024), «Rapid single-particle chemical imaging of nanoplastics by SRS microscopy», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 121 (3), e2300582121, doi: 10.1073/pnas.2300582121.
14. Hernandez, L.M., Xu, E.G., Larsson, H.C.E. et al. (2019), «Plastic Teabags Release Billions of Microparticles and Nanoparticles into Tea», *Environmental Science & Technology*, Vol. 53 (21), pp. 12300–12310, doi: 10.1021/acs.est.9b02540.
15. Chahaida, A.O. and Tarasiuk, H.M. (2023), «Tendentsii zrostantia u navkolishnomu seredovyshchi mikroplastyku ta yoho vplyv na spozhyvachiv posluh industrii hostynnosti», *Ekonomika, upravlinnia ta administruvannia*, Zhytomyr, Vol. 1 (103), pp. 76–87, doi: 10.26642/jen-2023-1(103)-76-87.
16. Ding, D., Xu, L., Fang, H. et al. (2010), «The EDKB: an established knowledge base for endocrine disrupting chemicals», *BMC Bioinformatics*, Vol. 11, Suppl. 6, S5, doi: 10.1186/1471-2105-11-S6-S5.
17. Attina, T.M., Hauser, R., Sathyanarayana, S. et al. (2016), «Exposure to endocrine-disrupting chemicals in the USA: a population-based disease burden and cost analysis», *The lancet. Diabetes & endocrinology*, Vol. 4 (12), pp. 996–1003, doi: 10.1016/S2213-8587(16)30275-3.
18. Trasande, L., Shaffer, R.M., Sathyanarayana, S., COUNCIL ON ENVIRONMENTAL HEALTH et al. (2018), «Food Additives and Child Health», *Pediatrics*, Vol. 142 (2), e20181408, doi: 10.1542/peds.2018-1408.
19. Kahn, L.G., Philippat, C., Nakayama, S.F. et al. (2020), «Endocrine-disrupting chemicals: implications for human health», *The lancet. Diabetes & endocrinology*, Vol. 8 (8), pp. 703–718, doi: 10.1016/S2213-8587(20)30129-7.
20. Riabinina, A.P. and Chahaida, A.O. (2023), «Analiz nadkhodzhennia syntetychnykh rehovyn z kharchovymy produktamy v orhanizm liudyny», *Tezy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi on-line konferentsii zdobuvachiv vyshchoi osvity i molodykh uchenykh, prysviachenoi Dniu nauky, 15-19 travnia 2023 roku*, Derzhavnyi universytet «Zhytomir'ska politehnika», Zhytomyr, p. 470, [Online], available at: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2023/06/6-vplyv-innovatsiynykh.pdf>
21. Sapozhnikova, Y., Taylor, R.B., Bedi, M. and Ng, C. (2023), «Assessing per- and polyfluoroalkyl substances in globally sourced food packaging», *Chemosphere*, Vol. 337, 139381, doi: 10.1016/j.chemosphere.2023.139381.
22. Song, Y., Hauser, R., Hu, F.B. et al. (2014), «Urinary concentrations of bisphenol A and phthalate metabolites and weight change: a prospective investigation in US women», *International journal of obesity*, Vol. 38 (12), pp. 1532–1537, doi: 10.1038/ijo.2014.63.
23. Bao, W., Liu, B., Rong, S. et al. (2020), «Association Between Bisphenol A Exposure and Risk of All-Cause and Cause-Specific Mortality in US Adults», *JAMA network open*, Vol. 3 (8), e2011620, doi: 10.1001/jamanetworkopen.2020.11620.
24. Hugo, E.R., Brandebourg, T.D., Woo, J.G. et al. (2008), «Bisphenol A at environmentally relevant doses inhibits adiponectin release from human adipose tissue explants and adipocytes», *Environmental health perspectives*, Vol. 116 (12), pp. 1642–1647, doi: 10.1289/ehp.11537.
25. Alonso-Magdalena, P., Laribi, O., Ropero, A.B. et al. (2005), «Low doses of bisphenol A and diethylstilbestrol impair Ca²⁺ signals in pancreatic alpha-cells through a nonclassical membrane estrogen receptor within intact islets of Langerhans», *Environmental health perspectives*, Vol. 113 (8), pp. 969–977.
26. Lind, P.M., Zethelius, B. and Lind, L. (2012), «Circulating levels of phthalate metabolites are associated with prevalent diabetes in the elderly», *Diabetes care*, Vol. 35 (7), pp. 1519–1524, doi: 10.2337/dc11-2396.
27. Zota, A.R., Calafat, A.M. and Woodruff, T.J. (2014), «Temporal trends in phthalate exposures: findings from the National Health and Nutrition Examination Survey, 2001-2010», *Environ Health Perspect*, Vol. 122 (3), pp. 235–241, doi: 10.1289/ehp.1306681.
28. Zhang, X., He, X., Pan, D. et al. (2024), «Effects of thermal exposure to disposable plastic tableware on human gut microbiota and metabolites: A quasi-experimental study», *Journal of hazardous materials*, Vol. 462, 132800, doi: 10.1016/j.jhazmat.2023.132800.
29. «Plastyk i zdorovia: prykhovana tsina plastyku», [Online], available at: <https://zerowaste.org.ua/2021/09/14/plastyk-i-zdorovya/>

Тарасюк Галина Миколаївна – доктор економічних наук, професор, декан факультету бізнесу та сфери обслуговування Державного університету «Житомирська політехніка».

<https://orcid.org/0000-0001-5112-102X>.

Наукові інтереси:

- проблеми теорії та практики менеджменту суб'єктів господарювання;
- управління проектами;
- проблеми розвитку туризму та закладів готельно-ресторанної індустрії;
- проблеми здорового харчування населення.

E-mail: halynatarasiuk@ztu.edu.ua.

Чагайда Андрій Олегович – кандидат технічних наук, доцент кафедри туризму та готельно-ресторанної справи Державного університету «Житомирська політехніка».

<https://orcid.org/0000-0003-1826-9545>.

Наукові інтереси:

- проблеми теорії та практики технології виробництва на підприємствах харчової промисловості;
- мінітехнології на підприємствах готельно-ресторанного господарства.

Прилипко Олександр Іванович – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри інженерії програмного забезпечення Державного університету «Житомирська політехніка».
<https://orcid.org/0000-0003-0783-1942>.

Наукові інтереси:

- математичне моделювання;
- багатофакторне оцінювання і прийняття рішень;
- теоретико-алгебраїчні дослідження систем диференціальних рівнянь.

E-mail: prilipko@ztu.edu.ua.

Tarasiuk H.M., Chahaida A.O., Prylypko O.I.

Studying the migration of synthetic substances from packaging materials into food and water: social and management aspects

The development of technology and the growth of people's living standards and quality of life have made adjustments to the use of various materials for the production and packaging of products and goods. One of these really useful inventions of mankind, which has greatly simplified our life and contributed to the development of technology, was the development and introduction of various polymers / plastics and other synthetic substances into widespread use. However, there is also a negative impact of such innovations, in particular on the human body and the environment. The article analyzes and proves the negative impact of synthetic substances through migration from packaging materials into food and water or through the household use of products containing them on the human body. The study also included a survey of Ukrainian youth about their attitudes toward the use of plastic packaging. A total of 127 university-age respondents (18...23 years old; 47,2 % men, 52,8 % women) took part in the survey. Respondents used a 10-point scale to answer the questions, where 1 meant a clear desire to switch from single-use to reusable packaging before signs of wear and tear, and 10 meant absolute rejection of the idea of reusing plastic packaging. The idea of reusing plastic packaging for berries in supermarkets (returning used packaging for re-packaging) was generally favored by 60,7 % of respondents. Regarding the reuse of plastic packaging for ready-to-eat meals, respondents expressed a large number of arguments that prevent the effective implementation of such an initiative. All objections are divided into three broad groups: concerns about the microbiological safety of reusing packaging; distrust of the significant environmental benefits of such measures; and the impossibility of spontaneous purchases due to the need to come to the store with their own packaging. When developing and implementing possible solutions to the crisis of plastic pollution and synthetic materials in general, it is concluded that transparency is the key to success. At every stage of the life cycle of plastics, synthetic materials and other harmful components used in production, decisions must be made in compliance with the human rights to health and a healthy environment.

Keywords: nutrition; consumer; consumption; plastic; human health; synthetic substances; food quality; environment; management.

Стаття надійшла до редакції 24.04.2024.