

Пластик і Здоров'я

ПРИХОВАНА ЦІНА
ПЛАСТИКУ

ПОДЯКА

Авторами цього звіту є Девід Азулей (CIEL), Присцилла Вілла (Earthworks), Іветт Арельяно (TEJAS), Міріам Гордон (UPSTREAM), Доун Мун (GAIA), а також Кетрін Міллер і Крістен Томпсон (Ексетерський університет).
Редактор — Аманда Кістлер (CIEL).

Чимало людей взяли участь у створенні цього звіту, зокрема Керролл Маффетт та Еріка Леннон (CIEL), Шарлотта Броуді (Healthy Babies Bright Futures), Кароліна Брабцова (ARNIKA), Маріанн Ллойд-Сміт (Національна мережа токсичних речовин Австралії) та Бьорн Білер (Міжнародна мережа НУО з ліквідації CO₂ — IPEN).

Велику подяку висловлюємо Грейс Сміт із юридичного факультету Університету Мічигану/ CIEL; Бірґіт Гіуеке та Ксенії Грох з Food Packaging Forum; Моніці Вільсон, Клер Аркін, Сесілії Аллен, Леа Герреро, Хафсі Халід і Сірін Рейчед з GAIA; Девіду Сантільо з Greenpeace; Шиві Шріваставі; та Центру науки і демократії — Спільці зацікавлених вчених.

Цей звіт став можливим завдяки щедрій підтримці 11th Hour Foundation, Broad Reach Fund of the Maine Community Trust, Gallifrey Foundation, Heinrich Böll Stiftung, Leonardo DiCaprio Foundation, Marisla Foundation, Passport Foundation, Plastic Solutions Fund, Threshold Foundation, і Wallace Global Foundation.

Доступно онлайн за адресою
www.ciel.org/plasticandhealth

© ЛЮТИЙ 2019

Пластик і здоров'я: Прихована ціна пластику
проліцензовано згідно з Creative Commons
Attribution 4.0 International License.

DESIGN: Девід Герпатт/NonprofitDesign.com
Фото на обкладинці: © Les Stone/Greenpeace
Фото на звороті: © Nandakumar S. Haridas/Greenpeace

Пластик і Здоров'я

ПРИХОВАНА ЦІНА ПЛАСТИКУ



Центр міжнародного екологічного права (Center for International Environmental Law — CIEL) використовує законодавство для захисту довкілля, просування прав людини та забезпечення справедливого та сталого суспільства. CIEL прагне до світу, де законодавство відображає взаємозв'язок між людьми та довкіллям, зважає на ліміти планети, захищає гідність та рівність кожної людини та заохочує всіх жителів Землі жити в гармонії одне з одним.



EARTHWORKS

Earthworks — це некомерційна організація, що займається захистом громад та довкілля від негативних наслідків розвитку мінерально-сировинної та енергетичної бази, одночасно просуваючи сталі рішення.



Глобальний альянс з альтернатив спалювання (Global Alliance for Incinerator Alternatives — GAIA) — це всесвітній альянс, що складається із понад 800 низових груп, неурядових організацій та осіб із понад 90 країн світу, кінцевим баченням яких є справедливий світ без токсичних речовин та інсинерації.



Здорові діти — яскраве майбутнє (Healthy Babies Bright Futures — HBBF) — це альянс некомерційних організацій, науковців та донорів, який розробляє та впроваджує програми, що базуються на результатах, з метою помітного зменшення впливу токсичних хімічних речовин на дітей упродовж перших 1 000 днів розвитку. HBBF поєднує найвагоміші та найновіші наукові дослідження, аналіз даних, критичне мислення, вимірювання ефективності, вміння проводити кампанії, навички комунікації та здатність до співпраці.



a toxics-free future

Міжнародна мережа НУО з ліквідації СОЗ (International POPs Elimination Network — IPEN) об'єднує провідні ініціативні групи, що працюють над проблемами довкілля та охорони здоров'я у понад 100 країнах світу, щоб на міжнародному рівні вжити заходів з метою мінімізації та, коли є змога, усунення небезпечних токсичних хімічних речовин.



Texas Environmental Justice Advocacy Services

Техаська служба адвокатури з питань екологічного правосуддя (Texas Environmental Justice Advocacy Services — t.e.j.a.s.) має на меті надання членам громади інструментів, необхідних для створення сталих, екологічно здорових спільнот шляхом просвітництва людей щодо проблем зі здоров'ям та наслідків, що виникають через забруднення довкілля, забезпечення розуміння людьми екологічних законів та нормативних актів і сприяння їх виконанню, а також шляхом розвитку навичок розбудови громади та надання ресурсів задля її ефективних дій та більшої участі громадськості.



UPSTREAM прагне здійснити трансформацію нашого суспільства, що звикло викидати речі, в напрямі культури відповідального управління. Ми мріємо про світ, у якому пластик та інші матеріали не будуть створюватись для кількахвилинного використання та подальшого викидання, і ми надаємо можливість бізнесу, громадам і людям створювати краще майбутнє разом із нами.



#breakfreefromplastic — це глобальний рух, який прагне до майбутнього, вільного від забруднення пластиком, і що охоплює 1 400 організацій з усього світу, які вимагають значного скорочення використання одноразового пластику та наполягають на довготривалих рішеннях щодо кризи, пов'язаної із забрудненням пластиком.

Зміст

vii Аббревіатури

1 Резюме

5 Розділ 1: Вступ

6 Рисунок 1: Виробництво пластику у світі

8 Рисунок 2: Пластик і здоров'я: Прихована ціна пластику

11 Розділ 2: Видобування і транспортування

12 Рисунок 3: Нетрадиційне виробництво нафти та газу

12 Забруднення повітря

12 Озон

13 Вплив на громади, що найбільше потерпають

13 Психічне здоров'я та права людини

13 Ризики для дітей, немовлят і вагітних жінок

14 Вода

14 Трубопроводи

15 Рисунок 4: Карта міжштатних та внутрішньостатних газопроводів у США

17 Розділ 3: Перероблення та виробництво

17 Блок 1: Інциденти з укриттям на місцях

17 Вплив хімічних речовин, що використовуються для виробництва пластику, на здоров'я людини

17 Небезпечні забруднювачі повітря

20 Блок 2: Кейс: Викиди від одного запропонованого заводу з виробництва пластику

21 Таблиця 1: Потенціал викидів від об'єкта Shell

20 Хімічні кластери та ризик аварій

21 Таблиця 1: Потенціал викидів від об'єкта Shell

22 Залучення громад та доступ до інформації

22 Зовнішні фактори: екстремальні погодні явища

23 Загрози працівникам промисловості пластмас

24 Блок 3: Кейс: Манчестер/Гаррісбург, Техас

27 Розділ 4: Споживання

27 Рисунок 5: Поширені види пластику та їх використання

27 Частинки пластику, пластифікатори та інші хімічні добавки

28 Рисунок 6: Основні види смоли пластмаси та їх застосування у пакуванні харчових продуктів

28 Пластифікатори, які використовуються в пластикових та інших споживчих товарах

29 Блок 4: Полімерні добавки

30 Таблиця 2: Рейтинг пластикових полімерів на основі класифікації небезпечних властивостей

31 Потенційні загрози, пов'язані з накопиченням забруднювачів на частинках пластику

31 Блок 5: Найнебезпечніші хімічні речовини у світі: CO₂

31 Хімічні речовини в пакуванні харчових продуктів

34 Блок 6: Оцінка масштабів

34 Таблиця 3: Зведені національні набори даних

35 Вміст шкідливих речовин в організмі

36 Таблиця 4: Поширені токсичні хімічні добавки до пластику

37 Джерела контакту людини з частинками мікропластику

37 Питна вода як джерело контакту людини з мікропластиком

38 Таблиця 5: Середня концентрація мікропластику у споживчих продуктах

39 Токсична дія мікропластику на клітини та тканини

40 Блок 7: Дитячі іграшки містять токсичні пом'якшувачі пластику

40 Поглинання і переміщення по ШКТ

43 Розділ 5: Управління пластиковими відходами

43 Блок 8: Відкрите спалювання сміття по всьому світу

44 Перетворення відходів на енергію

44 Індустрія спалювання планує зростання ринку Азії

44 Інсинерація відходів та екологічний вплив на здоров'я

44 Токсичні викиди від спалювання пластику

45 Рисунок 7: Токсичний вплив інсинерації

45 Токсичні побічні продукти інсинерації для землі та вод

46 Блок 9: Випадки неналежного управління золою у світі

47 Перетворення пластику на паливо

47 Низька доцільність і тенденція до помилок

47 Вплив довкілля на здоров'я

48 Блок 10: Токсичне перероблення

48 Інші шляхи та невідомі аспекти

48 Хімічне перероблення

48 Будівельні матеріали для доріг і споруд на основі відходів

49 Блок 11: Збирачі відходів — у зоні особливого ризику

51 Розділ 6: Пластик у довкіллі

52 Блок 12: Чим насправді є біопластик

52 Ковтання пластику

52 Риба та молюски

53 Водорості

53 Сіль

54 Інша їжа та напої

54 Мікропластик у харчовому ланцюзі

54 Вплив на людське здоров'я

55 Рисунок 8: Токсичний харчовий ланцюг

56 Мікропластик і токсичні хімікати

56 Блок 13: Невидимі забруднювачі: ніде не безпечно

56 Мікропластик і потенційна небезпека захворювань

56 Ковтання мікропластику

57 Вдихання мікропластику

58 Токсичність пластикових частинок, які вдихаються

58 Пластик у сільськогосподарських ґрунтах

59 Блок 14: Чи є пластик стійким органічним забруднювачем?

61 Розділ 7: Висновки та рекомендації

61 Відомо, що нам відомо

62 Відомі невідомі

63 Рекомендації

65 Кінцеві примітки

Абревіатури

BBP	Benzyl butyl phthalate (Бензил бутилфталат)	PFOS	Perfluorooctane sulfonate (Перфтороктансульфонат)
BP	British Petroleum	PHA	Polyhydroxyalkanoate (Полігідроксиалканоат)
BPA	Bisphenol A (Бисфенол А)	PHOA	Perfluorooctanoic acid (Перфтороктанова кислота)
BTEX	Benzene, toluene, ethylbenzene, and xylene (бензен, толуен, етилбензен, ксилен)	PLA	Polylactic acid (Полімолочна кислота)
CO	Чадний газ (монооксид вуглецю)	PP	Polypropylene (Поліпропілен)
CO ₂	Вуглекислий газ (диоксид вуглецю)	PP&A	Polyester, polyamide, and acrylic (Поліестер, поліамід та акрил)
CO ₂	екв. Еквівалент вуглекислого газу	PS	Polystyrene (Полістирен)
	decaBDE Decabromodiphenyl ethers (декабромодифенілові етери)	PUR	Polyurethane (Поліуретан)
DEHA	Di(2-ethylhexyl) adipate (Ди (2-етилгексил) адипат)	PVC	Polyvinylchloride (Полівінілхлорид)
DEHP	Bis(2-ethylhexyl) phthalate (Бис (2-етилгексил) фталат)	REACH	Registration, Evaluation, Authorisation, and Restriction of Chemicals (Реєстрація, оцінка та авторизація хімічних речовин)
DiNP	Diisononyl phthalate (Диізононілфталат)	SCCPs	Short chain chlorinated paraffins (Хлоровані парафіни з коротким ланцюгом)
H ₂ S	Сірководень (гідроген сульфід)	SO _x	Оксиди сірки
HCB	Hexachlorobenzene (гексахлорбензен)	TNPP	Tris(nonylphenol) phosphite (Трис (нонілфенол) фосфіт)
HDPE	High density polyethylene (Поліетилен високої щільності)	USEPA	United States Environmental Protection Agency (Агентство з охорони довкілля США)
IPEN	International POPs Elimination Network (Міжнародна мережа НУО з ліквідації СО ₂)	АФК	Активні форми кисню
LDPE	Low-density polyethylene (Поліетилен низької щільності)	ДНК	Дезоксирибонуклеїнова кислота
MDI	Methylene diphenyl diisocyanate (Метилендифенілдиізоціанат)	ЕР	Ендокринні руйнівники
Мт	Метричні тонни	ЕАХР	Європейське агентство хімічних речовин
NO _x	Оксиди азоту	ЕС	Європейський Союз
OctaBDE	Octabromodiphenyl ethers (Октабромодифенілові етери)	КПСОЗ	Комітет з перегляду стійких органічних забруднювачів
OSHA	Occupational Safety and Health Administration (Управління з охорони праці)	ЛОС	Леткі органічні сполуки
PBDEs	Polybrominated diphenyl ethers (Полібромовані дифенілові етери)	мкм	мікрометр
PCB	Polychlorinated biphenyls (Поліхлоровані бифеніли)	МКНС	Місцевий комітет з надзвичайних ситуацій
PCDDs	Polychlorinated dibenzo-p-dioxins (Поліхлоровані дибензо-р-диоксини)	мч	Масова частка
PCDFs	Polychlorinated dibenzofurans (Поліхлоровані дибензофурани)	НДР	Ненавмисно додані речовини
PCTP	Pentachlorothiophenol (Пентахлоротіофенол)	НЗП	Небезпечні забруднювачі повітря
PE	Polyethylene (Поліетилен)	НУСОЗ	Ненавмисно утворені СО ₂
PentaBDE	Pentabromodiphenyl ethers (полібромовані дифенілові етери)	ПАВ	Поліциклічні ароматичні вуглеводні
PET	Polyethylene terephthalate (Поліетилентерефталат)	PBTP	Реєстр Викидів Токсичних Речовин
PFAAs	Perfluoroalkyl acids (Перфторалкільні кислоти)	РНК	Рибонуклеїнова кислота
PFAS	Per and polyfluoroalkyl substances (пер- та поліфторалкільні речовини)	РПГ	Рідини природного газу
PFHxS	Perfluorohexane sulfonic acid (Перфторгексансульфонова кислота)	СБТ	Стійкий, біоаккумулятивний та токсичний
		СЗВ	Спілка занепокоєних вчених
		СОЗ	Стійкі органічні забруднювачі
		ТЧ	Тверді частинки
		УФ	Ультрафіолет
		ЦКЗ	Центри з контролю та профілактики захворювань у США
		ШКТ	Шлунково-кишковий тракт



РЕЗЮМЕ

Пластик — це глобальна криза охорони здоров'я, що криється на видноті

Попри те, що він є одним із найбільш поширених матеріалів на планеті, що таке пластик і який його вплив на здоров'я людини усвідомлюється недостатньо. Проте вплив пластику поширюється на нові сфери довкілля та харчового ланцюга, оскільки наявні пластикові вироби фрагментуються на менші частинки та концентрують токсичні хімічні речовини. Збільшення виробництва пластику лише посилюватиме ці наслідки.

Наразі дослідження впливу пластику на здоров'я людини здебільшого зосереджуються на конкретних питаннях життєвого циклу пластику — від гирла свердловини до нафтопереробного заводу, від полиць магазинів до споживання людьми, а також від утилізації до постійного впливу — як забруднювача повітря та океанічного пластику. Кожен етап життєвого циклу пластику, взятий окремо, створює значні ризики для здоров'я людини.

Сукупно вплив життєвого циклу пластику створює однозначно токсичну картину: пластик загрожуює здоров'ю людей у планетарному масштабі.

Цей звіт містить детальний огляд наслідків для здоров'я, зумовлених пластиком, на кожному етапі його ланцюга постачання та життєвого циклу, а також розкриває численні шляхи впливу на здоров'я людини на кожному етапі. У звіті детально описуються фізичні наслідки ковтання, вдихання та контакту пластику зі шкірою, а також токсичні хімічні речовини, пов'язані з частинками пластику, зокрема хімічними добавками, засобами для оброблення пластику чи побічними продуктами пластику. Цей звіт також виявив, що системні та тривожні прогалини в наших знаннях можуть призвести до посилення негативного впливу пластику та відповідних ризиків для робітників, споживачів, громад, що найбільше потерпають, та навіть громад, віддалених від джерел пластику. Незважаючи на ці прогалини, докази, зібрані в цьому звіті, переконують в нагальній необхідності застосувати підхід, що базується на принципі обережності, з метою захисту здоров'я людей від кризи,

пов'язаної із забруднення пластиком.

КЛЮЧОВІ ВИСНОВКИ

Пластик вимагає використання концепції життєвого циклу. Сьогодні вузькі підходи до оцінки та вирішення питання впливу пластику є неадекватними та недоречними. Розуміння ризиків, пов'язаних із пластиком, та реагування на них, а також прийняття обґрунтованих рішень щодо цих ризиків вимагає підходу повного життєвого циклу до оцінювання комплексного впливу пластику на здоров'я людини. Йдеться про те, щоб ми не створювали ще більших та складніших екологічних проблем, намагаючись вирішити цю.

На кожному етапі свого життєвого циклу пластик створює певні ризики для здоров'я людей, що виникають як через вплив самих частинок пластику, так і пов'язаних із ним хімічних речовин. Більшість людей у світі зазнають впливу на декількох етапах цього життєвого циклу.

- **Видобування та транспортування викопних первинних матеріалів для пластику**
Видобуток нафти та газу, зокрема використання гідравлічного розриву пластів для видобутку природного газу, призводить до викиду безлічі токсичних речовин у повітря та воду, часто у значних обсягах. Понад 170 хімічних речовин, необхідних для здійснення гідророзриву, що використовуються для виробництва основних первинних матеріалів для пластику, мають відомі наслідки для здоров'я людини, зокрема канцерогенні захворювання, нейротоксичність, токсичність для репродуктивної системи та розвитку, погіршення імунної системи тощо. Ці токсини мають безпосередній і документально зафіксований вплив на шкіру, очі та інші органи чуття, дихальну, нервову та шлунково-кишкову системи, печінку та мозок.

- **Нафтоперероблення та виробництво смол пластмаси та полімерних добавок**

Перетворення викопного палива в смоли пластмаси та полімерні добавки призводить до викидів у повітря канцерогенних та інших високотоксичних речовин. Задokumentовані наслідки впливу цих речовин охоплюють порушення нервової системи, репродуктивні проблеми та проблеми розвитку, рак, лейкемію та генетичні наслідки, як-от низька вага тіла при народженні. Працівники та громади, розташовані поблизу нафтопереробних потужностей, піддаються найбільшому ризику і зазнають тривалого та гострого впливу через неконтрольовані викиди під час надзвичайних ситуацій.

- **Споживчі товари та пакування**

Використання пластикових виробів призводить до заковтування та/або вдихання великої кількості як частинок мікропластику, так і сотень токсичних речовин, що мають канцерогенний вплив та зумовлюють порушення розвитку та ендокринної системи.

- **Викиди токсичних речовин в результаті управління пластиковими відходами**

Усі технології управління пластиковими відходами (зокрема інсинерація, спільна інсинерація, газифікація та піроліз) призводять до викиду токсичних металів, як-от свинець та ртуть, органічних речовин (диоксини та фурані), кислотних газів та інших токсичних речовин, у повітря, воду та ґрунти. Усі подібні технології призводять до прямого та непрямого впливу токсичних речовин на робітників та сусідні громади, зокрема через вдихання забрудненого повітря, безпосередній контакт із забрудненим ґрунтом або водою, а також споживання продуктів, вирощених у забрудненому цими речовинами середовищі. Токсини від викидів, золи та шлаку в купках для спалювання, можуть поширюватися на великі відстані та осідати в ґрунті та воді, врешті-решт потрапляючи в людський організм після накопичення в тканинах рослин і тварин.

- **Фрагментація та мікропластик**

Мікропластик, що потрапляє в організм людини шляхом прямого впливу через контакт зі шкірою, ковтання або вдихання, може призвести до низки негативних процесів, зокрема запалень, генотоксичності, оксидативного стресу, апоптозу та некрозу, що пов'язані з безліччю наслідків для здоров'я, як-от рак, серцево-судинні захворювання, запальні захворювання кишківника, діабет, ревматоїдний артрит, хронічне запалення, аутоімунні захворювання, нейродегенеративні захворювання та інсульт.

- **Каскадний вплив під час руйнування пластику**

Більшість пластикових добавок не зв'язані з полімерною матрицею і легко вимиваються у довкілля, тобто повітря, воду, їжу або тканини тіла. Що більше частинки пластику розкладаються, то більше відкриваються нові ділянки поверхні пластику, що дозволяє добавкам із середини вимиватися на поверхню частинок і далі — у довкілля та потрапляти в людський організм.

- **Постійний вплив на довкілля**

Як тільки пластик потрапляє у довкілля у вигляді макро- або мікропластику, він забруднює харчові ланцюги та накопичується у них через сільськогосподарські ґрунти, наземні та водні харчові ланцюги та водопостачання. З цього пластику у довкілля можуть вимиватися токсичні добавки або вже у самому довкіллі можуть концентруватися токсини, які знову стають біодоступними для прямого або непрямого впливу на людину.

Невизначеність та прогалини у знаннях

перешкоджають повному оцінюванню впливу на здоров'я, обмежують здатність споживачів, громад та регуляторних органів робити обґрунтований вибір та посилюють як поточні, так і довгострокові ризики для здоров'я на всіх етапах життєвого циклу пластику.

- **Приховані ризики**

Надзвичайний брак прозорості даних щодо хімічних речовин, присутніх 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, що найбільше потерпають, і сусідніх громад — обмежувати вплив пов'язаних із пластиком загроз для здоров'я.

- **Брак розуміння перехресних впливів та синергетичних ефектів**

Процеси оцінювання ризику не дозволяють оцінити наслідки кумулятивного впливу на здоров'я сумішей тисяч хімічних речовин, що використовуються у споживчих товарах, як-от пакуванні для харчових продуктів, та потрапляють у довкілля.

- **Пластик у харчовому ланцюзі**

Незважаючи на повсюдну присутність пластику та мікропластику та їхній потенційно високий вплив, що здійснюється різноманітними шляхами, дослідження їхнього впливу та переміщення через наземне

середовище, морські екосистеми та харчові ланцюги є обмеженим. Потенційне потрапляння мікропластику та пов'язаних із ним токсичних хімічних речовин у посіви та тварин вимагає термінового та постійного вивчення.

- **Пластик у людях**

Мікріволокна та інші мікрочастинки пластику дедалі частіше знаходять у тканинах людини. Поки ми не зрозуміємо ці наслідки краще, нам слід застосувати підхід, що базується на принципі обережності, для обмеження виробництва та використання цих стійких забруднювачів.

Зниження токсичного впливу пластику вимагатиме різноманітних рішень та варіантів, оскільки пластик має складний життєвий цикл із різноманітними складовими.

- **Пріоритизація прав людини та людського здоров'я при прийнятті рішень**

На кожному етапі життєвого циклу пластику та на всіх цих етапах рішення мають прийматися із дотриманням прав людини на здоров'я та здорове довкілля. Незважаючи на невизначеності, наявні дані про серйозні наслідки життєвого циклу пластику виправдовують суворе застосування підходу, що базується на принципі обережності, до життєвого циклу пластику та загального скорочення виробництва й використання пластику.

- **Визнання взаємодії впливів**

Оцінки впливу на здоров'я, що зосереджуються виключно на пластикових компонентах продуктів, ігноруючи тисячі добавок та їх дію на кожному етапі життєвого циклу пластику, є завжди неповними.

- **Перетворення невидимого на видиме**

Вирішення проблеми забруднення пластиком потребуватиме адаптації та прийняття законодавства для забезпечення доступу до інформації щодо нафтохімічних речовин у продуктах та процесах, а також збільшення кількості незалежних досліджень для заповнення наявних та майбутніх прогалин у знаннях.

- **Розроблення рішень щодо прозорості, участі та права на захист**

При визначенні, розробленні та реалізації можливих рішень щодо кризи, пов'язаної із забрудненням пластиком, 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 пальне. Такі

рішення повинні забезпечувати не лише доступ до інформації, але й право на дієву участь у прийнятті рішень щодо ризиків, пов'язаних із пластиком, та доступ до правосуддя у разі виникнення шкідливих наслідків.

- **Думати глобально, діючи скрізь**

Виробництво, використання та утилізація пластику переплітаються в ланцюгах поставок, які перетинають і повторно перетинають кордони, континенти й океани.

На сьогодні зусилля, спрямовані на подолання впливу пластику на здоров'я людини, здебільшого ігнорують глобальні виміри життєвого циклу пластику та кризи, пов'язану з пластиком. Тому успішні заходи на місцевому рівні або стосовно одного потоку продукції, часто послаблюються чи нейтралізуються появою нових видів пластику, нових добавок і нових шляхів впливу. Поки влада не протиставить наслідкам повного життєвого циклу пластику зусилля на всіх рівнях, поточний фрагментарний підхід до вирішення кризи, пов'язаної із забрудненням пластиком, приречений на поразку.

Донині зусилля щодо подолання кризи, пов'язаної з пластиком, мали незначний успіх. Це результат великої кількості факторів: масштабу та складності впливів, обмежень систем оцінювання ризиків (зокрема, сукупного впливу хімічних речовин та обмежених даних про вплив), довгих та складних ланцюгів постачання, значного фінансового інтересу у збереженні статус-кво та заперечення промисловістю негативних наслідків для здоров'я. Проте, хоча економічні інтереси промисловості пластмас справді величезні, фінансові втрати для суспільства ще більші.

Висновки цього звіту зрозумілі. Навіть за наявності обмежених даних, вплив пластику на здоров'я впродовж усього його життєвого циклу вкрай високий. Для подолання цієї загрози життю та правам людини необхідно здійснити та прийняти чимало дій та рішень. Щоб бути ефективними, вони мають, врешті-решт, знизити виробництво, використання та утилізацію пластику та пов'язаних із ним токсичних хімічних речовин.



РОЗДІЛ ПЕРШИЙ

Вступ

Попри те, що він є одним з найбільш поширених матеріалів на планеті, природа, джерела, вплив та різноманітність пластику залишаються недостатньо зрозумілими для більшості людей. Загалом, пластмаси (пластики) — це синтетичні органічні полімери, тобто гігантські синтетичні молекули, що складаються з довгих ланцюгів коротших молекул; переважно їх отримують із викопного палива. Для спрощення, у цьому звіті під пластиком мається на увазі розмаїття полімерів та продуктів з різним хімічним складом. Здатність утворювати довгі цілісні молекулярні ланцюги є ключовою для розуміння функціональності, повсюдності та довговічності пластику, оскільки вона дозволяє пресувати, розкатувати, розтягувати смоли пластмаси та надавати їм будь-якої необхідної форми. Ця універсальність зробила пластик невід'ємною частиною нашого матеріального світу, постійно присутньою у нашому житті в усьому, починаючи від пластикових пляшок, пакетів, харчової упаковки й одягу, та закінчуючи протезуванням, деталями автомобілів і будівельними матеріалами.

Використання пластику як заміника традиційних матеріалів і як основи для нових категорій матеріалів зросло в геометричній прогресії з кінця Другої світової війни, коли виробники пластику шукали нові споживчі ринки для виготовлених матеріалів та виробничих потужностей, побудованих для підтримки військових дій.

Згідно з нещодавнім аналізом усього будь-коли виробленого пластику, світове виробництво пластику зросло з 2 млн метричних тонн (Мт) у 1950 р. до 380 млн Мт у 2015 році. На кінець 2015 року було вироблено 8 300 млн Мт пластику з первинної сировини. Важливо зауважити, що приблизно дві третини всього будь-коли виробленого пластику було викинуто в довкілля, і він залишається там у певній формі — як сміття в океанах, як мікро- або наночастинки в повітрі та сільськогосподарських ґрунтах, як мікрОВОлокна у запасах води або як мікрочастинки в організмі людини. Дійсно, пластик зараз настільки повсюдний у довкіллі, що за його присутністю можна визначити вік та характер

осадових відкладень, у яких він похований. Іншими словами, пластик є ключовим геологічним показником «Пластикової епохи Пластицену»¹, епохи, яку часто називають антропоценом, геологічним періодом, в якому люди почали суттєво впливати на наземні екосистеми.² Зростання виробництва, використання та споживання пластику викликало занепокоєння з приводу його потенційного впливу на здоров'я людини та довкілля, принаймні з 1970-х років, а в останні два десятиліття

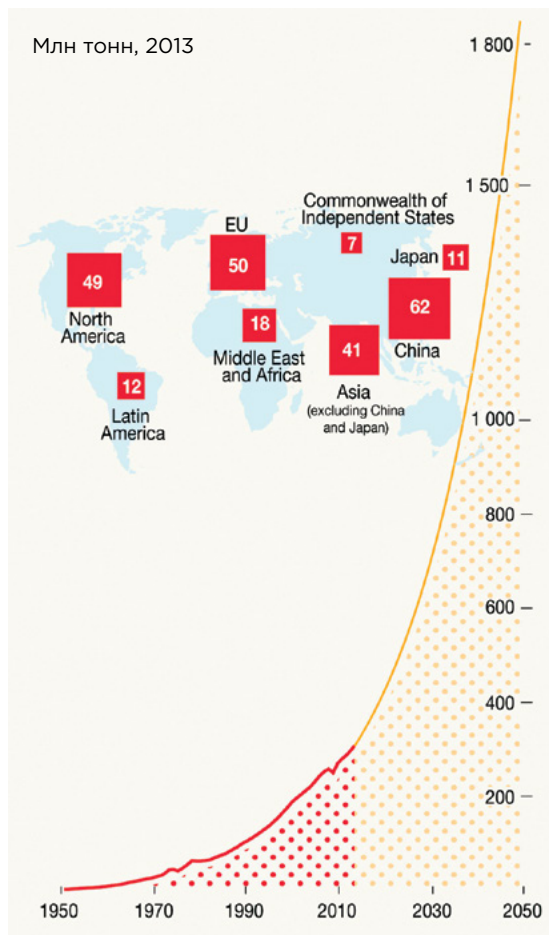
Приблизно дві третини всього будь-коли виробленого пластику було викинуто в довкілля і він залишається там у певній формі — як сміття в океанах, як мікро- або наночастинки в повітрі та сільськогосподарських ґрунтах, як мікрОВОлокна у запасах води або як мікрочастинки в організмі людини.

частота та актуальність занепокоєнь зросли.³ Більшу частину цього часу увага була звернена на вплив на здоров'я людини конкретного первинного матеріалу, з якого виробляється пластик, або добавок, зокрема серед конкретних груп населення, наприклад, працівників, які зазнають впливу бензену, немовлят, які зазнають впливу фталатів та інших полімерних добавок, чи споживачів, які зазнають впливу бисфенолу А, що міститься в харчовому пакуванні.

Це зростання занепокоєння і далі супроводжується зростанням виробництва та використання пластику. Більше половини всього будь-коли створеного пластику було вироблено за останні 15 років, і масштаби виробництва зростають з кожним роком. Це зростання має ще більше прискоритись з огляду на бум дешевого сланцевого газу, отриманого в результаті фрекінгу, що забезпечило низьку ціну та великі запаси первинної сировини для пластику.⁴ Згідно з поточними інвестиційними прогнозами, виробництво етилену та

РИСУНОК 1

Виробництво пластику у світі та виробничі тенденції



Джерело: Maphoto/Riccardo Pravettoni
<http://www.grida.no/resources/6923>

пропілену, двох основних видів первинної сировини, що використовуються для виробництва пластику, до 2025 року зросте на 33-36% — це приблизно 100 млн Мт.⁵

Хоча занепокоєння щодо впливу пластику заперечувалось або применшувалось (а іноді це продовжується і досі), масштаби та нагальність кризи, пов'язаної із забрудненням пластиком, об'єднали світову спільноту задля здійснення правових, наукових та адвокаційних ініціатив у цілому світі для її вирішення. Успішні ініціативи охоплюють законодавчу заборону пластикових пакетів та одноразових пластикових виробів, ініціатив zero-waste міст, прибирання пляжів, дослідження нових технологічних рішень щодо боротьби з відходами та пропозиції щодо використання міжнародної правової бази для глобального вирішення проблеми забруднення пластиком. Багато з цих зусиль зумовлені видимим, відчутним імперативом звільнити наші океани та інші екосистеми від забруднення пластиком.

На сьогодні обговорення питань впливу пластику на здоров'я та довкілля зазвичай зосереджене на конкретних етапах життєвого циклу пластику: під час використання та після утилізації. Однак життєвий цикл пластику та пов'язані з ним наслідки для здоров'я людини виходять далеко за межі цих двох етапів в обох напрямках, охоплюючи попередні етапи, під час видобутку сировини, транспортування та виробництва, та наступні, коли пластик потрапляє у довкілля та розкладається на мікро- та нанопластик. Дедалі більше досліджень та розвідок пропонують нові дані про прихований, всепроникний вплив мікро- та нанопластику на здоров'я людини та довкілля.

Майже весь пластик, що виробляється сьогодні (більш як 99%) виробляється із запасів викопного палива (переважно етилену та пропілену, що отримуються з рідин природного газу або з лігроїну, побічного продукту переробки сирової нафти; останнім часом пропілен отримують також із вугілля). Отже, насправді життєвий цикл пластику починається з вугільної шахти, гирла свердловини чи бурового майданчика, коли викопне паливо, яке стане пластиком, розпочинає свій шлях в економіку та людське довкілля.

Цей звіт консолідує найкращі доступні та раніше розрізнені дослідження щодо впливу пластику на здоров'я людини впродовж усього його життєвого циклу, щоб надати цілісне уявлення про весь спектр та масштаби кризи в галузі здоров'я, пов'язаної з ланцюгом постачання пластику та його виробництвом, використанням, утилізацією, і присутністю у довкіллі. Звіт складається із таких розділів:

ВИДОБУВАННЯ І ТРАНСПОРТУВАННЯ

Викопне паливо видобувається з гирла свердловини або з бурових майданчиків, а потім транспортується трубопроводом або залізницею на нафтопереробні та переробні заводи.

ПЕРЕРОБЛЕННЯ ТА ВИРОБНИЦТВО

Завдяки переробленню на нафтопереробних заводах та крекінг-установках ці вихідні сировини перетворюються на полімери, які складають основу економіки пластику. Ці первинні полімери, в свою чергу, поєднують із широким спектром нафтохімічних добавок, щоб надати смолам пластмаси специфічні характеристики, наприклад зробити пластик прозорого кольору, м'яким, твердим та/або гнучким, або надати йому властивості, які роблять його непроникним для світла або кисню, запобігають розмноженню бактерій тощо, і які перетворюють його на продукти, придатні для використання в усіх сферах діяльності.



© iStockphoto/johnny007pan

СПОЖИВАННЯ

На етапі використання зношення призводить до того, що деякі продукти, як-от шини або текстильні волокна, розкладаються, а в довкілля потрапляють мікро- та наночастинки пластику та волокна⁶ чи вимиваються токсичні добавки, наприклад через домашній пил та з пакування в їжу.

УПРАВЛІННЯ ПЛАСТИКОВИМИ ВІДХОДАМИ

Наприкінці свого життя, яке може бути як дуже коротким для пластикової харчової упаковки та всіх одноразових виробів, так і значно довшим, як у випадку з будівельними матеріалами, всі пластикові вироби перетворюються на пластикові відходи. Станом на 2015 рік із приблизно 6 300 Мт утворених пластикових відходів близько 9% було перероблено, 12% спалено, а 79% накопичено на звалищах або в природному середовищі.⁷ Навіть незначна частка пластику, яку справді збирають, зазнає промислового перероблення і впливає на здоров'я людей та довкілля.

ПЛАСТИК У ДОВКІЛЛІ

Як тільки пластик потрапляє у довкілля у вигляді макро- або мікропластику, він повільно фрагментується (розпадається) на більш дрібні частинки, забруднюючи всі елементи довкілля (повітря, воду та ґрунт), накопичуючись у харчових ланцюгах і виділяючи токсичні

добавки або концентруючи інші токсичні хімічні речовини в довкіллі, що робить їх знову біодоступними для прямого або непрямого впливу на людину.⁸

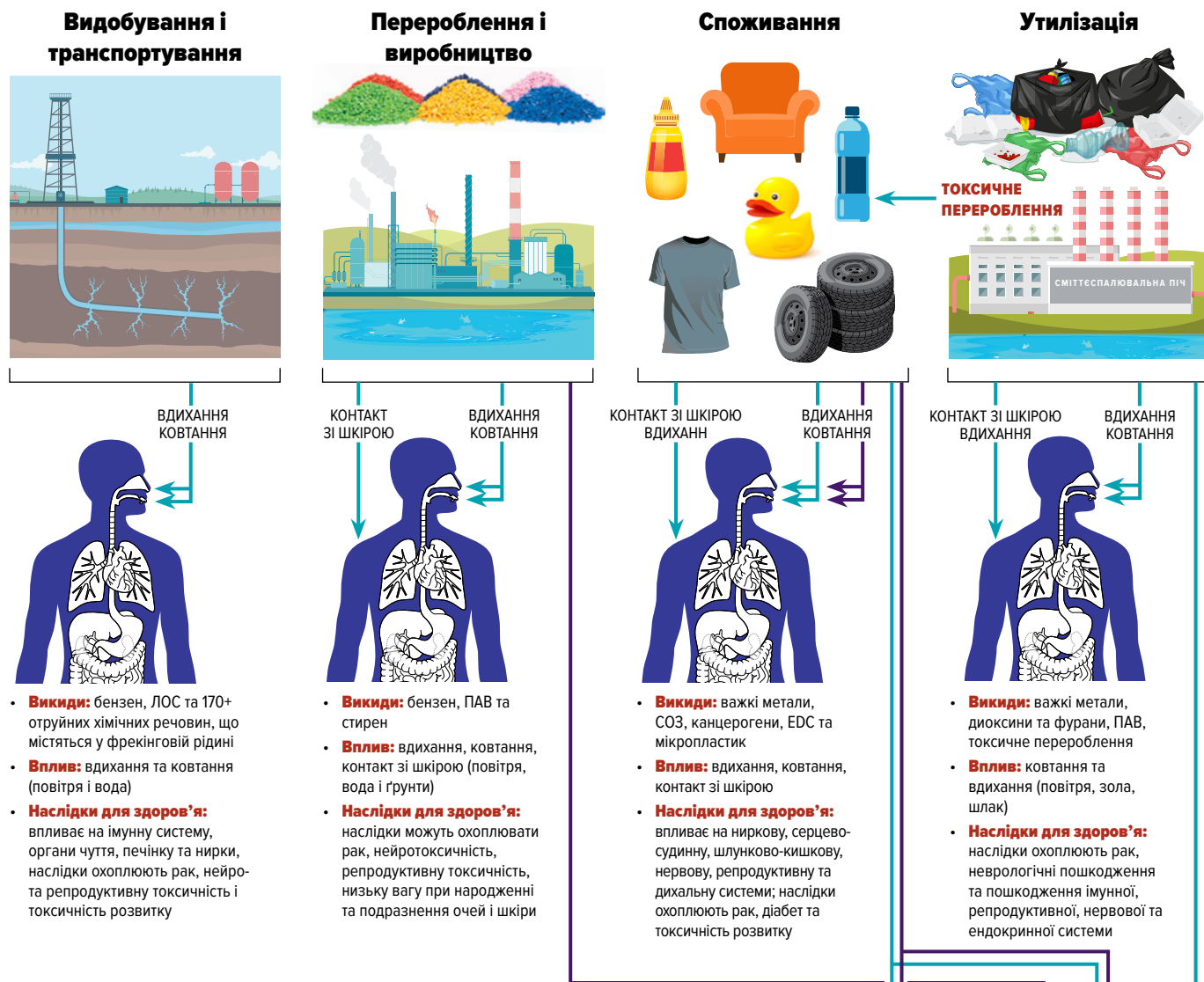
Тому, щоб повністю оцінити вплив нашої глобальної залежності від пластику на здоров'я, слід не лише враховувати кожен етап його життєвого циклу, але й усі можливі шляхи впливу різноманітних речовин, що використовуються та виділяються впродовж цього життєвого циклу. Вплив будь-якої речовини на здоров'я людини буде різнитися залежно від шляху впливу конкретної речовини: вдихання — те, чим ми дихаємо, ковтання — те, що ми їмо та п'ємо, та контакт зі шкірою — те, чого ми торкаємось або контактуємо зовні.

Насправді життєвий цикл пластику починається з вугільної шахти, гирла свердловини або бурового майданчика, коли викопне паливо, яке стане пластиком, розпочинає свій шлях в економіку та людське довкілля.

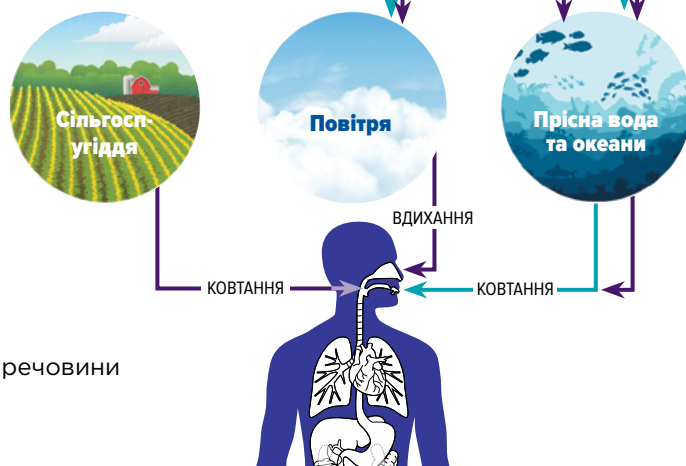
РИСУНОК 2

Пластик і здоров'я: прихована ціна пластику

Люди зазнають впливу великої кількості токсичних хімічних речовин та мікропластику через вдихання, ковтання та безпосередній контакт із шкірою впродовж усього життєвого циклу пластику.

ПРЯМИЙ ВПЛИВ**ВПЛИВ ЧЕРЕЗ ДОВКІЛЛЯ**

- **Мікропластик** (наприклад, пил із шин та текстильні волокна) та **токсичні добавки:** CO₂, ендокринні руйнівники, канцерогени та важкі метали
- **Вплив:** вдихання і ковтання (повітря, вода та харчовий ланцюг)
- **Наслідки для здоров'я:** впливає на серцево-судинну, ниркову, шлунково-кишкову, неврологічну, репродуктивну та дихальну системи, наслідки охоплюють рак, діабет, нейро- та репродуктивну токсичність і токсичність розвитку



Позначки: ————— Мікропластик ————— Хімічні речовини

Часто говориться про те, що комплексному розумінню впливу пластику на здоров'я людини перешкоджає брак даних щодо кількісної оцінки кумулятивних ризиків тривалого впливу, і що існує лише обмежена інформація про показники розкладання та фрагментації, вимивання хімічних речовин у довкілля та входження у харчовий ланцюг.⁹ Однак, хоча в цьому звіті справді зафіксовано прогалини в знаннях, нові дослідження допомогли спростувати попередній погляд на пластик як на інертну та безпечну речовину.

Дослідження все частіше демонструють, що ті самі характеристики, що роблять пластик матеріалом, придатним для різноманітного та бажаного застосування для поліпшення життя людини, як-от легкі та неймовірно міцні молекулярні зв'язки, роблять їх широко розповсюдженою, всюдишущою та стійкою загрозою для здоров'я людей і нашої екосистеми. Аналогічно безліч досліджень, що виявляють негативні наслідки багатьох

Дослідження все частіше демонструють, що ті самі характеристики, що роблять пластик матеріалом придатним для різноманітного та бажаного застосування для поліпшення життя людини, як-от легкі та неймовірно міцні молекулярні зв'язки, роблять їх широко розповсюдженою, всюдишущою та стійкою загрозою для здоров'я людей і нашої екосистеми.

полімерних добавок для здоров'я людини, свідчать, що існують значні ризики для здоров'я людини, і тому виправданим є підхід, що ґрунтується на принципі обережності.







РОЗДІЛ ДРУГИЙ

Видобування і транспортування

Дев'яносто дев'ять відсотків пластику отримують із викопного палива.¹⁰ Пластик може бути вироблений та виробляється з усіх видів викопного палива. Найбільш ранні вуглеводневі пластики, як-от колись всюди поширені нейлони, отримували з вугілля, і вугілля досі залишається важливим джерелом виробництва пластику в деяких регіонах, зокрема в Китаї. Незадовго до Другої світової війни розвиток полімерів із нафтових сировинних ресурсів стрімко зріс. Коли війна закінчилася, виробники пластику почали шукати та створювати нові сфери використання та збуту смол пластмаси та виробів із пластику. Відтоді пластик виробляють із суміші нафти, газу та, меншою мірою, вугілля, залежно, головним чином, від доступності та вартості основних сировинних ресурсів.

У США буріння нафти та газу розпочалося на початку 1900-х років¹¹; використовувалось традиційне буріння, що передбачає буріння вертикальної свердловини. Пізніше з'явилося нетрадиційне буріння, яке полягає в тому, що свердловину бурять спочатку вертикально, а потім горизонтально на більш як дві милі. Поява нових технологій гідророзриву пластів на межі XXI століття уможливила доступ до запасів природного газу, які раніше були недоступні для видобування. Разом нетрадиційне буріння та технологія гідророзриву призвели до масштабного нафтового та газового буму між 2006 та 2015 роками, що, у свою чергу, посилив бум виробництва пластику. Що більше розширюються способи та місця видобутку, то більше зростають викиди токсичних хімічних речовин у воду, повітря та їжу, призводячи до значних ризиків для здоров'я населення.

Гідророзрив, який часто називають фрекінгом, — це процес створення тиску, під дією якого підземні гірські породи (сланці) розтріскуються або розриваються для вивільнення нафти та газу. Для запобігання змиканню відкритих тріщин сланцевих порід у процесі фрекінгу використовується суміш хімічних речовин, піску та прісної води. Це призводить до витікання нафти та газу із свердловини так само, як і інших «відпрацьованих» рідин,

зокрема води, піску та хімічних речовин, що використовуються для буріння свердловини, разом із сірководнем (H₂S) та різними вуглеводнями¹², як-от бенzenом, толуеном, етилбенzenом, і ксиленом — групою, що називається BTEX.¹³

Видобуток нафти та газу відбувається у п'ять стадій¹⁴:

1. Понад мільйон галонів води, піску та хімічних речовин¹⁵ транспортується для закачування у свердловину.
2. Підготовка до виробництва: готується майданчик, буриться свердловина та, під високим тиском, закачується в неї вода, пісок, хімічні речовини, зокрема шляхом впорскування пластикових гранул, покритих слаборадіоактивним матеріалом.¹⁶
3. Суміш, що знаходиться під тиском, спричиняє розтріскування сланцю, а пісок тримає тріщини відкритими та уможливорює надходження нафти і газу в свердловину.
4. Виробництво: активний видобуток нафти, газу та відпрацьованих рідин.
5. Транспортування, зберігання в баках або резервуарі та постачання нафти й газу.
6. Використану (технічну) воду, нафту та газ перекачують на оброблення для використання.

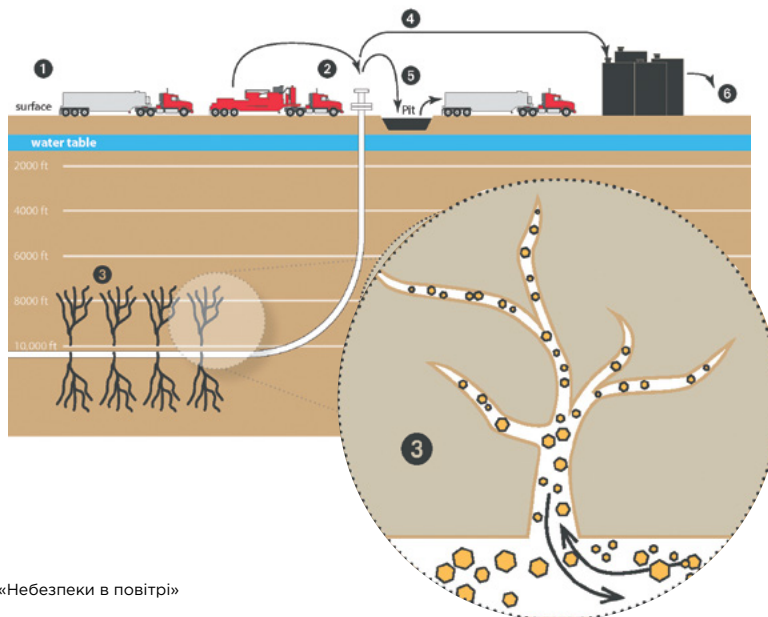
Існує два типи газу, добутого методом гідророзриву: мокрий і сухий. Сухий газ — це здебільшого метан, натомість вологий газ містить «рідини природного газу» (РПГ), що складаються з етану, пропану, бутану та пентану.¹⁷ Хоча всі вуглеводні можна перетворити на пластик та його прекурсори, етан легше «розтріскується» в етилен, один із основних компонентів пластику, і тому йому надається перевага як первинній сировині для виробництва пластику.

Через бум фрекінгу дешевий природний газ став дуже поширеним. «Завдяки буму видобутку сланцевого газу, США є найпривабливішим місцем у світі для інвестування у виробництво хімічних речовин і пластику. Це вражає зростання конкурентоспроможності», — повідомила Американська хімічна рада у 2014 році.¹⁸



РИСУНОК 3

Нетрадиційне виробництво нафти та газу



Джерело: Звіт Earthworks «Небезпеки в повітрі»

Позначки

- ❶ Вода, пісок та хімічні речовини транспортуються до майданчика для свердловини
- ❷ Майданчик готується, буриться свердловина, і під високим тиском закачується вода, пісок, хімічні речовини
- ❸ Суміш, що знаходиться під тиском, спричиняє розтріскування сланцю, а нафта й газ надходять в свердловину

- ❹ Активний видобуток нафти, газу та відпрацьованих рідин
- ❺ Транспортування, зберігання та постачання нафти та газу
- ❻ Використану (технічну) воду, нафту й газ перекачують на оброблення для використання

НАСЛІДКИ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я

Забруднення повітря

За оцінками, лише в Сполучених Штатах 12,6 мільйона людей живуть у радіусі пів милі від нафтогазових об'єктів.¹⁹ Дослідження демонструють, що розвиток нафтогазової промисловості спричиняє забруднення повітря, зокрема під час виробництва, перероблення, транспортування та зберігання.²⁰ У період з 2009 по 2015 рр. 685 авторитетних наукових досліджень вивчали впливи фрекінгу. З 46 досліджень якості повітря, 87% вказали на підвищені викиди забруднювачів у повітря.²¹

Забруднення повітря, яке відбувається під час «підготовки до виробництва», тобто буріння, закачування під високим тиском води, піску та хімічних речовин і факельного спалювання газу — процесу, який використовується у промисловості для спалювання надлишкових газів — здебільшого добре відоме.²² Факельне спалювання або видалення надлишкових газів, які вважаються відходами, збільшилося внаслідок швидкого розширення нафтогазової промисловості²³, і це

може призводити до викидів токсичних хімічних речовин у повітря.²⁴ Оскільки на одну свердловину потрібно 2 300 вантажівок з водою, піском та іншими матеріалами, дизельні вантажівки також спричиняють забруднення повітря на стадії підготовки до виробництва.²⁵ Дизельні викиди від вантажних автомобілів виділяють токсичні хімічні речовини, як-от ВТЕХ і забруднення ТЧ²⁶, дрібними частинками й краплями рідини, які змішуються у повітрі. При вдиханні вони можуть призвести до серцево-судинних та респіраторних захворювань, як-от задишка, запалення легень та посилення симптомів астми.²⁷

Озон

Забруднення повітря також впливає на здоров'я громад, що живуть далі від нафтогазових об'єктів. Щорічно видобуток нафти та газу призводить до викиду понад дев'яти мільйонів тонн метану та інших забруднюючих речовин, зокрема летких органічних сполук (ЛОС). ЛОС, змішуючись із оксидами азоту (NOX) і потрапляючи на сонячне світло, призводять до забруднення озоновим смогом або приземним озоном, що є шкідливим для здоров'я людини.²⁸ Озоновий смог, спричинений нафтогазовим забрудненням, впливає на сільські

громади, і може поширюватися на відстані до 200 миль від місця забруднення.²⁹

Тривалий вплив приземного озону може погіршити функцію легень та призвести до астми та хронічної обструктивної хвороби легень. Це особливо шкодить дітям, активним молодим людям, які проводять багато часу на свіжому повітрі, людям із наявними респіраторними захворюваннями та людям похилого віку.³⁰ Прогнози свідчать, що до 2025 року лише в США буде зафіксовано 750 000 нападів астми влітку у дітей віком до 18, більш як 2 000 звернень до швидкої медичної допомоги через астму та 600 випадків госпіталізації у зв'язку з проблемами дихальних шляхів через озоновий смог від забруднення нафтою та газом.³¹

Вплив на громади, що найбільше потерпають

Вплив на здоров'я громад, які живуть поблизу нафтогазових свердловин, варіюється залежно від шляхів впливу на організм (вдихання, ковтання, контакт зі шкірою та очима, вплив шумового забруднення на слух), тривалості впливу, дози, суміші хімічних речовин і таких чинників вразливості, як вік, попередні проблеми зі здоров'ям та історія впливу довкілля. Шкідливі забруднювачі, що виділяються в результаті нафтогазових операцій, можуть впливати, крім шкіри та очей, на дихальну, кровоносну, репродуктивну, імунну, нервову і травну системи.³² На відміну від негайних впливів на шкіру та очі, які можуть виникнути у разі контакту, інші наслідки для здоров'я, які не завжди є очевидними, можуть мати непередбачуваний та відтермінований вплив упродовж усього життя для людей та їхніх нащадків.³³

Із 353 хімічних речовин, пов'язаних із видобутком нафти та газу, 75% впливають на шкіру, очі та інші органи чуття, дихальну систему, шлунково-кишкову систему та печінку. До 50% хімічних речовин можуть впливати на мозок/нервову систему, імунну та серцево-судинну системи та нирки.³⁴ Крім того, дослідження виявили, що вища концентрація фрекінгових свердловин тісно пов'язана з вищим рівнем госпіталізації через серцеві або неврологічні проблеми.³⁵

Психічне здоров'я та права людини

Хоча наслідки видобування, транспортування та зберігання нафти та газу для психічного здоров'я є одним із найменш вивчених напрямів, дослідження виявили, що громади, які проживають поблизу ділянок видобування нафти та газу, є вразливими до психологічних наслідків, що ведуть до стресу, травм і безсилля.³⁶ Гучний шум від фрекінгу та буріння, газових компресорів, транспортних засобів та іншого важкого обладнання може спричинити порушення сну, спровокувати стрес та підвищити високий кров'яний тиск, викликати діабет, серцеві захворювання, депресію та труднощі у навчанні у дітей.³⁷

В усьому світі лідери громад та активісти зазнають погроз, переслідувань, тортур, насильства та навіть убивств через свою діяльність щодо захисту здоров'я та довкілля своїх громад, мирно протестуючи проти нових проєктів з видобутку нафти та газу.^{38,39,40}

Хоча наслідки видобування, транспортування та зберігання нафти та газу для психічного здоров'я є одним із найменш вивчених напрямів, дослідження виявили, що громади, які проживають поблизу ділянок видобування нафти та газу, є вразливими до психологічних наслідків, що ведуть до стресу, травм і безсилля.

Ризики для дітей, немовлят і вагітних жінок

Дослідження показують, що ризики для здоров'я вразливих груп населення, як-от дітей, немовлят і вагітних жінок, особливо високі в регіонах зі значним видобутком нафти та газу.⁴¹ У процесі буріння нафтових та газових свердловин і фрекінгових робіт використовуються та виділяються хімічні речовини, що, як відомо, порушують роботу ендокринної системи, системи залоз, яка виробляє гормони та регулює все — від голоду до репродуктивних функцій — та впливає майже на кожну клітину, орган і метаболічну функцію.⁴² Ендокринні руйнівники — це хімічні речовини, що можуть впливати на роботу ендокринної системи організму та спричиняти негативні наслідки для системи розвитку, репродуктивної, нервової та імунної системи. Дослідження пов'язують ендокринні руйнівники з раком, ожирінням, діабетом, метаболічними захворюваннями, безпліддям⁴³ і підвищеним ризиком в період внутрішньоутробного та раннього розвитку немовлят, коли формуються органи та нервова система.⁴⁴ Тридцять сім відсотків хімічних речовин, що використовуються для фрекінгу, є ймовірними ендокринними руйнівниками.⁴⁵ Шкідливість впливу на репродуктивну функцію і розвиток пов'язані з наявністю хімічних речовин, зокрема бензену, толуену, етилбензену та ксиленів, що руйнують ендокринну систему та використовуються у розробці нафти та газу.⁴⁶

Дослідження у Британській Колумбії виявило підвищений рівень муконової кислоти, що є маркером впливу бензену, в сечі вагітних жінок, які проживають поблизу місць фрекінгу.⁴⁷ Дослідження у Пенсильванії показали, що серед матерів, які проживають поблизу місць фрекінгу, ризик передчасних пологів збільшується на 40%⁴⁸, показники здоров'я немовлят гірші, а вага при народженні значно нижча.⁴⁹ Дослідження в Колорадо виявили вищий рівень поширення вроджених вад мозку, хребта, спинного мозку та серця⁵⁰ і вищі показники лейкемії серед дітей та молоді, які проживають у районах



інтенсивного видобутку нафти та газу.⁵¹ Встановлено, що хімічні речовини, які викликають рак і які використовуються під час фрекінгу, забруднюють як воду, так і повітря сусідніх громад, що може збільшити ризик дитячої лейкемії.⁵²

Вода

Шкідливі хімічні речовини, які використовуються у фрекінгу, можуть потрапляти в питну воду — через розливи, неправильне поводження зі стічними водами або недосконалу інфраструктуру — і можуть призвести до негативного впливу на здоров'я людей. Сорок із 58 академічних досліджень якості води поблизу ділянок видобутку нафти та газу (69%) свідчать про забруднення води через видобуток нафти та газу.⁵³ Лише у чотирьох штатах США — Колорадо, Нью-Мексико, Північній Дакоті та Пенсильванії — у 2005-2014 роках у зв'язку з фрекінгом було зафіксовано 6 648 розливів.⁵⁴

Відпрацьована вода після фрекінгу — це суміш води, що використовується для здійснення гідравлічного розриву, солей, токсичних хімічних речовин, органічних речовин та радіоактивних речовин, що трапляються в природі.⁵⁵ Відпрацьована вода є загрозою для джерел питної води та місцевих екосистем, зокрема через:

- розливи відпрацьованої води;
- закачування відпрацьованої води у свердловини, що мають витік у підземні води, або закачування відпрацьованої води безпосередньо у підземні води;
- виливання неправильно очищеної відпрацьованої води;

- виливання або зберігання відпрацьованої води у негерметичних ямах для води, що призводить до витоку в підземні води.⁵⁶

Агентство США з охорони довкілля (USEPA) виявило 1 606 хімічних речовин, пов'язаних із фрекінгом, зокрема 1 084 хімічних речовин, що використовуються для здійснення гідравлічного розриву, та 500 хімічних речовин у відпрацьованих водах. З них 173 хімічні речовини відомі як такі, що впливають на здоров'я людини у разі потрапляння в організм із ковтанням, спричиняючи, зокрема:

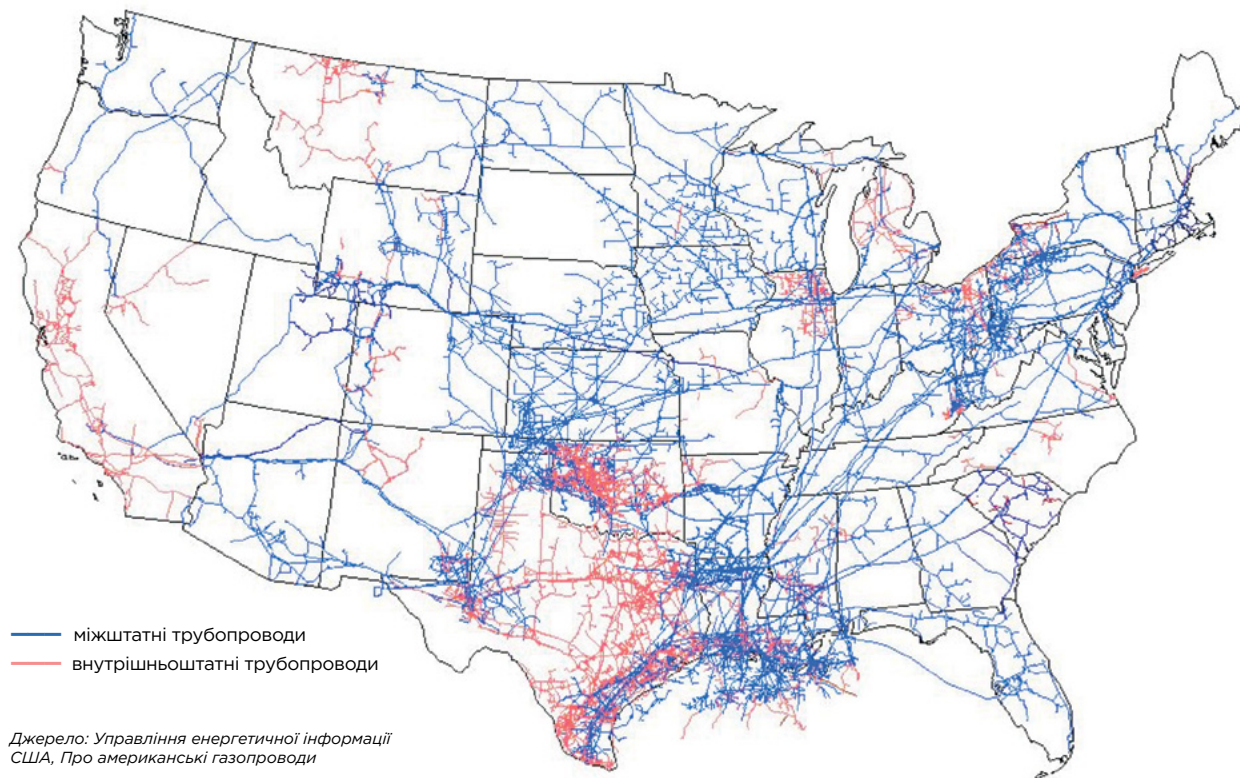
- Рак;
- Нейротоксичність;
- Наслідки для імунної системи;
- Зміну маси тіла та хімічного складу крові;
- Токсичність для печінки та нирок;
- Токсичність для репродуктивної системи та розвитку.⁵⁷

Трубопроводи

Нафтогазовий бум у США призвів до різкого збільшення будівництва трубопроводів природного газу в країні. Трубопроводи необхідні для транспортування природного газу від місця видобутку до нафтопереробних заводів, портів і споживачів.⁵⁸ Наразі довжина трубопроводів, що транспортують природний газ по території США, становить, за оцінками, три мільйони миль.⁵⁹ Газозбірні колектори транспортують газ від свердловини до газозбірного трубопроводу, який, у свою чергу, переміщує продукт до магістрального газопроводу або безпосередньо на ринок.



РИСУНОК 4

Три мільйони миль газопроводів у США

Хоча трубопроводи підземні, вони становлять загрозу не лише для підземних водних шляхів, а й для людей та наземних середовищ існування. Трубопроводи недовговічні, нестійкі до промерзання ґрунту, корозії, тріщин та витоків. У період між 2010 і 2017 роками лише в США в результаті аварій на трубопроводах загинуло 100 людей, 500 зазнало травм, тисячі людей були евакуйовані, а понад 17 мільярдів кубічних футів метану витекло. Трубопроводи, які використовувались для транспортування нафти, газу або відпрацьованих вод, стали причиною понад 7 000 розливів, витоків та аварій із 2009 року⁶⁰, призводячи до подальшого збільшення впливу на людину та довкілля відомих токсичних хімічних речовин і пов'язаних з ними наслідків для здоров'я людини.

Викиди трубопроводів у повітря — ще одна проблема, пов'язана з охороною здоров'я. Трубопроводи виділяють метан, етан, бензен, толуен, ксилен, чадний газ, озон та інші забруднювачі⁶¹. Компресорні станції, які підтримують тиск природного газу для забезпечення регульованого та безперервного потоку по трубопроводах⁶², створюють додаткові викиди в атмосферу, а також шумове забруднення. Через мінімальні та варіативні нормативи для трубопроводів

пошкоджені або старі трубопроводи збільшують ризик неконтрольованих викидів та аварій.⁶³

Серйозні наслідки для здоров'я людини стають очевидними до того, як пластик потрапляє до споживачів, і задовго до того, як він потрапляє у довкілля, — на перших стадіях життєвого циклу пластику: видобування і транспортування викопного палива. Отже, необхідно усвідомлювати токсичні впливи пластику, починаючи з гирла свердловин, з яких видобується первинна сировина для пластику. Для зниження ризиків для здоров'я населення, пов'язаних із пластиком, важливо зменшити виробництво нафти, газу та пластику.

Серйозні наслідки для здоров'я людини стають очевидними до того, як пластик потрапляє до споживачів, і задовго до того, як він потрапляє у довкілля, — на перших стадіях життєвого циклу пластику: видобування і транспортування викопного палива. Отже, необхідно усвідомлювати токсичні впливи пластику, починаючи з гирла свердловин.





РОЗДІЛ ТРЕТІЙ

Перероблення та виробництво

Перероблення та виробництво пластику суттєво впливають на здоров'я людини. Зокрема, сусідні громади, розташовані близько до виробничих майданчиків, та працівники відповідних виробничих потужностей зазнають сильного впливу. Сусідні громади, як вживається в цьому звіті, — це райони, що зазнають впливу через свою близькість до інфраструктури видобувної промисловості, яка видобуває, переробляє, зберігає і транспортує хімічні речовини, токсини та інші небезпечні матеріали. Ці громади постають перед щоденною загрозою токсичного впливу, потенційних інцидентів/нещасних випадків або смерті. Зазвичай це громади кольорових, малозабезпечених та маргіналізованих спільнот. Тому їх зазвичай розглядають як території найменшого опору, де, вочевидь, люди не матимуть можливостей та ресурсів кинути виклик промисловості, навіть коли вона, ймовірно, негативно вплине на їхнє довкілля та здоров'я. Сусідні громади зазнають непропорційного впливу не лише з огляду на токсичність, а й через погіршення стану довкілля, продовольчу незабезпеченість, погану освіту та неадекватну охорону здоров'я, як і безліч інших проблем, поширених у регіонах з низьким рівнем доходу. Ці наслідки лише посилюються через погане управління та погану комунікацію із сусідніми громадами.

Примітно, що сусідні громади страждають не від однієї, а від декількох джерел забруднюючих речовин. Один нафтопереробний або інший завод часто відкриває шлях для більшої кількості виробничих потужностей та нафтопереробних заводів, а також іншої супутньої інфраструктури. Їх часто будують близько один від одного через пов'язаний характер деяких промислових процесів (наприклад, перероблення нафти й газу та виробництво пластику), ефект масштабу та наявну інфраструктуру, як-от судноплавний канал.

БЛОК 1

Інциденти з укриттям на місцях

Нещасні випадки або інциденти також називаються інцидентами з укриттям на місцях через назву дій, які необхідно вжити. У цих випадках мінімізація ризику вимагає від людей «укритись на місці», знайшовши укриття чи притулок у внутрішній кімнаті будинку чи іншої споруди, яка не має або має мало вікон, і залишатися в цьому притулку, поки місцева влада не повідомить, що виходити на вулицю безпечно. Див. Emergency Action Plan, Shelter-in-Place, Occupational Health and Health Administration, <https://www.osha.gov/SLTC/etools/evacuation/shelterinplace.html>.

ВПЛИВ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПЛАСТИКУ, НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ INVOLVED IN PLASTIC PRODUCTION

Незважаючи на те, що необхідно проводити подальші дослідження різних аспектів впливу на здоров'я людини процесу виробництва пластику, зокрема канцерогенних властивостей деяких використаних хімічних речовин, багато хімічних речовин, що виділяються, мають численні наслідки, вже відомі як шкідливі для людини.

Небезпечні забруднювачі повітря

Згідно з USEPA, небезпечні забруднювачі повітря, також відомі як токсичні речовини в повітрі, класифікуються як забруднюючі речовини, якщо відомо, що вони спричиняють рак, репродуктивні та вроджені дефекти або інші серйозні негативні наслідки для людини та довкілля.⁶⁴ Відповідно до Закону США «Про чисте повітря», USEPA має регулювати викиди 187 небезпечних забруднювачів повітря.



© iStockphoto/Joyce Marrero

Виробництво пластику призводить до вивільнення багатьох із цих речовин, оскільки чимало хімічних речовин, обов'язкових у процесі виробництва пластику, є небезпечними забруднювачами повітря. Наприклад, у звіті Спілки занепокоєних вчених (UCS) було розглянуто найнебезпечніші забруднювачі повітря, які постійно присутні в Х'юстоні, штат Техас, громада Манчестер (див. Блок 3). Чотири з шести досліджених забруднювачів пов'язані з виробництвом пластику: 1,3-бутадиєн, бензен, стирен та толуен. Багато з цих хімічних речовин, а також інші, що виділяються внаслідок виробництва пластику, становлять особливо серйозну загрозу здоров'ю людей, оскільки вони мають різні наслідки, зокрема рак, і їх може бути важко виявити, бо деякі з них безбарвні і часто мають легкий запах або зовсім його не мають. Нижче наведено неповний перелік деяких найнебезпечніших хімічних речовин, що використовуються та виділяються під час виробництва пластику.

1,3-БУТАДІЄН

1,3-бутадиєн, легкозаймистий, безбарвний газ із слабким бензоподібним запахом, використовується як хімічна проміжна речовина і як мономер для отримання каучуку, пластику та інших полімерів.⁶⁵ Як короточасний, так і тривалий вплив цього забруднювача може призвести до

негативних наслідків для здоров'я. Короточасний вплив може спричинити подразнення очей та горла, головний біль, втому, зниження артеріального тиску та пульсу, ураження центральної нервової системи та непритомність. Довготривалий вплив може спричинити рак та підвищує імовірність лейкемії.⁶⁶ Наприклад, згідно з дослідженням Технічного університету Техасу, діти, які мешкають у радіусі двох миль від Х'юстонського суднового каналу, де розміщено численні промислові заводи, мали ризик розвитку гострого лімфолейкозу на 56% вищий, ніж діти, які живуть більш як за десять миль від каналу.⁶⁷ У тому ж дослідженні було виявлено, що в дітей, які мешкають у регіонах із вищими викидами 1,3-бутадиєну з нафтохімічних об'єктів, виявлено вищі показники як лімфатичного лейкозу, так і гострого мієлолейкозу.⁶⁸

БЕНЗЕН

Бензен, легкозаймиста, безбарвна рідина із солодким запахом, використовується як хімічний розчинник, допомагаючи утворювати мономери, з яких виробляють смоли пластмаси, нейлон і синтетичні волокна.⁶⁹ Бензен виділяється багатьма способами, зокрема через промислові розчинники, викиди від спалювання вугілля та нафти та тютюнового диму.⁷⁰ Як і вплив 1,3-бутадиєну, вплив бензену може мати серйозні наслідки для

здоров'я. Насправді з кінця XIX століття бензен відомий як потужна отрута, що діє на кістковий мозок.⁷¹ Короткочасний вплив бензену викликає головний біль, тремор, сонливість та запаморочення, а вплив високих доз бензену може навіть призвести до смерті впродовж декількох хвилин або годин.⁷² Більш тривалий вплив або вплив протягом життя може спричинити різні наслідки для здоров'я — від анемії до лейкемії.⁷³ Крім того, дослідження показали, що в громадах, де бензен викидається у повітря промисловими підприємствами, зростає кількість випадків деяких видів раку крові, зокрема неходжкінської лімфоми.⁷⁴ Жінки, які зазнали впливу бензену високої щільності через забруднення повітря, також можуть зазнати специфічних наслідків для репродуктивного здоров'я, зокрема нерегулярні менструальні цикли та недорозвинені яєчники.⁷⁵

СТИРЕН

Стирен, дуже вибухонебезпечна безбарвна рідина, використовується у виробництві полістиренового пластику та смол.⁷⁶ Він може викидатися у повітря і потрапляти в їжу (а потім з ковтанням потрапляти в організм) із полістиренової упаковки. Обмежений вплив стирену може спричинити подразнення легень, очей, носа та шкіри. Високий рівень впливу може спричинити зорові зміни, уповільнення реакцій, проблеми з підтриманням рівноваги та навіть рак.⁷⁷

ТОЛУЕН

Толуен — це безбарвна рідина з солодким запахом. Вона використовується як для виробництва інших хімічних речовин, зокрема бензену, так і для виробництва полімерів, як-от поліетилентерефталату (PET), основного компонента пластикових пляшок, нейлону тощо.⁷⁸ Толуен виділяється у повітря під час виробництва полімерів, під час його використання як розчинника, а також під час використання продуктів, що містять толуен.⁷⁹ Короткочасний вплив низького або помірного рівня толуену може спричинити втому, слабкість, втрату пам'яті, нудоту та втрату апетиту. Тривалий вплив може спричинити подразнення очей або легень, головний біль та запаморочення. Толуен також може впливати на нервову та репродуктивну системи та викликати проблеми розвитку в дітей.⁸⁰

ЕТАН

Етан, побічний продукт природного газу, видобутого за допомогою фрекінгу, використовується для виробництва пластику шляхом його перетворення в етилен. Установки крекінгу етану — це промислові споруди, побудовані для перетворення етану, отриманого в результаті видобутку природного газу, в етилен для використання у виробництві пластику. Етан сам по собі є вуглеводнем, і виробництво етилену призводить до викидів диоксиду сірки, оксидів азоту та ЛОС, які, поєднуючись, створюють озон, за наявності сонячного світла, а також твердих

частинок, свинцю та монооксиду вуглецю. Крім того, можуть виділятися небезпечні забруднювачі повітря, зокрема акролеїн, бензен і леткі органічні сполуки. Вони породжують різні наслідки для здоров'я, як-от подразнення очей і горла, нудоту, головний біль і кровотечі з носа при низькому рівні впливу та більш серйозні ураження нирок, печінки та центральної нервової системи при високому рівні впливу. Вони також пов'язані з алергією та проблемами дихання, наприклад астмою, а деякі з них є відомими або підозрюваними канцерогенами.⁸¹

ПРОПІЛЕН ТА ОКСИД ПРОПІЛЕНУ

Пропілен, безбарвний газ із слабким нафтоподібним запахом, є хімічним проміжним продуктом у виробництві пластику (зокрема волокон килимового покриття) та хімії тонкого органічного синтезу.⁸² Вплив пропілену в помірних дозах може спричинити запаморочення, сонливість та непритомність.⁸³ Оксид пропілену, легкозаймиста, летка, безбарвна рідина, використовується у виробленні поліуретанового пластику та інших поліетерів.⁸⁴ Оксид пропілену класифікується як імовірний канцероген для людини. Здійснюючи короткочасний вплив, він може спричинити подразнення очей та дихальних шляхів і є м'яким депресантом центральної нервової системи.⁸⁵

Багато з цих хімічних речовин, а також інші, що виділяються внаслідок виробництва пластику, становлять особливо серйозну загрозу здоров'ю людей, оскільки вони мають різні наслідки, зокрема рак, і їх може бути важко виявити, бо деякі з них безбарвні і часто мають легкий запах або зовсім його не мають.

ПОЛІЦИКЛІЧНІ АРОМАТИЧНІ ВУГЛЕВОДНІ (ПАВ)

Понад 100 хімічних речовин класифікуються як ПАВ, і містяться у кам'яновугільній смолі, сирій нафті, креозоті, барвниках, пестицидах та пластику.⁸⁶ ПАВ є визнаними токсичними речовинами для довкілля і можуть також мати негативний вплив на здоров'я. Згідно з дослідженням, проведеним у 2018 році Техаським університетом A&M, ПАВ присутні біля входів до будинків у промислових районах, а три ПАВ, що входять до списку USEPA, пов'язані з виробництвом пластику, а саме антрацен, фенантрен та пирен. Це дослідження виявило 19 із 61 ПАВ в оселях, що потрапили у вибірку, зокрема 16 ПАВ зі списку пріоритетів USEPA та сім — ймовірних канцерогенів для людини. Шляхи впливу ПАВ, пов'язані з виробництвом пластику (зокрема антрацену, фенантрени та пирену), охоплюють дихальні шляхи, контакт зі шкірою та ковтання. У разі високого рівня впливу лабораторні тварини, як-от вагітні



миші, що зазнавали впливу ПАВ при ковтанні та вдиханні, мали репродуктивні проблеми, пухлини, низьку масу тіла при народженні та вроджені вади. Люди, які зазнають впливу антрацену, відчувають головний біль, нудоту, втрату апетиту та запалення або здуття шлунку та кишківника. Крім того, антрацен уповільнює швидкість реакцій людини і може викликати відчуття слабкості. Високий рівень впливу може спричинити пошкодження

шкіри, зокрема відчуття печіння або свербіж та накопичення рідини в тканинах тіла.⁹⁵ У разі впливу високих доз фенантрени через їжу, шкіру та повітря миші страждали від репродуктивних проблем, малої ваги при народженні та вроджених дефектів. Це також супроводжувалося пошкодженням шкіри та імунної системи.⁹⁶ У мишей, яких годували пиреном, розвинулася нефропатія — захворювання нирок, яке може призвести до ниркової недостатності та змін у крові, зменшення маси нирок і збільшення маси печінки.

БЛОК 2

Кейс: Викиди від одного проєктного заводу з виробництва пластику

У повсякденній діяльності об'єкти, що виробляють пластик, виділяють багато токсичних речовин. Наприклад, Shell наразі будує установку крекінгу етану близько від родовищ природного газу Marcellus Shale у Пенсильванії, в зоні підвищеного рівня фрекінгу.⁸⁷ Вони призначені для виробництва пластику з етану, що утворюється як побічний продукт фрекінгу. За прогнозами, цей об'єкт викидатиме широкий спектр хімічних речовин, які негативно впливатимуть на здоров'я людини, зокрема тонни оксиду азоту, чадного газу, твердих частинок, що придатні для фільтрування, великі тверді частинки, дрібнодисперсні тверді частинки, оксиди сірки, леткі органічні сполуки, небезпечні забруднювачі повітря (НЗП), аміак та еквівалент вуглекислого газу.⁸⁸ Як видно з таблиці 1, ця установка крекінгу етану суттєво підвищить рівень забруднення повітря в регіоні, оскільки вона має виділяти значну кількість токсичних хімічних речовин близько від сусідніх громад. Вона не тільки виділятиме НЗП, як-от бензен і толуен, які можуть спричиняти рак та вроджені вади⁸⁹, але й ЛОС, які можуть реагувати з одночасно виділеними оксидами азоту, створюючи озоновий смог, який може заважати диханню людей, особливо хворим на астму⁹⁰, та тверді частинки, які також можуть спричинити рак.⁹¹

Успіх установки крекінгу етану призводить до напливу суміжних галузей промисловості та технологій, що вказує на ймовірний розвиток промисловості у майбутньому.⁹² Хоча виробництво пластику саме по собі створює шкоду та загрозу для здоров'я сусідніх громад, вони можуть посилюватися, а часто і посилюються, з огляду на наявність або розширення пов'язаних із виробництвом пластику промислових процесів, які також становлять значну загрозу. На цій території заплановане будівництво додаткових нафтохімічних заводів, і цілком ймовірно, що з'являться і заводи з виробництва пластику, щоб використовувати вже наявну інфраструктуру.⁹³ Статистика забруднення не бере до уваги інші джерела забруднюючих речовин, як-от вантажівки, потреба в яких зростає, щоб транспортувати продукцію.⁹⁴ Тому ризики для здоров'я сусідніх громад внаслідок розвитку цієї установки крекінгу етану лише зростатимуть.

До впливу ПАВ вразливі як сусідні громади, так і працівники. Згідно з доповіддю, опублікованою Німецьким агентством з охорони довкілля⁹⁷, деякі ПАВ є «стійкими, біоаккумуляючими та токсичними (СБТ) забруднювачами». ⁹⁸ У 2000 році USEPA заявило, що забруднювачі СБТ є «високотоксичними речовинами тривалої дії, що можуть накопичуватися в харчовому ланцюзі до рівнів, шкідливих для людей та екосистем»⁹⁹, що означає, що вони мають дуже тривалий термін життя і потенційно мають широке охоплення. Важко зменшити ризик СБТ, оскільки вони здатні переміщатися на великі відстані, легко переходити з повітря у воду або на землю і залишатися в людях та довкіллі впродовж поколінь. Наразі USEPA визначило 16 СБТ¹⁰⁰, хоча воно планує додати п'ять інших речовин, чотири з яких пов'язані з виробництвом пластику: декабромодифенилові етери (декаBDE); пентахлоротіофенол (PCTP); триізопропілфеніл-фосфат; і 2,4,6-трис (трет-бутил) фенол.¹⁰¹ Крім того, чотири з нинішніх 16 речовин пов'язані з виробництвом пластику: бензо (g, h, i) перилен¹⁰², свинець¹⁰³, ртуть¹⁰⁴, і тетрабромбисфенол А.¹⁰⁵ Деякі забруднюючі СБТ мають широкий спектр несприятливих наслідків для здоров'я людини, зокрема пошкодження нервової та репродуктивної систем, а інші пов'язані з проблемами розвитку та раком.¹⁰⁶

Попри те, що ризики відомі, дані про забруднювачі повітря, води та ґрунтів, які впливають на сусідні громади та працівників промисловості пластмас, залишаються неповними. Крім того, дуже бракує інформації про кумулятивні наслідки та вплив.

ХІМІЧНІ КЛАСТЕРИ ТА РИЗИК АВАРІЙ

Як зазначалося раніше, і як свідчать прогнозовані викиди від планової установки крекінгу етану Shell у Пенсильванії, сусідні громади особливо вразливі до наслідків виробництва пластику. Вони щодня зазнають впливу різних токсичних хімічних речовин на значно вищому рівні, ніж громади, розташовані далеко від промислових об'єктів. Крім того, їм загрожує постійний ризик підвищеного впливу інцидентів та аварій, ризик, який зростає разом зі зростанням кількості промислових заводів із виробництва пластику та суміжних галузей.

Такі події, як катастрофічні промислові пожежі, вибухи та викиди хімічних речовин, є надзвичайно частими. Наприклад, у 2013 році нафтопереробний завод і хімічний завод ExxonMobil у Луїзіані повідомив про 76 інцидентів упродовж одного року, в середньому більш як шість на місяць.¹⁰⁷ Серед основних хімічних речовин, що вивільняються, були пропілен, етилен та бензен, і всі вони стосуються виробництва пластику. Ці інциденти, а також оцінювання викидів запланованої установки крекінгу етану Shell вказують на неминучі поточні ризики для сусідніх громад. Ці ризики зростатимуть разом із розширенням виробництва пластику. Як і Shell, ExxonMobil інвестує у нове та розширене виробництво. Наприклад, ExxonMobil інвестував 6 мільярдів доларів США у розширення свого 36-річного заводу з виробництва пластику, перероблення та хімічної промисловості в межах своєї «Ініціативи з розвитку Мексиканської затоки».¹⁰⁸ Завдяки цьому розширенню мільйони галонів газу будуть транспортуватися через сотні трубопроводів для зберігання в підземних соляних куполах Мон-Бельв'є, міста, розташованого приблизно за 30 миль на схід від Х'юстона, штат Техас; місто побудоване на соляній горі та страждає від небезпек, пов'язаних із величезною кількістю вуглеводнів, що зберігаються під землею.¹⁰⁹ На цій території вже знаходиться 125 каверн для зберігання, що містять мільйони барелів вуглеводнів і швидко наповнюються

ТАБЛИЦЯ 1
Потенціал викидів від об'єкта Shell

Забруднювач повітря	Коефіцієнт викидів об'єкту (тонн на рік)
Оксиди азоту (NOx)	348
Чадний газ (CO)	1,012
Тверді частинки (ТЧ), що придатні для фільтрування	71
ТЧ10 (Великі)	164
ТЧ 2.5 (дрібнодисперсні)	159
Оксиди сірки	21
Леткі органічні сполуки (ЛОС)	522
Небезпечні забруднювачі повітря (НЗП)	30.5
Аміак (NH3)	152
Еквівалент вуглекислого газу (CO2 екв.)	2,248,293

SOURCE: PA Bulletin Doc. No. 15-558a.

етаном та іншими рідинами природного газу. З Мон-Бельв'є їх транспортують до заводу ExxonMobil в Бейтауні, який вироблятиме додатково 3,3 млрд фунтів етилену. Кількість працівників на обох заводах — 7 500 людей, і, за оцінками ExxonMobil, з підрядниками та іншими

© Les Stone/Greenpeace





працівниками ця цифра зростає до 15 000. Ця робоча сила, що зростає в чисельності, як і багато сусідніх громад, зазнаватиме впливу неминучих ризиків для здоров'я.

Проблеми, перед якими постають сусідні громади, посилюються через частий брак доступу до інформації про ризики та через перепони для вираження занепокоєння компаніям та місцевій владі. Доступ до інформації про токсичні хімічні речовини має важливе значення для оцінювання ризиків, пом'якшення шкоди та участі у прийнятті рішень.

Залучення громад та доступ до інформації

Проблеми, перед якими постають сусідні громади, посилюються через частий брак доступу до інформації про ризики та через перепони для вираження занепокоєння компаніям та місцевій владі. Доступ до інформації про токсичні хімічні речовини має важливе значення для оцінювання ризиків, пом'якшення шкоди та участі у прийнятті рішень.¹¹⁰ Як держави, так і підприємства зобов'язані забезпечити право громад на інформацію, особливо щодо токсичних хімічних речовин, впливу яких вони можуть зазнавати, та ризиків, які ці хімічні речовини можуть становити.¹¹¹

Навіть коли робляться спроби поліпшити обмін інформацією, втілення цих спроб також зазнає перешкод. Однією зі спроб стандартизувати взаємодію, захистити право громад на інформацію та розробити стратегічні плани є ініціатива USEPA зі створення місцевих комітетів з надзвичайних ситуацій (МКНС).¹¹² Однак, замість активізації комунікації та полегшення доступу до інформації, МКНС часто лише додає бюрократичності (і подовжує час відповіді) до спілкування між мешканцями й агенціями. Звіт за результатами розслідування, здійснений Houston Chronicle, виявив, що МКНС не виконували навіть мінімальних завдань — інформувати громади про хімічні речовини, які потенційно можуть виділятися під час виробництва пластику та супутніх виробів¹¹³, — і тим більше не виконували вкрай важливу роботу щодо розробки планів реагування на надзвичайні ситуації. Здатність МКНС діяти в надзвичайних ситуаціях ускладнюється відсутністю спеціального фінансування, а також інших ресурсів та необхідних інструментів, як-от консультантів, даних, допоміжного персоналу, тренінгів щодо небезпечних матеріалів та обладнання.¹¹⁴ Такий брак підтримки, структури та постійного спілкування¹¹⁵ обмежує можливості громади розробляти та впроваджувати плани реагування, і це призводить до

тяжких наслідків. У лютому 2017 року в результаті витоку на хімічному заводі в Алабамі у довкілля потрапило 738 фунтів хлору. Обмежене розкриття інформації та брак підготовки призвели до того, що завод не попередив мешканців сусідніх територій, і перші рятувальники працювали безпосередньо у хмарі шкідливого газу.¹¹⁶

Отож сам лише заявлений намір про надання доступу до інформації не забезпечує належного залучення та захисту громад від токсичних ризиків, які створює виробництво пластику. Щоб бути ефективними, заходи щодо забезпечення права на інформацію та участь вимагають залучення належних ресурсів та впровадження.

Зовнішні фактори: екстремальні погодні явища

Кількість та масштаби екстремальних погодних явищ, які посилюються внаслідок кліматичних змін, що їх стимулює промисловість пластмас, будуть лише зростати, ще більше підвищуючи вплив токсичних хімічних речовин на сусідні громади. Яскравим прикладом є ураган «Гарві», що обрушився на Х'юстон, штат Техас, у 2017 році. Гарві призвів до випадання річного об'єму опадів за три дні. Від урагану постраждали сусідні громади, які не тільки зазнали величезної кількості опадів та пов'язаних із ними проблем, а й суттєво більшого токсичного впливу. Через тиждень після Гарві викиди нафтопереробних та хімічних заводів, від яких постраждали сусідні громади, склали мільйон фунтів небезпечних забруднювачів повітря, зокрема, бензену, 1,3-бутадієну, диоксиду сірки та толуєну.¹¹⁷ Спричинений ураганом вибух в Аркетта, що є складом хімреагентів і хімічним заводом в Кросбі, штат Техас, призвів до того, що 21 особа звернулася за медичною допомогою, 15 з яких були першими рятувальниками, а 7 із них подали позов проти Аркетта за грубу недбалість та тілесні ушкодження. Надихавшись випарів та диму з заводу, «офіцери поліції почали блювати і не могли дихати. Намагаючись надати допомогу офіцерам, медичний персонал не впорався і теж почав блювати та задихатися».¹¹⁸ Мешканці прилеглих громад були змушені евакуюватись на тиждень.

ЗАГРОЗИ ПРАЦІВНИКАМ ПРОМИСЛОВОСТІ ПЛАСТМАС

Щоденні ризики щодо безпеки та здоров'я, пов'язані з виробництвом пластику, а також ризики інцидентів/ аварій впливають не тільки на сусідні громади, а й на людей, які працюють на заводах. Працівники ризикують отримати травми та загинути й постають перед коротко- та довгостроковими ризиками для здоров'я через підвищений вплив токсичних хімічних речовин. Однак реальність цих ризиків не завжди очевидна. Вимоги, пов'язані з «допустимими рівнями» токсичності повітря, та правила звітування про травми та смертність, часто не відповідають реальним ризикам роботи в галузі виробництва пластику. Наприклад, у США травми та



© Bob McMillan/FEMA

смерті признаються компаніям лише тоді, коли їх зазнають офіційно працевлаштовані робітники. Як наслідок, оцінки показників безпеки об'єкта є недостовірними, оскільки вони не містять даних про тисячі працівників, які працюють за контрактом, і які часто виконують найнебезпечніші роботи. Приміром, усі 15 робітників, які загинули через аварію на об'єкті British Petroleum (BP) у Техасі, штат Техас, працювали за контрактом. Тому їхня загибель не приписується BP у записах Управління з охорони праці.¹¹⁹

Крім того, працівники також зазнають впливу численних токсичних хімічних речовин у процесі виробництва, і коли вони повідомляють про певні симптоми, ці речовини рідко перевіряють за допомогою показників вимірювальних пристроїв компанії чи уряду. Але, як і з ризиками щодо безпеки, навіть офіційне звітування може не дати точної картини. «Допустимий рівень впливу» може бути занадто високими; крім того, ці рівні не враховують кумулятивний вплив хімічних речовин на людину.¹³⁹

Як зазначалося, працівники зазнають впливу численних токсичних хімічних речовин, як-от канцерогени та

Щоденні ризики щодо безпеки та здоров'я, пов'язані з виробництвом пластику, а також ризики інцидентів/ аварій впливають не тільки на сусідні громади, а й на людей, які працюють на заводах. Працівники ризикують отримати травми та загинути й постають перед коротко- та довгостроковими ризиками для здоров'я через підвищений вплив токсичних хімічних речовин.

ендокринні руйнівники (ЕР). Зокрема, вони можуть суттєво вплинути на жіноче здоров'я, оскільки відомо, що ці хімічні речовини можуть спричинити рак молочної залози, а ЕР можуть впливати на репродуктивну систему.¹⁴⁰ Працівники зазнають впливу цих хімічних речовин переважно в процесі нагрівання матеріалів задля забезпечення їх більшої гнучкості під час створення пластикових виробів. Серед хімічних речовин, що виділяються, є такі небезпечні мономері, як вінілхлорид, стирен, акрилонітрил, бисфенол А (BPA) та формальдегід.



БЛОК 3

Кейс: Манчестер/Гаррісбург, Техас

Як засвідчують дослідження Університету Південної Каліфорнії та Техаського університету A&M, які розглядали різні хімічні речовини — як небезпечні забруднювачі повітря (НЗП), так і ПАВ, — ідентифіковані в оселях та на околицях Манчестера/Гаррісбурга, штат Техас, громада Манчестера/Гаррісбурга є яскравим прикладом сусідньої громади в США. Манчестер є частиною міста Х'юстон, де знаходиться найбільший нафтохімічний комплекс США, що є одним із найбільших у світі. Він охоплює широкий спектр галузей, зокрема виробництво пластику та нафтогазопереробні заводи, які використовують свої побічні продукти для виробництва пластику. Х'юстон є найбільшим містом США без будь-яких правил зонування — спеціального призначення територій для конкретних цілей та використання (наприклад, житлова зона, промисловий коридор); тобто відсутня нормативна база чи обмеження щодо того, де можна будувати промислові об'єкти. Збільшення виробництва пластику призведе до зростання виробництва необхідних пластикових сировинних матеріалів та пов'язаного з цим викидом токсичних хімічних речовин. Відсутність правил зонування означає, що цього токсичного впливу, ймовірно, зазнаватимуть прилеглі громади.

Дев'яносто відсотків жителів Манчестера/Гаррісбурга живуть на відстані однієї милі від хімічного заводу.¹²⁰ Останні переписи та демографічні дані опитування американських громад свідчать, що ця громада на 97% складається з небілошкірих людей. У радіусі однієї милі від Манчестера/Гаррісбурга знаходиться 21 об'єкт з Реєстру викидів токсичних речовин (РВТР), одинадцять великих генераторів небезпечних відходів, чотири установки, що займаються очищенням, зберіганням або утилізацією небезпечних відходів, дев'ять основних об'єктів, що здійснюють викиди забруднюючих речовин та вісім основних водовідводних споруд.¹²¹ Звіт Департаменту охорони здоров'я і соціальних служб міста Х'юстон виявив, що рак є другою основною причиною смерті членів громади в Манчестері/Гаррісбурзі. Усі випадки смерті, окрім двох, були пов'язані з раком бронхів та легень. Крім того, вісім відсотків живонароджених у Манчестері/Гаррісбурзі мали низьку вагу при народженні, що є суттєвим фактором дитячої смертності та показником серйозних проблем зі здоров'ям, зокрема психічним розвитком, церебральним паралічем, а також проблемами з диханням, зором та слухом.¹²² За класифікацією EJSCREEN USEPA ризик раку у Манчестері/Гаррісбурзі

знаходиться на рівні 90–95%, що є вищим рівнем ризику, ніж загалом по країні.¹²³

Серед чотирьох найбільших джерел викидів у цьому регіоні — Valero Energy Partners LP¹²⁴ та Valero Refining-Texas LP Houston Refinery¹²⁵, де пропілен є одним із основних продуктів.¹²⁶ Пропілен використовується як проміжний продукт у виробництві пластику, продукції тонкої хімії та волокон килимового покриття.¹²⁷ Цей об'єкт розташований у центрі Манчестера/Гаррісбурга, через дорогу від головного громадського парку та поруч із житловими будинками, релігійними спорудами, двома школами та одним центром раннього розвитку, що обслуговує 8 747 дітей віком до п'яти років, які живуть у радіусі трьох миль. Поруч із Valero знаходиться сховище хімічних речовин Contanda зі своїми 100 сталевими барабанами, розміри яких складають від 226 до 74 475 барелів продукту, із загальною ємністю 2 214 066 барелів.¹²⁸ Новий термінал для зберігання має запрацювати у 2021 році та забезпечити до трьох мільйонів барелів додаткової потужності та причал для глибоководних суден. Ця ділянка площею 350 акрів на Х'юстонському судноплавному каналі була створена за домовленістю з портом Х'юстона для підтримки зростання нафтохімічної та нафтопереробної промисловості.¹²⁹

EcoServices Operation Corp.¹³⁰ та Huntsman International LLC¹³¹ призводять до викидів 25 канцерогенних речовин зі своїх об'єктів у Манчестері/Гаррісбурзі. Об'єкт Ecoservices розташований поруч із школою JR Harris Elementary, де 98,2% учнів становлять латиноамериканці, 89% є економічно неблагополучними, а 62,6% дітей вперше вивчають англійську мову.¹³² Хоча Ecoservices є, перш за все, заводом із виробництва сірчаної кислоти, він також переробляє продукти, що сприяють виробництву пластику та полімерів, як-от цеоліти марки Zeocros (пластикові стабілізатори), поліолефінові каталізатори (діоксид кремнію, що використовується у виробництві поліетилену, поліпропілену та інших полімерів), ThermoDrop (термопластичні гранули), а також різноманітні інші продукти.¹³³

У серпні 2018 року компанія LyondellBasell інвестувала 2,4 млрд. доларів США у будівництво найбільшого у світі заводу з оксиду пропілену та третинного спирту в тому самому районі. Оксид пропілену, потенційний канцероген, використовується для створення поліуретанового пластику та інших полієтерів.¹³⁴ Таке розширення продовжує нещодавно завершені проекти з розширення виробництва етилену¹³⁵ вздовж Х'юстонського судноплавного каналу та узбережжя Мексиканської затоки. Як наслідок, компанія збільшує свої потужності з виробництва

етилену в США на два мільярди фунтів. За одинадцять миль звідти LyondellBassell будує завод, що має виробляти 900 000 Мт поліетилену на рік.¹³⁶

Менш як за милю на південь від Манчестера/Гаррісбурга знаходиться компанія Flint Hills Resources, яка виробляє олефіни та полімери, зокрема поліпропілен, етилен, пінополістирен та хімічний пропілен.¹³⁷ У грудні 2018 року INEOS, великий виробник пластику, завершив придбання Flint Hills Resources.

Наявність такої кількості промислових об'єктів, пов'язаних із пластиком, демонструє, що жителі Манчестера/Гаррісбурга, як і інші сусідні громади, постають перед значними ризиками, зокрема ризиками інцидентів або аварій. Як стверджує Earthjustice, «EPA не оприлюднила жодної інформації про загальну кількість смертей, поранень, укриттів на місцях чи наказів про евакуацію в результаті тих чи інших інцидентів за останній рік» у Техасі, хоча система відстежень Earthjustice зафіксувала щонайменше 73 інциденти по всій країні з 14 березня 2017 року (дата початку хімічної катастрофи в Аркема) до 21 листопада 2018 року.¹³⁸

Манчестер/Гаррісбург — лише один із прикладів непропорційного розподілу наслідків забруднення, ризику та смертності, перед якими постають сусідні громади. Вони не одні; подібні громади існують уздовж узбережжя Мексиканської затоки США та в усьому світі.



© Carroll Muffett/CIEL

Манчестер/Гаррісбург — лише один із прикладів непропорційного розподілу тягаря наслідків забруднення, ризику та смертності, перед якими постають сусідні громади. Вони не одні; подібні громади існують уздовж узбережжя Мексиканської затоки США та у всьому світі.

Ці хімічні речовини позначаються як канцерогени або EP, і їх вплив може призвести зокрема до пухлин молочних залоз, пошкодження печінки, раку легенів, кісти яєчників, ендометріозу та раку молочної залози. Крім того, добавки, як-от пластифікатори, антипірени та метали, що використовуються у виробництві пластику, мають подібний канцерогенний та ендокринно руйнівний вплив на здоров'я. Вони детальніше розглядаються в інших розділах цього звіту. Захворювання, спричинені цими хімічними речовинами, часто діагностуються через роки після зазнаного впливу і не відображаються у галузевих звітах, що подаються уряду.





РОЗДІЛ ЧЕТВЕРТИЙ

Споживання

Незалежно від того, чи використовується пластик один раз — як у випадку з полістиреновим стаканом для кави¹⁴¹ — чи протягом багатьох років — як із корпусом телевізора¹⁴² — використання пластику в споживчих товарах може негативно впливати на здоров'я людей.

Пластик масового виробництва потрапив на світовий ринок після Другої світової війни. За підрахунками в межах нещодавнього аналізу всього будь-коли виробленого пластику, до кінця 2015 року було вироблено 8 300 мільйонів метричних тонн пластику з первинної сировини.¹⁴³ У цьому аналізі пластик поділяють на три категорії: полімерні смоли, синтетичні волокна та полімерні добавки. Найбільш поширені смоли пластмаси виробляються з поліетилену (PE), поліпропілену (PP), полістирену (PS), полівінілхлориду (PVC), поліетилентерефталату (PET) та поліуретанових (PUR) смол. Найпоширеніші пластикові волокна зустрічаються у вигляді поліестеру, поліаміду та акрилу (PP&A).¹⁴⁴

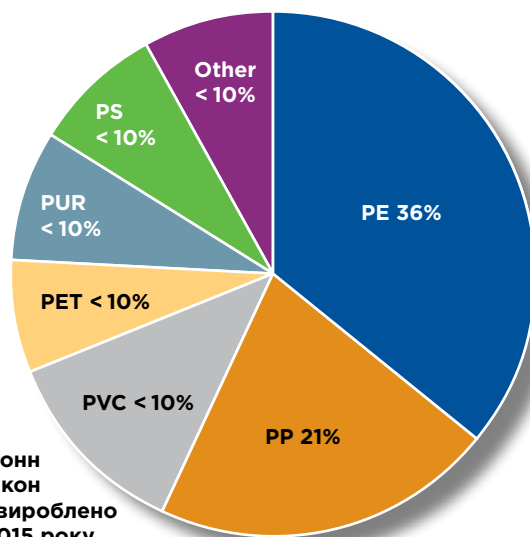
Внаслідок глобального переходу від багаторазового до одноразового пакування (зокрема контейнерів), нині найбільшим ринком для пластику є упаковка, що складає 42% пластику, виробленого за всю історію людства.¹⁴⁵ Пакування є також продуктом із найкоротшим періодом експлуатації. Більшість пластикових упаковок виходять із економічного циклу того самого року, що й виробляються¹⁴⁶, оскільки більшість із них розрахована на одноразове використання.¹⁴⁷

ЧАСТИНКИ ПЛАСТИКУ, ПЛАСТИФІКАТОРИ ТА ІНШІ ХІМІЧНІ ДОБАВКИ

Вивчаючи вплив пластику на здоров'я людини, слід розрізняти вплив частинок пластику (мікропластик і нанопластик), що потрапляє в людський організм, і вплив хімічних добавок, пластифікаторів та забруднювачів, пов'язаних із частинками пластику. Дотепер більшість досліджень впливу мікро- та нанопластикових частинок

РИСУНОК 5

Поширені види пластику та їх використання



7,300 млн тонн смол і волокон пластмаси вироблено з 1950 до 2015 року



Використання непластмасової волокнистої смоли

Джерело: Roland Geyer, Jenna R. Jambeck and Kara Lavender, Law, Production, use, and fate of all plastics ever made.

Фото навпроти: © Cristobal Olivares/Greenpeace



РИСУНОК 6

Основні види смоли пластмаси та їх застосування у пакуванні харчових продуктів

			Пляшки для води та безалкогольних напоїв, купольні салатні контейнери, лотки для бісквітів, контейнери для салатних заправок та арахісового масла
			Пляшки для молока, соку, шампуню, для хімічних і мийних засобів, пакети для заморожування, тара для соусів, шопінг-пакети, контейнери для морозива
			Тара для косметики, комерційна харчова плівка
			Пляшки для соусів, харчова плівка, термозбіжна плівка, пакети для сміття
			Посуд для мікрохвильових печей, контейнери для морозива, пакети для чіпсів, тара для соусів
			Коробки для компакт-дисків, стакани для кулерів, пластикове столове приладдя, імітація кришталю, коробки для відеокасет
			Стакани для гарячих напоїв зі спіненого полістирену, розкладні бокси для гамбургерів на виніс, спінені підноси для м'яса, захисне пакування для крихких предметів
			Бутлі для води, м'яка плівка, дитячі пляшки, композитна упаковка

зосереджувалися на наслідках для морської флори і фауни, тоді як їх впливу на здоров'я людини присвячено значно менше уваги.

З'являються нові дані про вміст мікро- та нанопластику (разом із токсичними хімічними добавками) в їжі, яку ми споживаємо, в повітрі, яким ми дихаємо, та у воді, яку ми п'ємо, що викликає занепокоєння вчених щодо їх потенційного впливу на людське здоров'я. Хоча наше розуміння впливу мікро- та наночастинок пластику на здоров'я людини обмежене, у низці нових досліджень піднімаються фундаментальні питання, які ставлять під сумнів загальноприйнятий погляд на пластик як інертний і безпечний матеріал. Дослідження все частіше демонструють, що ті самі характеристики, що роблять пластик матеріалом, придатним для різноманітного та бажаного застосування для поліпшення життя людини, як-от легкі та неймовірно міцні молекулярні зв'язки, роблять їх широко розповсюдженою, всюдисущою та стійкою загрозою для здоров'я людей і нашої екосистеми.

Про пластифікатори й інші хімічні добавки до пластику та їхній вплив на здоров'я було проведено більше досліджень. Однак досі суттєво бракує інформації щодо ризиків для здоров'я, спричинених токсичними добавками, особливо хімічними речовинами у пакуванні харчових продуктів, бо лише незначна кількість хімічних речовин, які використовуються, пройшли оцінювання ризиків для здоров'я. Глибокому розумінню впливу пластику на здоров'я людини також перешкоджає обмежена кількість інформації щодо кумулятивних ризиків постійного контакту з ним.

Пластифікатори, які використовуються в пластикових та інших споживчих товарах

Термін пластик використовується для позначення різних видів полімерів, які синтезуються з мономерів, що проходять полімеризацію для утворення макромолекулярних ланцюгів. З пластику можуть вимиватися непрореаговані хімічні мономери, деякі з них шкідливі. Найнебезпечнішими видами пластику з огляду на виділення канцерогенних мономерів є такі: поліуретани (еластичний наповнювач у меблях, постільному приладді, основі килимів), полівінілхлорид (труби, пакування, дротяне покриття, мономер — вініл хлорид), епоксидні смоли (покриття, клеї та композити, як-от вуглецеве волокно та скловолокно) і полістирен (пакування для харчових продуктів, компакт-дисків, твердий пластик у споживчих товарах, мономер — стирен).¹⁴⁸ До того ж пластифікатор ВРА, що викликає гормональне порушення, виділяється як непрореагований мономер з полікарбонатного пластику та епоксидних пакетів для сміття.

Ціла низка хімічних речовин і добавок може використовуватись у виробництві для створення полімеру, зокрема ініціатори, каталізатори та розчинники.¹⁴⁹ Додатково використовуються добавки для надання різних характеристик, включно зі стабілізаторами, пластифікаторами, антипіренами, пігментами та наповнювачами. Їх можна також застосовувати для перешкоджання фотодеградації, для збільшення міцності, твердості та гнучкості або для попередження мікробного росту.¹⁵⁰

Більшість із цих добавок не зв'язані з полімерною матрицею, і через низьку молекулярну масу вони легко вимиваються з полімеру¹⁵¹ в довкілля, зокрема в повітря, воду, їжу або тканини організмів.¹⁵² З розкладанням частинок пластику відкриваються нові ділянки поверхні пластику, що спричиняє постійне вимивання добавок із середини на поверхню частинок.¹⁵³

Світовий аналіз усього масово виробленого неволокнистого пластику показав, що в середньому він містить 93% полімерної смоли та 7% добавок на одиницю маси.¹⁵⁴ Деякі полімери мають більшу концентрацію токсичних добавок, ніж інші. Пластифікатори, завдяки яким пластик стає гнучким, часто складають значну частину кінцевого продукту, іноді до 80%.¹⁵⁵ PVC — це мономер, до якого додають найбільше різних добавок, зокрема термостабілізатори для підтримки стабільності полімеру та пластифікатори, як-от фталати, для надання полімеру гнучкості.¹⁵⁶ PP надзвичайно вразливий до окислення і тому містить антиоксиданти та ультрафіолетові (УФ) стабілізатори.

Мікропластик, що накопичується в тілі, є джерелом хімічного запалення тканин і рідин. Відомо про вплив на здоров'я людей різних хімічних добавок у пластику, мономерів пластику та засобів для оброблення пластику. Наприклад, низка пластифікаторів, як-от бис (2-етилгексил)фталат (DEHP) та BPA, можуть спричинити токсичність для репродуктивної системи. Інші, як-от вінілхлорид і бутадієн, є канцерогенами. Бензен і фенол мають мутагенні властивості (тобто вони змінюють генетичний матеріал, зазвичай ДНК, організму, збільшуючи частоту мутацій).

До найшкідливіших добавок належать бромовані антипірени, фталати та свинцеві термостабілізатори.¹⁵⁷ Серед інших відомих шкідливих хімікатів, які вимиваються з пластичних полімерів — антиоксиданти, УФ-стабілізатори та нонілфенол.¹⁵⁸

БЛОК 4

Полімерні добавки

Добавки додаються до пластику для гнучкості (пом'якшувачі та пластифікатори), стійкості до нагрівання та сонячних променів (стабілізатори й антиоксиданти), кольору, вогнестійкості та як наповнювачі. Їх вплив на довкілля недооцінений. Серед найшкідливіших видів добавок — бромовані антипірени, фталати та сполуки свинцю. Деякі бромовані антипірени, як-от полібромовані дифенілові ефіри (PBDE), за структурою нагадують поліхлоровані бифеніли (PCB), які забруднюють довкілля та накопичуються в жирових тканинах водяних тварин, спричиняючи нейротоксичний вплив і змінюючи роботу тиреоїдних гормонів.¹⁵⁹ Інші хімічні речовини, які використовуються як пом'якшувачі або бромовані антипірени, викликають уроджені вади, рак і гормональні проблеми, особливо у жінок. Щойно добавки виділяються, зокрема в результаті спалювання пластику, вони залишаються в довкіллі та накопичуються у харчовому ланцюзі.¹⁶⁰





ТАБЛИЦЯ 2

Рейтинг деяких видів пластикових полімерів на основі класифікації небезпечних властивостей складових мономерів

Полімер	Мономер(и)/добавки	Ступінь відносної небезпеки (оцінка)	Код переробки	Складові, що вимірюються в NHANES ?
Полімери з найвищим рівнем відносної небезпеки				
Поліуретан (PUR) як еластичний пінопласт	Оксид пропілену	13,844	6	
	Оксид етилену			
	Толуольний діізоціанат			
Поліакриламід (PAN) з комономерами	Акрилонітрил	12,379	7	Акриламід
	Акриламід			
	Вінілацетат			
Полівінілхлорид (PVC), пластифікований	З пластифікатором	10,551	3	Бензил бутіл фталат (BBP)
	Бензил бутіл фталат (BBP) , 50 мас. /%			
Полівінілхлорид (PVC), неластифікований		10,001	3	
Поліуретан (PUR) як жорсткий пінопласт	Оксид пропілену	7,384	6	
	4,4'-метилендіфенілдіізоціанат (MDI)			
	Циклопентан			
Епоксидні смоли (DGEBCA)	Бисфенол А	7,139	7	Бисфенол А
	Епіхлоргідрин			
	4,4'-метилендіанілін			
Модакрил	Акрилонітрил	6,957		
	Вініліденхлорид			
Акрилонітрилбутадієнстирен (ABS)	Стирен	6,552	7	Стирен
	Акрилонітрил			
	1,3 бутадієн			
Стирен акрилонітрил (SAN)	Стирен	2,788	7	Стирен
	Акрилонітрил			
Полістирен високотривкий (HIPS)	Стирен	1,628		Стирен
Полімери з найнижчим рівнем відносної небезпеки				
Поліетилен низької щільності (LDPE)	Етилен	11	4	
Поліетилен високої щільності (HDPE)	Етилен	11	2	
Поліетилентерефталат (PET)	Терефталева кислота	4	1	
Полівінілацетат (PVA)	Вінілацетат	1		
Поліпропілен (PP)	Пропілен	1	5	

Із тисяч добавок, які використовуються в синтезі пластикових продуктів, деякі види пластику містять більше добавок, ніж інші. У таблиці представлено рейтинг видів полімерів на основі класифікації небезпечних властивостей.

ПРИМІТКА: РІВЕНЬ ВІДНОСНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ОЦІНЮЄТЬСЯ НА ОСНОВІ РІЗНИХ СКЛАДОВИХ МОНОМЕРІВ. ВИЩА ПОЗИЦІЯ В РЕЙТИНГУ = БІЛЬША НЕБЕЗПЕКА.
ДЖЕРЕЛО: АДАПТОВАНО З LITNER ET AL. (2011).

Потенційні загрози, пов'язані з накопиченням забруднювачів на частинках пластику

Пластик є гідрофобним, тобто він має властивість поглинати гідрофобні стійкі органічні забруднювачі (СОЗ), як-от поліхлоровані біфеніли (PCB) і поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ), циркулюючи в морських водах.¹⁶¹ Накопичені забруднювачі можуть мати концентрацію в 100 разів вище за фоновий рівень у морській воді.¹⁶² Деякі з цих хімічних речовин можуть десорбуватися у тканини морських істот при ковтанні.¹⁶³ Хоча деякі нещодавні дослідження приходять до висновку, що поглинання мікропластику навряд чи є значним джерелом впливу органічних забруднювачів на морські організми¹⁶⁴, нещодавнє дослідження, проведене в умовах, що симулюють середовище травлення теплокровних організмів (38°C, pH4), показало в 30 разів вищу швидкість десорбції, ніж у морській воді.¹⁶⁵ Тож імовірно, що для ссавців, зокрема людей, переміщення забруднювачів, які ковтаються або вдихаються з рештків пластику, є більш суттєвою, ніж вважалося раніше. Загальний вплив пластикових відходів, що містять накопичені забруднювачі, на вміст шкідливих речовин в організмі (загальний обсяг токсичних хімічних речовин у тілі) залишається невідомим¹⁶⁶. Зважаючи на прогнози щодо зростання накопичення пластику в наземному та морському середовищах, у процесі дослідження цього питання необхідно застосувати підхід, що ґрунтується на принципі обережності.¹⁶⁷

Хімічні речовини в пакуванні харчових продуктів

Хімічні речовини потрапляють з упаковки в їжу. Це поширене явище, і саме тому Федеральний закон США про харчові продукти, ліки та косметику визначає хімічні речовини в пакуванні харчових продуктів як непрямі харчові добавки.¹⁶⁸ Потрапляння хімічних речовин з пакування в їжу та напої вважається головним джерелом впливу на людей забруднювачів, пов'язаних із пластиком.¹⁶⁹ Деякі пластикові полімери, які контактують з їжею, розкладаються при контакті з кислотними або лужними продуктами, УФ-променями та під час нагрівання. За таких умов виділяються токсичні мономери на зразок стирену.¹⁷⁰ Добавки до пластику являють собою розмаїту групу речовин, які виконують різноманітні функції. Оскільки вони часто погано прикріплені до матеріалу, то представляють ще одне поширене джерело хімічних речовин, що проникають в їжу. Ненавмисно додані речовини (НДР), як-от домішки, субпродукти та забруднювачі додатково сприяють перенесенню або вимиванню хімікатів. Натомість деякі хімічні речовини в пакуванні розроблені таким чином, щоб навмисне переноситися з пакування на їжу з різною метою, наприклад, для уникнення псування продуктів.¹⁷¹

БЛОК 5

Найнебезпечніші хімічні речовини у світі: СОЗ

Стійкі органічні забруднювачі (СОЗ) — це клас вкрай шкідливих хімічних забруднювачів, що визнані серйозною, глобальною загрозою здоров'ю людей і екосистемам. Через пов'язані з ними ризики СОЗ є предметом обмежень і заборон у межах Стокгольмської конвенції про стійкі органічні забруднювачі. Хлоровані парафіни з коротким ланцюгом (SCCP), полібромовані дифенілові ефіри (PBdE), нонілфеноли, октилфеноли і пер- та поліфторалкільні речовини (PFAS) — це добавки пластику (пом'якшувачі й антипірени), визнані міжнародною спільнотою як СОЗ.

Зокрема, СОЗ є речовинами, які:

- надзвичайно довго залишаються неушкодженими (багато років);
- широко поширюються у довкіллі внаслідок природних процесів за участі ґрунту, води і, особливо, повітря;
- накопичуються в живих організмах, включно з людьми, і їх найбільша концентрація спостерігається у вищих рівнях харчового ланцюга; та
- пов'язані з раком, репродуктивними проблемами й іншими хворобами в людей та інших живих організмів.

СОЗ дуже поширені в довкіллі в усіх частинах світу, і вони можуть передаватися по харчовому ланцюгу та від матері до дитини. Матері передають СОЗ через своє тіло потомству. У людей та інших ссавців СОЗ потрапляють і вражають плід ще під час його перебування в утробі. Надалі немовлята контактують із СОЗ через грудне молоко. Найбільше шкоди СОЗ завдають плоду, що розвивається, спричиняючи проблеми зі здоров'ям, наприклад неврологічні порушення та вади, що супроводжують дитину впродовж усього її життя. СОЗ також особливо небезпечні для немовлят, дітей, жінок, людей, які страждають через недоїдання, і тих, що мають ослаблену імунну систему, наприклад для хворих або людей літнього віку.

Існують надійні медичні докази щодо взаємозв'язку між наведеними нижче людськими захворюваннями і порушеннями та одним або більше СОЗ172:

- рак і пухлини, зокрема саркома м'яких тканин, неходжкінська лімфома, рак грудей, рак підшлункової залози та лейкемія у дорослих;
- неврологічні порушення, зокрема дефіцит уваги, поведінкові проблеми на зразок агресії та правопорушень, проблеми в навчанні та порушення пам'яті; та
- репродуктивні проблеми, зокрема аномальна морфологія сперми, невиношування вагітності, низька маса тіла новонароджених, зміна чисельного співвідношення статей немовлят, скорочений період лактації годуючих матерів та порушення менструального циклу.



© iStockphoto/shorocks

Пластифікатори легко потрапляють у їжу та напої. Дослідження шкільного харчування до та після того, як їжа була запакована в DEHP та DiNP, показала збільшення середнього вмісту фталатів на більше ніж 100% унаслідок пакування¹⁷⁶. Мономер BPA переноситься з полікарбонатних пляшок у воду, і цей рівень збільшується під час нагрівання. Ще більше занепокоєння викликає перенесення BPA з бляшанок із епоксидним покриттям.

Хімікати, які переносяться з пакування харчових продуктів та інших матеріалів, що контактують з їжею, можуть бути шкідливими навіть у дуже малих дозах. 3-поміж найбільш досліджених речовин є такі:¹⁷³

- BPA, що зустрічається в полікарбонатному пластику (#7), покритті з епоксидної смоли металевих бляшанок і в нехарчових продуктах, наприклад паперових квитанціях;
- фталати, група хімікатів, що охоплює діізонанілфталат (DiNP) та DEHP, фталатовий пластифікатор, що виробляється у великих об'ємах;
- ди (2-етилгексил) адипат (DEHA), нефталатовий пластифікатор і потенційний канцероген, що використовується в шаурмі;
- 4-нонілфенол, продукт розпаду антиоксидантного та термічного стабілізатора трис (нонілфенол) фосфіта (TNPP), що зустрічається в деяких гумових продуктах і полівінілхлоридній харчовій обгортці;
- стирен, мономер, що використовується для виробництва полістирену та полістиренової піни;

- пер- та поліфторалкільні речовини (PFAS), як-от перфтороктанова кислота (PFOA), перфтороктансульфонат (PFOS) та перфторалкільні кислоти (PFAA), повсюдне використання хімікатів, серед іншого, для створення жиронепроникного бар'єру в паковальному папері та паперових і волокнистих контейнерах (міститься в третині упаковок для фастфуду, перевірених у нещодавньому дослідженні)¹⁷⁴; та
- перхлорат, що використовується в різному пакуванні харчових продуктів, в ущільнювачах і як антистатичний засіб у сухому пакуванні харчових продуктів.

Окрім недостатньої кількості тестувань більшості хімікатів і пластикових добавок у пакуванні харчових продуктів, бракує досліджень, які би пролили світло на наслідки кумулятивного впливу з різних джерел. Проте велика кількість досліджень продемонструвала, що хімічні речовини переносяться на їжу з пакування. Наприклад, обгортки та плівки з PVC пропускають DEHA в сир.¹⁷⁵ Пластифікатори легко потрапляють у їжу та напої. Дослідження шкільного харчування до та після того, як їжа була запакована в DEHP та DiNP, показала збільшення середнього вмісту фталатів на більше ніж 100% внаслідок пакування.¹⁷⁶ Мономер BPA переноситься з полікарбонатних пляшок у воду, і цей рівень збільшується під час нагрівання. Ще більше занепокоєння викликає перенесення BPA з бляшанок із епоксидним покриттям.¹⁷⁷

Хоча існує багато інших наукових досліджень, які свідчать про перенесення хімікатів з пакування харчових продуктів, вивчення хімічного складу такого пакування торкається лише верхівки айсберга цієї проблеми. Лише незначна кількість із тисяч хімічних речовин, які використовуються як добавки в упаковці харчових продуктів, пройшли ретельну перевірку.¹⁷⁸ Щонайменше 175 небезпечних хімічних речовин (зокрема ендокринні руйнівники, токсичні для репродуктивної системи речовини, мутагени або канцерогени) використовуються в США та Європейському Союзі (ЄС) у матеріалах, що контактують з їжею.¹⁷⁹ З 4 000 хімікатів, затверджених у США спеціально для додавання до упаковки харчових продуктів, лише орієнтовно 1 000 було оцінено на предмет ризиків для здоров'я, та й то дуже поверхнево.¹⁸⁰ В ЄС виробники пакування харчових продуктів та інших матеріалів, що контактують з їжею, повинні гарантувати безпечність своїх продуктів, незалежно від того, чи певні речовини навмисно додаються до упаковки, чи через домішки, побічні реакції або забруднення (Регламент ЄС 1935/2004). Однак ці ненавмисно додані речовини дуже складно оцінити, і вони є предметом багатьох дискусій.¹⁸¹

Ініціатива під проводом Форуму упаковки харчових продуктів склала перелік хімічних речовин, пов'язаних із пластиком пакуванням як для харчових, так і для

нехарчових продуктів, з рейтингом небезпечності для здоров'я людини та довкілля. На сьогодні перелік містить 906 хімічних речовин, ймовірно пов'язаних із пластиковим пакуванням, і 3 377 можливо пов'язаних речовин, щонайменше 148 з яких були визначені як надзвичайно небезпечні на основі кількох узгоджених джерел даних про небезпечні речовини. Ці хімічні речовини використовуються або присутні в пластику, зокрема у вигляді мономерів, інтермедіатів, розчинників, поверхнево-активних речовин, пластифікаторів, стабілізаторів, біоцидів, антипіренів, каталізаторів і фарбників.¹⁸² Кілька груп або класів хімічних речовин були визначені як такі, що викликають особливе занепокоєння, як-от: небезпечні метали (заборонені в ЄС і США в пакуванні), бисфеноли, фталати та PFAS

У дослідженні було визначено два види PFAS: PFOS та PFOA. Ці хімічні речовини дуже стійкі в навколишньому середовищі та можуть накопичуватися у харчовому ланцюзі. Вони історично використовуються в пакуванні харчових продуктів для створення жиронепроникного бар'єру у продуктах на зразок паперової обгортки, пакуванні для фастфуду та пакетах для приготування попкорну в мікрохвильових печах. У результаті дедалі більшого занепокоєння щодо цього класу хімічних речовин у світі¹⁸³, Управління з продовольства і медикаментів США нещодавно вдалося до перевірки цих речовин, що призвело до рішення хімічної промисловості припинити їх використання в пакуванні харчових продуктів. Натомість ці компанії замінили їх іншими PFAS для тих самих цілей¹⁸⁴, попри побоювання, висловлювані екотоксикологами про те, що замітники також загрожують людському здоров'ю.¹⁸⁵ PFOA та PFOS регулюються Стокгольмською конвенцією про стійкі органічні забруднювачі, тоді як третій PFAS, перфторгексансульфонова кислота (PFHxS) знаходиться під пильною увагою наукової спільноти Конвенції (Наглядовий комітет стійких органічних забруднювачів, НККОЗ). Організація економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) визначила 4 730 PFAS-речовин. Під час свого останнього засідання НККОЗ рекомендував не використовувати жодних фторованих альтернатив PFOA та PFOS «через їхню стійкість та мобільність, а також потенційні негативні екологічні, соціально-економічні наслідки та вплив на здоров'я».¹⁸⁶





БЛОК 6

Оцінка масштабів

Пластик буває різних розмірів. Від наночастинок до макропластику — вплив на здоров'я та джерела контакту з пластиком забрудненням дуже різні. На сьогодні не існує міжнародного визначення мікропластику. Макропластик зазвичай визначається як шматочки пластику розміром більше, ніж 5 мм. Мікропластиком загалом вважають частинки синтетичного органічного полімеру розміром менше, ніж 5 мм, у найдовшій частині. Вони бувають різних форм: кульки, відламки, гранули, крупинки, лусочки, нитки або волокна. Мікропластик знаходять в екологічних пробах розміром менше, ніж 1 мікрон, проте небагато досліджень насправді виявляють частинки, менші за 50 мікронів. Нанопластиком прийнято вважати частинки розміром 1–100 нм.¹⁸⁷

Макропластик зазвичай потрапляє в морське середовище у вигляді відходів споживчих товарів. Нещодавня підбірка двадцяти найпоширеніших продуктів із шести різних наборів даних берегової лінії відображає види пластикової продукції, що потрапляє в довкілля. Сімдесят п'ять відсотків перелічених об'єктів належать до певного виду пакування харчових продуктів і напоїв (обгортки, пляшки та кришки від них, соломинки, мішалки, кришки, столове приладдя, контейнери, стакани і тарілки), а решта — продукти, пов'язані з курінням (недопалки, упаковка та запальнички) та низка інших продуктів, зокрема пакетів, повітряних кульок, підгузків, презервативів, тампонів і тримачів для 6 упаковок пива.¹⁸⁸

ТАБЛИЦЯ 3

Зведені національні набори даних: 20 найпоширеніших продуктів з даних берегової лінії

Пластиковий продукт	ICC	NOAA	MOT	Heal the Bay	COA	Project Aware	Разом	Відсотки
Харчова обгортка (цукерки, чіпси тощо)	318,880.0	272.0	16,315.0	307.0	14,827.0	217.0	350,818.0	18.6
Кришки від пляшок (пластик)	273,089.0	779.0	11,735.0	27,352.0	2,328.0	205.1	315,488.1	16.7
Пляшки для напоїв (пластик)	206,993.0	122.0	7,809.0	6,297.0	5,508.0	289.0	227,018.0	12.0
Пакети (пластик)	157,702.0	39.0	6,970.0	5,249.0	7,871.0	313.0	178,144.0	9.4
Соломинки, мішалки	125,635.0	172.0	4,645.0	4,026.0	8,102.0	165.0	142,745.0	7.5
Кришки (пластик)	75,921.0	186.9	409.0	5,829.5	15,347.0	57.9	97,751.2	5.1
Столове приладдя	42,599.0	33.0	1,848.0	47,133.0	1,864.0	352.0	93,829.0	4.9
Недопалки*	51,550.5	25.3	2,337.9	6,775.9	643.0	9.1	61,341.7	3.2
Контейнери для їжі на винос (піна)	41,805.0	102.9	537.7	17,696.0	548.0	8.3	60,697.8	3.2
Контейнери для їжі на винос (пластик)	49,973.0	123.0	37.0	5,624.0	1,021.7	9.9	56,788.6	3.0
Стакани, тарілки (пластик)	48,559.0	14.6	732.6	1,862.2	1,766.0	9.6	52,943.9	2.8
Наконечники для цигарок	41,211.0	47.0	328.0	6,243.0	2,351.0	16.0	50,196.0	2.6
Стакани, тарілки (піна)	42,047.0	12.4	4,495.7	690.0	2,021.0	8.3	49,274.5	2.6
Упаковка/обгортка для тютюну	33,434.0	82.3	604.5	352.0	694.0	19.0	35,185.8	1.8
Повітряні кульки	23,492.0	19.0	1,442.0	5,263.0	480.3	13.0	30,709.3	1.6
Інші пластикові пляшки	17,548.0	62.0	1,578.0	4,769.6	1,429.0	9.0	25,395.6	1.3
Запальнички для цигарок	10,750.0	24.0	676.5	10,750.0	405.0	3.0	22,608.5	1.2
Засоби особистої гігієни (презервативи & аплікатори для тампонів)	11,555.0	37.4	827.5	2,213.2	1,875.1	14.0	16,522.2	0.8
Тримачі для 6 упаковок пива	8,224.0	3.0	180.0	641.0	130.0	10.0	9,188.0	0.4
Підгузки	3,938.0	12.5	276.8	2,150.6	82.0	7.0	6,466.9	0.3
Разом	1,584,905.5	2,169.3	63,785.2	161,223.9	69,293.0	1,735.1	1,883,112.0	100

* Кількість недопалків від цигарок було поділено на 20 для підрахунку пачок, а не окремих цигарок.

Мікропластик, що потрапляє у довкілля, — це або первинний, або вторинний мікропластик. Первинний мікропластик представляє собою мікропластик, вироблений як початковий продукт у мікророзмірі, тоді як вторинний мікропластик є продуктом розкладу більших споживчих товарів.¹⁸⁹ Первинний мікропластик включає передвиробничий пластик у формі порошків або таблеток (розміром <5 мм), що використовуються у виробництві пластикових споживчих товарів. Цей мікропластик виділяється з переробних і транспортних об'єктів, переважно через недосконалу організацію перевезення з залізничних, вантажних об'єктів та місць зберігання на переробні об'єкти.¹⁹⁰ Інші основні види мікропластику включають скрабуючі мікрочастинки, які використовуються в продуктах особистої гігієни, як-от засоби для очищення рук, скраби для обличчя та зубна паста. Такі країни, як Сполучені Штати Америки, Канада, Австралія, Сполучене Королівство, Нова Зеландія, Тайвань та Італія заборонили використання мікропластику в засобах особистої гігієни.¹⁹¹ Протестовані засоби особистої гігієни містили від 0,05 до 12 відсотків частинок мікропластику.¹⁹² Первинний мікропластик також використовується в багатьох промислових цілях, зокрема в рідинах для буріння нафтових і газових свердловин та інших видів видобування, як абразиви при обдуванні стисненим повітрям для видалення фарби з корпусів суден, а також для очищення двигунів і металевих поверхонь.¹⁹³

Вторинний мікропластик є продуктом розпаду різних видів макропластикових продуктів, знайдених у дослідженнях берегової лінії та сміття, як-от 20 основних предметів зі списку B.A.N. List 2.0 (Better Alternatives Now). Згідно з нещодавнім дослідженням Міжнародного союзу охорони природи, синтетичні текстильні волокна та частинки від стирання автомобільних шин є двома головними джерелами первинного мікропластику в океані.¹⁹⁴

Нанопластик надзвичайно активно використовується у таких продуктах, як фарби, клеї, фармпрепарати та електроніка, а також у 3D друку.¹⁹⁵ Згодом вони стають основними продуктами, що потрапляють у довкілля. Подібно до мікропластику, вторинний нанопластик є також результатом подальшого розпаду мікропластику в навколишньому середовищі.

Вміст шкідливих речовин в організмі

Тоді як розглянуті вище приклади перенесення хімікатів з пакування в їжу та напої підтверджують, що пластик і пакування харчових продуктів є джерелами впливу на людину численних токсичних хімічних речовин, біомоніторинг людини вважається найкращим методом точного визначення справжнього рівня впливу. Він вимірює хімічні речовини, їхні метаболіти або конкретні продукти реакції в сечі або крові.¹⁹⁶

Багато хімічних речовин, які використовуються в пакуванні харчових продуктів, використовуються також у широкому спектрі інших споживчих товарів. Більшість людей піддаються впливу без відома і без згоди, тому що хімічні речовини в пластику й упаковці не зазначаються у складі.

Національне обстеження охорони здоров'я та харчування (NHANES) Центрів з контролю та профілактики захворювань США провело одне з наймасштабніших досліджень впливу хімічних речовин на населення у 2009–2010 роках. ВРА було знайдено в 92% заборів сечі дітей (віком від шести років) і дорослих у Сполучених Штатах.¹⁹⁷ Десять із 15 фталатів було виявлено практично в усіх зразках, так само як і PFOA і перхлорат¹⁹⁹, а 4-нонілфенол було знайдено в 51% протестованих осіб.²⁰⁰ Інші дослідження продемонстрували, що ВРА поширений в людській крові та інших тканинах.²⁰¹

Багато хімічних речовин, які використовуються в пакуванні харчових продуктів, використовуються також у широкому спектрі інших споживчих товарів. Хоча дані біомоніторингу не показують, яка частка певного хімікату присутня в людському організмі внаслідок контакту з пластиком і пакуванням, він підтверджує, що людська популяція зазнає значного і дедалі більшого навантаження через вплив багатьох токсичних хімічних речовин. Більшість людей піддаються впливу без відома і без згоди, тому що хімічні речовини в пластику й упаковці не зазначаються у складі.



ТАБЛИЦЯ 4

Поширені токсичні хімічні добавки до пластику

Токсична хімічна добавка	Продукти, в яких вона може міститися	Вплив на здоров'я
Акрилонітрил	Стакани для напоїв, акрилові килими та інший текстиль, пластикові меблі, 3D друк, автозапчастини й устаткування.	Канцероген
Бисфенол А	Полікарбонатний пластик, пластикове столове приладдя, зубні пломби та лінзи для окулярів. ВРА також використовується для виробництва епоксидних смол, що використовуються як покриття кришок для скляної тари та покриття алюмінієвих бляшанок. ВРА використовується також для покриття деяких видів термопаперу.	ВРА — це ендокринний руйнівник. Рак грудей, рак простати, ендометріоз, хвороби серця, ожиріння, діабет, зміни в імунній системі та репродуктивні проблеми — усе це пов'язано зі здатністю ВРА порушувати функціонування ендокринної системи. У маленьких дітей контакт з ВРА до та після народження пов'язаний зі змінами в розвитку мозку та поведінки.
Кадмій	Використовується як барвник і стабілізатор для пластику.	Рак легень, ендометрію, сечового міхура та рак грудей пов'язані з кадмієм. Кадмій може також завдавати шкоди серцево-судинній, нирковій, шлунково-кишковій, нервовій, репродуктивній і дихальній системам.
Антипірени	Домашні предмети на основі пластику (поролон, оббивка, штори і жалюзі) та електроніка (комп'ютери, ноутбуки, телефони, телевізори та побутові прилади).	Деякі антипірени є ендокринними руйнівниками. Дослідження виявили також взаємозв'язок між антипіренами та порушеннями тиреоїдних гормонів, вплив на фертильність і роботу імунної системи, а також шкоду розвитку дитячого мозку та нервової системи як до, так і після народження. Використання деяких антипіренів заборонене згідно зі Стокгольмською конвенцією, оскільки вони становлять неконтрольовану загрозу здоров'ю людей і довкіллю.
Свинець	Свинець використовується як стабілізатор для пластику, він міститься в пластикових прикрасах ¹ , вінілових дощовиках ² , ланч-боксах ³ та вінілових віконних жалюзях.	Свинець може спричиняти уповільнення росту дітей як до, так і після народження, зниження IQ, збільшення дефіциту уваги та поведінкових проблем. Ураження свинцем дорослих пов'язане з порушенням функцій нирок і збільшенням ризику гіпертензії, нервових розладів і проблем із пам'яттю. ⁴ Немає безпечного рівня ураження свинцем.
Перфторовані речовини (PFAS)	Жиро- і брудовідштовхуючі матеріали на основі пластику, для дощовиків, оббивки та килимів, а також пластикове покриття на кухонному посуді.	PFOA та PFOS пов'язані з людськими захворюваннями, включно з ускладненнями вагітності, низькою вагою при народженні, раком яєчок та нирок і тиреоїдними проблемами. Наглядний комітет Стокгольмської конвенції (Наглядний комітет CO3) рекомендував не використовувати жодних фторованих альтернатив PFOA та PFOS, «через їхню стійкість та мобільність, а також потенційні негативні екологічні, соціально-економічні наслідки та вплив на здоров'я».
Фталати	Пластифікатори, щоб роблять пластик м'яким і гнучким.	Фталати є ендокринними руйнівниками. Вони пошкоджують репродуктивну та нервову системи, особливо дітей до та після народження. Деформації пеніса та проблеми з навчанням і поведінкою пов'язані з ураженням фталатами. ⁵ Дослідження також показали, що більша концентрація фталатів у домі призводить до вищих ризиків у дітей цього дому захворіти на астму чи мати інші респіраторні захворювання. ⁶
Стирен (відомий також як вінілбензен)	Полістиреновий пластик і спінений полістирен.	Канцероген
Вінілхлорид	PVC: пластикові меблі, основа килимів, пакування або покриття стін.	Рак печінки
СССР (хлоровані парафіни з коротким ланцюгом)	Пластикові споживчі товари, товари для дітей.	СССР негативно впливають на роботу нирок, печінки та тиреоїдних гормонів, порушують роботу ендокринної системи і вважаються канцерогенами для людей. ⁷

1 Center for Environmental Health, *Jewelry Brands with High Levels of Lead*, <https://www.ceph.org/campaigns/legal-action/previous-work/fashion-accessories/lead-in-jewelry/jewelry-brands-with-high-levels-of-lead>.

2 Center for Environmental Health, *Lead in Children's Raingear*, <https://www.ceph.org/campaigns/legal-action/previous-work/childrens-products/lead-in-childrens-raingear>.

3 Center for Environmental Health, *Lead in Lunchboxes*, <https://www.ceph.org/campaigns/legal-action/previous-work/childrens-products/lead-in-lunchboxes>.

4 National Institute of Environmental Health Sciences, *Lead* (October 12, 2018), <https://www.niehs.nih.gov/health/topics/agents/lead/index.cfm>.

5 Coalition for Safer Food Processing and Packaging, *The Everywhere Chemicals in Your Food*, <http://www.kleanupkraft.org/#info>.

6 Center for Health, Environment & Justice, *PVC, the Poison Plastic Unhealthy for our Nation's Children and Schools*, http://www.chej.org/pvcfactsheets/The_Poison_Plastic.html.

7 UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2 Risk profile on short-chained chlorinated paraffins Nov. 2015

ДЖЕРЕЛА КОНТАКТУ ЛЮДИНИ З ЧАСТИНКАМИ МІКРОПЛАСТИКУ

З'являється дедалі більше доказів серйозної вразливості людини до мікропластику. У найновіших дослідженнях повідомляється, що мікропластик потрапляє в людський організм через воду, яку ми п'ємо, їжу, яку ми вживаємо, та повітря, яким ми дихаємо. 2018 року в дослідженні Медичного університету Відня та Агентства з охорони довкілля Австрії було проаналізовано зразки калу учасників із Фінляндії, Італії, Японії, Нідерландів, Польщі, Росії, Сполученого Королівства й Австрії. Тест показав наявність мікропластику в кожній пробі, а також було виявлено до дев'яти різних видів пластикових смол. У середньому науковці знайшли 20 частинок мікропластику на 10 г калу. Дослідження продемонструвало, що пластик потрапляє в травний тракт людини, і що всі харчові ланцюги, ймовірно, забруднені ним.²⁰² Збільшення доказів забруднення харчових і питних джерел людини мікропластиком надалі проливатиме світло на джерела впливу. Конкретні джерела впливу, пов'язані з екологічним забрудненням харчових ланцюгів і їх вплив на здоров'я людини більш детально розглядаються в розділі 6.

Питна вода як джерело контакту людини з мікропластиком

Нещодавнє дослідження, проведене агентством журналістських розслідувань Orb Media, наробило великого шуму через тезу про те, що мікропластик забруднює воду з крану по всьому світу. Дослідники Університету штату Нью-Йорк у Фредонії проаналізували 159 проб води з крану з 14 країн, половину — з розвинених країн, половину — з країн, що розвиваються. З цих проб у 81% виявлено частинки, від 0 до 61 частинки на один літр. Результати показали, що в середньому на літр припадає 5,45 частинок, найбільше — у США (9,24 частинок на один літр), тоді як країни ЄС мали чотири найнижчі середні показники. Вода більш розвинених країн мала вищу середню концентрацію (6,85 частинок на літр), тоді як середня концентрація в країнах, що розвиваються була нижчою (4,26 частинок на літр). Дев'яносто-вісім відсотків частинок були волокнами.²⁰³

Наступне дослідження, проведене Orb Media з тими самими науковцями щодо бутильованої води, показало, що в ній удвічі більше пластику, ніж у воді з крану.²⁰⁴ У межах дослідження було перевірено 259 пляшок у 19 місцях 11 провідних брендів, і частинки мікропластику було знайдено в 93% проб, у середньому 325 частинок пластику на літр. Тестування виявило, що в середньому в одному літрі бутильованої води міститься 10,4 частинок пластику, що майже удвічі більше середнього показника води з крану.

Якщо дослідження показало 83% забруднення у воді з крану, де 98% частинок складають волокна, то у бутильованій воді виявлено 93% забруднення, де лише



© Anna Gregory

З'являється дедалі більше доказів серйозної вразливості людини до мікропластику. У найновіших дослідженнях повідомляється, що мікропластик потрапляє в людський організм через воду, яку ми п'ємо, їжу, яку ми вживаємо, та повітря, яким ми дихаємо.

13% частинок — мікрОВОлокна. Пластик, виявлений у пробах бутильованої води, охоплює поліпропілен, нейлон і PET. Більшість (65%) мікропластику є уламками, що вказує на інше джерело забруднення, ніж вода з крану, і воно, на думку авторів, може бути пов'язане з пакуванням. Серед частинок розміром понад 100 мкм найбільш поширеним був поліпропілен (54%), полімерний матеріал, що найчастіше використовується для виготовлення кришок до пляшок. Вода марки Nestle Pure Life, придбана в інтернет-магазині Amazon.com, містила найвищу концентрацію мікропластику при середньому рівні 2,247 частинок/л.²⁰⁵



ТАБЛИЦЯ 5

Середня концентрація мікропластику у споживчих продуктах

			Середня концентрація мікропластику на літр				
			NR + FTIR підтверджені частинки	NR позначені частинки	Разом		
Бренд	Партія	Місце придбання	(>100 МКМ)	(6.5-100 МКМ)	В середньому	Мінімум	Мінімум
Aqua	IB 101119	Джакарта, Індонезія	6.68	30.4	37.1	3	133
Aqua	BB 311019 08:11 PSRL6	Балі, Індонезія	10.5	695	705	1	4,713
Aqua	BB 311019 09:50 STB1	Медан, Індонезія	6.93	397	404	0	3,722
Aquafina	Oct0719 0121PF100375	Amazon.com	14.8	237	252	42	1,295
Aquafina	BN7141A04117	Ченнаї, Індія	11.6	162	174	2	404
Bisleri	HE.B.No.229 (BM/AS)	Ченнаї, Індія	18	808	826	39	5,230
Bisleri	MU.B.No.298 (MS/AD)	Мумбаї, Індія	8.85	204	213	2	1,810
Bisleri	SO.B.No.087 (AS/LB)	Нью-Делі, Індія	0.57	3.15	3.72	0	32
Dasani	Oct 0118NHBRB	Amazon.com	14.6	150	165	85	303
Dasani	P18NOV17CG3	Найробі, Кенія	6.28	68.3	74.6	2	335
E-Pura	17.11.18	Мехіко, Мексика	22.3	664	686	11	2,267
E-Pura	14.10.18	Тіхуана, Мексика	7.76	12.2	20	3	92
E-Pura	09.08.18	Рейноса, Мексика	0.21	37.1	37.3	0	149
Evian	PRD 03 21 2017 14:02	Amazon.com	26	171	197	126	256
Evian	PRD 05 24 17 11:29	Фредонія, Нью-Йорк, США	1.51	56.7	58.2	0	256
Gerolsteiner	07.142018 2 07.07.2017	Фредонія, Нью-Йорк, США	14.8	1,396	1,410	11	5,106
Gerolsteiner	NV No. AC-51-07269	Amazon.com	8.96	195	204	9	516
Minalba	FAB: 211017 09:06SP	Сан-Паулу, Бразилія	2.56	37.5	40.1	4	199
Minalba	FAB: 160817 15:05SP	Апаресіда-ді-Гоянія, Бразилія	5.3	7.19	12.5	0	47
Minalba	FAB: 091217 16:53SP	Ріо-де-Жанейро, Бразилія	5.01	145	150	0	863
Nestle Pure Life	100517 278WF246	Amazon.com	29.8	2,247	2,277	51	10,390
Nestle Pure Life	P: 4/11/17 01:34 AZ	Бейрут, Ліван	11	38.2	49.3	6	153
Nestle Pure Life	730805210A 23:28	Бангкок, Тайланд	18	450	468	11	3,526
San Pellegrino	BBE 11.2018 10	Amazon.com	1.68	28.6	30.3	0	74
Wahaha	20171102 1214JN	Цзінань, Китай	9.1	147	156	30	731
Wahaha	20171021 3214GH	Пекін, Китай	5.53	61.2	66.7	13	178
Wahaha	20171103 2106WF	Ціндао, Китай	4.4	62.7	67.1	1	165

ПРИМІТКА: МАКСИМАЛЬНІ ТА МІНІМАЛЬНІ КОНЦЕНТРАЦІЇ ТА НОМЕРИ ПАРТІЙ ТАКОЖ НАДАЮТЬСЯ. NR, NILE RED.

Думку про те, що пластикове пакування може сприяти забрудненню бутильованої води, підтвердило німецьке дослідження 2018 року щодо питної води, що фасується в пластикові, скляні пляшки та картонну упаковку для напоїв. Дослідження виявило малі (50–500 мкм) та дуже малі (1–50) частинки мікропластику в воді кожного виду пакування.²⁰⁶ Вони протестували вміст мікропластику у воді з 22 різних видів поворотних і одноразових пластикових пляшок, трьох картонних упаковок для напоїв і дев'яти скляних пляшок, придбаних у німецьких продовольчих магазинах. У дослідженні було застосовано мікроспектроскопію комбінованого розсіювання, що здатна виявляти менші частинки, ніж технології, використані в попередніх дослідженнях. За розміром майже 80% усіх частинок мікропластику були від 5 до 20 мкм (дуже малі), тому їх не можна було виявити за допомогою аналітичних технік, які використовувалися в попередніх дослідженнях. Найвищий рівень мікропластику було виявлено в поворотних пластикових пляшках (118±88 частинок на літр), тоді як одноразовий пластик містив 14±14 частинок на літр. Вміст мікропластику в картонній упаковці для напоїв був 11±8 частинок на літр, а в скляних пляшках — 50±52.

Більшість частинок у воді в поворотних пластикових пляшках склалися з поліестеру (насамперед поліетилентерефталату, PET, 84%) та поліпропілену (PP; 7%). Це не дивно, адже пляшки виготовляються з PET, а кришечки — з PP. У воді в одноразових пластикових пляшках було знайдено лише кілька мікро-PET-частинок. У воді в картонній упаковці для напоїв та скляних пляшках, окрім PET, було знайдено інші частинки мікропластику, як-от поліетилен або поліолефіни. Автори припустили, що це може бути пов'язано з тим, що картонну упаковку для напоїв покривають поліетиленовою плівкою, а кришечки змащують. Автори підсумовують, що пакування саме по собі може виділяти мікрочастинки.²⁰⁷

Токсична дія мікропластику на клітини та тканини

Порівняно з хімічними речовинами, що використовуються в пластику, про токсичний вплив частинок пластику на людський організм відомо менше. У нещодавньому огляді потенційних небезпек від мікропластику висловлюються занепокоєння, що мікропластик, який потрапляє в тіло людини, може спричиняти запалення (пов'язане з раком, хворобами серця, запальними проблемами кишківника, ревматоїдним артритом та ін.), генотоксичність (пошкодження генетичної інформації в клітинах, що призводить до мутацій, які можуть спричиняти

© Qiu Bo/Greenpeace





БЛОК 7

Дитячі іграшки містять токсичні пом'якшувачі пластику

SCCP (хлоровані парафіни з коротким ланцюгом) використовуються як антипірени в PVC-пластику, гумі та в килимах. Інші способи використання — як пластифікатори в фарбі, клеях і герметиках. SCCP у завищених дозах були виявлені в дитячих товарах: іграшках, наліпках, одязі, спортивному інвентарі, засобах догляду за дитиною та кухонному приладді.

Дослідження²⁰⁸ 2017 року дитячих товарів у десяти країнах, проведене IPEN, Громадським об'єднанням Аляски по боротьбі з токсичними речовинами та ARNIKA, виявило масштабне забруднення SCCP, що негативно впливають на роботу нирок, печінки та тиреоїдних гормонів, порушують ендокринні функції та вважаються канцерогенами для людського організму.²⁰⁹

Невдовзі після виходу дослідження SCCP були включені до Стокгольмської конвенції як глобальні забруднювачі. Через лобювання з боку важкої промисловості заборона мала прогалини, які дозволяли надалі використовувати SCCP у виробництві пластику, що свідчить про слабкі сторони світових регулятивних рамок у боротьбі з токсичними пластиковими добавками.

В одній нещодавній науковій праці зазначається²¹⁰, що «жодні стійкі антропогенні хімічні речовини не виробляються в такій кількості [як SCCP]», й існують свідчення, що їх виробництво зростає. Зважаючи на властивість SCCP переноситися на далекі відстані та накопичуватися, а також активне лобювання з боку промисловості щодо їх використання як пластикових добавок, вплив на людину та довкілля потенційно зростатиме.



Jump rope purchased in Japan contains 19,808ppm of SCCPs

рак), оксидативний стрес (що призводить до багатьох хронічних захворювань, як-от атеросклероз, рак, діабет, ревматоїдний артрит, постішемична перфузія, інфаркт міокарду, інсульт), апоптоз (загибель клітин, пов'язана з широким спектром захворювань, включно з раком) і некроз (загибель клітин, пов'язана з автоімунними станами і нейродегенеративними захворюваннями). З плином часу цей вплив може також призводити до пошкодження тканин, фіброзів та раку.²¹¹

Весь пластик містить активні форми кисню (АФК), або вільні радикали, які є нестабільними молекулами, що містять кисень та легко реагують з іншими молекулами в клітині. Накопичення вільних радикалів у клітинах може призводити до пошкоджень ДНК, РНК і протеїнів і викликати загибель клітин.²¹² Фотодеградація пластику або взаємодія з металами може призводити до утворення вільних радикалів. Пошкодження, пов'язані з утворенням вільних радикалів, може спричиняти серцево-судинні та запальні захворювання, катаракту та рак.²¹³

Вочевидь, запалення є головною реакцією на мікро- та нанопластик, що потрапляє у шлунково-кишковий тракт (ШКТ) або дихальну систему.²¹⁴ У літературі, в якій розглядається вплив частинок пластику, які виділяються в тіло з пластикових протезів на імплантатах, що розкладаються, йдеться про те, що запалення є помітним наслідком потрапляння пластикових частинок на епітелій дихальної системи та ШКТ.²¹⁵ В організмі людини спостерігається циркуляція частинок PE та PET з одягу, що рухаються по лімфатичній системі, а також до печінки та селезінки. Частинки PE з одягу акумулюються в лімфатичних вузлах, які оточують штучні протези суглобів, і їх може бути так багато, що вони повністю заповнюють лімфатичні вузли, що призводить до серйозного запалення. Подібні реакції можуть виникати при споживанні або вдиханні мікропластику, якщо він може проникнути через епітелій.²¹⁶

Поглинання і переміщення по ШКТ

Мікро- та нанопластик може рухатися по шлунково-кишковому тракту морських організмів, наприклад крабів²¹⁷ і мідій²¹⁷, однак щодо ссавців існує менше досліджень.²¹⁹ На основі дослідження про системи доставки фармпрепаратів та перенесення нанополімерів з пакування на їжу науковці вважають, що споживання та вдихання частинок мікро- та нанопластику може призвести до їх потрапляння у різні частини тіла, і це може мати різні наслідки.²²⁰

Споживання може спричиняти поглинання та переміщення частинок пластику по шлунково-кишковому тракту, вдихання може спричиняти переміщення до легень, до того ж частинки можуть потрапляти в кровоносну систему.²²¹

Розмір частинок, поверхневий заряд і гідрофільність є факторами, що впливають на переміщення. Нині наукова спільнота схиляється до думки, що частинки розміром



© Bo Eide

менше, ніж 1 мкм можуть проходити через кишкову стінку і потенційно проникати глибше у велике коло кровообігу.²²² Різні наноматеріали переміщуються з кишківника в кровеносну систему й осідають у печінці та селезінці.²²³ На основі досліджень ін-вітро стало відомо, що пацієнти із запальними захворюваннями травної системи схильні до більш високої абсорбції в товсту кишку та слизову тканину порівняно зі здоровими людьми з контрольної групи.²²⁴ Частинки нано- та мікропластику можуть переміщуватися через живі клітини до лімфатичної або кровеносної системи²²⁵, здатні накопичуватися у другорядних органах²²⁶ або порушувати імунну систему та здоров'я клітин.²²⁷ Присутність мікропластику може викликати кишкову непрохідність або пошкоджувати тканини дощових черв'яків і морського окуня.²²⁸ Одне дослідження людських клітин показало, що мікропластик може спричиняти інтоксикацію клітин.²²⁹

Досі не цілком зрозуміло, що відбувається, коли частинки мікро- та нанопластику потрапляють у кровеносну систему з кишківника, але очевидно, що такі фактори, як розмір, поверхневий заряд, пористість і фізіологічний стан особи є важливими.²³⁰ Коли частинки мікро- та нанопластику взаємодіють із клітинами та тканинами й акумулюються в головних органах, може виникати низка токсичних ефектів, однак потрібно більше досліджень.

Дослідження свідчать, що на людей впливає велика кількість мікропластику та токсичних хімічних речовин через використання пластикових споживчих товарів і пластикового пакування. Попри деякі прогалини в знаннях, доступні дані чітко вказують на безліч серйозних наслідків для людського здоров'я.

Весь пластик містить активні форми кисню, або вільні радикали, які є нестабільними молекулами, що містять кисень та легко реагують з іншими молекулами в клітині. Накопичення вільних радикалів у клітинах може призводити до пошкоджень ДНК, РНК і протеїнів і може викликати загибель клітин.





РОЗДІЛ П'ЯТИЙ

Управління пластиковими відходами

Постійне зростання виробництва та споживання пластику у світі значно випередило розвиток наявних методів поводження з відходами. Попри загальноприйнятну думку, лише невелику частину пластикового сміття економічно або технічно доцільно переробляти. З 1950 до 2015 року приблизно 4 900 мільйонів тонн, або 60%, усього будь-коли виробленого пластику було викинуто, і він накопичується на полігонах або в природному середовищі.²³¹ З усіх цих відходів 60% потрапили в довкілля (через сміття на полігонах або в морях та в землі), 12% було спалено, і лише 9% було відновлено для перероблення.²³² Прагнучи контролювати дедалі більші обсяги пластикових відходів, деякі міста й уряди, під впливом сильного лобі корпорацій з управління відходами, схилиються до інсинерації (спалювання) відходів. На перший погляд, інсинерація видається доцільним швидким рішенням, адже перетворення «відходів на енергію» або «пластику на паливо» має не лише зменшувати кількість відходів, а й виробляти енергію. Однак суть усіх технологій інсинерації така сама, що й спалювання відходів у відкритому просторі (відкрите спалювання). Попри різні умови спалювання та незалежно від складу відходів, у результаті промислового спалювання та відкритого спалювання одна форма сміття перетворюється на іншу форму сміття, при цьому ще й утворюються токсичні викиди та токсична зола.

Викиди від інсинерації відходів охоплюють метали (серед яких ртуть, свинець і кадмій), органічні сполуки (диоксини, як-от поліхлоровані дібензо-р- диоксини, PCDD) і фурані, ПАВ, леткі органічні сполуки та інші CO₃, зокрема поліхлоровані дібензофурані (PCDF), поліхлоровані бифеніли (PCB) та гексахлоробензен (HCB),²³³ кислі гази (разом з диоксидом сірки та хлороводнем), тверді частинки (пил і піщинки), оксиди азоту, моно- (CO) і диоксид вуглецю (CO₂).²³⁴ Дим і тверді частинки, що виділяються під час спалювання пластику та інших відходів, провокують респіраторні захворювання, особливо серед дітей, людей похилого віку, людей, що

БЛОК 8

Відкрите спалювання сміття по всьому світу

Відкрите спалювання сміття визначається як згоряння небажаних займистих матеріалів, як-от папір, дерево, пластик, текстиль, гума, відпрацьовані масла та інші рештки — або в природі, або на відкритих звалищах, де забруднювачі вивільняються прямо в повітря.²³⁵

Відкрите спалювання може також включати сміттєспалювальні об'єкти, де бракує контролю викидів, наприклад топки. Ця практика часто застосовується в країнах, що розвиваються,²³⁶ та сільській місцевості, особливо в громадах із обмеженим доступом до недорогого пального й організованих систем управління відходами. Орієнтовно 2,8 мільярда людей — це понад третина населення світу — залежать від відкритого вогню або простих печей, що працюють на керосині та твердому паливі, зокрема дереві, вугіллі та відходах, для приготування їжі та опалення. Згідно з Рекомендаціями Всесвітньої організації охорони здоров'я з якості повітря всередині приміщення, наслідком цього є 4,3 мільйони передчасних смертей через серцево-судинні захворювання, рак легень, інсульт, хронічне обструктивне захворювання легень і пневмонію.²³⁷ Є також підтвердження взаємозв'язку між забрудненням повітря в помешканнях і низькою вагою при народженні, туберкульозом, катарактою та раком носоглотки і гортані.

Одне дослідження показало, що відкрите спалювання відповідає за 29% світових антропогенних викидів маленьких твердих частинок, 10% викидів ртуті та 40% ПАВ.²³⁸ Спалювання пластику може бути серйозною загрозою здоров'ю, адже PVC сприяє високому рівню викидів диоксину.²³⁹ Цей стійкий токсин, що схильний до біоаккумуляції, може поширюватися у повітрі та землі, впливаючи на рослини та тварин, які знаходяться поряд. Відкрите спалювання може також спричиняти пожежі та пов'язані з цим смерті й пошкодження.²⁴⁰ Програма ООН з довкілля визначає відкрите спалювання як екологічно неприйнятну практику, що може призвести до ненавмисного утворення та вивільнення стійких органічних забруднювачів, і рекомендує припинити відкрите й інше неконтрольоване спалювання відходів, зокрема спалювання на полігонах.²⁴¹



страждають від астми, а також людей із хронічними захворюваннями серця й легень,²⁴² тоді як PCDF і ПАВ є відомими канцерогенами, а метали, що виділяються, — нейротоксинами. Токсичні викиди, зола виносу та нелеткий залишок із купи для спалювання можуть пересуватися на великі відстані та поглинатися землею і водою, зрештою потрапляючи в організми людей після накопичення в тканинах рослин і тварин у харчовому ланцюзі.²⁴³

ПЕРЕТВОРЕННЯ ВІДХОДІВ НА ЕНЕРГІЮ

Комерційні інсинератори сміття спалюють відходи (папір, пластик, метал і решки їжі) у більш контрольованих умовах, ніж під час відкритого спалювання, але при цьому також утворюються забруднювачі повітря, нелеткий залишок, зола виносу, продукти згорання, стічні води, осад від обробки стічних вод і тепло. Деякі інсинератори використовують паливо, отримане з різних твердих побутових відходів, тоді як інші спалюють змішані відходи в традиційних інсинераторах, які ще називають інсинератори масового спалювання. Останні спалюють відходи за температури понад 1 000°C. Коли відходи спалюють з використанням вугілля чи біомаси в нетрадиційних інсинераторах, наприклад цементних печах, вугільних електростанціях і промислових котлах, — цей процес називається «спільна інсинерація».

Токсичні викиди, зола виносу та нелеткий залишок з купи для спалювання можуть пересуватися на великі відстані та поглинатися землею й водою, зрештою потрапляючи в організми людей після накопичення в тканинах рослин і тварин у харчовому ланцюзі.

Евфемізми, які часто використовуються в індустрії інсинерації відходів, як-от «перетворення відходів на енергію» (англ. «waste-to-energy») та «енергія з відходів» (англ. «energy from waste»), охоплюють широке коло термічних процесів, наприклад масове спалювання та газифікацію, а також нетермічні процеси, як-от анаеробне зброджування та відновлення газу з полігонів. У цьому звіті «перетворення відходів на енергію» стосується масового спалювання, спільної інсинерації та палива з побутових відходів, тоді як інші форми термічної обробки, як-от газифікація, піроліз та плазма, розглядаються окремо в категорії «перетворення пластику на паливо».

Індустрія спалювання планує зростання ринку Азії

Використання інсинерації значно різниться по всьому світу. У Європі є майже 500 інсинераторів, і станом на 2016 рік 41,6% пластикових відходів спалюється.²⁴⁴ У 2016 році, як повідомлялося, працював 231 інсинератор, а ще 103 будувалися або планувалися в Китаї.²⁴⁴ Інші більш індустріалізовані регіони мають менший рівень інсинерації: у Сполучених Штатах лише 12,5% твердих побутових відходів спалюються, і з 1997 року побудовано лише один новий інсинератор. За оцінками індустрії спалювання відходів, ця галузь стабільно зростатиме з сукупним річним рівнем зростання в понад п'ять відсотків. Прогнозується, що до 2025 року утворення відходів подвоїться до понад шести мільйонів тонн щодня, тож індустрія спалювання має високий потенціал зростання.²⁴⁶ Розраховуючи на урядові ініціативи Китаю, Індії, Тайланду та Малайзії, індустрія інсинерації поставила ціль зростання на більш ніж сім відсотків на ринку Азії.²⁴⁷ Втім, у багатьох країнах інсинерація є спірним питанням, і нещодавні спроби побудувати нові інсинератори викликали спротив, зокрема в Китаї, Індії, на Філіппінах, Індонезії, В'єтнамі, Малайзії, Тайланді, Південній Африці, Ефіопії, Іспанії, Сполученому Королівстві, Пуерто-Рико, Мексиці, Аргентині, Чилі та Бразилії.

ІНСИНЕРАЦІЯ ВІДХОДІВ ТА ЕКОЛОГІЧНИЙ ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я

Токсичні викиди від спалювання пластику

Представники індустрії інсинерації стверджують, що спалювання з використанням технологій підвищеного контролю за викидами генерує чисту енергію, і це зменшує наслідки зміни клімату та знижує токсичність. Однак існує величезна кількість підтверджень того, що викиди та побічні продукти від спалювання відходів мають негативний коротко- та довгостроковий вплив.

Викиди в повітря, пов'язані з інсинерацією, охоплюють метали (ртуть, свинець і кадмій), органічні речовини (диоксини та фурані), кислі гази (диоксид сірки та хлороводень), тверді частинки (пил і піщинки), оксиди азоту та монооксид вуглецю.²⁴⁸ Працівники та розміщені поблизу громади можуть прямо чи опосередковано зазнавати впливу токсичних викидів через вдихання забрудненого повітря, контакт із забрудненою землею або водою та вживання їжі, що була вирощена в середовищі, забрудненому цими речовинами.²⁴⁹ Ці токсичні речовини становлять загрозу рослинності, здоров'ю людей і тварин та довкіллю, вони стійкі та схильні до біоаккумуляції через харчовий ланцюг.²⁵⁰ Спалювання пластику також збільшує частку вихідного палива в енергетичному міксі та підвищує рівень парникових газів у атмосфері.

У деяких країнах новіші інсинератори застосовують

технології контролю забруднення повітря, зокрема тканинні фільтри, електростатичні вловлювачі пилу та нейтралізатори відпрацьованих газів. Фільтри не запобігають потраплянню в повітря викидів небезпечних речовин — ультрадрібних частинок, неконтрольованих й особливо шкідливих для здоров'я.²⁵¹

Крім того, під час запуску та вимкнення установок або при зміні складу чи обсягу відходів трапляються технічні збої, і внаслідок цих системних помилок продукується більше викидів, коли порівняти з нормальними умовами роботи.²⁵² За оцінками, 2015 року ці дрібні тверді частинки в повітрі призвели до передчасної смерті понад чотирьох мільйонів людей по всьому світу.²⁵³ До того ж

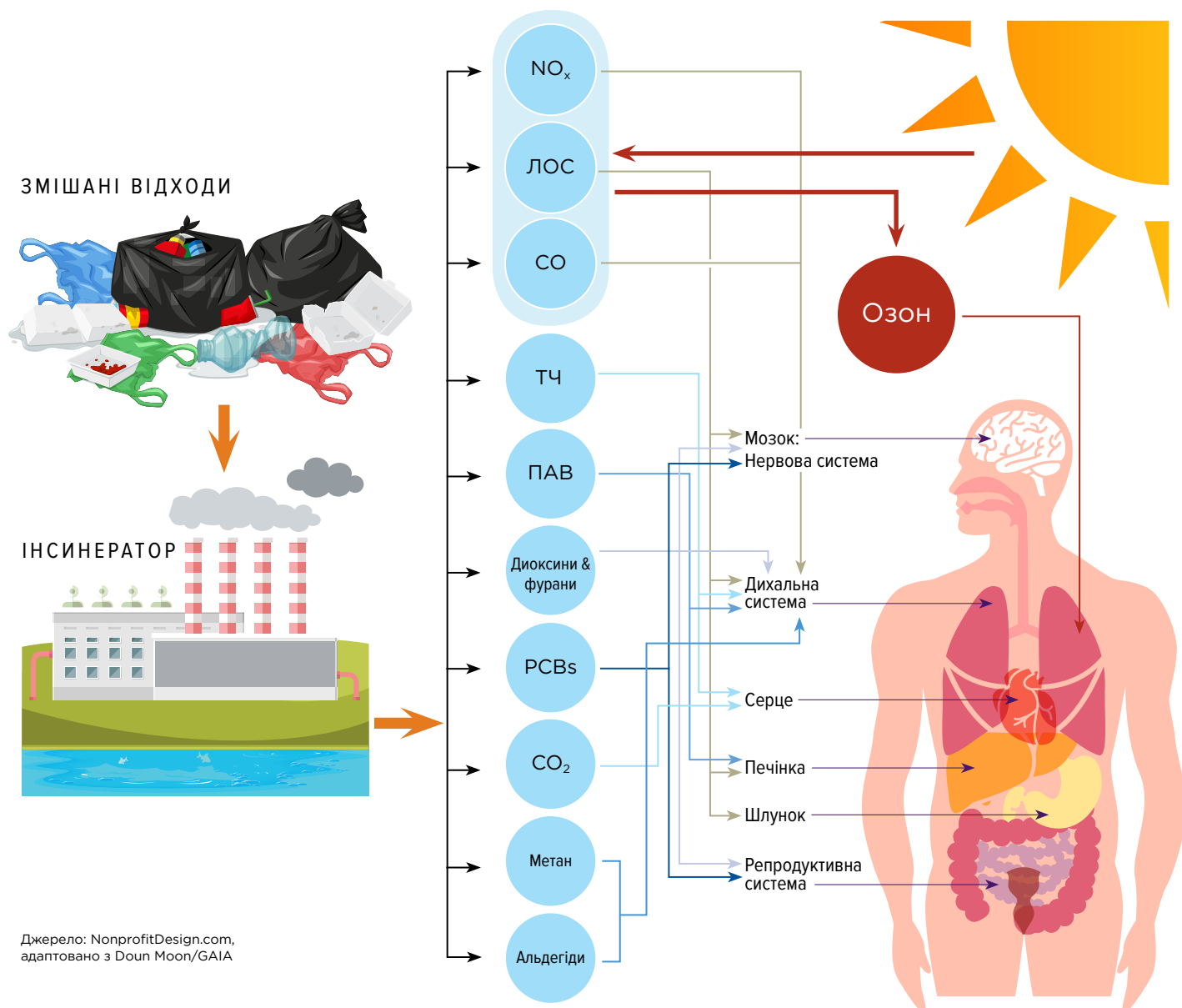
інсинератори будуються непропорційно в країнах із низьким достатком та соціально-політично маргіналізованих громадах, створюючи навантаження у вигляді токсичної золи, забруднення повітря та шумового забруднення, а також аварій.²⁵⁴

Токсичні побічні продукти інсинерації для землі та вод

Крім токсичних викидів у повітря, внаслідок інсинерації на різних етапах термічного оброблення утворюються особливо токсичні побічні продукти. Забруднювачі, які вловлюють фільтри, переносяться на такі побічні продукти інсинерації, як зола виносу, нелеткий залишок, котельна зола (шлак) і осад від оброблення стічних вод.²⁵⁹ Нелеткий осад з топки змішується зі шлаком.

РИСУНОК 7

Токсичний вплив інсинерації





© iStockphoto/ReneDya

БЛОК 9

Випадки неналежного управління золою у світі

Хоча представники галузі інсинерації стверджують, що вони не створюють жодного забруднення, існує низка випадків неналежного управління токсичною золою з боку інсинераторів. У 2015 році з'ясувалося, що Швеція упродовж п'яти років скидала надзвичайно токсичну золу виносу на маленькому острові в Норвегії, створюючи ризики вимивання важких металів у Осло-фіорд та вибухів на острові.²⁵⁵ Дослідження виявило, що в Китаї золу від інсинерації скидали на неоснащені полігони через брак полігонів для токсичних відходів.²⁵⁶ Під час тестування у 2012 році величезного обсягу золи, скинутої компанією Covanta в окрузі Б'ютт, штат Каліфорнія, було виявлено високий рівень диоксину.²⁵⁷ Нещодавно план розширення полігону для золи в штаті Массачусетс призвів до судового процесу через недотримання вимог для отримання дозволу від Департаменту охорони здоров'я. За повідомленнями Реєстру ракових захворювань штату Массачусетс, люди, що живуть у громадах неподалік, частіше хворіли на рак мозку, сечового міхура та легень, ніж зазвичай.²⁵⁸

Зола виносу являє собою тверді частинки в димових газах, що містять небезпечні компоненти, як-от диоксин і фурані, і викидаються з труби. Токсичність золи виносу вища, ніж нелеткого залишку, бо це маленькі частинки, що одразу розносяться вітром, і є більша ймовірність її вимивання.²⁶⁰ Що ефективніше є система контролю забруднення повітря в інсинераторах для твердих побутових відходів, то токсичніше є зола.²⁶¹

Внаслідок інсинерації утворюється зола, що стає новою проблемою у сфері утилізації відходів. Зола може осісти в багатьох місцях: на полігонах (полігони золи, полігони небезпечних відходів і полігони твердих побутових відходів), змішуватися з цементом, зберігатися в кавернах або шахтах або скидатися у відкритий ґрунт, на сільськогосподарські угіддя (іноді помилково маркується як добриво) та на острови і болота. Метали й органічні сполуки в золі можуть вимиватися (наприклад, розчинятися і потрапляти в дощові маси або змішуватися з іншою водою) та потрапляти в підземні води або водою неподалік, що продовжує цикл впливу токсичних речовин на людину.

Крім загрози для запасів води, зола з інсинераторів може негативно впливати на здоров'я людини шляхом прямого вдихання або вживання золи, яка знаходиться в повітрі або землі.²⁶²

Залишки золи становлять серйозну загрозу навколишньому середовищу як у локальних, так і глобальних масштабах, зокрема здоров'ю людини. Вони містять велику кількість невідомо утворених токсичних стійких органічних забруднювачів (НУСОЗ), включно з тими, що містяться в переліку Додатку С Стокгольмської конвенції (диоксини, фурані, поліхлоровані біфеніли та гексахлоробензен), які є канцерогенами, мутагенами та/або шкодять репродуктивному здоров'ю.²⁶³ Зола містить також важкі метали, зокрема миш'як, барій, кадмій, хром, мідь, молібден, нікель, свинець, олово, стибій, селен і цинк, які надходять з пластику та небезпечних твердих побутових відходів.²⁶⁴ Відомо, що вони спричиняють отруєння важкими металами через промислове забруднення, забруднення повітря або води та вдихання.

ПЕРЕТВОРЕННЯ ПЛАСТИКУ НА ПАЛИВО

Газифікація, піроліз та плазмова дуга — ці технології часто об'єднують у поняття «перетворення пластику на паливо» — мають на меті зменшення обсягу відходів шляхом його перетворення на синтетичний газ або нафту, після чого відбувається спалювання. У Сполучених Штатах і Європі їх відносять до інсинерації, бо процес передбачає термічне оброблення відходів і спалювання вироблених газів.²⁶⁵

- **Газифікація:** Термічна конверсія матеріалів, що містять вуглець, за температури 540°C–1 540°C, з обмеженим доступом повітря та кисню. В результаті газифікації утворюються забруднювачі та синтетичний газ, що складається з чадного газу, водню та вуглекислого газу, що потребують підвищеного контролю забруднення повітря.²⁶⁷ Викиди в атмосферу, шлак, зола виносу з обладнання для контролю забруднення повітря та стічні води є побічними продуктами газифікації, подібно до інсинерації відходів.²⁶⁸
- **Піроліз:** Термо-хімічне розкладання органічного матеріалу, за підвищених температур без доступу кисню. Піроліз відбувається за температури понад 400°C у безкисневому просторі.²⁶⁹ Синтетичний газ, що утворюється під час реакції, зазвичай перетворюється на рідкі вуглеводні, наприклад біодизель. Інші побічні продукти — це переважно неперетворений вуглеводень та/або деревне вугілля й зола, в яких зосереджуються важкі метали та диоксини.²⁷⁰

- **Плазмова дуга:** За допомогою плазмотрона відбувається додаткове нагрівання на 2 200°C–11 000°C для вироблення синтетичного газу та тепла.²⁷¹ Як повідомляється, шлак, що утворюється під час використання цієї технології, має ризик вимивання таких важких металів, як миш'як і кадмій.²⁷²

Низька доцільність і тенденція до помилок

Ринок перетворення пластику на паливо зростає, а також збільшується кількість спроб розвинути газифікацію твердих побутових відходів до промислових масштабів. Ці зусилля тривають уже багато років, за які сталося багато серйозних помилок з огляду на нестачу операційного досвіду, великі кошти, брак фінансування та екологічні проблеми.²⁷³ Нещодавнє дослідження дійшло висновку, що термодинамічна ефективність піролізу твердих побутових відходів дуже сумнівна, а технологія шкодить навколишньому середовищу; отож іще потрібно довести її сталість як технології поводження з відходами та джерела енергії.²⁷⁴

Газифікація, піроліз та плазмова дуга — ці технології часто об'єднують в поняття «перетворення пластику на паливо» — мають на меті зменшення обсягу відходів шляхом його перетворення на синтетичний газ або нафту, після чого відбувається спалювання. У Сполучених Штатах і Європі їх класифікують як форми інсинерації, бо процес передбачає термічне оброблення відходів і спалювання вироблених газів.

Вплив довкілля на здоров'я

Під час газифікації відходів утворюється особливо токсична сполука — чадний газ, — у концентраціях, що значно перевищує смертельне дозування.²⁷⁵ Токсичні, кислотні та вуглеводні, що піддаються конденсації (рідка смола), що піддаються конденсації, є неминучими побічними продуктами газифікації, і вони виробляються в більшому обсязі, коли підприємства переробляють змішані відходи через складність стабілізації процесу.²⁷⁶ З підвищенням тиску токсичний газ може випаруватися у повітря.²⁷⁷ Як зазначено вище, побічні продукти піролізу та застосування плазмової дуги містять високу концентрацію токсичних речовин, які потенційно можуть вимиватися в довкілля. Говорячи більш узагальнено, термічне оброблення пластикових відходів призводить до викидів стійких органічних забруднювачів (СОЗ), як-от диоксини і поліхлоровані біфеніли, а також свинець, миш'як, ртуть та інші важкі метали з початкових компонентів пластикових відходів: полімерів, отриманих із нафти, газу або вугілля, з додаванням токсичних добавок, наприклад антипіренів та або/пластифікаторів.²⁷⁸



БЛОК 10

Токсичне перероблення

Перероблені матеріали, що містять токсичні хімічні речовини, можуть забруднювати споживчі продукти, призводячи до наслідків небезпечного впливу хімікатів та повторного потрапляння в навколишнє середовище. Токсичне перероблення є перешкодою для справді циркулярної економіки. У випадку з CO₂, їх стійкість, токсичність та здатність забруднювати харчові ланцюги й пересуватися на довгі відстані становлять особливу проблему.

У звіті IPEN «Токсична «лазівка»: Перероблення небезпечних на відходів на нові продукти» (*Toxic Loophole: Recycling Hazardous Waste into New Products*)²⁷⁹ йдеться про те, що споживчі товари, зокрема іграшки з перероблених електронних відходів, забруднені токсичними хімічними речовинами. Тестування продуктів показало, що товари, які продаються в Європі, містять полібромовані дифенілові етери (PBdE), використання яких обмежене або заборонене, — групу токсичних антипіренів, що входять до складу матеріалів електронних відходів.

З 430 зібраних пластикових продуктів 109 одиниць були визначені як такі, що ймовірно містять антипірени з перероблених електронних відходів. Більш детальний хімічний аналіз цих 109 предметів виявив, що:

- 94 зразків (86%) містили OctaBDE
- 100 зразків (92%) містили DecaBDE
- Найвищу виміряну концентрацію PBdE було виявлено в дитячих іграшках, за ними йдуть аксесуари для волосся та кухонне приладдя. Іграшкова гітара з Португалії мала найвищу концентрацію PBdE (3318 ppm або 0,3% маси продукту), що втричі перевищує найконсервативніший ліміт для цієї речовини в пластику.

Відомо, що PBdE порушують роботу тиреоїдних гормонів, що негативно впливає на розвиток мозку та спричиняє довготривале неврологічне пошкодження.²⁸⁰ Дослідження показує, що вплив PBdE пов'язаний з гіперактивністю та дефіцитом уваги в дітей.²⁸¹ Забруднення дитячих іграшок викликає особливе занепокоєння через схильність дітей брати предмети до рота, що підвищує ризик потрапляння цих токсичних речовин до організму.

Якби проаналізовані в цьому дослідженні продукти були зроблені з пластику з первинної сировини, а не перероблених матеріалів, майже половина не відповідала б Регламенту ЄС про CO₂, за яким концентрація OctaBdE не повинна перевищувати нормативний ліміт 10 ppm в товарах, виготовлених із пластику з первинної сировини. Ці різні стандарти вмісту PBdE в продуктах із первинної та переробленої сировини виникають через низькі порогові значення у законодавстві для відходів CO₂, що не враховують потенційну токсичність потоків відходів, які необхідно переробляти. Проблема існує не лише в межах ЄС. Оскільки Стокгольмська конвенція містить винятки щодо перероблення PentaBdE та OctaBdE, цілі з перероблення є глобальними, і це лише підкріплює глобальні наслідки токсичного впливу та викидів PBdE.

Екологічна безпечність виробленого газу також під питанням. Під час спалювання газ може виділяти ультрадрібні частинки нікелю, свинцю та інших токсичних металів.²⁸² Отримане з пластику паливо продукує більше вихлопних газів порівняно з дизелем і має вищий вміст сірки порівняно як із бензином, так і з дизелем.²⁸³ Моніторинг та імплементація строгого контролю за забрудненням повітря цих видів палива є складним завданням, коли паливо продається та розповсюджується за межами галузі та по-різному використовується в транспорті та котлах.

Дуже легкозаймисті гази — водень та вуглекислий газ — також створюють небезпеку пожеж і вибухів.²⁸⁴ Дії під час запуску та вимкнення, а також неконтрольоване потрапляння повітря, збільшують потенційний ризик вибуху.²⁸⁵ За шість років у Швеції сталося 2 865 зафіксованих пожеж у газогенераторах.²⁸⁶

ІНШІ ШЛЯХИ ТА НЕВІДОМІ АСПЕКТИ

Упродовж останніх років було запропоновано низку інших технологій або стратегій, наприклад хімічне перероблення або використання пластикових відходів для будівництва доріг або споруд, для вирішення проблеми пластикових відходів.

Хімічне перероблення

Хімічне перероблення визначається як хімічне перетворення пластику на його базові складові з метою відтворення тих самих матеріалів. Хоча досліджуються різні термохімічні та каталітичні способи конверсії пластику,²⁸⁷ залишається багато невідомого/ невідомих аспектів щодо токсичності неконтрольованих викидів з огляду на високотемпературне оброблення, використання розчинників, доступність процесів та ефективність каталізаторів. Іноді термін «хімічне перероблення» вживається для позначення перетворення пластику на паливо шляхом спалювання, наприклад газифікації або піролізу. У таких випадках «хімічне перероблення» викликає таке саме занепокоєння щодо наслідків для здоров'я, що й інсинерація відходів. Огляд багатьох підприємств, які стверджують, що здійснюють «хімічне перероблення», показує, що ці підприємства насправді займаються перетворенням пластику на паливо.²⁸⁸

Будівельні матеріали для доріг і споруд на основі відходів

Останніми роками з'явилися ініціативи зі створення на основі пластику матеріалів для дорожнього покриття («пласфальт») і будівництва споруд («пластикові цегла»). Їхня мета — сприяти утилізації нелеткого залишку з інсинераторів для заміни наповнювачів основи дорожнього покриття, заповнення прогалін, виробництва бетонних блоків або сумішей.²⁸⁹



© iStockphoto/Sjo

- **«Пластиковая цегла»:** Цегла з пластику стискається двома сталевими прутами в модульних формах для брикетів. Брикети наповнюються герметичним матеріалом на основі пластикових відходів і нагріваються в сонячних печах протягом години, а потім одразу охолоджуються аерозолем.²⁹⁰
- **«Пласфальт»:** Зібраний пластик після очищення подрібнюється на частинки однакового розміру (2–4 мм). Потім цю суміш плавлять за температури 160–180°C і змішують з іншими гарячими матеріалами та асфальтом за подібної температури.²⁹¹

Хоча токсичність найновіших методів «перероблення» ще не досліджена, відомо про ризики для здоров'я, пов'язані з нагріванням пластику, хімічних добавок і мікропластику. Полімери на зразок PP, PE і PS під час нагрівання виділяють в атмосферу токсичні речовини від середнього до високого рівня: вуглекислий газ, акролеїн, мурашину кислоту, ацетон, формальдегід, етаналь, толуен та етилбензен.²⁹² Зважаючи, що приблизно 588 000 тонн пластику, який вже використовується для дорожньої розмітки, ненавмисно виділяє мікропластик під дією природних факторів або через тертя транспортних засобів,²⁹³ обсяги пластику, добавок і мікропластику, що мимовільно втрачаються, ще більше зростуть зі збільшенням використання пластикових відходів при будівництві доріг. Будівельні матеріали викликають також питання щодо викидів мікропластику та пов'язаних хімічних речовин під час використання й утилізації таких матеріалів.

Останніми роками з'явилися ініціативи зі створення на основі пластику матеріалів для дорожнього покриття («пласфальт») і будівництва споруд («пластиковая цегла»). Їхня мета — сприяти утилізації нелеткого залишку з інсинераторів для заміни наповнювачів основи дорожнього покриття, заповнення прогалів, виробництва бетонних блоків або сумішей.

БЛОК 11

Збирачі відходів — у зоні особливого ризику

Збирачі відходів зазнають високих ризиків для здоров'я через весь цикл оброблення відходів — від їх збирання до транспортування, сортування, очищення, нагрівання та розплавлення пластику. Вони постають перед ризиками розвитку хронічних захворювань, як-от порушення роботи дихальної системи, через довгий і частий вплив фекалій, медичних відходів і небезпечних хімічних речовин, що вивіваються з відходів, викидів у повітря або побічних продуктів під час оброблення.²⁹⁴ Для тисяч людей, особливо в менш розвинених країнах або громадах, які займаються збиранням, переробленням та утилізацією пластику в незадовільних умовах, уряди та місцеві органи влади повинні гарантувати гідні медичні послуги та соціальний захист, для забезпечення охорони та безпеки їхньої праці.²⁹⁵





РОЗДІЛ ШОСТИЙ

Пластик у довкіллі

Людська цивілізація стикається зі щораз значнішим тягарем забруднення пластиком. У довкіллі знаходиться безліч джерел пластику, зокрема промислові та сільськогосподарські відходи, частинки зношених автомобільних шин, пил, звалища, стічні води та розкидане сміття. Рештки пластику повсюдні, їх знаходили навіть у найглибшій океанській западині — семимильному Маріанському жолобі у західній частині Тихого океану.²⁹⁶ Проблема загострюється десятиліттями неналежного управління відходами разом із перевиробництвом і надмірним споживанням пластику, що його використовують мимохідь. У 2010 році в океан було скинуто біля 4,8–12,7 тонн пластику.²⁹⁷ Одне з досліджень зауважує: в океані наразі ймовірно знаходяться близько 5,25 трильйонів шматочків рештків пластику, що сукупно важать біля 269 000 тонн, хоча точну кількість підрахувати практично неможливо.²⁹⁸

У результаті вивітрювання (під дією ультрафіолетового випромінювання, вітру й хвиль) пластик розпадається на ще менші мікро- й нано-частинки (визначення див. у блоці 6). Чималі шматки пластику знаходили у травній системі багатьох морських тварин, як-от китів.²⁹⁹ В останні два десяти років почала проявлятися дія дрібних шматочків мікропластику на мікроскопічні морські організми. Дослідження показують, що, ймовірно, люди зазнають впливу цих частинок, оскільки їх знаходять у чималій кількості риби та моллюсків, які йдуть на продаж,³⁰⁰ та у зразках вуличного пилу у великих містах усього світу.^{301,302,303} Останні неопубліковані дослідження вказують на те, що мікропластик також повсюдно знаходять у людських фекаліях.³⁰⁴

Мікропластик викликає особливе занепокоєння, оскільки займає відносно велику площу поверхні і здатен глибоко проникати в організм та вбирати (абсорбувати) чи вивільнювати (десорбувати чи вимивати) хімічні домішки чи забруднювачі.³⁰⁵

Як показують дослідження, рештки пластику

безпосередньо впливають на дику природу, зокрема, утруднюють, блокують травлення і чинять токсичний вплив. Що стосується здоров'я людини, то наслідки вдихання чи ковтання мікропластику залежать від таких чинників як розмір, хімічний склад і форма — все це впливає на те, чи вийде частинка з організму, чи потрапить до клітин і потенційно транслочується. Непрямий вплив мікропластику на довкілля та людське здоров'я визначити особливо непросто. Більшість досліджень наразі проводилася у морському середовищі, і ясно, що мікропластик взаємодіє з кожною частиною екосистем у способи, які ще до кінця не зрозумілі. Останні дослідження показують, що на додачу до описаного нижче впливу на людське здоров'я, можуть існувати масштабні екологічні ризики, пов'язані з забрудненням пластиком, зокрема стан рибних ресурсів та зміна вмісту вуглецю у воді, — а це здатне ще довго позначатися на безпеці харчування й клімату.³⁰⁶

Потреба розглянути забруднення пластиком та пов'язану з ним невизначеність, без сумніву, нагальна. Проте міжнародні перемовини на вищому політичному рівні досягли лише тої стадії обговорення глобальних змін клімату, на якій перебували 27 років тому, 1992 року. Існує явна необхідність діяти глобально та створити повноваження для визначення можливостей. Однак обговорення ідуть повільно, промисловість протидіє активно, і конкретних зобов'язань замало.³⁰⁷ Намагаючись стримувати тягар пластикового сміття, науковці закликають, аби міжнародні закони враховували всі етапи життєвого циклу пластику — як-от зниження обсягів виробництва полімерів і токсичних добавок, встановлення цілей перероблення пластику та виконання цілей управління відходами, а також рух до циркулярної економіки.^{308,309}

Очікується, що поширеність пластику у довкіллі зростатиме й надалі, тож потрібно більше інформації, аби розуміти, як це впливатиме на здоров'я людства. Регулярно оприлюднюються нові дослідження,



розробляються лабораторні (й польові) протоколи з метою підвищення співставності результатів. Однак, хоча міжнародні регулятивні політики досі перебувають на стадії розроблення, деякі медичні працівники вже висловлюють занепокоєння щодо присутності мікропластику в їжі.^{310,311}

Як прогнозують науковці, якщо ми споживаємо мікропластик, хімічні речовини, пов'язані з частинками пластику, можуть чинити фізичні та/чи токсичні впливи.

БЛОК 12

Чим насправді є біопластик

Біопластик — чи біополімери — відрізняється від звичайного пластику, оскільки він зроблений із відновної рослинної сировини, як-от кукурудза, маніок, цукровий буряк чи цукрова тростина, а не з нафтопродуктів.

Біопластик настільки ж багатоманітний, як і звичайний пластик, він використовується для виробництва багатьох споживчих товарів.

У пакуванні продуктів — для кавових стаканів, пляшок, тарілок, столового приладдя й пакетів для овочів; у медицині — для шовного матеріалу, імплантів та фіксації переломів; інший варіант промислового використання — виробництво тканин. Біопластик містить полімолочну кислоту (PLA), поліетилентерефталат (PET) рослинного походження, полігидроксикапроат (PHA), а може бути сумішшю біополімерів, пластику нафтохімічного походження і волокон.

Біопластик не є біорозкладним. Матеріал, що використовується у PET рослинного походження, не відрізняється від його нафтохімічного аналогу. Рослинний PET, як і нафтохімічний PET, не розкладеться, а може бути перероблений зі звичайним PET. Таким чином PET рослинного походження має такий само вплив на довкілля, як і звичайний пластик. PLA непридатний до компостування вдома; біорозкладання потребує промислового компостувального процесу, що вимагають високих температур (>58°C) та 50-відсоткової відносної вологості (більшість домашніх компостерів діють за температури <60°C і лише зрідка досягають вищих температур).

Чистий біопластик, розкладаючись, вивільнює вуглекислий газ (чи метан) і воду. Однак якщо у процесі виробництва додавалися добавки чи токсини (як зазвичай буває), то під час розкладання виділяються і вони. Як і до пластику на основі викопного палива, до біопластику можуть додавати хімічні речовини — для зміцнення, аби не зіжмакувався чи краще дихав. Подальші дослідження й аналіз його життєвого циклу допоможуть зрозуміти роль і впливи різноманітних видів біопластику.

З огляду на численні шляхи впливу мікропластику з повітря, їжі та напоїв, необхідні подальші дослідження, аби повністю зрозуміти, як саме вони впливають. Розробити надійні дослідження людського здоров'я, що визначають токсикологічні впливи ковтання мікропластику, непросто. Широкомасштабні дослідження серед населення матимуть забагато супутніх чинників, оскільки в повсякденному житті на нас впливає ціла низка токсичних речовин, а експериментальні дослідження непрактичні. У межах Європейського Союзу існують норми щодо певних забруднювачів, зокрема ртуті, пестицидів і деяких промислових хімікатів у продуктах, однак вони відсутні щодо мікропластику у морепродуктах,^{312,313} призначених до споживання людиною. Нижче подана вибірка з розвідок, які досліджували забруднення людської їжі пластиком.

КОВТАННЯ ПЛАСТИКУ

Як зазначено у розділі 4, пластикове пакування продуктів і питної води є значним джерелом забруднення харчових продуктів, як через мікропластик, так і через пов'язані токсичні речовини. Однак забруднення не обмежується пакуванням продуктів, природні харчові ланцюги також є джерелом шкідливого впливу на людей. Наразі більшість досліджень зосереджується на морепродуктах, і лишається ще чимало білих плям у знаннях. Потрібно проводити більше досліджень щодо забруднення харчових ланцюгів як у морі, так і на суходолі.

Риба та молюски

Пластик стійкий і повсюдний: він у повітрі, сільськогосподарських ґрунтах, у прісноводних і морських середовищах. Наразі більшість досліджень зосереджуються на впливі пластику на океан. Пластик виявлений повсюди в океані та в його осадових відкладеннях, зокрема і в найглибших ділянках океану.³¹⁴ Було виявлено, що понад 690 видів морських істот, від мікроскопічного зоопланктону до великих морських ссавців, ковтають мікропластик. Також мікропластик знайдений усередині представників багатьох видів, що мають комерційне значення.^{315,316}

Що ж до людей, то більшість мікропластику, що ми ковтаємо разом із морепродуктами, ймовірно міститься у тих видах, які споживають цілими, як-от мідії, устриці, креветки, краби та дрібна риба. Однак вплив мікропластику може не обмежуватися споживанням згаданих видів — цілком імовірно, що інші морепродукти, як-от м'язова тканина риб, можуть також містити шкідливі частинки: чи то вони є в самому організмі, чи то потрапляють у процесі приготування.³¹⁷

Мікропластик знаходять у травній системі великої кількості промислових видів, зокрема скумбрії атлантичної (*Scombrus scombrus*), оселедці (*Clupea harengus*)³¹⁸ й камбалі (*Pleuronectes platessa*).³¹⁹

Факти свідчать про те, що мікропластик може переміщуватися з шлунково-кишкового тракту до печінки у таких видів як анчоус європейський (*Engraulis encrasicolus*).³²⁰

Дослідження показують, що мікропластик містять норвезькі омари (*Nephrops norvegicus*), яких зазвичай називають скампи, та морські павуки (*Maja squinado*).^{321,322} Краби або ковтають його, або вбирають через зябра.³²³ Зябра і травну систему перед вживанням вилучають, однак вони лишаються у процесі приготування, оскільки крабів готують цілими. Тож мікропластик та пов'язані з ним хімічні забруднювачі можуть міститися у бульйоні. Також мікропластик знайдений поза травною системою, у мушлях та м'язовій тканині тигрових креветок (*Penaeus semiculcatus*) і креветок піщаних (*Crangon crangon*).^{324,325}

Мікропластик знайдений у диких і вирощених молюсках, як-от мідії їстівні (*Mytilus edulis*), двійчаті молюски (*Venerupis philippinarum*) і гігантські устриці (*Crassostrea gigas*); усі вони є біофільтраторами.^{326,327,328,329} На відміну від риб, у яких мікропластик (наразі) знаходять переважно у травній системі, у молюсків він здатний проникати в усі тканини.³³⁰ В ході одного дослідження мікропластик був знайдений у всіх зразках молюсків, придбаних у британських супермаркетах.³³¹ Напівприготовані молюски з супермаркету містили більше частинок мікропластику, ніж живі молюски з супермаркету.

Як показав аналіз чотирьох видів сушеної риби, придбаної на місцевих ринках у Малайзії, показав, люди можуть споживати до 246 частинок штучного походження (мікропластиків і пігментів) на рік.³³² Автори дійшли висновку, що потрібно більше досліджень щодо того, наскільки токсичними є частинки мікропластику.

Водорості

Як показало лабораторне дослідження щодо того, чи зазнають люди впливу мікропластику, вживаючи водорості, мікропластик у великих дозах може прикріплюватися до поверхні їстівних видів водоростей *Fucus vesiculosus*.³³³ Однак після миття кількість частинок мікропластику зменшувалася на 94,5%.

Сіль

Частинки мікропластику знайдені у столовій солі, що йде на продаж, видобутій із морської, озерної та кам'яної солі.^{334,335,336,337} Однак відмінності у лабораторних методах можуть ускладнювати порівняльні розвідки, а в подальшому стандартизація має спростити інтерпретування результатів.

Мікропластик виявлений у зразках і морської, і кам'яної солі; це показує, що рівень забруднення пластиком морського та суходільного середовища доволі високий.³³⁸ Фасована сіль та інші фасовані харчові



© iStockphoto/wildlife

продукти, які пакують у пластик, також можуть забруднюватися мікропластиком під час оброблення та пакування.

Інша їжа та напої

Мікропластик поширений у середовищі як на суходолі, так і в морських та річкових водах.³³⁹ Було виявлено, що мікропластиком забруднена бутильована вода,^{340,341} водопровідна вода,³⁴² пиво,^{343,344} мед і цукор.³⁴⁵

Походження частинок мікропластику визначити непросто; вони можуть надходити з джерел у довкіллі, зокрема води, а також з осадів, що утворюються у процесі оброблення відходів і використовуються як добриво, або ж унаслідок перероблення й пакування.

Мікропластик у харчовому ланцюзі

Мікропластик є стійким до розкладання. Лабораторні експерименти показують, що мікро- та нанопластик здатен передаватися від хижака до жертви,



© Carroll Muffett/CIEL

і припускають, що пов'язані з пластиком хімічні добавки та забруднювачі також можуть проходити через харчовий ланцюг.^{346,347} Як виявили дослідники, звичайні прибережні краби, які поїдали заражених пластиком молюсків, також ковтали мікропластикові крихти й волокна.³⁴⁸ Одне з досліджень показало, що нанопластик безперешкодно пройшов харчовим ланцюгом від мікроскопічних зелених водоростей (*Chlamydomonas reinhardtii*) до водяної блохи (*Daphnia magna*) і далі до медаки китайської (*Oryzias sinensis*), і відтак до найвищого хижака, темного головня (*Zacco temminckii*).³⁴⁹

Інше дослідження зафіксувало, як мікропластик передається від жертв до хижаків у дикій природі, в процесі вивчення балтійських піщанок (*Ammodytes tobianus*), знайдених у травній системі камбали та морського павука, пійманих у Кельтському морі.³⁵⁰

Складна взаємодія між морською флорою і фауною та мікропластиком засвідчують численні шляхи й маршрути, через які мікропластик може потрапляти до харчового ланцюга.^{351,352,353} Як показують дослідження, люди зазнають впливу мікропластику з цілої низки харчових джерел (див. рисунок 2).

Вплив на людське здоров'я

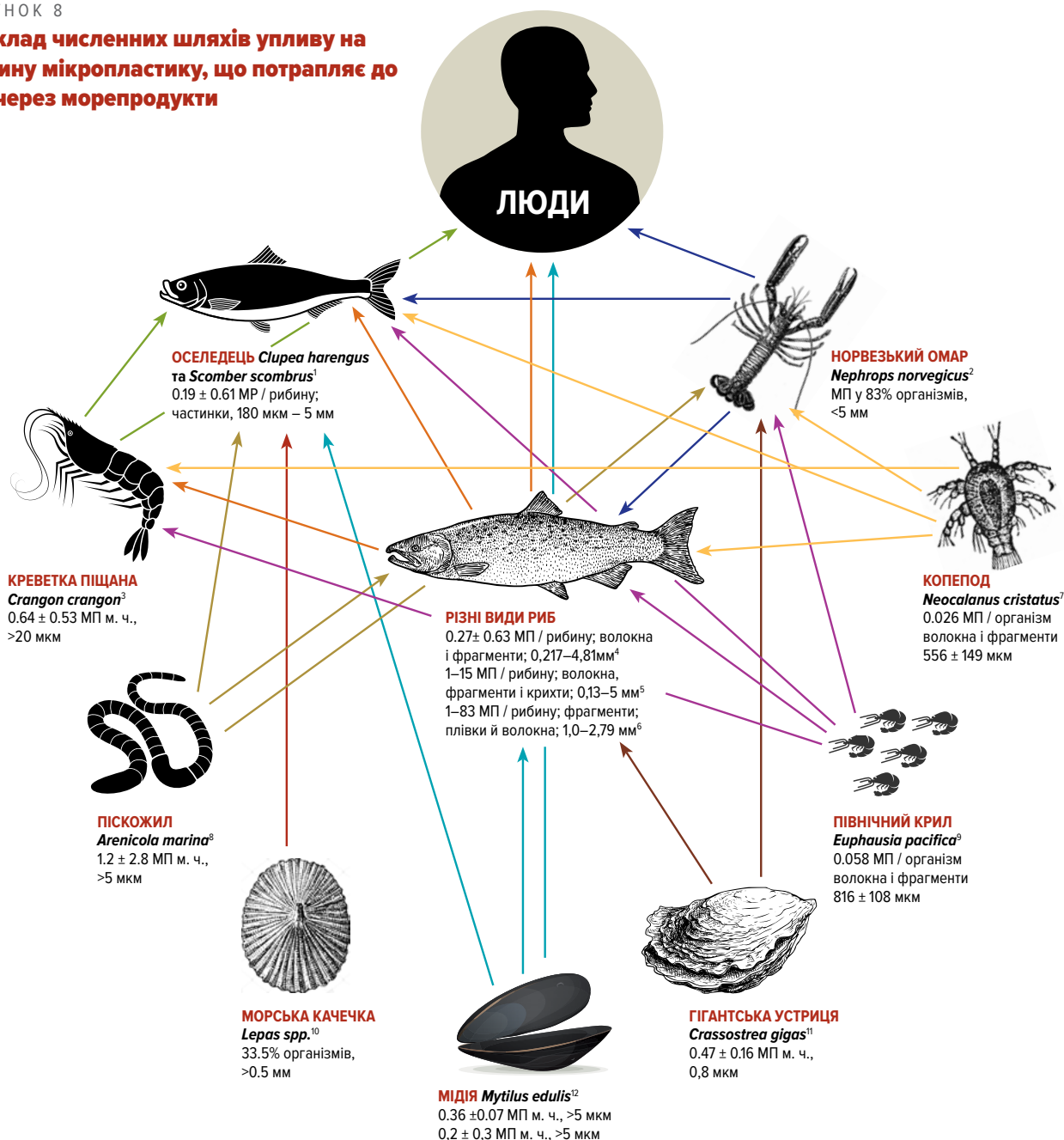
Мікропластик може потрапляти в організм людини двома основними шляхами: повітряним, через носовий прохід до легенів, та шляхом ковтання, через рот до шлунку.³⁵⁴ Ковтання мікропластику з їжею викликає занепокоєння щодо здоров'я, бо воно пов'язане з можливим переміщенням частинок із травної системи до інших тканин, а також здатне слугувати механізмом перенесення токсичних хімікатів.^{355,356} Особливу стурбованість викликають хімічні добавки, фталатні пластифікатори, Бисфенол А, антимікробні речовини та полібромовані антипірени.^{357,358} Мікропластик містить близько чотирьох відсотків добавок, однак ця величина коливається залежно від виду пластику.³⁵⁹ Наявні дослідження показують, що добавки до пластику, як-от фталати, Бисфенол А та деякі антипірени, є ендокринними руйнівниками та канцерогенами. Також із розвідок відомо, що пластик здатен накопичувати важкі метали та поглинати токсичні забруднювачі, зокрема поліциклічні ароматичні вуглеводні та хлороорганічні пестициди з води довкола.³⁶⁰ Існують десятки видів пластику, кожен із яких поводить себе по-іншому, розпадається з різною швидкістю й абсорбує (притягує), десорбує (вивільнює) і вимиває хімічні добавки по-різному. Визначаючи потенційну токсичність, важливо брати до уваги виробника, а також абсорбційні та десорбційні властивості пластику.³⁶¹ Постійне коливання хімічного впливу у довкіллі — і токсичного, і нетоксичного — означає, що вплив на тварин і людей може бути різним. Ці коливання також змінюють швидкість, з якою мікропластик адсорбує та десорбує хімічні забруднювачі та добавки.

Подальші відомості про наслідки мікропластику (і пластику), що потрапляє в організм людини, можна знайти у медичній літературі. Потрапивши в організм, частинки мікропластику можуть долати біологічні межі. Як ми вже обговорювали у розділі 4, було виявлено, що частинки поліетилену від штучних протезів суглобів переміщуються до лімфовузлів, печінки та селезінки.³⁶² Дослідження у новій сфері доставки легеневи́х нанопрепаратів показують, що наночастинки величиною у 4 нм, 8 нм, 12 нм та 16 нм здатні проникати через легеневу тканину до мембрани з легеневої поверхнево-активної речовини.³⁶³

Через етичні аспекти тестування на людях у перших працях із вивчення потенційної токсичності мікропластику для оцінювання його наслідків для морських видів тварин і дрібних ссавців використовувались лабораторні та польові дослідження. Як показала флуоресцентна мікроскопія, мікропластик полістирен (5 мкм і 20 мкм), з'їдений мишами, може накопичуватися у печінці, нирках і травній системі.³⁶⁴

РИСУНОК 8

Приклад численних шляхів впливу на людину мікропластику, що потрапляє до нас через морепродукти



ПОСИЛАННЯ

- 102(1) Rummel, C.D. et al., *Plastic ingestion by pelagic and demersal fish from the North Sea and Baltic Sea* 134–141 (Marine Pollution Bulletin 2016).
- 62(6) Murray, F. & Cowie, P., *Plastic contamination in the decapod crustacean Nephrops norvegicus (Linnaeus, 1758)* 1207–1217 (Marine Pollution Bulletin 2011).
- 98(1-2) Devriese, L. et al., *Microplastic contamination in brown shrimp (Crangon crangon, Linnaeus 1758) from coastal waters of the Southern North Sea and Channel area* 179–187 (Marine Pollution Bulletin 2015).
- 101(1) Neves, D. et al., *Ingestion of microplastics by commercial fish off the Portuguese coast* 119–126 (Marine Pollution Bulletin 2015).
- Lusher, A.L. et al., *Microplastic and macroplastic ingestion by a deep diving, oceanic cetacean: the True's beaked whale Mesoplodon mirus* 199 (Environmental Pollution 2015).
- 60(12) Boerger, C.M. et al., *Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre* 2275–2278 (Marine Pollution Bulletin 2010).
- Desforges, J.P., Galbraith, M., & Ross, P.S., *Ingestion of microplastics by zooplankton in the Northeast Pacific Ocean* 69 (Arch. Environ. Contam. Toxicol 2015).
- Van Cauwenberghe, L. et al., *Microplastics are taken up by mussels (Mytilus edulis) and lugworms (Arenicola marina) living in natural habitats* 199 (Environmental Pollution 2015).
- Desforges, J.P., Galbraith, M., & Ross, P.S., *Ingestion of microplastics by zooplankton in the Northeast Pacific Ocean* 69 (Arch. Environ. Contam. Toxicol 2015).
- Goldstein, M.C., Goodwin, D.S., *Gooseneck barnacles (Lepas spp.) ingest microplastic debris in the North Pacific Subtropical Gyre* 1(PeerJ. 2013).
- 193 Van Cauwenberghe, L., Janssen, C., *Microplastics in bivalves cultured for human consumption* 65–70 (Environmental Pollution 2014).
- 193 Van Cauwenberghe, L., Janssen, C., *Microplastics in bivalves cultured for human consumption* 65–70 (Environmental Pollution 2014).

ДЖЕРЕЛО: Re-created based on Carbery, M., O'Connor, W., & Thavamani, P., *Trophic transfer of microplastics and mixed contaminants in the marine food web a implications for human health* (Environment International 2018).



Мікропластик і токсичні хімікати

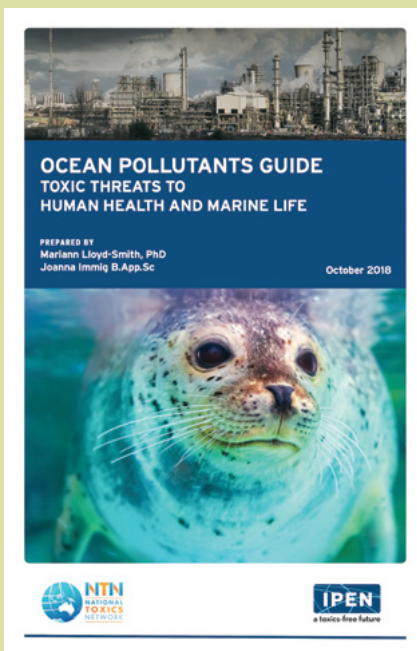
Можливість потрапляння хімічних забруднювачів в людський організм через мікропластик із їжею ще не до кінця зрозуміла і потребує подальших досліджень.^{368,369,370}

БЛОК 13

Невидимі забруднювачі: ніде не безпечно

Попри те, що океан займає 71% земної поверхні та зберігає 97% води на планеті, навіть найвіддаленіші частини океану забруднені токсичними хімічними добавками, що їх використовують для виробництва пластику. Крихітні креветки у Маріанській западині пересичені токсичними хімікатами, зокрема полімерними добавками, як-от бромовані антипірени. Такі рівні забруднення були значно вищі, ніж ті, що зафіксовані в сусідніх регіонах із важкою промисловістю, що свідчить про біоаккумуляцію антропогенних забруднень і про те, наскільки поширені забруднення в океанах аж до найбільших глибин.³⁶⁵

Величезні вири пластику та рідкі шари мікропластику вивели проблему забруднення морів пластиком на міжнародний рівень,



а невидимі й повсюдні забруднювачі, що чіпляються до пластику, створили отруйну бомбу сповільненої дії в морських середовищах.³⁶⁶ Високотійкі хімічні забруднювачі вже змінюють процеси розмноження й поведінку морських тварин і чинять шкідливий вплив на їхню імунну систему; вони загрожують їхньому виживанню,

порушуючи їхню здатність реагувати на захворювання.³⁶⁷

Ніде не є безпечно. Більша частина земної поверхні пов'язана з океанами через річкові системи. Токсична спадщина пластику та пов'язаних із ним токсичних хімікатів, прихованих в океані, є частиною тісно пов'язаної глобальної екосистеми, і цим не можна нехтувати.

Наслідки ковтання мікропластику для здоров'я лишаються недостатньо визначеними, і науковці пропонують проводити термінові дослідження, зокрема стосовно можливих наслідків для ендокринної системи.³⁷¹ Люди зазнають впливу мікропластику і пов'язаних із ним хімічних речовин, що можуть бути токсичні навіть у низьких дозах. Хоча пластик є єдиним джерелом хімічного впливу, він також може бути значним джерелом деяких інших хімічних речовин.

Одна дослідницька команда, яка вивчала потенційну токсичність мікропластику на мишах, прозвітувала про те, що мікропластик може спричинити зміни в енергетичному та жировому обміні, викликати оксидативний стрес та бути нейротоксичним.³⁷² Розвідка вказує на існування потенційного ризику для людей від уживання мікропластику.

Мікропластик і потенційна небезпека захворювань

Ще одне занепокоєння щодо здоров'я пов'язане з бактеріями, які ростуть на мікропластику. Під час однієї розвідки дослідники зазирали всередину бактерії, що живе на поверхні мікропластику, зібраному у Північному й Балтійському морях.³⁷³ Дослідження виявило бактерію *Vibrio parahaemolyticus* на поверхні фрагментів поліетилену, поліпропілену та полістирену. Бактерія здатна спричиняти шлунково-кишкове захворювання в людини, але необхідні подальші дослідження щодо того, чи можуть являти серйозний ризик захворювань патогени на поверхні мікропластику, що його вживають люди.

Ковтання мікропластику

Потенційні наслідки ковтання мікрочастинок вивчаються вже десятиліттями, однак і досі не є повні зрозумілими, оскільки частинки пов'язані з надто різноманітним спектром добавок і забруднювачів. До прикладу, у тестах на щурах, собаках, козах і свинях частинки полівінілхлориду переносилися з травної системи до лімфатичної та кровоносної систем, жовчі, спинномозкової рідини, сечі, легенів та молока тварин у лактаційному періоді.³⁷⁴ За наявними наразі даними взаємодія між мікропластиком та іншим умістом кишківника, зокрема білками, жирами та вуглеводами, надзвичайно складна.³⁷⁵ Накопичення мікропластику може призводити до запалення, ушкодження тканин, загибелі клітин чи розвитку раку.³⁷⁶ На додачу існує можливість токсикологічних ефектів від шкідливих хімікатів, які вимиваються чи десорбуються з мікропластику (див. вище у розділі 4 про споживання).

Ураховуючи повсюдну поширеність цих частинок у нашій їжі та суттєві ризики для здоров'я людини від їхнього ковтання, подальші дослідження для розуміння та запобігання ризиків для здоров'я від уживання мікропластику мають бути у пріоритеті.^{377,378,379,380}

Поки проводяться лабораторні й польові розвідки та



© iStockphoto/Casarsa Guru

широкомасштабні довгострокові моніторингові дослідження, і поки нам невідома повною мірою природа ризиків, необхідно, використовуючи принцип обережності, зменшувати вплив від ковтання мікропластику.

ВДИХАННЯ МІКРОПЛАСТИКУ

Повітря, яким ми дихаємо, також є джерелом впливу мікропластику. Попри те, що атмосферне випадання мікропластику є цілком новою цариною досліджень, розвідки, проведені у Парижі (Франція)³⁸¹ та Дунгуані (Китай),³⁸² уже виявили присутність мікропластику, переважно волокон, у сумарних атмосферних опадах. У густонаселеному міському районі Парижа дослідники визначили концентрацію волокон мікропластику всередині приміщення на рівні 1–60 волокон/м³, а їх концентрація у відкритому повітрі становила від 0,3 до 1,5 волокон/м³ 383. Через меншу насиченість на відкритому повітрі очікується вплив нижчих концентрацій мікропластику в повітрі,³⁸⁴ а вищі концентрації, виявлені у приміщеннях, пов'язані з безпосереднім контактом із джерелами мікропластику, як-от килимами й меблевими тканинами, а також браком вітру та інших розсіювальних механізмів.³⁸⁵ Дослідники також уважають вплив повітря у приміщенні більш значним, бо люди проводять близько 70–90% свого часу в приміщенні.³⁸⁶ Випадання пластикових частинок, які містяться в повітрі, може призводити до накопичення на шкірі та в їжі, що

Повітря, яким ми дихаємо, також є джерелом впливу мікропластику. Попри те, що атмосферне випадання мікропластику є цілком новою цариною досліджень, розвідки, проведені у Парижі (Франція) та Дунгуані (Китай), уже виявили присутність мікропластику, переважно волокон, у сумарних атмосферних опадах.

спричиняє шкірний та шлунково-кишковий вплив.³⁸⁷ На основі оприлюднених концентрацій у повітрі й середнього об'єму повітря, що ми вдихаємо, дослідники встановили: легені людини можуть зазнавати впливу 26–130 мікропластиків, які містяться в повітрі, на день.³⁸⁸

Інші джерела пластику в повітрі охоплюють пластик і плівки, що використовуються у сільськогосподарському процесі, і що тепер розкладаються,³⁸⁹ волокна з сушарок для одягу³⁹⁰ та аерозоль морської солі (наприклад, обумовлений дією хвиль).³⁹¹ Нещодавно було виявлено, що одним із основних джерел мікропластику в повітрі є пил від автомобільних шин.³⁹² Пластик, що міститься в повітрі, здатен також розсіюватися повітряними потоками Землі.^{393,394}



© iStockphoto/yanik88

Уплив пластику на робочому місці вважається ще значнішим, ніж удома.³⁹⁵ Працівники текстильної промисловості порівняно з рештою населення зазнають впливу більших концентрацій синтетичних волокон протягом довших періодів. Наслідки впливу на працівників дають змогу зрозуміти потенційні небезпеки для здоров'я людей, пов'язані зі зростанням впливу мікропластику, особливо волокон. До прикладу, чотири відсотки працівників заводів із виробництва нейлонових ниток³⁹⁶ у США та Канаді мають внутрішньотканинні захворювання легень, наприклад, рубцювання тканин легень, що викликає кашель, диспное (задишку) та зменшення об'єму легень.³⁹⁷

Токсичність пластикових частинок, які вдихаються

Пластикові мікроволокна здатні осідати глибоко в легенях³⁹⁸ та викликати гостре чи хронічне запалення.³⁹⁹ Розмір, форма та взаємодія частинок із різноманітними біологічними структурами,⁴⁰⁰ як і концентрації частинок,⁴⁰¹ визначають те, чи осядуть частинки у легенях та як довго вони там залишатимуться. Довші волокна більш стійкі, і типовим механізмам легеневого кліренсу важче їх викидати.⁴⁰² Волокна товщиною <0,3 мкм і довжиною 10 мкм найімовірніше є канцерогенними.⁴⁰³ Волокна певного розміру й товщини викликали гострі запальні реакції у щурів, а коротші та ширші не виявили спричинення легневих запалень.⁴⁰⁴

Після вдихання більша частина волокон імовірно потрапляє у плевральну рідину. Частинки >1 мкм, проходячи через верхні дихальні шляхи, де плевра товща (центральна частина легень), можуть обходити плевру, уможливаючи поглинання через бронхіальний

епітелій.⁴⁰⁵ Діаметр частинки мікропластику може дозволити їй відкладатися глибше у легені, де вона може проникати крізь рідкішу плевральну рідину та контактувати з епітелієм, тоді переміщуватися через дифузію чи активне клітинне поглинання у всьому тілі.⁴⁰⁶

Інші чинники, що визначають токсичність волокон у легенях, це: концентрація, місце осадження і можливість вимивання чи десорбування хімічних речовин із поверхні волокон.⁴⁰⁷ Мікропластик є стійким до хімічного розкладання у людському тілі. Після вдихання чи ковтання він може накопичуватися чи вкраплюватися у легені або інші органи. Волокна, що потрапили у злоскісну легеневу тканину пацієнтів із вдиханням, зазнали лише незначного пошкодження, що свідчить про їхню біостійкість, і про те, що пластикові волокна можуть відкладатися глибоко в легенях.⁴⁰⁸ Біостійкість та доза можуть бути чинниками ризику.⁴⁰⁹ Частинки пластику, що вдихаються, пов'язані також із оксидативним стресом та подальшим запаленням, а наночастинки викликають запалення дихальних шляхів та фіброз кишківника.⁴¹⁰

Наслідки для здоров'я, пов'язані з хімічними добавками, які ми вдихаємо, та накопиченими токсинами в частинках пластику, ще не до кінця зрозумілі. Дослідження *in vitro* (у лабораторії) показали, що полімери з добавками спричиняють вищу токсичність для клітин і посилену реакцію запалення, а дослідження *in vivo* (на людях) посилення не показали.⁴¹¹ Однак певні полімерні добавки чи мономерні можуть переміщуватися від частинок, які ми вдихаємо чи ковтаємо, до організму⁴¹² чи потрапляти у повітря й пил, як-от фталати і бисфенол А.⁴¹³ Концентрація в домашньому пилу, що містить полібромовані дифенілові етери (антипірени), вивільнені з пластикових складників електроніки, оббивної тканини й килимів, може сягати >90 нг/г пилу.⁴¹⁴ Ще не до кінця зрозуміло, як полібромовані дифенілові етери потрапляють у домашній пил, однак є вагоме припущення, що вони вивільнюються зі звичайним зношуванням пластикових домашніх виробів і тканин.⁴¹⁵ Як і в морських середовищах, мікропластик може також адсорбувати й вивільнювати забруднювачі, які містяться в повітрі.⁴¹⁶

ПЛАСТИК У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ҐРУНТАХ

Ґрунт посідає найважливіше місце у виробництві й безпеці харчових продуктів. Ґрунт визначає склад їжі людей і тварин. Він є межею між суходолом, водним середовищем і атмосферою, та зазнає впливу багатьох забруднювачів, зокрема й пластику. Наявні лише нечисленні дані щодо джерел і переміщення мікропластику всередині наземного середовища.⁴¹⁷ До прикладу, дослідники виявили наявність забруднення макро- та мікропластиком сільськогосподарських угідь у південно-східній Німеччині, де добрива, що містять

мікропластик, та сільськогосподарські інструменти та засоби з пластику ніколи не використовувалися.⁴¹⁸ Як припускають останні дослідження, рівень наземного забруднення пластиком може бути у 4–23 рази вищим, ніж рівень забруднення океану.⁴¹⁹

Пластик надзвичайно поширений у сільськогосподарських ґрунтах.⁴²⁰ Його джерела охоплюють сільськогосподарський поліетиленовий листовий матеріал (який рветься від атмосферного впливу), тверді біологічні відходи й осади стічних вод (з водоочисних споруд),^{421,422,423,424,425} та стічні води (від прання одягу з синтетичними волокнами).^{426,427}

Стічні води, що потрапляють до комунальних систем очищення, містять чимало волокон з текстилю, мікропластику з засобів особистої гігієни та продуктів розкладення споживчих товарів.⁴²⁸ Від 80% до 90% мікропластику, що потрапляє до систем очищення, лишаються у залишкових осадах стічних вод.⁴²⁹ Ці осади нерідко використовуються у сільському господарстві як добриво, внаслідок чого пластик осідає на сільськогосподарських полях, де може залишатися протягом тривалого часу.⁴³⁰ Аби зрозуміти важливість осадів стічних вод як джерела забруднення мікропластиком, в ході одного з досліджень підраховали, що осади стічних вод спричиняють щорічне додавання 63 000–43 000 і 44 000–300 000 тонн мікропластику до європейських та американських сільськогосподарських угідь відповідно.⁴³¹ Згідно з результатами нещодавнього дослідження, мікропластик здатний перебувати у ґрунті понад 100 років, оскільки не надто піддається дії світла та кисню.⁴³²

Компост і добрива, що їх використовують для додавання у ґрунт поживних речовин, також є надзвичайно суттєвим джерелом пластику в ґрунті. Нещодавне дослідження, яке оцінювало органічні добрива, отримані шляхом ферментації біовідходів і з домашнього компосту, виявило мікропластик у всіх зразках. Найпоширенішими видами пластику виявилися пов'язані з пакуванням харчових продуктів.⁴³³

Науковці наразі ще не повністю розуміють вплив пластику в сільськогосподарських ґрунтах та токсикологічні й екологічні наслідки для них. Деякі розвідки виявили проблеми. Інші висвітлили потребу у подальших дослідженнях, аби визначити, як пластик розкладається за різних умов довкілля (до прикладу, в ґрунті та у воді) і вимиває стійкі органічні забруднювачі.^{434,435,436,437}

Одна з проблем щодо охорони здоров'я, пов'язана з пластиком у ґрунтах, — це потенційне перенесення токсичних хімікатів до рослин і тварин. Виробництво пластику є головним джерелом хімічних добавок, що

потрапляють у довкілля. Деякі з цих добавок, зокрема ендокринні руйнівники, як-от фталати,⁴³⁸ полібромовані дифенілові етери (PBDE)⁴³⁹ та бисфенол А,⁴⁴⁰ знайдені у свіжих овочах і фруктах. Хоча визначити точне джерело такого забруднення практично неможливо, дослідження щодо пластикових добавок і токсичного забруднення овочів та фруктів вже попереджають, що слід терміново користатися принципом обережності, аби знизити цей вплив.

У науковій літературі з'являються докази непрямого впливу хімічних речовин, пов'язаних із пластиком. Земляні хробаки, які в ґрунтах зустрічаються з частинками поліуретану, можуть накопичувати PBDE.⁴⁴¹ Земляні хробаки важливі для підтримки здорових екосистем і ґрунтів, особливо у сільськогосподарських регіонах. Хробаки, розриваючи ґрунт, насичують його киснем, переробляють детрит, переміщують ґрунт, а також є головним джерелом харчування для багатьох тварин. Вірогідно, що PBDE всередині хробаків може переміщуватися до інших ґрунтових площ та через харчовий ланцюг.

БЛОК 14

Чи є пластик стійким органічним забруднювачем?

Пластик не лише офіційно визнаний СОЗ за Стокгольмською конвенцією⁴⁴², але й характеристики пластику та його хімічних добавок і забруднювачів роблять його потенційно таким само небезпечним, як офіційно визнані СОЗ, і таким, що виявляє властивості, подібні до офіційно визнаних СОЗ.⁴⁴³ Це зокрема такі характеристики:

- розкладання стійкого пластику на мікро- й нанопластикові частинки, що полегшують засвоєння морськими організмами, свідчить про накопичення його у харчовому ланцюзі;
- деякі хімічні добавки і забруднювачі, присутні в пластикових полімерах, мають руйнівні для ендокринної системи властивості й можуть бути небезпечними у надзвичайно низьких дозах;
- наявний «постійний потік «свіжого» пластикового сміття», що має значну стійкість у морській екосистемі.

Погоджуючись із визначенням мікропластику як СОЗ, Європейське агентство хімічних речовин (ЕАХР) вважає мікропластик подібним до СБТ (стійких, біоаккумулятивних та токсичних) речовин та високостійких речовин із високою біоаккумулятивною властивістю. У січні 2018 року ЕАХР запропонувало обмеження, передбачені додатком XV його головного хімічного регламенту REACH.⁴⁴⁴ На час написання цього матеріалу рішення щодо цієї пропозиції ще не було ухвалено.



РОЗДІЛ СЬОМИЙ

Висновки та рекомендації

Цей звіт пропонує огляд сучасних знань щодо сукупності наслідків пластику для здоров'я людей, що виникають протягом усього ланцюга постачання та життєвого циклу пластику. У ньому наведені численні шляхи, через які на кожному етапі життєвого циклу пластику людське здоров'я стикається з його наслідками: від гирла свердловини до нафтопереробного заводу, від магазинних полиць до людських організмів, і від управління відходами до тривалого впливу забруднювачів повітря та пластику в довкіллі. Цей звіт також вказує на системні й тривожні прогалини у наших знаннях, що можуть посилити наслідки та ризики для працівників, споживачів, громад, які найбільше потерпають, і спільнот усієї планети, віддалених від очевидних джерел пластику.

ВІДОМО, ЩО НАМ ВІДОМО

Кожна зі стадій життєвого циклу пластику створює значні ризики для здоров'я людей, і більшість людей у всьому світі зазнають впливу пластику на численних стадіях цього циклу.

Видобування та транспортування викопної сировини для пластику

Викопне паливо, як-от нафта, газ і вугілля, містить первинну сировину для пластику, яка складає понад 90% його вмісту. Видобуток нафти та газу, зокрема використання гідравлічного розриву пластів для видобутку природного газу, вивільнює в повітря і воду низку токсичних речовин, часто у значних кількостях. Ці токсини чинять прямі й зафіксовані наслідки для шкіри, очей та інших органів чуття, дихальної системи, шлунково-кишкового тракту й печінки, а також мозку і нервової системи.⁴⁴⁵ Про понад 170 хімічних речовин, що використовуються у фрекінгових операціях при виробництві пластику, відомо, що вони викликають негативні наслідки для здоров'я — зокрема рак, нейротоксичність, репродуктивну та розвиткову токсичність і пошкодження нервової системи.⁴⁴⁶ Вплив таких токсинів також корелює з вищим рівнем

госпіталізацій для кардіологічних та неврологічних захворювань.⁴⁴⁷

Нафтохімічна переробка та виробництво смол пластмаси і полімерних добавок

Перетворення викопного палива на смоли пластмаси та полімерні добавки вивільнює у повітря, воду та ґрунти канцерогенні й інші високотоксичні речовини, що мають низку несприятливих наслідків для здоров'я людини. Зафіксовані такі результати впливу цих речовин: ушкодження нервової системи, репродуктивні й розвиткові вади, рак, а також генетичні наслідки, які ведуть до рекордно низьких рівнів ваги дітей при народженні, до раку й лейкемії. Промислові працівники та громади, що межують із підприємствами з виробництва пластику, піддаються найбільшому ризику та стикаються як із довготривалим впливом, так і з ризиком аварійних викидів.

Виробництво пластику має непропорційні наслідки для здоров'я бідних та маргіналізованих громад і вразливе населення цих громад, особливо для дітей та жінок репродуктивного віку.

Споживчі товари та пакування

І мікропластик, і пов'язані з ним хімічні речовини у пластикових споживчих товарах та пакуванні чинять наслідки для людського здоров'я. Використання пластикових виробів призводить до ковтання чи вдихання великої кількості мікропластикових частинок і сотень токсичних речовин, серед несприятливих наслідків яких — вади розвитку, руйнування ендокринної системи і рак.

Прямий вплив через контакт, ковтання та вдихання мікропластику

Мікропластик, потрапляючи до організму людини, може призводити до низки наслідків для здоров'я: запалення (пов'язаного з раком, хворобою серця, запалення кишківника, ревматоїдного артриту тощо), генотоксичності (пошкодження генетичної інформації всередині клітини, що може спричинити рак),

оксидативного стресу (що призводить до хронічних захворювань, як-от рак, діабет, ревматоїдний артрит, серцево-судинні захворювання, хронічне запалення, інсульт), апоптозу (загибелі клітин, пов'язаної з широким спектром захворювань включно з раком) і некрозу (загибелі клітин, пов'язаної з раком, автоімунними захворюваннями та нейродеградацією). Такі результати з часом також можуть спричиняти ушкодження тканин, фіброз і рак.

Каскадні впливи у довкіллі та в організмі людини

Більшість полімерних добавок не зв'язані з полімерною матрицею і легко вимиваються⁴⁴⁸ у довкілля: повітря, воду, їжу та тканини організмів.⁴⁴⁹ Частинки пластику продовжують розкладатися, відкриваючи нові ділянки поверхні пластику, що дає змогу далі вивільнюватися добавкам із середини на поверхню частинки.⁴⁵⁰ Деякі пластифікатори, як-от DEHP і бисфенол А, можуть викликати репродуктивну

токсичність. Бензен і фенол є мутагенними: вони змінюють генетичний матеріал (зазвичай ДНК) організму, збільшуючи частоту мутацій. Ось деякі з найшкідливіших добавок: бромовані антипірени, фталати та теплостабілізатори свинцю.⁴⁵¹ Інші відомі шкідливі хімікати, що вивільнюються з пластикових полімерів, охоплюють антиоксиданти, ультрафіолетові стабілізатори та нонілфенол.⁴⁵²

Викиди токсинів унаслідок управління пластиковими відходами

Усі технології спалювання (зокрема, інсинерація, спільна інсинерація, газифікація чи піроліз) для знищення пластикових відходів призводять до виділення й вивільнення токсичних металів, як-от свинцю та ртуті, органічних речовин, зокрема диоксинів та фуранів,⁴⁵³ кислих газів та інших токсичних речовин у повітря, воду та ґрунт.⁴⁵⁴ Усі подібні технології ведуть до того, що прямого й непрямого впливу токсичних речовин зазнають працівники та сусідні громади, зокрема шляхом вдихання забрудненого повітря, безпосереднього контакту із забрудненим ґрунтом або водою та вживання продуктів, які вирощувались у середовищі, забрудненому цими речовинами. Токсичні речовини від викидів, золи виносу та шлаку в купі для спалювання здатні долати чималі відстані та відкладатися у ґрунті й воді, зрештою потрапляючи до людських організмів після накопичення у тканинах рослин і тварин.⁴⁵⁵

Тривалі впливи через сільськогосподарські ґрунти, наземні та водні харчові ланцюги та водопостачання

Потрапляючи в довкілля у формі макро- чи мікропластику, пластик забруднює харчові ланцюги та накопичується у них; там він здатен виділяти токсичні добавки чи накопичувати додаткові токсичні хімікати, роблячи їх знову біодоступними для прямого й непрямого впливу на людину.⁴⁵⁶

ВІДОМО, ЩО НАМ НЕВІДОМО

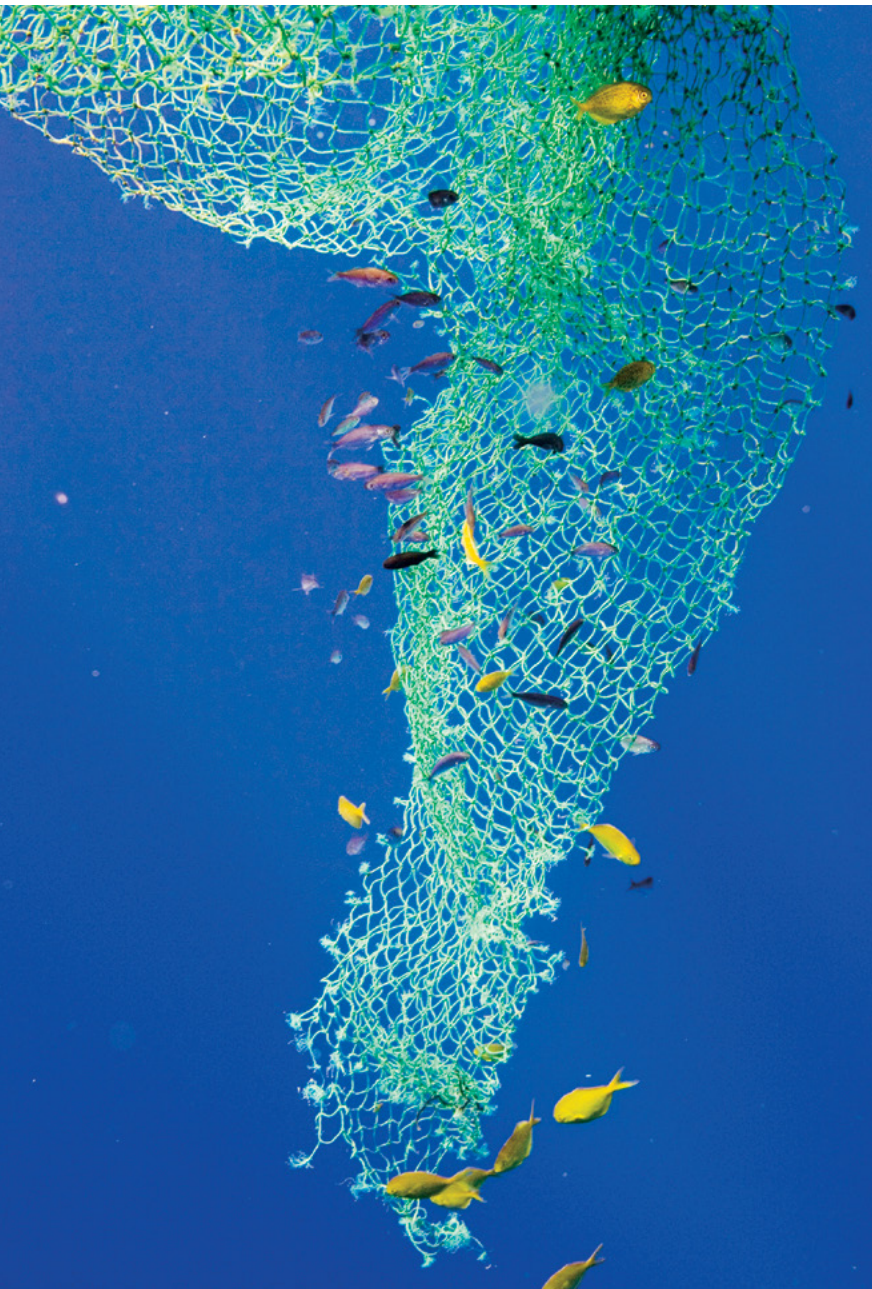
Непевності та прогалини у знаннях перешкоджають проведенню повного оцінювання впливу на здоров'я, обмежують здатність споживачів, громад і регулювальних органів робити усвідомлений вибір, а також підвищують як поточні, так і довгострокові ризики на всіх етапах життєвого циклу пластику.

Приховані ризики

Надзвичайний брак прозорості щодо хімічного складу більшості пластиків і щодо процесів його виробництва заважає нам достатньо розуміти вплив та повністю оцінювати наслідки. Це стимулюється тим, як обробляється конфіденційна ділова інформація, та неадекватними вимогами щодо розкриття інформації. Такі прогалини заважають:

- регулювальним органам впроваджувати доцільні методи захисту довкілля;

© Greenpeace/Alex Hafford



- споживачам — робити усвідомлений вибір;
- громадам, що межують із небезпечними місцями, і громадам, що найбільше потерпають, — обмежувати свої контакти зі шкідливими для здоров'я умовами, пов'язаними з пластиком, та ефективно реагувати, коли трапляються надзвичайні ситуації.

Подробиці важать

Громади, що мешкають поблизу основних підприємств видобування, виробництва і перероблення, піддаються особливому ризику протягом всього життєвого циклу пластику, однак стикаються зі системними та суттєвими перешкодами щодо отримання кількісної та якісної інформації щодо своїх контактів із токсичними і небезпечними речовинами.

Пережесні впливи та синергетичні ефекти лишаються слабо вивченими і недостатньо зрозумілими

Процеси оцінювання ризику від пластику стикаються з численними обмеженнями, особливо стосовно наслідків для здоров'я від кумулятивного впливу сумішей тисяч хімічних речовин, що їх використовують у пакуванні продуктів та інших споживчих товарах.

Ми є тим, що ми їмо

Попри його повсюдну присутність і потенційно вагомий наслідок через цілу низку шляхів, розповсюдження, транспортування, розкладання та загальний вплив мікропластику в наземних середовищах лишаються недостатньо зрозумілими. Переміщення пластику та мікропластику через морські екосистеми та харчові ланцюги досліджується лише віднедавна; а розвідки щодо ролі пластику в сільськогосподарських ґрунтах та його токсикологічних/екологічних впливів на нього — знаходяться у зародковому стані. Можливе переміщення токсичних хімікатів до сільськогосподарських культур і тварин вимагає негайного і постійного вивчення.

Що стане з «пластиковими» людьми?

Мікроволокна й інші пластикові мікрочастинки щораз частіше фіксуються у кровоносній системі та тканинах людського організму. Поки точна поведінка пластикових мікрочастинок і її наслідки для людського організму не стануть краще зрозумілими, збільшення виробництва та повсюдне використання цих стійких забруднювачів мають розглядатися як предмет особливої стурбованості щодо громадського здоров'я.

РЕКОМЕНДАЦІЇ: КОНЦЕПЦІЯ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ЩОДО ОЦІНЮВАННЯ, КЕРУВАННЯ Й ЗНИЖЕННЯ КІЛЬКОСТІ ПЛАСТИКУ

Від розміщення виробничих потужностей і тестування нових продуктів до вирішення дедалі різноманітніших проявів пластикової кризи, оцінювання наслідків пластику наразі непропорційно та безпідставно



© Greenpeace/Yvan Cohen

зосереджені на єдиному етапі життєвого циклу пластику, і часто на єдиному шляху впливу в межах цього етапу. Цей звіт показує, що кожний із цих етапів взаємодіє з іншими, і всі вони взаємодіють із людським середовищем й організмом людини у численні способи, що часто перетинаються.

Прийняти концепцію життєвого циклу

Нинішні завузькі підходи до оцінювання та вирішення наслідків впливу пластику є невідповідними та недоречними. Розуміти ризики, пов'язані з пластиком, та відповідати на ці ризики, а також робити усвідомлені вибори, зважаючи на ці ризики, — все це вимагає ухвалення концепції життєвого циклу, аби оцінити наслідки пластику для здоров'я людини в повному обсязі.

Визнання взаємодії впливів

Оцінювання впливу на здоров'я, які зосереджуються тільки на пластикових складових у продуктах, при цьому нехтуючи тисячами добавок та їхньою поведінкою на кожному етапі життєвого циклу пластику, — є неповними та небезпечними.

Зробити невидиме видимим

Вирішення проблеми забруднення пластиком вимагатиме адаптації та впровадження нормативно-правової бази,



© Bo Eide

аби забезпечити вищий рівень прозорості щодо наявності нафтохімічних речовин у всіх продуктах та процесах, а також збільшення кількості незалежних досліджень, які мають заповнити наявні та майбутні пробіли у знаннях.

Уникати хибних розв'язань пластикової кризи

Пластик — це широке різноманітне явище, що має складний життєвий цикл, у якому задіяно чимало сторін. Відповідно зниження токсичних наслідків пластику потребуватиме низки рішень і варіантів. Адекватне вирішення проблеми забруднення пластиком та його наслідків для здоров'я людини вимагає від нас не створювати ще більше (і щораз складніших) проблем для довкілля у намаганнях вирішити цю.

У центр рішень ставити права людини і людське здоров'я

Рішення на кожній стадії життєвого циклу пластику мають прийматися із дотриманням прав людини на здоров'я та здорове довкілля. Попри деяку невизначеність, що потребує подальших незалежних наукових досліджень, наявна інформація про серйозні наслідки життєвого циклу пластику для здоров'я людини, зафіксована в цьому звіті, обумовлює використання до життєвого циклу пластику підходу, що ґрунтується на принципі обережності, а також загального зниження виробництва та використання пластику.

Вбудовувати у рішення принципи прозорості, спільної участі та права на захист

Ключем до успіху у виявленні, проєктуванні та реалізації можливих вирішень кризи, пов'язаної із забрудненням пластиком, є прозорість. Як було зазначено вище, прозорість потрібна, аби визначати природу та розмах впливу токсичного матеріалу, а також оцінювати можливі

негативні наслідки для здоров'я та довкілля від технологій, які просувають такі «рішення» проблеми забруднення пластиком, як інсинерація та технології перетворення пластику на паливо. Як зазначено у заяві спеціального доповідача ООН щодо токсичних речовин: «Право жертв на ефективні засоби, право на дієву участь, право не бути суб'єктом експериментів без згоди, право на найвищі досяжні стандарти здоров'я та низка інших прав людини — все це було порушене обширними інформаційними прогалинами щодо життєвого циклу речовин і відходів».⁴⁵⁷

Думати глобально, діяти повсюдно

Виробництво, використання та утилізація пластику в усьому світі переплетені ланцюгами поставок, які перетинають туди й назад кордони, континенти й океани.⁴⁵⁸ Наразі намагання вирішити проблему наслідків пластику для людського здоров'я здебільшого нехтують глобальними вимірами життєвого циклу пластику. Як наслідок заходи, що є успішними на місцевому рівні, або вирішують проблему єдиного потоку продукції, нерідко послаблюються чи нейтралізуються виникненням нових видів пластику, новими шляхами впливу та новими добавками. Доки зусилля на всіх державних рівнях не враховуватимуть повний життєвий цикл пластику, нинішній фрагментарний підхід до вирішення проблеми кризи, пов'язаної зі забрудненням пластиком, не спрацюватиме.

Наразі зусилля щодо вирішення проблеми кризи, пов'язаної із забрудненням 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. І хоча економічні інтереси виробників пластику справді величезні, фінансові втрати суспільства не менш значні.^{459,460}

Висновки цього звіту переконливі. Навіть за доступності лише обмежених даних, токсичні наслідки життєвого циклу пластику для людського здоров'я — незліченні. Ще чимало дій знадобиться, аби подолати цю загрозу для людського життя і прав людини, та вже ясно: потрібні негайні міжнародні дії, щоб знизити масштаби виробництва та використання пластику й пов'язаних із ним токсичних хімікатів.

Кінцеві примітки

1. See Patricia L. Corcoran, Charles J. Moore & Kelly Jazvac, *An Anthropogenic Marker Horizon in the Future Rock Record*, 24(6) GSA Today 4, 4-8 (2014), <http://www.geosociety.org/gsatoday/archive/24/6/article/i1052-5173-24-6-4.htm>.
2. See Paul J. Crutzen & Eugene F. Stoermer, *The Anthropocene*, 41 Glob. Change Newsl. 17, 17-18 (2000).
3. See Center for International Environmental Law (CIEL), *Fueling Plastics: Plastic Industry Awareness of the Ocean Plastics Problem* (2017), <https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2017/09/Fueling-Plastics-Plastic-Industry-Awareness-of-the-Ocean-Plastics-Problem.pdf>.
4. See Center for International Environmental Law (CIEL), *Fueling Plastics: How Fracked Gas, Cheap Oil, and Unburnable Coal are Driving the Plastics Boom* (2017), <https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2017/09/Fueling-Plastics-How-Fracked-Gas-Cheap-Oil-and-Unburnable-Coal-are-Driving-the-Plastics-Boom.pdf>; Center for International Environmental Law (CIEL), *Fueling Plastics: Fossils, Plastics, & Petrochemical Feedstocks* (2017), <https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2017/09/Fueling-Plastics-Fossils-Plastics-Petrochemical-Feedstocks.pdf>.
5. CIEL, *Fueling Plastics: How Fracked Gas, Cheap Oil, and Unburnable Coal are Driving the Plastics Boom*, *supra* note 4, at 1.
6. See Julien Boucher & Damien Friot, IUCN, *Primary Microplastics in the Oceans: A Global Evaluation of Sources* (2017), <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2017-002.pdf>.
7. See Roland Geyer, Jenna R. Jambeck & Kara Lavender Law, *Production, Use and Fate of All Plastics Ever Made*, 3(7) Sci. Advances 1 (2017).
8. See Maddison Carbery, Wayne O'Connor & Palanisami Thavamani, *Trophic Transfer of Microplastics and Mixed Contaminants in the Marine Food Web and Implications for Human Health*, 115 Env't Int'l 400, 400-09 (2018), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29653694>.
9. See Tamara S. Galloway, *Micro- and Nano-plastics and Human Health*, in *Marine Anthropogenic Litter* (Melanie Bergmann et al. eds., 2015).
10. See CIEL, *Fueling Plastics: Fossils, Plastics, & Petrochemical Feedstocks*, *supra* note 4, at 1.
11. See American Oil & Gas Historical Society, *First Oil Discoveries*, <https://aoghs.org/petroleum-discoveries> (last visited Jan. 31, 2019).
12. See U.S. Env'tl. Prot. Agency, *The Process of Unconventional Natural Gas Production*, <https://www.epa.gov/uog/process-unconventional-natural-gas-production> (last updated Jan. 26, 2018).
13. See Theo Colborn et al., *Hazard Assessment Articles: Natural Gas Operations from a Public Health Perspective*, 17(5) Hum. & Ecological Risk Assessment: An Int'l J. 1039, 1039-56 (2011), available at https://www.biologicaldiversity.org/campaigns/fracking/pdfs/Colborn_2011_Natural_Gas_from_a_public_health_perspective.pdf.
14. See Earthworks, *Hazards in the Air* (2017), https://earthworks.org/cms/assets/uploads/archive/files/publications/HazardsInTheAir_sm.pdf.
15. See Anthony Andrews et al., Cong. Research Service, *Unconventional Gas Shales: Development, Technology, and Policy Issues* (2009), <http://fas.org/sgp/crs/misc/R40894.pdf>.
16. See Int'l Atomic Energy Agency (IAEA), *Radiation Protection and the Management of Radioactive Waste in the Oil and Gas Industry* (2003), https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1171_web.pdf.
17. See Penn State Marcellus Center for Outreach & Research, *Maps & Graphics*, <http://www.marcellus.psu.edu/resources-maps-graphics.html> (last visited Jan. 31, 2019).
18. Press Release, American Chemistry Council, *U.S. Chemical Investment Linked to Shale Gas Reaches \$100 Billion* (Feb. 20, 2014), <https://www.americanchemistry.com/Media/PressReleasesTranscripts/ACC-news-releases/US-Chemical-Investment-Linked-to-Shale-Gas-Reaches-100-Billion.html>.
19. See The Oil & Gas Threat Map, <https://oilandgasthreatmap.com> (last visited Jan. 31, 2019).
20. See U.S. Env'tl. Prot. Agency, *GHGRP Petroleum and Natural Gas Systems*, <https://www.epa.gov/ghgreporting/ghgrp-petroleum-and-natural-gas-systems> (last updated Oct. 17, 2018).
21. See Jake Hays & Seth B.C. Shonkoff, *Toward an Understanding of the Environmental and Public Health Impacts of Unconventional Natural Gas Development: A Categorical Assessment of the Peer-Reviewed Scientific Literature, 2009-2015*, 11(4) PLoS ONE (2016), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154164>.
22. See Ohio Env'tl. Prot. Agency, *Understanding the Basics of Gas Flaring* (2014), [https://www.epa.state.oh.us/portals/27/oil and gas/basics of gas flaring.pdf](https://www.epa.state.oh.us/portals/27/oil%20and%20gas/basics%20of%20gas%20flaring.pdf).
23. Union of Concerned Scientists, *Natural Gas Flaring, Processing, and Transportation* (Apr. 3, 2015), <https://www.ucsusa.org/clean-energy/coal-and-other-fossil-fuels/natural-gas-flaring-processing-transportation>.
24. See Angela K. Werner, Sue Vink, Kerriane Watt & Paul Jagals, *Environmental Health Impacts of Unconventional Natural Gas Development: A Review of the Current Strength of Evidence*, 505 Sci. of The Total Env't 1127, 1127-41 (2015), <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.10.084>.
25. See Seth B.C. Shonkoff, Jake Hays, & Madelon L. Finkel, *Environmental Public Health Dimensions of Shale and Tight Gas Development*, 122(8) Env'tl. Health Perspectives 787, 787-95 (2014), <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/ehp.1307866>.
26. See Ellen Webb et al., *Potential Hazards of Air Pollutant Emissions from Unconventional Oil and Natural Gas Operations on the Respiratory Health of Children and Infants*, 31(2) Reviews on Env'tl. Health 225, 225-43 (2016), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27171386>.
27. See U.S. Env'tl. Prot. Agency, *Particulate Matter (PM) Pollution*, <https://www.epa.gov/pm-pollution> (last updated Nov. 12, 2018).
28. See Lesley Fleischman et al., *Clean Air Task Force, Gasping for Breath: An analysis of the health effects from ozone pollution from the oil and gas industry* (Aug. 2016), http://catf.us/resources/publications/files/Gasping_for_Breath.pdf.
29. See Clean Air Task Force & Earthworks, *Country Living Dirty Air: Oil and Gas Pollution in Rural America* (July 2018), https://www.catf.us/wp-content/uploads/2018/07/CATF_Pub_CountryLivingDirtyAir.pdf.
30. See Colborn et al., *supra* note 13.
31. See Fleischman et al., *supra* note 28.
32. See Shonkoff, Hays & Finkel, *supra* note 25.
33. See Colborn et al., *supra* note 13.
34. See Colborn et al., *supra* note 13.
35. See Thomas Jemielita et al., *Unconventional Gas and Oil Drilling Is Associated with Increased Hospital Utilization Rates*, 10(8) PLoS ONE (2015), <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0131093>.
36. See Jameson K. Hirsch et al., *Psychosocial Impact of Fracking: A Review of the Literature on the Mental Health Consequences of Hydraulic Fracturing*, 16(1) Int'l J. of Mental Health & Addiction 1, 1-15 (2017), <https://link.springer.com/article/10.1007/s11469-017-9792-5>.
37. See Jake Hays, Michael McCawley & Seth B.C. Shonkoff, *Public Health Implications of Environmental Noise Associated with Unconventional Oil and Gas Development*, 580 Sci. of The Total Env't 448, 448-56 (2017), <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969716325724>.

38. See, e.g., Human Rights Watch, *Amazonians on Trial: Judicial Harassment of Indigenous Leaders and Environmentalists in Ecuador* (Mar. 26, 2018), <https://www.hrw.org/report/2018/03/26/amazonians-trial/judicial-harassment-indigenous-leaders-and-environmentalists>.
39. See, e.g., Amnesty International, *A Criminal Enterprise? Shell's Involvement in Human Rights Violations in Nigeria in the 1990s* (2017), <https://www.amnesty.org/download/Documents/AFR4473932017ENGLISH.pdf>.
40. See, e.g., Emma Hughes & James Marriott, *All that Glitters: Sport, BP, and Repression in Azerbaijan* (2015), <https://platformlondon-org.exactdn.com/wp-content/uploads/2015/06/All-That-Glitters-Pdf.pdf>.
41. See Concerned Health Professionals of N.Y. & Physicians for Social Responsibility, *Compendium of Scientific, Medical, and Media Findings Demonstrating Risks and Harms of Fracking (Unconventional Oil & Gas Extraction)* (5th ed. Mar. 2018), https://www.psr.org/wp-content/uploads/2018/04/Fracking_Science_Compendium_5.pdf.
42. See Kim Ann Zimmerman, *Endocrine System: Facts, Functions and Diseases* (Feb. 15, 2018, 8:50 PM), <https://www.livescience.com/26496-endocrine-system.html>.
43. See Nat'l Inst. of Env'tl. Health Sciences, *Endocrine Disruptors*, <https://www.niehs.nih.gov/health/topics/agents/endocrine/index.cfm> (last reviewed Jan. 22, 2019).
44. See Christopher D. Kassotis et al., *Endocrine-Disrupting Chemicals and Oil and Natural Gas Operations: Potential Environmental Contamination and Recommendations to Assess Complex Environmental Mixtures*, 124(3) *Env'tl. Health Perspectives* 256, 256-64 (2015), <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/ehp.1409535>.
45. See Colborn et al., *supra* note 13.
46. See Ashley L. Bolden et al., *Exploring the endocrine activity of air pollutants associated with unconventional oil and gas drilling*, 17(26) *Env'tl. Health* (2018), <https://ehjournal.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12940-018-0368-z>.
47. See Elyse Caron-Beaudoin et al., *Gestational exposure to volatile organic compounds (VOCs) in Northeastern British Columbia, Canada: A pilot study*, 110 *Env't Int'l* 131, 131-38 (2017), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29122312>.
48. See Joan A. Casey et al., *Unconventional natural gas development and birth outcomes in Pennsylvania, USA*, 27(2) *Epidemiology* 163, 163-72 (2016), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26426945>.
49. See Janet Currie, Michael Greenstone & Katherine Meckel, *Hydraulic fracturing and infant health: New evidence from Pennsylvania*, 3(12) *Sci. Advances* (2017), <http://advances.sciencemag.org/content/3/12/e1603021>.
50. See Lisa M. McKenzie et al., *Birth Outcomes and Maternal Residential Proximity to Natural Gas Development in Rural Colorado*, 122(4) *Env'tl. Health Perspectives* 412, 412-17 (2014), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24474681>.
51. See Lisa M. McKenzie et al., *Childhood hematologic cancer and residential proximity to oil and gas development*, 12(2) *PLoS ONE* (2017), <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0170423>.
52. See Elise G. Elliot et al., *Unconventional Oil and Gas Development and Risk of Childhood Leukemia: Assessing the Evidence*, 576 *Sci. of The Total Env't* 138, 138-47 (2016), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27783932>.
53. See Hays & Shonkoff, *supra* note 21.
54. Brooks Hays, *Study finds 6,600 oil spills in four states over ten years*, *UPI Science News* (Feb. 21, 2017, 11:15 AM), https://www.upi.com/Science_News/2017/02/21/Study-finds-6600-fracking-spills-in-four-states-over-10-years/5611487691909.
55. See Andrew J. Kondash, Nancy E. Lauer & Avner Vengosh, *The Intensification of the Water Footprint of Hydraulic Fracturing*, 4(8) *Sci. Advances* (2018), <http://advances.sciencemag.org/content/4/8/eaar5982>.
56. See U.S. Env'tl. Prot. Agency, *Hydraulic Fracturing for Oil and Gas: Impacts from the Hydraulic Fracturing Water Cycle on Drinking Water Resources in the United States*, *Executive Summary* (2016), https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-12/documents/hfdwa_executive_summary.pdf.
57. See *id.*
58. See The INGAA Foundation, Inc., *North American Midstream Infrastructure Through 2035: A Secure Energy Future* (2011), <http://www.ingaa.org/Foundation/Foundation-Reports/Studies/14904/14889.aspx>.
59. U.S. Energy Info. Admin., *Natural Gas Explained: Natural Gas Pipelines*, https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=natural_gas_pipelines (last updated Dec. 19, 2018).
60. Mike Soraghan, *Flow lines cited in more than 7K spills*, *E&E News*, May 16, 2017, <https://www.eenews.net/stories/1060054568>.
61. See Pa. Dep't of Env'tl. Prot., *Northcentral Pennsylvania Marcellus Shale Short-Term Ambient Air Sampling Report* (2011), http://www.dep.state.pa.us/dep/deputate/airwaste/aa/agm/docs/marcellus_nc_05-06-11.pdf.
62. See Nels Johnson, Tamara Gagnolet, Rachel Ralls & Jessica Stevens, *The Nature Conservancy - Pa. Chapter, Natural Gas Pipelines: Excerpt from Report 2 of the Pennsylvania Energy Impacts Assessment* (2011), <https://www.pennfuture.org/Files/Admin/ng-pipelines.pdf>.
63. See Soraghan, *supra* note 60.
64. U.S. Env'tl. Prot. Agency, *Technology Transfer Network - Air Toxics Web Site, Pollutants and Sources*, <https://www3.epa.gov/airtoxics/pollsour.html> (last updated Sept. 26, 2018).
65. See Nat'l Ctr. For Biotechnology Info., *PubChem Compound Database, 1,3 - Butadiene*, https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/1_3-butadiene#section=Consumer-Uses (last visited Jan. 31, 2019).
66. See U.S. Dep't of Labor, Occupational Safety and Health Admin. (OSHA), *1, 3-Butadiene*, <https://www.osha.gov/SLTC/butadiene/healtheffects.html> (last visited Jan. 31, 2019).
67. See Kristina M. Walker, Ann L. Coker, Elaine Symanski & Philip J. Lupo, *A Preliminary Investigation of the Association Between Hazardous Air Pollutants and Lymphohematopoietic Cancer Risk Among Residents of Harris County Texas* (Univ. of Tex. School of Public Health 2007), <https://pdfs.semanticscholar.org/3b67/75f96037b7dd2104a11296784f52d4cdf33.pdf>.
68. See *id.*
69. See Centers for Disease Control & Prevention, *Emergency Preparedness and Response: Facts About Benzene*, <https://emergency.cdc.gov/agent/benzene/basics/facts.asp> (last updated Feb. 14, 2013).
70. See Clifford P. Weisel, *Benzene exposure: An overview of monitoring methods and their findings*, 184 *Chemico-Biological Interactions* 58, 58-66 (2010), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4009073>.
71. See Peter F. Infante, *Benzene: an historical perspective on American and European occupational setting, in Late Lessons from Early Warning: the Precautionary Principle 1896-2000* 38, 38-51 (Eur. Env'tl. Agency 2001).
72. See U.S. Env'tl. Prot. Agency, *Benzene* (rev. Jan. 2012), <https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-09/documents/benzene.pdf>; see also Centers for Disease Control & Prevention, *supra* note 69; EurekaAlert!, *Higher Cancer Incidences Found in Regions Near Refineries and Plants that Release Benzene* (July 29, 2013), https://www.eurekaalert.org/pub_releases/2013-07/w-hci072413.php.
73. See American Cancer Society, *Benzene and Cancer Risk*, <https://www.cancer.org/cancer/cancer-causes/benzene.html> (last updated Jan. 5, 2016).
74. EurekaAlert!, *supra* note 72.
75. See Robert DeMatteo, Nat'l Network on Env't & Women's Health, *Chemical Exposure and Plastics Production—Issues for Women's Health: A Review of Literature* (Dec. 2011), <http://cwhn.ca/sites/default/files/resources/cancer/short%20lit%20review-%20EN%20-%20formatted.pdf>.
76. See U.S. Env'tl. Prot. Agency (U.S. EPA), *Styrene* (rev. Jan. 2000), <https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-09/documents/styrene.pdf>.
77. See U.S. EPA, *Styrene*, *supra* note 76; see also DeMatteo, *supra* note 75, at 3.
78. See U.S. EPA, *Toluene* (rev. July 2012), <https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-09/documents/toluene.pdf>.
79. See *id.*
80. See *id.*
81. Univ. of Pitt. Graduate Sch. of Pub. Health Ctr. for Healthy Environments & Communities, *Pittsburgh Regional Environmental Threats Analysis (PRETA) Report, PRETA Air: Hazardous Air Pollutants* 28 (2013), http://www.checc.pitt.edu/documents/PRETA/CHEC_PRETA_HAPs_Report.pdf [hereinafter *PRETA Report*].
82. See Nat'l Ctr. For Biotechnology Info., *PubChem Compound Database, Propylene*, <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Propene#section=Top> (last visited Jan. 31, 2019) [hereinafter *PubChem Propylene*].
83. See *id.*
84. See Nat'l Ctr. For Biotechnology Info., *PubChem Compound Database, Propylene Oxide*, https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Propylene_oxide#section=Top (last visited Jan. 31, 2019) [hereinafter *PubChem, Propylene Oxide*].
85. See *id.*
86. See Agency for Toxic Substances & Disease Registry, *Toxic Substances Portal, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)*, <https://www.atsdr.cdc.gov/substances/toxsubstance.asp?toxid=25> (last updated Mar. 3, 2011).

87. Clean Air Council, *What You Need to Know about Shell's Petrochemical Facility* ("Ethane Cracker") 1, <https://cleanair.org/wp-content/uploads/Shell-Factsheet-4.pdf>.
88. *Id.* at 1.
89. See *id.* at 1; see also Terrie Baumgardner, Opinion, *Your Health vs. Cracker Plant Jobs*, Pitt. Post-Gazette, Apr. 6, 2017, <https://www.post-gazette.com/opinion/Op-Ed/2017/04/06/Your-health-vs-cracker-plant-jobs/stories/201704300020>.
90. See Baumgardner, *supra* note 89.
91. See *id.*
92. See PRETA Report, *supra* note 81; see also Baumgardner, *supra* note 89.
93. See Baumgardner, *supra* note 89; see also PRETA Report, *supra* note 81.
94. See Baumgardner, *supra* note 89.
95. See U.S. Env'tl. Prot. Agency, *Anthracene*, <https://archive.epa.gov/epawaste/hazard/wastemin/web/pdf/anthracene.pdf> (archive document).
96. See U.S. Env'tl. Prot. Agency, *Phenanthrene*, <https://archive.epa.gov/epawaste/hazard/wastemin/web/pdf/phenanth.pdf> (archive document).
97. See Umweltbundesamt, *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: Harmful to the Environment! Toxic! Inevitable?* (2016), <https://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/polycyclic-aromatic-hydrocarbons>.
98. See U.S. Env'tl. Prot. Agency, *Why are Persistent, bioaccumulative and toxic pollutants (PBTs) a problem?*, <https://toxics.zendesk.com/hc/en-us/articles/212338097-Why-are-Persistent-bioaccumulative-and-toxic-pollutants-PBTs-a-problem> (last visited Jan. 31, 2019).
99. See *id.*
100. See U.S. Env'tl. Prot. Agency, *Toxics Release Inventory Program (TRI) Program, Persistent Bioaccumulative Toxic (PBT) Chemicals Covered by the TRI Program*, <https://www.epa.gov/toxics-release-inventory-tri-program/persistent-bioaccumulative-toxic-pbt-chemicals-covered-tri> (last updated Feb. 7, 2017).
101. See U.S. Env'tl. Prot. Agency, Office of Pollution Prevention & Toxics, *Use Information for Persistent, Bioaccumulative, and Toxic Chemicals under TSCA Section 6(h)* (2017), https://www.epa.gov/sites/production/files/2017-09/documents/pbt_public_webinar_-_9-5-17.pdf.
102. See U.S. Env'tl. Prot. Agency, *Benzo(g,h,i) perylene*, <https://archive.epa.gov/epawaste/hazard/wastemin/web/pdf/benzoper.pdf> (archive document).
103. See Patricia Coyle, Michael J. Kosnett & Karen Hipkins, *Severe lead poisoning in the plastics industry: a report of three cases*, 47(2) Am. J. of Indus. Med. 172, 172-75 (2005).
104. See U.S. Env'tl. Prot. Agency, *Report to Congress on the Global Supply and Trade of Elemental Mercury* (Dec. 2016), https://www.epa.gov/sites/production/files/2017-01/documents/mercury_global_supply_and_trade_rtc_and_signed_transmittal_letters.pdf.
105. See Nat'l Ctr. for Biotechnology Info., *PubChem Compound Database, TetraBromobisphenol A*, https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/TetraBromobisphenol_A (last visited Jan. 31, 2019).
106. See Int'l Chem. Secretariat, *The new SIN List substances* (2014), https://chemsec.org/app/uploads/2016/03/New_SIN_substances_October_2014.2.pdf.
107. See Ronald White, Union of Concerned Scientists, *The Impact of Chemical Facilities on Environmental Justice Communities* 6 (2018), <https://www.ucsusa.org/sites/default/files/attach/2018/08/impact-chemical-facilities-on-environmental-justice-communities-ucs-2018.pdf>.
108. Press Release, ExxonMobil, *ExxonMobil Plans Investments of \$20 Billion to Expand Manufacturing in U.S. Gulf Region* (Mar. 6, 2017), <https://news.exxonmobil.com/press-release/exxonmobil-plans-investments-20-billion-expand-manufacturing-us-gulf-region>.
109. See Peter Applebome, *Chemical in Salt Caverns Hold Pain for Texas Town*, N.Y. Times, Nov. 28, 1988, at A00016, <https://www.nytimes.com/1988/11/28/us/chemicals-in-salt-caverns-hold-pain-for-texas-town.html>.
110. See Baskut Tuncak (Special Rapporteur on the Implications for Human Rights of the Environmentally Sound Management and Disposal of Hazardous Substances and Wastes), *Report of the Special Rapporteur on the implications for human rights of the environmentally sound management and disposal of hazardous substances and wastes*, U.N. Doc. A/HRC/30/40, para. 7 (July 8, 2015); see also UN Human Rights High Commissioner, *Right to Information on Hazardous Substances and Wastes*, <https://www.ohchr.org/EN/Issues/Environment/ToxicWastes/Pages/Righttoinformation.aspx> (last visited Jan. 31, 2019).
111. See generally Tuncak, *supra* note 110 (highlighting the obligations of states and businesses to ensure people can enjoy their human rights and highlighting the importance of the right to know in the event of an accident).
112. See Press Release, President Barack Obama, *Executive Order – Improving Chemical Facility Safety and Security* (Aug. 1, 2013), <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2013/08/01/executive-order-improving-chemical-facility-safety-and-security>.
113. See Matt Dempsey & Mark Collete, *Chemical Breakdown, Part 3: EPA's fix on chemical safety is already broken*, Hous. Chron., May 21, 2016, <https://www.houstonchronicle.com/news/investigations/article/EPA-s-fix-on-chemical-safety-is-already-brokenThe-8053061.php> (stating "At a minimum, LEPs are required to disclose chemical inventories to interested residents or community watchdogs. But Texas [and states like it] has circumvented federal law by withholding those reports, and the EPA does nothing to stop the state.").
114. See Michael K. Lindell, *Are Local Emergency Planning Committees Effective in Developing Community Disaster Preparedness*, 12(2) Int'l J. of Mass Emergencies & Disasters 159, 159-82 (1994), <https://training.fema.gov/hiedu/downloads/ijems/articles/are%20local%20emergency%20planning%20committees%20effective%20in%20develo.pdf>; see also Yogin Kothari, *Avoiding Chemical Disasters, Managing Risks: EPA Addresses Chemical Safety*, Union of Concerned Scientists Blog (Mar. 28, 2016, 5:12 PM), <https://blog.ucsusa.org/yogin-kothari/avoiding-chemical-disasters-managing-risks-epa-addresses-chemical-safety>.
115. See Erica M. Matheny, *A Survey of the Structural Determinants of Local Emergency Planning Committee Compliance and Proactivity: Towards an Applied Theory of Precaution in Emergency Management*, ETD Archive (2012), <https://engagedscholarship.csuohio.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1194&context=etdarchive>.
116. See Christine Todd Whitman, *Will Trump's State of the Union Ignore This National Security Threat?*, Newsweek, Jan. 29, 2018, <https://www.newsweek.com/will-trumps-state-union-ignore-national-security-threat-793949>.
117. See Steven Mufson, *Harvey causes chemical companies to release 1 million pounds of extra air pollutants*, The Tex. Trib., Sept. 4, 2017, <https://www.texastribune.org/2017/09/04/harvey-causes-chemical-companies-release-1-million-pounds-extra-air-po>.
118. See Brady Dennis & Steven Mufson, *In Scathing Lawsuit, First Responders Describe Vomiting, Gasping at Texas Chemical Plant Fire*, Wash. Post, Sept. 7, 2017, https://www.washingtonpost.com/news/energy-environment/wp/2017/09/07/in-scathing-lawsuit-first-responders-describe-vomiting-gasping-at-texas-chemical-plant-fire/?utm_term=.abb3d9682cb3.
119. The Center for Public Integrity, *Fueling Fears: Regulatory Flaws, Repeated Violations Put Oil Refinery Workers at Risk* (May 19, 2014), <https://publicintegrity.org/workers-rights/worker-health-and-safety/fueling-fears/regulatory-flaws-repeated-violations-put-oil-refinery-workers-at-risk/#part-7>.
120. Union of Concerned Scientists & Texas Environmental Justice Advocacy Services (TEJAS), *Double Jeopardy in Houston: Acute and Chronic Chemical Exposures Pose Disproportionate Risks for Residents*, Executive Summary (2016), <https://www.ucsusa.org/sites/default/files/attach/2016/10/ucs-double-jeopardy-summary-eng-2016.pdf>.
121. See City of Hous. Dep't of Health & Human Services, Office of Surveillance and Public Health Preparedness, *Community Health Profiles 1999-2003: Harrisburg/Manchester Super Neighborhood*, <https://www.houstontx.gov/health/chs/Harrisburg-Manchester.pdf>.
122. See *id.* at 8.
123. See U.S. Env'tl. Prot. Agency, *EJSCREEN Report (Version 2017): the User Specified Area, Texas, EPA Region 6* (July 17, 2017).
124. See U.S. Env'tl. Prot. Agency, *TRI Facility Report: Valero Energy Partners LP*, <https://www3.epa.gov/enviro/facts/tri/ef-facilities/#/Chemical/7701WVLRNR971MA> (last visited Jan. 31, 2019).
125. See *id.*
126. See Valero, *Houston Refinery*, <https://www.valero.com/en-us/Pages/Houston.aspx> (last visited Jan. 31, 2019).
127. See PubChem Propylene, *supra* note 82.
128. See Contanda Locations, *Houston, TX – Manchester*, <https://www.contanda.com/contanda-locations/houston-tx-manchester> (last visited Jan. 31, 2019).
129. See Press Release, Contanda, *Contanda Terminals to begin construction on a new Houston Storage Terminal* (Aug. 22, 2018), <https://www.contanda.com/contanda-terminals-to-begin-construction-on-new-houston-storage-terminal>.

130. See U.S. Evtl. Prot. Agency, *TRI Facility Report: EcoServices Operation Corp.*, <https://www3.epa.gov/enviro/facts/tri/ef-facilities/#/Chemical/77012STFFR8615M> (last visited Jan. 31, 2019).
131. See U.S. Evtl. Prot. Agency, *TRI Facility Report: Huntsman International LLC*, <https://www3.epa.gov/enviro/facts/tri/ef-facilities/#/Chemical/77012XDNCR101CO> (last visited Jan. 31, 2019).
132. See Tex. Educ. Agency, *2015-16 School Report Card: Harris JR Elementary School* (2016), https://rptsrv1.tea.texas.gov/cgi/sas/broker?_service=marykay&year4=2016&year2=16&debug=0&single=N&title=2016+School+Report+Card&program=perfrep.perfmast.sas&prgopt=2016%2Fsrc%2Fsrc_spec.sas&ptype=H&batch=N&level=campus&level=campus&search=campname&namenum=harris&campus=101912166.
133. See, e.g. PQ Corporation, *Product Search*, <https://www.pqcorp.com/product-search> (search results for “all products”) (last visited Jan. 31, 2019).
134. See *PubChem*, *Propylene Oxide*, *supra* note 84.
135. See CIEL, *Fueling Plastics: Fossils, Plastic, & Petrochemical Feedstocks*, *supra* note 4.
136. See Press Release, *LyondellBasell, LyondellBasell Begins Construction of the World's Largest PO/TBA Plant* (Aug. 22, 2018), <https://www.lyondellbasell.com/en/news-events/corporate-financial-news/lyondellbasell-begins-construction-of-the-worlds-largest-potba-plant>.
137. See Flint Hill Resources, *Olefins and Polymers: Manufacturing Starts Here*, <https://www.fhr.com/products-services/olefins-and-polymers> (last visited Jan. 31, 2019).
138. See Earthjustice, *A Disaster in the Making* (rev. Nov. 21, 2018), <https://earthjustice.org/features/toxic-catastrophes-texas-national-chemical-disaster-rule>.
139. See DeMatteo, *supra* note 75.
140. See *id.*
141. See Alesia Lucas, *Styrene and Styrofoam 101*, *Safer Chemicals, Healthy Families* (May 26, 2014), <https://saferchemicals.org/2014/05/26/styrene-and-styrofoam-101-2>.
142. See Toxic-Free Future, *TV Reality: Toxic Flame Retardants in TVs*, <https://toxicfreefuture.org/science/research/flame-retardants-tvs> (last visited Jan. 31, 2019).
143. See Geyer, Jambeck & Law, *supra* note 7.
144. See *id.*
145. See *id.*
146. *Id.* at 2.
147. World Economic Forum (WEF), *Industry Agenda, The New Plastics Economy: Rethinking the future of plastics* 12 (2016).
148. See Delilah Lithner, Åke Larsson, & Göran Dave, *Environmental and health hazard ranking and assessment of plastic polymers based on chemical composition*, 409(18) *Sci. of The Total Env't* 3309, 3309-24 (2011), <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.04.038>.
149. Galloway, *supra* note 9; see also Lithner, Larsson & Dave, *supra* note 148.
150. See Stephanie L. Wright & Frank J. Kelly, *Plastic and Human Health: A Micro Issue?*, 51(12) *Env'tl. Sci. & Tech.* 6634, 6634-47 (2017), <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.7b00423>.
151. See Thomas Roy Crompton, *Additive Migration from Plastics Into Foods: A Guide for Analytical Chemists* (2007).
152. See Galloway, *supra* note 9.
153. See Wright & Kelly, *supra* note 150.
154. See Geyer, Jambeck & Law, *supra* note 7.
155. See Christoph Buchta et al., *Transfusion-related Exposure to the Plasticizer di(2-ethylhexyl) phthalate in Patients Receiving Plateletpheresis Concentrate*, 45(5) *Transfusion* 798, 798-802 (2005), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15847671>.
156. See Wright & Kelly, *supra* note 150.
157. See Wright & Kelly, *supra* note 150.
158. See Wright & Kelly, *supra* note 150 (citing Lithner, Larsson & Dave, *supra* note 148).
159. See Blastic, *Toxicity of Plastics*, <https://www.blastic.eu/knowledge-bank/impacts/toxicity-plastics> (last visited Jan. 31, 2019).
160. See William J. Sutherland et al., *A Horizon Scan of Global Conservation Issues for 2010*, 25(1) *Trends in Ecology & Evolution* 1, 1-7 (2010), <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.10.003>.
161. See Yuko Ogata et al., *International Pellet Watch: Global Monitoring of Persistent Organic Pollutants (POPs) in Coastal Waters*, 58(10) *Marine Pollution Bulletin* 1437, 1437-46 (2009), <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.06.014>.
162. See Yukie Mato et al., *Plastic Resin Pellets as a Transport Medium for Toxic Chemicals in the Marine Environment*, 35(2) *Env'tl. Sci. & Tech.* 318, 318-24 (2001), <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es0010498>.
163. See Mark Anthony Browne et al., *Microplastic Moves Pollutants and Additives to Worms, Reducing Functions Linked to Health and Biodiversity*, 23(23) *Current Biology* 2388, 2388-92 (2013), <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.10.012>; see also Chelsea M. Rochman et al., *Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress*, 3 *Sci. Rep.* 3263 (2013), <https://doi.org/10.1038/srep03263>.
164. See Linda M. Ziccardi et al., *Microplastics as vectors for bioaccumulation of hydrophobic organic chemicals in the marine environment: A state-of-the-science review*, 35(7) *Env'tl. Toxicology & Chemistry* 1667, 1667-76 (2016), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27093569>; Wright & Kelly, *supra* note 150; see also Frederic Gallo et al., *Marine Litter Plastics and Microplastics and their Toxic Chemicals Component: the Need for Urgent Preventive Measures*, 30(13) *Env'tl. Sci. Eur.* 13 (2018), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29721401>.
165. See Adil Bakir, Steven J. Rowland & Richard C. Thompson, *Enhanced Desorption of Persistent Organic Pollutants from Microplastics under Simulated Physiological Conditions*, 185 *Env'tl. Pollution* 16, 16-23 (2014), <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.10.007>.
166. See Wright & Kelly, *supra* note 150.
167. See Gallo et al., *supra* note 164.
168. See 21 U.S.C. §321(s).
169. See Koni Grob et al., *Food Contamination with Organic Materials in Perspective: Packaging Materials as the Largest and Least Controlled Source? A View Focusing on the European Situation*, 46(7) *Critical Rev. in Food Sci. & Nutrition* 529, 529-36 (2006), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16954061>; Galloway, *supra* note 9.
170. Audrey Thier, Miriam Gordon & Andria Ventura, *Clean Water Action & Clean Water Fund, What's in the package? Unveiling the Toxic Secrets of Food and Beverage Packaging* 6 (2016), https://www.cleanwateraction.org/sites/default/files/CA_TIP_rpt_08.24.16a_web.pdf.
171. See Aaron L. Brody, Eugene R. Strupinsky & Lauri R. Kline, *Active Packaging for Food Applications* (2001).
172. See World Health Organization (WHO), *Persistent Organic Pollutants: Impact on Child Health* (2010) https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44525/9789241501101_eng.pdf?sequence=1.
173. See Thier, Gordon & Ventura, *supra* note 171.
174. See Laurel A. Schaidler et al., *Flourinated Compounds in U.S. Fast Food Packaging*, 4(3) *Env'tl. Sci. & Tech. Letters* 105, 105-11 (2017), <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.estlett.6b00435>.
175. Thier, Gordon & Ventura, *supra* note 171, at 7.
176. See Teresa Cirillo et al., *Children's Exposure to Di(2-ethylhexyl)phthalate and Dibutylphthalate Plasticizers from School Meals*, 59(19) *J. Agric. & Food Chemistry* 10532, 10532-38 (2011), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21894916>.
177. See Elvia M. Mungia-Lopez et al., *Migration of bisphenol A (BPA) from can coatings into a fatty-food stimulant and tuna fish*, 22(9) *Food Additives & Contaminants* 892, 892-98 (2005), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16192075>.
178. See Luz Claudio, *Our Food: Packaging and Public Health*, 120(6) *Env'tl. Health Persp.* a232, a232-a237 (2012), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3385451>; see also, Thomas G. Neltner et al., *Data gaps in toxicity testing of chemicals allowed in food in the United States*, 42 *Reprod. Toxicology* 85, 95-94 (2013), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23954440>.
179. See Birgit Geueke, Charlotte C. Wagner & Jane Muncke, *Food contact substances and chemicals of concern: A comparison of inventories*, 31(8) *Food Additives & Contaminants - Part A: Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment* 1438, 1443 (2014), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24999917>.
180. See *id.* at 1438.
181. See Birgit Geueke, *Food Packaging Forum, Dossier-Non-intentionally added substances (NIAS)* (2018), <https://www.foodpackagingforum.org/food-packaging-health/non-intentionally-added-substances-nias>.
182. See Press Release, *Food Packaging Forum, Ksenia Groh, Chemicals associated with plastic packaging* (2018), <https://www.foodpackagingforum.org/news/chemicals-associated-with-plastic-packaging>.
183. See Green Science Policy Institute, *The Madrid Statement* (2015), <http://greensciencepolicy.org/madrid-statement>.

184. See Schaidler et al., *supra* note 174.
185. See Green Science Policy Institute, *Fluorinated Replacements: Myths versus Facts* (Aug. 17, 2017), http://greensciencepolicy.org/wp-content/uploads/2017/12/pfoa_flyer_v21.pdf.
186. See Int'l Institute for Sustainable Development (IISD), *14th meeting of the Persistent Organic Pollutants Review Committee (POPRC-14) of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants*, 15(252) Earth Negots. Bull. (Sept. 24, 2018), <http://enb.iisd.org/vol15/enb15257e.html>.
187. See Hannes K. Imhof et al., *Pigments and plastic in limnetic ecosystems: a qualitative and quantitative study on microparticles of different size classes*, 98 Water Res. 64, 64–74 (2016), <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135416301427>.
188. See UPSTREAM et al., *B.A.N. List 2.0* (2018), <https://upstreamolutions.org/ban-list-20>.
189. See Karen Dius & Anja Coors, *Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects*, 28 *Envtl. Sci. Eur.* 2 (2016), <https://doi.org/10.1186/s12302-015-0069-y>.
190. See Therese M. Karlsson et al., *The unaccountability case of plastic pellet pollution*, 129(1) *Marine Pollution Bull.* 52, 52–60 (2018), <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X18300523>.
191. See Beat the Microbead, *Results so far*, <http://www.beatthemicrobead.org/results-so-far> (last visited Feb. 1, 2019).
192. See Todd Gouin et al., *Use of micro-plastic beads in cosmetic products in Europe and their estimated emissions to the North Sea environment*, 141 *SOFW-J.* 40, 40–46 (2015).
193. See Dius & Coors, *supra* note 189.
194. See Boucher & Friot, *supra* note 6.
195. See Wright & Kelly, *supra* note 150.
196. See Holger M. Koch & Antonia M. Calafat, *Human body burdens of chemicals used in plastic manufacture*, 364 *Phil. Transactions of the Royal Soc'y B: Biological Sci.* 2063, 2063–78 (2009), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2873011>.
197. Thier, Gordon & Ventura, *supra* note 171, at 7.
198. *Id.*
199. *Id.*
200. *Id.*
201. *Id.* (citing Laura N. Vandenberg et al., *Urinary, Circulating, and Tissue Biomonitoring Studies Indicate Widespread Exposure to Bisphenol A*, 118 *Envtl. Health Persp.* 1055, 1055–70 (2010)).
202. See Philipp Schwabl et al., *Assessment of microplastic concentrations in human stool – Preliminary Results of A Prospective Study*, 6 *United Eur. Gastroenterology J. Supplement* 1 (2019) (presented at UEG Week 2018), <https://www.ueg.eu/education/document/assessment-of-microplastic-concentrations-in-human-stool-preliminary-results-of-a-prospective-study/180360>.
203. Mary Kosuth, Sherri A. Mason & Elizabeth V. Wattenberg, *Anthropogenic contamination of tap water, beer, and sea salt*, 13(4) *PLoS ONE* e0194970 (2018), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194970>.
204. See Sherri A. Mason, Victoria G. Welch & Joseph Neratko, *Synthetic Polymer Contamination in Bottled Water*, 6 *Frontiers in Chemistry* 407 (2018), <https://orbmedia.org/sites/default/files/FinalBottledWaterReport.pdf>.
205. See *id.*
206. See Darena Schymanski et al., *Analysis of microplastics in water by micro-Raman spectroscopy: Release of plastic particles from different packaging into mineral water*, 129 *Water Res.* 154, 154–62 (2018), <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135417309272>.
207. See *id.*
208. See Pamela Miller & Joseph DiGangi, *IPEN, Toxic Industrial Chemical Recommended for Global Prohibition Contaminates Children's Toys* (2017), <https://ipen.org/documents/toxic-industrial-chemical-recommended-global-prohibition-contaminates-childrens-toys-0>.
209. See Persistent Organic Pollutants Review Committee Eleventh Meeting, *Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its eleventh meeting, Addendum: Risk profile on short-chained chlorinated paraffins*, UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2 (Nov. 23, 2015).
210. See Dan Xia et al., *Human Exposure to Short- and Medium-Chain Chlorinated Paraffins via Mothers' Milk in Chinese Urban Population*, 51 *Envtl. Sci. & Tech.* 608, 608–15 (2017), <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.6b04246>.
211. See Wright & Kelly, *supra* note 150, at 6642.
212. National Cancer Institute, *NCI Dictionary of Cancer Terms: reactive oxygen species*, <https://www.cancer.gov/publications/dictionaries/cancer-terms/def/reactive-oxygen-species> (last visited Feb. 1, 2019).
213. See Vijaya Chavan Lobo, A. Patil, A. Phatak & N. Chandra, *Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health*, 4(8) *Pharmacognosy Rev.* 118, 118–26 (2010), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3249911>.
214. See Wright & Kelly, *supra* note 150, at 6641.
215. See *id.*
216. See *id.* at 6640.
217. See Andrew J.R. Watts et al., *Effect of Microplastic on the Gills of Shore Crab Carcinus maenas*, 50(10) *Envtl. Sci. & Tech.* 5364, 5364–69 (2016), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27070459>.
218. See Mark A. Browne et al., *Ingested Microscopic Plastic Translocates to the Circulatory System of the Mussel, Mytilus edulis (L.)*, 42 *Envtl. Sci. & Tech.* 5026, 5026–31 (2008), <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es800249a>.
219. See Messika Revel, Amélie Châtel & Catherine Mouneyrac, *Micro(nano)plastics: A Threat to Human Health?*, 1 *Envtl. Sci. & Health* 17, 17–23 (2018), <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468584417300235>; Carsten Schmidt et al., *Nano- and microscaled plastic particles for drug targeting to inflamed intestinal mucosa – a first in vivo study in human patients*, 165(2) *J. of Controlled Release* 139, 139–45 (2013), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23127508>.
220. See Galloway, *supra* note 9.
221. See Sinja Rist et al., *A critical perspective on early communications concerning human health aspects of microplastics*, 626 *Sci. of The Total Env't* 720, 720–26 (2018), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29396337>.
222. See EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM), *Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood*, 14(6) *EFSA J.* 4501 (2016), <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4501>.
223. See Clara Silvestre, Donatella Duraccio & Sossio Cimmino, *Food packaging based on polymer nanomaterials*, 36(12) *Progress in Polymer Sci.* 1766, 1766–82 (2011), <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0079670011000311>.
224. See Schmidt et al., *supra* note 219.
225. See G.M. Hodges et al., *Uptake and translocation of microparticles in small intestine: Morphology and quantification of particle distribution*, 40(5) *Digestive Diseases & Sci.* 967, 967–75 (1995), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7729286>; see also Anne des Rieux et al., *Transport of nanoparticles across an in vitro model of the human intestinal follicle associated epithelium*, 25(4–5) *Eur. J. of Pharmaceutical Sci.* 455, 455–65 (2005), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15946828>.
226. See John H. Eldridge et al., *Vaccine-Containing Biodegradable Microspheres Specifically Enter the Gut-associated Lymphoid Tissue Following Oral Administration and Induce a Disseminated Mucosal Immune Response*, 251 *Advances in Experimental Med. & Biology* 191, 191–202 (1989), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2610110>; see also P.U. Jani, D.E. McCarthy & A.T. Florence, *Nanosphere and microsphere uptake via Peyer's patches: observation of the rate of uptake in the rat after a single oral dose*, 86(2–3) *Int'l J. of Pharmaceutics* 239, 239–46 (1992), [https://doi.org/10.1016/0378-5173\(92\)90202-D](https://doi.org/10.1016/0378-5173(92)90202-D); see also Gerhard Volkheimer, *Hematogenous dissemination of ingested polyvinyl chloride particles*, 246(1) *Annals of the N.Y. Acad. of Sci.* 164, 164–71 (1975), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1054950>.
227. See Wright & Kelly, *supra* note 150, at 6638.
228. See Cristina Pedà et al., *Intestinal alterations in European sea bass Dicentrarchus labrax (Linnaeus 1758) exposed to microplastics: Preliminary results*, 212 *Envtl. Pollution* 251, 251–56 (2016), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26851981>.
229. See Gabriella F. Schirizzi et al., *Cytotoxic effects of commonly used nanomaterials and microplastics on cerebral and epithelial human cells*, 159 *Envtl. Res.* 579, 579–87 (2017), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28898803>.
230. See Galloway, *supra* note 9.
231. See Geyer, Jambeck & Law, *supra* note 7.
232. See *id.*
233. See UNEP, *Guidelines on Best Available Techniques and Provisional Guidance on Best Environmental Practices relevant to Article 5 and Annex C of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants* (2007), <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-BATBEP-GUID-GUIDELINES-All.En.pdf> [hereinafter UNEP Guidelines on Art. 5 & Annex C of POPS Convention].

234. See UNEP, *Solid Waste Management: Sound practices – Incineration*, http://www.unep.or.jp/ietc/ESTdir/Pub/MSW/sp/SP5/SP5_4.asp (last visited Feb. 1, 2019).
235. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Waste* (2006), <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl>.
236. Reliance on solid fuels for cooking is highly concentrated in low and middle-income countries across Asia, Africa, and Latin America. More than 95% of the population uses solid fuels for cooking in a number of countries, most of which are in sub-Saharan Africa. See World Health Organization (WHO), *WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Household Fuel Combustion* (2014), <http://www.who.int/airpollution/guidelines/household-fuel-combustion>.
237. See *id.*
238. See Christine Wiedinmyer, Robert J. Yokelson & Brian K. Gullett, *Global Emissions of Trace Gases, Particulate Matter, and Hazardous Air Pollutants from Open Burning of Domestic Waste*, *Envtl. Sci. & Tech.* 9523, 9523-30 (2014), <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es502250z>.
239. See Mengmei Zhang, Alfons Buekens & Xiaodong Li, *Open burning as a source of dioxins*, *Critical Reviews in Envtl. Sci. & Tech.* 543, 543-620 (2017), <https://doi.org/10.1080/10643389.2017.1320154>.
240. See Ilda T. Hershey & Nicole L. Wolf, *The Dangers of Backyard Trash Burning*, Okla. Coop. Extension Serv. AGEC-1027, <http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Document-7930/AGEC-1027web.pdf>.
241. See UNEP, *Guidelines on Art. 5 & Annex C of POPs Convention*, *supra* note 233.
242. See UNEP, *Guidelines on Art. 5 & Annex C of POPs Convention*, *supra* note 233.
243. See Yibo Zhang et al., *Leaching Characteristics of Trace Elements from Municipal Solid Waste Incineration Fly Ash*, *Geotechnical Special Publ'n* 168, 168-78 (2016); IPEN, *After Incineration: The Toxic Ash Problem* (2005), http://ipen.org/sites/default/files/documents/After_incineration_the_toxic_ash_problem_2015.pdf.
244. See Plastics Europe & EPRO, *Plastics—The Facts 2017* 29 (2018), https://www.plasticseurope.org/application/files/5715/1717/4180/Plastics_the_facts_2017_FINAL_for_website_one_page.pdf.
245. See Michael Standaert, *As China Pushes Waste-to-Energy Incinerators, Protests Are Mounting*, *Yale Environment* 360 (Apr. 20, 2017), <https://e360.yale.edu/features/as-china-pushes-waste-to-energy-incinerators-protests-are-mounting>.
246. See World Energy Council, *World Energy Resources 2016* 57 (2016), <http://large.stanford.edu/courses/2016/ph240/nana-sinkam1/docs/resources-wec-2016.pdf>.
247. Ankit Gupta & Aditya Singh Bais, *Global Market Insights, Waste to Energy (WTE) Market Size, Industry Outlook Potential Report, Regional Analysis* (2016), <https://www.gminsights.com/industry-analysis/waste-to-energy-wte-market>.
248. See UNEP, *Solid Waste Management: Sound practices—Incineration*, *supra* note 234.
249. See *id.*
250. See Rinku Verma et al., *Toxic Pollutants from Plastic Waste—A Review*, 35 *Procedia Envtl. Sci.* 701, 701-08 (2016), <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.069>.
251. See Bart Ostro et al., *Associations of Mortality with Long-term Exposures to Fine and Ultrafine Particles, Species and Sources: Results from the California Teachers Study Cohort*, 123(6) *Envtl. Health Persp.* 549, 549-56 (2015), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25633926>.
252. See National Research Council (US) Committee on Health Effects of Waste Incineration, *Waste Incineration & Public Health* (2000), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK233633>.
253. See Health Effects Institute, the Institute for Health Metrics and Evaluation & University of British Columbia, *State of Global Air 2017: A Special Report on Global Exposure to Air Pollution and Its Disease Burden* (2017), https://www.stateofglobalair.org/sites/default/files/SoGA2017_report.pdf.
254. See Lara Schwarz, Tarik Benmarhnia & Lucie Laurian, *Social Inequalities Related to Hazardous Incinerator Emissions: An Additional Level of Environmental Injustice*, 8(6) *Envtl. Just.* 213, 213-19 (2015); Marco Martuzzi, Francesco Mitis & Francesco Forastiere, *Inequalities, inequities, environmental justice in waste management and health*, 21(6) *The Eur. J. of Pub. Health* 21, 21-26 (2010); Ana Isabel Baptista & Kumar Kartik Amarnath, *Garbage, Power, and Environmental Justice: The Clean Power Plan Rule*, 403 *Wm. & Mary Envtl. L. & Pol'y Rev.* 41 (2017).
255. See *Sweden dumps toxic ash on Norway Island*, *The Local* (May 11, 2015, 10:42 PM), <https://www.thelocal.no/20150511/sweden-dumps-toxic-ash-in-norway>.
256. See Keith Bradsher, *China's Trash Problem May Also Be the World's*, *N.Y. Times* (Aug. 12, 2009), <https://archive.nytimes.com/gst/fullpage-9800E1DD113DF931A2575BC0A96F9C8B63.html>.
257. See Tom Gascoyne, *Fly in the ashes: Waste from co-generation plant tests high for dioxins*, *News Rev.* (2012), <http://www.newsreview.com/chico/fly-in-the-ashes/content?oid=6579788>.
258. See *Complaint, Conservation Law Found. v. Mass. Dep't of Envtl. Prot.* (Mass. Sup. Ct. 2018), <https://www.clf.org/wp-content/uploads/2018/05/2018-05-09-Complaint.pdf>.
259. See Joerg Römbke et al., *Ecotoxicological Characterisation of 12 Incineration Ashes using 6 Laboratory Tests*, 29(9) *Waste Mgmt.* 2475, 2475-82 (2009), <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.03.032>.
260. See British Society for Ecological Medicine, *The Health Effects of Waste Incinerators: 4th Report of the British Society for Ecological Medicine* (2d ed. 2008).
261. See *id.*
262. See UNEP, *Solid Waste Management: Sound practices—Incineration*, *supra* note 234.
263. See IPEN, *After Incineration: The Toxic Ash Problem*, *supra* note 243.
264. See Aneeta Mary Joseph et al., *The Use of Municipal Solid Waste Incineration Ash in Various Building Materials: A Belgian Point of View*, 11(1) *Materials* 141 (2018), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29337887>.
265. See Neil Tangri & Monica Wilson, *GAIA, Waste Gasification & Pyrolysis: High Risk, Low Yield Processes for Waste Management* (2017), <http://www.no-burn.org/gasification-pyrolysis-risk-analysis>.
266. See Thomas Stringfellow, *An Independent Engineering Evaluation of Waste-to-Energy Technologies*, *Renewable Energy World* (Jan. 13, 2014), <https://www.renewableenergyworld.com/articles/2014/01/an-independent-engineering-evaluation-of-waste-to-energy-technologies.html>.
267. See Umberto Arena, *Process and technological aspects of municipal solid waste gasification. A review*, 32(4) *Waste Mgmt.* 625, 625-39 (2012), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22035903>.
268. See A.Y. Ilyushechkin, D.G. Roberts, D. French & D.J. Harris, *IGCC Solids Disposal and Utilisation: Final Report for ANLEC Project 5-0710-0065* (2012), <http://decarboni.se/sites/default/files/publications/90176/igcc-solids-disposal-utilisation.pdf>.
269. See Stringfellow, *supra* note 266.
270. See Fichtner Consulting Engineers Limited, *The Viability of Advanced Thermal Treatment of MSW in the UK* (2004), https://www.itad.de/information/studien/346.Fichtner_Consulting_Engineers_Limited.html.
271. See Stringfellow, *supra* note 266.
272. See Fla. Dep't of Envtl. Prot., *Whitepaper on the Use of Plasma Arc Technology to Treat Municipal Solid Waste* (2007).
273. See Nate Seltnerich, *Emerging Waste-to-Energy Technologies: Solid Waste Solution or Dead End?*, 124(6) *Envtl. Health Persp.* a106, a106-11 (2016), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4892903>.
274. See Andrew N. Rollinson & Jumoke Mojisola Oladejo, *'Patented blunderings', Efficiency Awareness, and Self-sustainability Claims in the Pyrolysis Energy from Waste Sector*, 141 *Resources, Conservation & Recycling* 233, 233-42 (2018), <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.10.038>.
275. See Andrew N. Rollinson, *Fire, explosion and chemical toxicity hazards of gasification energy from waste*, 54 *J. of Loss Prevention in the Process Indus.* 273, 273-80 (2018), <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2018.04.010>.
276. See *id.*
277. See Deb Pal, *Gasification: Refining Safety*, *Waste Mgmt. World* (2012), <https://waste-management-world.com/a/gasification-refining-safety>.
278. See Nuria Ortuño et al., *Emissions from the Pyrolysis and Combustion of Different Wastes* (2013).
279. See Jitka Straková, Joseph DiGangi & Génon K. Jensen, *Toxic Loophole: Recycling Hazardous Waste into New Products* (2018), <https://english.arnika.org/publications/toxic-loophole-recycling-hazardous-waste-into-new-products>.
280. See Per Ola Darneud, *Toxic Effects of Brominated Flame Retardants in Man and in Wildlife*, 29(6) *Env't Int'l* 841, 841-53 (2018), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2850100>; Thomas A. McDonald, *A Perspective on the Potential Health Risks of PBDEs*, 46(5) *Chemosphere* 745, 745-55 (2002), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11999798>; Lucio G. Costa et al., *Polybrominated diphenyl ether (PBDE) flame retardants: Environmental contamination, human body burden and potential adverse health effects*, 79(3) *Acta Bio-Medica* 172, 172-83 (2008), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19260376>.

281. See Elise Roze et al., *Prenatal Exposure to Organohalogenes, including Brominated Flame Retardants, Influences Motor, Cognitive, and Behavioral Performance at School Age*, 117(12) *Envtl. Health Persp.* 1953 (2009), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20049217>.
282. See Terri Hardy & Chris Bowman, *Sacramento trash-to-energy plan raises red flags*, Sacramento Bee (Nov. 17, 2008), <http://large.stanford.edu/publications/power/references/hardy>.
283. See Ioannis Kalargaris, Guohong Tian & Sai Gu, *Influence of Advanced Injection Timing and Fuel Additive on Combustion, Performance, and Emission Characteristics of a DI Diesel Engine Running on Plastic Pyrolysis Oil*, 9 J. of Combustion 1, 1-9 (2017), <https://doi.org/10.1155/2017/3126342>; Md, Zaved Hossain Khan et al., *Pyrolytic Waste Plastic Oil and Its Diesel Blend: Fuel Characterization*, 8 J. of Envtl. & Pub. Health 1, 1-6 (2016).
284. See Rollinson, *supra* note 275. These are caused by both underpressure (oxygen ingress) and overpressure (flammable gas egress) in both the high temperature reactor and in ancillary components, due to the multi-component and dynamic features of a gasifier system.
285. See Pal, *supra* note 277.
286. See Rollinson, *supra* note 275.
287. See Kim Ragaert, Laurens Delva & Kevin Van Geem, *Mechanical and Chemical Recycling of Solid Plastic Waste*, 69 Waste Mgmt. 24, 24-58 (2017), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28823699>.
288. See Heather Caliendo, *Plastics-to-Oil Recycler Finds New Niche in Polystyrene*, *Plastics Tech.* (Apr. 27, 2018), <https://www.ptonline.com/articles/plastics-to-oil-recycler-finds-new-niche-in-polystyrene>.
289. See World Energy Council, *supra* note 246.
290. See Shikhar Shirmali, *Bricks from Waste Plastic*, 5(1) *Int'l J. of Advanced Res.* 2839, 2839-45 (2017).
291. See Nityanand Jayaraman, *Opinion, Heard about plastic roads? Here's why it's not a solution to our plastic problem*, *The News Minute* (Dec. 20, 2015, 9:58 AM), <https://www.thenewsminute.com/article/heard-about-miracle-plastic-roads-heres-why-its-not-solution-our-plastic-problem-36927>.
292. See Chung-Jung Tsai et al., *The pollution characteristics of odor, volatile organochlorinated compounds and polycyclic aromatic hydrocarbons emitted from plastic waste recycling plants*, 74(8) *Chemosphere* 1104, 1104-10 (2009), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19091382>.
293. See Boucher & Friot, *supra* note 6.
294. See Flavia Auler, Alike T.A. Nakashima & Roberto K.N. Cuman, *Health Conditions of Recyclable Waste Pickers*, 39(1) J. of Cmty. Health 17, 17-22 (2013), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23864429>.
295. See ILO & WIEGO, *Cooperation among Workers in the Informal Economy: A Focus on Home-based Workers and Waste Pickers* 22 (2017), http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/---coop/documents/publication/wcms_567507.pdf.
296. See Sanae Chiba et al., *Human footprint in the abyss: 30 year records of deep-sea plastic debris*, 96 *Marine Pol'y* 204, 204-12 (2018), <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.03.022>.
297. See Jenna Jambeck et al., *Plastic waste inputs from land into the ocean*, 347(6223) *Sci.* 768, 768-71 (2015), <http://science.sciencemag.org/content/347/6223/768>.
298. See Marcus Eriksen et al., *Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea*, 9(12) *PLoS ONE* (2014), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913>.
299. See Bianca Unger et al., *Large Amounts of Marine Debris found in Sperm Whales Stranded along the North Sea coast in Early 2016*, 112(1-2) *Marine Pollution Bull.* 134, 134-41 (2016), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27539635>.
300. See David Santillo, Kathryn A. Miller & Paul Johnston, *Microplastics as Contaminants in Commercially Important Seafood Species*, 13 *Integrated Envtl. Assessment & Mgmt.* 516, 516-21 (2017), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28440928>.
301. See Sharareh Dehghani, Farid Moore & Razegheh Akhbarizadeh, *Microplastic Pollution in Deposited Urban Dust, Tehran metropolis, Iran*, 24(25) *Envtl. Sci. Pollution Res.* 20360, 20360-71 (2017), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28707239>.
302. See Rachid Dris et al., *Microplastics contamination in an urban area: A case study in Greater Paris*, 12(5) *Envtl. Chemistry* 592 (2015), <https://doi.org/10.1071/EN14167>.
303. See Liqi Cai et al., *Characteristic of microplastics in the atmospheric fallout from Dongguan city, China: preliminary research and first evidence*, 24(32) *Envtl. Sci. & Pollution Res.* 24928 (2017), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28918553>.
304. Press Release, United European Gastroenterology, *UEG Week: Microplastics discovered in human stools across the globe in 'first study of its kind'* (Oct. 23, 2018), <https://www.ueg.eu/press/releases/ueg-press-release/article/ueg-week-microplastics-discovered-in-human-stools-across-the-globe-in-first-study-of-its-kind>.
305. See Carbery, O'Connor & Thavamani, *supra* note 8.
306. See Tamara S. Galloway, Matthew Cole & Ceri Lewis, *Interactions of microplastic debris throughout the marine ecosystem*, 1(5) *Nature Ecology & Evolution* 116 (2017), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28812686>.
307. See Stephanie Borrell et al., *Opinion, Why we need an international agreement on marine plastic pollution*, 114(38) *P.N.A.S. USA* 9994, 9994-97 (2017), <https://www.pnas.org/content/114/38/9994>.
308. See *id.*
309. See Boris Worm et al., *Plastic as a Persistent Marine Pollutant*, 42(1) *Ann. Rev. of Env't & Resources* 1, 1-26 (2017), <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102016-060700>.
310. See Editorial, *Microplastics and human health – an urgent problem*, 1(7) *The Lancet Planetary Health* e254 (Oct. 2017), [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(17\)30121-3](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30121-3).
311. See Amy V. Kontrick, *Microplastics and Human Health: Our Great Future to Think About Now*, 14(2) J. of Med. Tech. 117, 117-19 (2018), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29687221>.
312. See Eur. Food Safety Authority (EFSA) Panel on Contaminants in the Food Chain, *Statement on the presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood*, 14(6) *Eur. Food Safety Auth. J.* 4501 (2016), <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4501>.
313. See Wright & Kelly, *supra* note 150.
314. See Chiba et al., *supra* note 296.
315. See Sarah C. Gall & Richard C. Thompson, *The impact of debris on marine life*, 92(1-2) *Marine Pollution Bull.* 170, 170-79 (2015), <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.12.041>.
316. See Santillo, Miller & Johnston, *supra* note 300.
317. See France Collard et al., *Microplastics in livers of European anchovies (Engraulis encrasicolus, L.)*, 229 *Envtl. Pollution* 1000, 1000-05 (2017), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28768577>.
318. See Christoph D. Rummel et al., *Plastic Ingestion by Pelagic and Demersal Fish from the North Sea and Baltic Sea*, 102(1) *Marine Pollution Bull.* 134, 134-41 (2016), <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.11.043>.
319. See Natalie A. Welden, Bexultan Abylkhani & Leigh M. Howarth, *The Effects of Trophic Transfer and Environmental Factors on Microplastic uptake by Plaice, Pleuronectes platessa, and Spider crab, Maja squinado*, 239 *Envtl. Pollution* 351, 351-58 (2018), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29674213>.
320. See Collard et al., *supra* note 317.
321. See Fiona Murray & Phillip R. Cowie, *Plastic Contamination in the Decapod crustacean Nephrops norvegicus (Linnaeus, 1758)*, 62(6) *Marine Pollution Bull.* 1207, 1207-17 (2011), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21497854>.
322. See Welden, Abylkhani & Howarth, *supra* note 319.
323. See Andrew J.R. Watts et al., *Uptake and Retention of Microplastics by the Shore Crab Carcinus maenas*, 48(15) *Envtl. Sci. & Tech.* 8823, 8823-30 (2014), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24972075>.
324. See Lisa I. Devriese et al., *Microplastic Contamination in Brown Shrimp (Crangon crangon, Linnaeus 1758) from Coastal Waters of the Southern North Sea and Channel Area*, 98(1-2) *Marine Pollution Bull.* 179, 179-87 (2015), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26456303>.
325. See Sajjad Abbasi et al., *Microplastics in different tissues of fish and prawn from the Musa Estuary, Persian Gulf*, 205 *Chemosphere* 80, 80-87 (2018), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29684694>.
326. See Lisbeth Van Cauwenberghe & Colin R. Janssen, *Microplastics in bivalves cultured for human consumption*, 193 *Envtl. Pollution* 65, 65-70 (2014), <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.06.010>.

327. See Katie Davidson & Sarah E. Dudas, *Microplastic ingestion by wild and cultured Manila clams (Venerupis philippinarum) from Baynes Sound, British Columbia*, 71(2) Archives of Env'tl. Contamination & Toxicology 147, 147-56 (2016), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27259879>.
328. See Jiana Li et al., *Microplastics in mussels sampled from coastal waters and supermarkets in the United Kingdom*, 241 Env'tl. Pollution 35, 35-44 (2018), <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.05.038>.
329. See Cassandra L. Murphy, *A comparison of microplastics in farmed and wild shellfish near Vancouver Island and potential implications for contaminant transfer to humans* (Feb. 2018) (unpublished M.Sc. Thesis, Royal Roads University), <https://vuirrspace.ca/handle/10613/5540>.
330. See Prabhu Kolandhasamy et al., *Adherence of microplastics to soft tissue of mussels: A novel way to uptake microplastics beyond ingestion*, 610-11 Sci. of The Total Env't 635, 635-40 (2017), <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.053>.
331. See Li et al., *supra* note 328.
332. See Ali Karami et al., *Microplastics in eviscerated flesh and excised organs of dried fish*, 7 Sci. Rep. (2017), <https://www.nature.com/articles/s41598-017-05828-6>.
333. See Kasper B. Sundbæk et al., *Sorption of fluorescent polystyrene microplastic particles to edible seaweed Fucus vesiculosus*, 30(5) J. of Applied Phycology 2923, 2923-27 (2018), <https://link.springer.com/article/10.1007/s10811-018-1472-8>.
334. See Dongqi Yang et al., *Microplastic Pollution in Table Salt from China*, 49(22) Env'tl. Sci. & Tech. 13622, 13622-627 (2015), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26486565>.
335. See Maria E. Iñiguez, Juan A. Conesa & Andres Fullana, *Microplastics in Spanish table salt*, 7 Sci. Rep. (2017), <https://www.nature.com/articles/s41598-017-09128-x>.
336. See Ali Karami, Abolfazl Golieskardi, Cheng Keong Choo, Vincent Larat, Tamara S. Galloway & Babak Salamatinia, *The presence of microplastics in commercial salts from different countries*, 7 Sci. Rep. (2017), <https://www.nature.com/articles/srep46173>.
337. See Kosuth, Mason & Wattenberg, *supra* note 203.
338. See *id.*
339. See Anderson Abel de Souza Machado et al., *Microplastics as an emerging threat to terrestrial ecosystems*, 24(4) Global Change Biology 1405, 1405-16 (2018), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29245177>.
340. See Barbara E. Oßmann et al., *Small-sized microplastics and pigmented particles in bottled mineral water*, 141 Water Res. 307, 307-16 (2018), <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.05.027>.
341. See Schymanski et al., *supra* note 206.
342. See Kosuth, Mason & Wattenberg *supra* note 203.
343. See Gerd Liebezeit & Elisabeth Liebezeit, *Synthetic Particles as Contaminants in German beers*, 31(9) Food Additives & Contaminants Part A: Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment 1574, 1574-78 (2014), <https://doi.org/10.1080/19440049.2014.945099>.
344. See Kosuth, Mason & Wattenberg *supra* note 203.
345. See Gerd Liebezeit & Elisabeth Liebezeit, *Non-pollen Particulates in Honey and Sugar*, 30(12) Food Additives and Contaminants Part A: Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment 2136, 2136-40 (2013), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24160778>.
346. See Matthew Cole et al., *Microplastic Ingestion by Zooplankton*, 47(12) Env'tl. Sci. & Tech. 6646, 6646-55 (2013), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23692270>.
347. See Outi Setälä, Vivi Fleming-Lehtinen & Maiju Lehtiniemi, *Ingestion and transfer of microplastics in the planktonic food web*, 185 Env'tl. Pollution 77, 77-83 (2014), <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.10.013>.
348. See Paul Farrell & Kathryn Nelson, *Trophic Level Transfer of Microplastic: Mytilus edulis (L.) to Carcinus maenas (L.)*, 177 Env'tl. Pollution 1, 1-3 (2013), <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.01.046>.
349. See Yooeun Chae et al., *Trophic Transfer and Individual Impact of Nano-sized Polystyrene in a Four-species Freshwater Food Chain*, 8 Sci. Rep. (2018), <https://www.nature.com/articles/s41598-017-18849-y>.
350. See Welden, Abylkhan & Howarth, *supra* note 319.
351. See Galloway, Cole & Lewis, *supra* note 306.
352. See Adam Porter et al., *Role of Marine Snows in Microplastic Fate and Bioavailability*, 52(12) Env'tl. Sci. & Tech. 7111, 7111-19 (2018), <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.8b01000>.
353. See Sundbæk et al., *supra* note 333.
354. See Gallo et al., *supra* note 164.
355. See Tamara S. Galloway & Ceri N. Lewis, *Marine Microplastics Spell Big Problems for Future Generations*, 113(9) P.N.A.S. USA 2331, 2331-33 (2016), <https://doi.org/10.1073/pnas.1600715113>.
356. Wright & Kelly, *supra* note 150.
357. See Richard C. Thompson et al., *Plastics, the Environment and Human Health: Current consensus and future trends*, 364(1526) Phil. Transaction of the Royal Soc'y B: Biological Sci. 2153, 2153-66 (2009), <https://dx.doi.org/10.1098%2Frsob.2009.0053>.
358. See Gallo, *supra* note 164.
359. See EFSA, *supra* note 312.
360. See Wright & Kelly, *supra* note 150.
361. See GESAMP, *Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: Part Two of a Global Assessment* (2016), <http://www.gesamp.org/publications/microplastics-in-the-marine-environment-part-2>.
362. See Robert M. Urban et al., *Dissemination of wear particles to the liver, spleen, and abdominal lymph nodes of patients with hip or knee replacement*, 82(4) J. of Bone & Joint Surgery 457 (2000), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10761937>.
363. See Yan Xu et al., *Transport of nanoparticles across pulmonary surfactant monolayer: a molecular dynamics study*, 19(27) Physical Chemistry Chem. Physics 17568, 17568-576 (2017), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28621369>.
364. See Yongfeng Deng et al., *Tissue accumulation of microplastics in mice and biomarker responses suggest widespread health risks of exposure*, 7 Sci. Rep. (2017), <https://www.nature.com/articles/srep46687>.
365. See Alan J. Jamieson et al., *Bioaccumulation of Persistent Organic Pollutants in the Deepest Ocean Fauna*, 1 Nature Ecology & Evolution (2017), <https://www.nature.com/articles/s41559-016-0051>.
366. See Mariann Lloyd-Smith & Joanna Immig, IPEN, *Ocean Pollutants Guide: Toxic Threats to Human Health and Marine Life* (Oct. 2018), https://ipen.org/sites/default/files/documents/ipen-ocean-pollutants-v2_1-en-web.pdf.
367. See Cynthia De Wit, Aaron T. Fisk & Derek C.G. Muir, D.C.G., *Effects of Persistent Organic Pollutants (POPs) in Arctic Wildlife*, 67 Organohalogen Compounds (2005).
368. See Carbery, O'Connor & Thavamani *supra* note 8.
369. See Gallo et al., *supra* note 164.
370. See GESAMP, *supra* note 361.
371. See Gallo et al., *supra* note 164.
372. See Deng et al., *supra* note 364.
373. See Inga Kirstein et al., *Dangerous hitchhikers? Evidence for potentially pathogenic Vibrio spp. on microplastic particles*, 120 Marine Env'tl. Res. 1, 1-8 (2016), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27411093>.
374. See Volkheimer, *supra* note 226.
375. See Hans Bouwmeester, Peter C.H. Hollman & Ruud J.B. Peters, *Potential Health Impact of Environmentally Released Micro- and Nanoplastics in the Human Food Production Chain: Experiences from Nanotoxicology*, 49(15) Env'tl. Sci. & Tech. 8932, 8932-47 (2015), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26130306>.
376. See Wright & Kelly, *supra* note 150.
377. See Lancet Planetary Health, *supra* note 310.
378. See Wright & Kelly, *supra* note 150.
379. See Gallo et al., *supra* note 164.
380. See Sinja Rist et al., *A Critical Perspective on Early Communications Concerning Human Health Aspects of Microplastics*, 626 Sci. of The Total Env't 720, 720-26 (2018), <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.092>.
381. See Dris et al., *Microplastics contamination in an urban area: A case study in Greater Paris*, *supra* note 299.
382. See Cai et al., *supra* note 303.
383. See Rachid Dris et al., *A first overview of textile fibers, including microplastics, in indoor and outdoor environments*, 221 Env'tl. Pollution 453, 453-58 (2017), <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.12.013>.
384. See *id.*
385. See Joana Correia Prata, *Airborne Microplastics: Consequences to Human Health?*, 234 Env'tl. Pollution 115, 116 (2018), <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.043>.
386. See J.E. Alzona et al., *Indoor-outdoor Relationships for Airborne Particulate Matter of Outdoor Origin*, 13(1) Atmospheric Env't 55, 55-60 (1979), [https://doi.org/10.1016/0004-6981\(79\)90244-0](https://doi.org/10.1016/0004-6981(79)90244-0).

387. See Prata, *supra* note 385, at 122.
388. See *id.*
389. See Subrahmaniyan Kasirajan & Mathieu Ngouajio, *Polyethylene and Biodegradable Mulches for Agricultural Applications: A Review*, 32(2) *Agronomy for Sustainable Dev.* 501, 501-29 (2012), <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0068-3>.
390. See Wright & Kelly, *supra* note 150.
391. See E. Athanasopoulou et al., *The role of sea-salt emissions and heterogeneous chemistry in the air quality of polluted coastal areas*, 8 *Atmospheric Chemistry & Physics* 5755, 5755-69 (2008).
392. See Boucher, *supra* note 6.
393. See Teresa Rocha-Santos & Armando C. Duarte, *A Critical Overview of the Analytical Approaches to the Occurrence, the Fate and the Behavior of Microplastics in the Environment*, 65 *TrAC Trends in Analytical Chemistry* 47, 47-53 (2015), <https://doi.org/10.1016/j.trac.2014.10.011>.
394. See Michael Scheurer & Moritz Bigalke, *Microplastics in Swiss Floodplain Soils*, 52(6) *Envtl. Sci. & Tech.* 3591, 3591-3598 (2018), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29446629>.
395. See Prata, *supra* note 385, at 116.
396. Flocking is a method to apply very short (1/10" to 1/4") fibers called flock to a substrate, such as fabric, foam, or film, coated with an adhesive. Flocking is an inexpensive method of producing an imitation extra yarn fabric, flocked in a design, or a pile-like fabric where the flock has an overall pattern. See Robyne Williams, *Flocking*, Love to Know, <https://fashion-history.lovetoknow.com/fabrics-fibers/flocking> (last visited Feb. 1, 2019).
397. See William L. Eschenbacher et al., *Nylon Flock-Associated Interstitial Lung Disease*, 159(6) *Am. J. of Respiratory & Critical Care Med.* 2003, 2003-08 (1999), <https://doi.org/10.1164/ajrccm.159.6.9808002>.
398. See John L. Pauly et al., *Inhaled Cellulosic and Plastic Fibers Found in Human Lung Tissue*, 7 *Cancer, Epidemiology, Biomarkers & Prevention* 419, 419-28 (1998), <http://cebp.aacrjournals.org/content/cebp/7/5/419.full.pdf>.
399. See Wright & Kelly, *supra* note 150.
400. See Samuel Schürch et al., *Particles at the airway interfaces of the lung*, 15(3-4) *Colloids & Surfaces B: Biointerfaces* 339, 339-53 (1999), [https://doi.org/10.1016/S0927-7765\(99\)00099-5](https://doi.org/10.1016/S0927-7765(99)00099-5).
401. See Wright & Kelly, *supra* note 150.
402. See D.B. Warheit et al., *Potential Pulmonary Effects of Man-made Organic Fiber (MMOF) Dusts*, 31(6) *Critical Rev. of Toxicology* 697, 697-736 (2001), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11763480>.
403. See Gilbert S. Omenn et al., *Contribution of Environmental Fibers to Respiratory Cancer*, 70 *Envtl. Health Persp.* 51, 51-56 (1986), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3830113>.
404. See D.B. Warheit et al., *Four-week Inhalation Toxicity Study in Rats with Nylon Respirable Fibers: Rapid Lung Clearance*, 192(2-3) *Toxicology* 189, 189-210 (2003), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14580786>.
405. See Wright & Kelly, *supra* note 150 (citing Marianne Geiser, Samuel Schürch & Peter Gehr, *Influence of Surface Chemistry and Topography of Particles on Their Immersion into the Lung's Surface-lining Layer*, 94(5) *J. of Applied Physiology* 1793, 1793-1801 (2003), <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00514.2002>).
406. See Wright & Kelly, *supra* note 150 (citing Christian A. Ruge, Julian Kirch & Claus-Michael Lehr, *Pulmonary Drug Delivery: From Generating Aerosols to Overcoming Biological Barriers -- Therapeutic Possibilities and Technological Challenges*, 1(5) *The Lancet Respiratory Med.* 402, 402-13 (2013), [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(13\)70072-9](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(13)70072-9)).
407. See Pauly, *supra* note 398.
408. See *id.*
409. See Wright & Kelly, *supra* note 150, at 6638.
410. See *id.*
411. See Prata, *supra* note 385, at 121.
412. See Matthew Cole et al., *Microplastics as Contaminants in the Marine Environment: A Review*, 62(12) *Marine Pollution Bull.* 2588, 2588-97 (2011), <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>.
413. See Ruthann A. Rudel et al., *Phthalates, Alkylphenols, Pesticides, Polybrominated Diphenyl Ethers, and Other Endocrine-Disrupting Compounds in Indoor Air and Dust*, 37(20) *Envtl. Sci. & Tech.* 4543, 4543-53 (2003), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14594359>.
414. See Hermann Fromme et al., *Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs), Hexabromocyclododecane (HBCD) and "Novel" Brominated Flame Retardants in Household Dust in Germany*, 64 *Env't Int'l* 61, 61-68 (2014).
415. See Wright & Kelly, *supra* note 150, at 6642.
416. See Prata, *supra* note 385, at 122.
417. See Matthias C. Rillig, *Microplastic in Terrestrial Ecosystems and the Soil?*, 46(12) *Envtl. Sci. & Tech.* 6453, 6453-54 (2012).
418. See Sarah Piehl et al., *Identification and Quantification of Macro- and Microplastics on an Agricultural Farmland*, 8 *Sci. Rep.* (2018), <https://www.nature.com/articles/s41598-018-36172-y>.
419. See Alice A. Horton et al., *Microplastics in Freshwater and Terrestrial Environments: Evaluating the Current Understanding to Identify the Knowledge Gaps and Future Research Priorities*, 586 *Sci. of The Total Env't* 127, 127-41 (2017), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28169032>.
420. See Ee-Ling Ng et al., *An Overview of Microplastic and Nanoplastic Pollution in Agroecosystems*, 627 *Sci. of The Total Env't* 1377, 1377-88 (2018), <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.341>.
421. See Luca Nizzetto, Martyn Futter & Sindre Langaas, *Are Agricultural Soils Dumps for Microplastics of Urban Origin?*, 50(20) *Envtl. Sci. & Tech.* 10777, 10777-779 (2016), <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.6b04140>.
422. See Horton et al., *supra* note 419.
423. See A.M. Mahon et al., *Microplastics in Sewage Sludge: Effects of Treatment*, 51(2) *Envtl. Sci. & Tech.* 810, 810-818 (2016), <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.6b04048>.
424. See de Souza Machado et al., *supra* note 339.
425. See Nicolas Weithmann et al., *Organic fertilizer as a vehicle for the entry of microplastic into the environment*, 4(4) *Sci. Advances* eaap8060 (2018), <http://advances.sciencemag.org/content/4/4/eaap8060>.
426. See Kimberly Ann V. Zubris & Brian K. Richards, *Synthetic Fibers as an Indicator of Land Application of Sludge*, 138(2) *Envtl. Pollution* 201, 201-11 (2005), <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2005.04.013>.
427. See Rillig, *supra* note 417.
428. See Sherri A. Mason et al., *Microplastic Pollution is Widely Detected in U.S. Municipal Wastewater Treatment Plant Effluent*, 218 *Envtl. Pollution* 1045, 1045-1054 (2016), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27574803>.
429. See Julia Talvitie et al., *How well is microlitter purified from wastewater?—A detailed study on the stepwise removal of microlitter in a tertiary level wastewater treatment plant*, 109 *Water Res.* 164, 164-72 (2017), <https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.11.046>.
430. See de Souza Machado et al., *supra* note 339.
431. See Luca Nizzetto, Sindre Langaas & Martyn Futter, *Pollution: Do Microplastics Spill on to Farm Soils?*, 537 *Nature* 488 (2016), <https://www.nature.com/articles/537488b>.
432. See Horton et al., *supra* note 419.
433. See Weithmann et al., *supra* note 425.
434. See Michael O. Gaylor, Ellen Harvey & Robert C. Hale, *Polybrominated Diphenyl Ether (PBDE) Accumulation by Earthworms (Eisenia fetida) Exposed to Biosolids-, Polyurethane Foam Microparticle-, and Penta-BDE-Amended Soils*, 47(23) *Envtl. Sci. & Tech.* 13831, 13831-839 (2013), <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es403750a>.
435. See Rocha-Santos & Duarte, *supra* note 393.
436. See Yooeun Chae & Youn-Joo An, *Current Research Trends on Plastic Pollution and Ecological Impacts on the Soil Ecosystem: A Review*, 240 *Envtl. Pollution* 387, 387-95 (2018), <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.05.008>.
437. See Ng et al., *supra* note 420.
438. See Samantha E. Serrano et al., *Phthalates and Diet: A Review of the Food Monitoring and Epidemiology Data*, 13(1) *Envtl. Health* 43 (2014), <https://doi.org/10.1186/1476-069X-13-43>.
439. See Thomas McGrath, Andrew S. Ball & Bradley Clarke, *Critical Review of Soil Contamination by Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs) and Novel Brominated Flame Retardants (NBFRs): Concentrations, Sources and Congener Profiles*, 230 *Envtl. Pollution* 741, 741-57 (2017), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28732337>.
440. See Jian Lu et al., *Analysis of Bisphenol A, Nonylphenol, and Natural Estrogens in Vegetables and Fruits Using Gas Chromatography-Tandem Mass Spectrometry*, 61(1) *J. of Agric. & Food Chemistry* 84, 84-89 (2013), <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf304971k>.
441. See Gaylor, Harvey & Hale, *supra* note 434.

442. According to the United Nations Environment Program (UNEP), POPs are considered “chemical substances that persist in the environment, *bio-accumulate* through the *food web*, and pose a risk of causing adverse effects to human health and the environment.” The Stockholm Convention was ratified in 2004 with an initial 128 parties. As of June 2018, there are 182 parties to the Convention (181 nations and the EU). It sets forth a commitment whereby signatories agree to eliminate the use of nine of the dirty dozen POPs identified in the Convention and sets forth a process for evaluating additional chemicals to be listed as POPs. The Convention also mandates that developed nations provide new resources and measures to eliminate the production and use of POPs and manage and dispose of them properly.
443. See Gallo, *supra* note 164.
444. See European Chemicals Agency (ECHA), *Annex XV Restriction Report: Proposal for a Restriction* (Jan. 11, 2019), <https://echa.europa.eu/documents/10162/82cc5875-93ae-d7a9-5747-44c698dc19b6>.
445. See Shonkoff, Hays & Finkel, *supra* note 25; Colborn et al., *supra* note 13.
446. See U.S. Env’t Prot. Agency, *Hydraulic Fracturing for Oil and Gas: Impacts from the Hydraulic Fracturing Water Cycle on Drinking Water Resources in the United States* (2016), <https://cfpub.epa.gov/ncea/hfstudy/recordisplay.cfm?deid=332990>.
447. See Thomas Jemielita et al., *Unconventional Gas and Oil Drilling is Associated with Increased Hospitalization Utilization Rates*, 10(8) PLoS ONE e0137371 (2015), <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0131093>.
448. See Crompton, *supra* note 153.
449. See Galloway, *supra* note 9.
450. See Wright & Kelly, *supra* note 150.
451. See *id.* (citing Lithner, Larsson & Dave, *supra* note 148).
452. See Wright & Kelly, *supra* note 150 (citing Lithner, Larsson & Dave, *supra* note 148).
453. See UNEP Guidelines on Art.5 & Annex C of POPS Convention, *supra* note 233.
454. See UNEP, *Solid Waste Management: Sound practices – Incineration*, *supra* note 234.
455. See Zhang et al., *supra* note 236.
456. See Carbery, O’Connor & Thavamani, *supra* note 8.
457. See U.N. Office of the High Commissioner for Human Rights (OHCHR), *Statement of the Special Rapporteur on the implications for human rights of the environmentally sound management and disposal of hazardous substances and wastes at the 30th session of the Human Rights Council* (Sept. 16, 2015), <https://www.ohchr.org/EN/NewsEvents/Pages/DisplayNews.aspx?NewsID=16444&LangID=E> (last visited Feb. 2, 2019).
458. For example, see the transport of ethane gas from the United States to the UK for plastic production via ships. See, e.g., INEOS Trading & Shipping, *Shipping*, <https://www.ineos.com/businesses/ineos-trading-shipping/shipping> (last visited Feb. 2, 2019).
459. See Teresa M. Attina et al., *Exposure to Endocrine-disrupting Chemicals in the USA: A Population-based Disease Burden and Cost Analysis*, 4(12) *The Lancet, Diabetes & Endocrinology* 996, 996-1003 (Dec. 1, 2016), [https://www.thelancet.com/journals/landia/article/PIIS2213-8587\(16\)30275-3/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/landia/article/PIIS2213-8587(16)30275-3/fulltext).
460. See Leonardo Trasande et al., *Burden of Disease and Costs of Exposure to Endocrine-disrupting Chemicals in the European Union: An updated analysis*, 4(4) *Andrology* 565, 565-72 (2016), <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/andr.12178>.

Пластик і здоров'я

ПРИХОВАНА ЦІНА ПЛАСТИКУ

Попри те, що пластик — один із найпоширеніших матеріалів на планеті, його особливості та наслідки для людини ще недостатньо зрозумілі. Його вплив на людину зростає зі збільшенням виробництва й споживання пластику. Дослідження щодо наслідків пластику для здоров'я людини наразі зосереджуються здебільшого на окремих аспектах життєвого циклу пластику, від гирла свердловини до нафтопереробного заводу, від магазинних полиць до людських організмів, і від утилізації до тривалого впливу — як забруднювачів повітря та пластику в океані. Кожний окремий етап життєвого циклу пластику створює значні ризики для людського здоров'я. А сукупно наслідки життєвого циклу пластику створюють безумовно токсичну картину: пластик загрожує людському здоров'ю у планетарному масштабі.



Доступно за адресою www.ciel.org/plasticandhealth

