

КИЇВ – ПРАГА 2018

ЯЙЦЯ СВІЙСЬКОЇ ПТИЦІ ВІЛЬНОГО ВИГУЛУ ЯК ІНДИКАТОР ЗАБРУДНЕННЯ НА СХОДІ УКРАЇНИ

Результати
аналізу проб,
проведеного
в 2018 році



екодія



TRANSITION

Цей звіт був підготовлений в рамках проекту "Досить труїти Україну: коаліція За чисте повітря" за фінансової підтримки Програми Transition Міністерства закордонних справ Чеської Республіки. Погляди в цьому документі, не обов'язково відображають офіційну позицію Міністерства закордонних справ Чеської Республіки.



екодія



TRANSITION

Яйця птиці вільного вилу як індикатор забруднення на сході України

Результати аналізу проб, проведеного в 2018 році

Звіт підготовлений англійською і українською мовами.

Автор: Йінджих Петерлік, Арніка – відділ токсичних речовин і відходів, Чеська Республіка

Співавтори: Йітка Стракова, Арніка – відділ токсичних речовин і відходів, Чеська Республіка

Мартін Скальські, Арніка – Центр підтримки громадян, Чеська Республіка

Максим Сорока – Лабораторія «Охорона навколишнього середовища» ДНУЗТ ім. Акад. В. Лазаряна, Україна

Фотографії: Станіслав Крупарж / Арніка

Графічний дизайн: www.tyronaut.cz

Перевірка тексту українською мовою: Анна Амбросова

Переклад: Яніна Басиста (російською мовою), Олена Міскун (українською мовою)

Київ – Прага, 2018 рік

ISBN: 978-80-87651-59-9

Зміст

1. Вступ	4
1.1 Подяка	4
1.2 Список скорочень	4
2. Відбір проб	8
2.1 Міста відбору проб	8
2.1.1 Харків	8
2.1.2 Маріуполь	8
2.1.3 Кривий Ріг	8
2.2 Методи відбору і аналізу проб	14
3. Нормативи України, Росії та ЄС для стійких органічних забруднювачів (СОЗ) в яйцях	16
4. Результати	17
4.1 Ненавмисно утворені СОЗ	17
4.1.1 Діоксини (ПХДД/Ф) і ПХД	17
4.1.2 Гексахлорбензол, пентахлорбензол і гексахлорбутадиєн	20
4.2 Поліхлоровані дифеніли (ПХД)	21
4.3 Хлорорганічні пестициди	21
5. Розгляд потенційного впливу діоксинів і діоксиноподібних ПХД, накопичених у яйцях свійської птиці	23
6. Висновки і рекомендації	25
7. Обмеження досліджень	25
8. References	26

1. Вступ

В даному звіті представлені результати досліджень яєць птиці вільного виходу з Харкова, Маріуполя та Кривого Рогу – міст в східній частині України, чия територія ймовірно є забрудненою стійкими органічними забруднювачами (СОЗ).

Яйця птиці вільного виходу використовувалися для моніторингу рівня забруднення СОЗ у різних місцях у декількох попередніх дослідженнях [1-6]. Вони є чутливим індикатором вмісту СОЗ в ґрунті або пилу, а також значним шляхом перенесення забруднюючих речовин із ґрунту до людини.

Яйця із забруднених територій можуть спричиняти вплив, що перевищує гранично допустимі показники і становить загрозу для людського здоров'я [7-9].

Таким чином, свійська птиця і її яйця є ідеальними "живим барометром": індикатором, за допомогою якого можна оцінити рівень забруднення досліджуваних територій СОЗ, зокрема діоксинами (ПХДД/Ф) і ПХД. Виходячи з цього, ми обрали метод відбору яєць птиці вільного виходу і їх аналізу на вміст деяких СОЗ як один з інструментів моніторингу в рамках проекту „Досить труїти Україну: коаліція „За чисте повітря“ (додаткову інформацію про проект можна знайти за посиланням <https://english.arnika.org/ukraine>).

Дані щодо відбору та аналізу яєць птиці вільного виходу, представлені в даному звіті, були отримані під час експедиції у травні 2018 року в рамках зазначеного вище спільного проекту неурядових організацій України і Чеської Республіки. Загальний опис проб та територій, де вони були відібрані, наведені в Главі 2.

1.1 Подяка

Експедиція по відбору проб, дослідження, аналіз, підготовка, оформлення і друк цієї публікації виконані в рамках проекту «Досить труїти Україну: коаліція За чисте повітря», за фінансової підтримки мережі IPEN, а також власних внесків організацій – учасників проекту.

Ми також вдячні за допомогу лабораторіям, за їхні експертні консультації та якісні хімічні аналізи, що часто вимагало від співробітників понаднормової праці.

Автори також висловлюють щирі подяки багатьом людям, які допомагали у створенні цієї публікації, серед них: Йітка Стракова з відділу токсичних речовин і відходів (Арніка), Марек Шир і Ян Матуштік з Хіміко-технологічного інституту в Празі, Тамара Харчилава (Екодія), українські місцеві активісти: Максим Бородін (Маріуполь), Олена Решетько (Харків), а також місцеві експерти-хіміки: Максим Сорока (Дніпро) і Анна Амбросова (Кривий Ріг).

1.2 Список скорочень

BDS – BioDetection Systems (лабораторія в Нідерландах)

CALUX – хімічно активована експресія гену люциферази

CAS – номер в реєстрі Хімічної реферативної служби (унікальний числовий ідентифікатор, наданий кожній хімічній речовині, описаній у відкритій науковій літературі)

GEF – Глобальний екологічний фонд

GPS – система глобального позиціонування

IPEN – Міжнародна мережа з ліквідації СОЗ

d.w. – суха вага(речовини)

f.w. – жива вага (речовини)



САБП – Європейська агенція з безпеки продуктів харчування
ЄЕК ООН – Європейська економічна комісія ООН
ЄС – Європейський Союз
АОНС США – Агентство з охорони навколишнього середовища США
БЕК – біоаналітичний токсичний еквівалент
ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я
ВООЗ-ТЕК – токсичний еквівалент, визначений експертною панеллю ВООЗ в 2005 році
ГДД – граничнодопустима добова доза
ГДК – гранично допустима концентрація
ГПХ – гельпроникна хроматографія
ГХ – газова хроматографія
ГХБ – гексахлорбензол
ГХБД – гексахлорбутадиєн
ГХВР-МСВР – газова хроматографія високої роздільної здатності – мас-спектроскопія високої роздільної здатності
ГХДД – гексахлордифензо-п-діоксин
ГХДФ – гексахлордифензо-п-фуран
ГХЦГ – гексахлорциклогексани або гексахлоран (пестициди і продукти їх розпаду)
ГпХДД – гептахлордифензо-п-діоксин
ГпХДФ – гептахлордифензо-п-фуран
ДДД – дихлородифенілтрихлоретан (продукт розпаду ДДТ)
ДДТ – Дихлордифенілтрихлоретан (пестицид)
ДДЕ – дихлородифенілтрихлоретилен (хімічне з'єднання, що утворюється через втрату хлороводню ДДТ)
ДП ПХД – діоксиноподібні поліхлоровані дифеніли
ДТД – допустима тижнева доза
СЗІ – споживання з їжею
МАДР – Міжнародне агентство з дослідження раку
МЗР – максимальний залишковий рівень

МКВ – межа кількісного визначення
МР – максимальний рівень
МУКП – Міжурядовий комітет для перемовин (зазвичай створюється для обговорення нової міжнародної конвенції)
МЧ – межа чутливості
НА – не аналізувалось
НПВ – Національний план втілення Стокгольмської конвенції
НУ-СОЗ – ненавмисно утворені стійкі органічні забруднювачі (побічні продукти різноманітних процесів, в тому числі спалювання галогенізованих матеріалів)
НУО – неурядова організація (громадська організація)
ОХДД – октахлордифензо-п-діоксин
ОХДФ – октахлордифензо-п-фуран
ПБДД/Ф – полібромовані дифензо-п-діоксини і фурани
ПРООН – Програма розвитку ООН
ПХД – поліхлоровані дифеніли
ПХДД – поліхлоровані дифензо-п-діоксини
ПХДД/Ф – поліхлоровані дифензо-п-діоксини і фурани
ПХДФ – поліхлоровані фурани
ПєХБ – пентахлорбензол
ПєХДД – пентахлордифензо-п-діоксин
ПєХДФ – пентахлордифензо-п-фуран
СК – Стокгольмська конвенція щодо СОЗ
СОЗ – стійкі органічні забруднювачі
ТЕК – токсичний еквівалент
ТХДД – тетрахлордифензо-п-діоксин
ТХДФ – тетрахлордифензо-п-фуран
ФТЕ – фактор токсичної еквівалентності
ХОП – хлорорганічні пестициди
іПХД – індикатор ПХД (в основному включає 6 конгенерів ПХД (ПХД28, ПХД52, ПХД101, ПХД138, ПХД153 і ПХД180))

Досліджувані області в Україні



Легенда

-  Державний кордон
-  Досліджувана ділянка



- 1 - Харків
- 2 - Кривий Пір
- 3 - Маріуполь

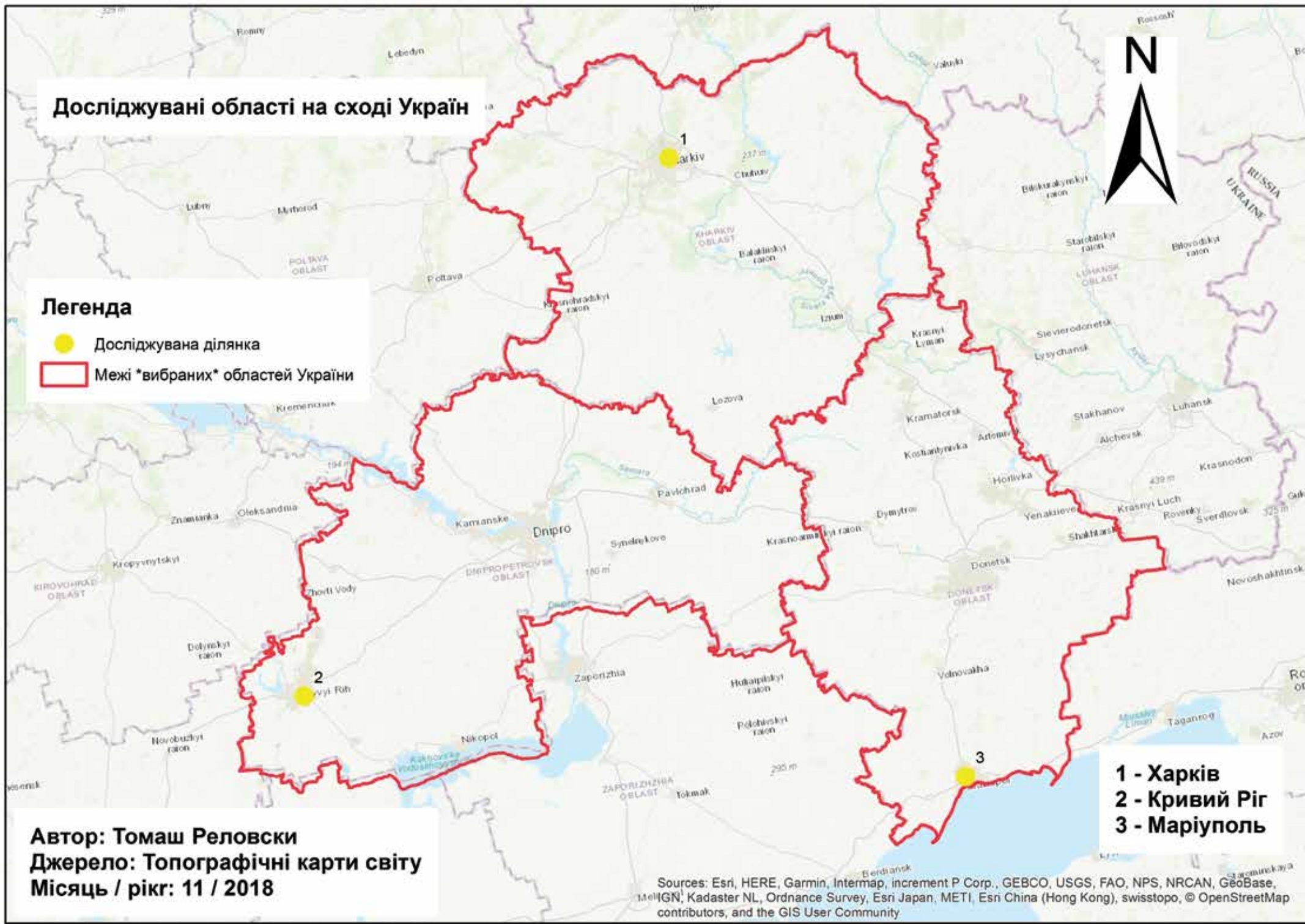
Автор: Томаш Реловски
Джерело: Топографічні карти світу
Місяць / рік: 11 / 2018

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), swisstopo, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

Досліджувані області на сході України

Легенда

-  Досліджувана ділянка
-  Межі *вибраних* областей України



- 1 - Харків**
- 2 - Кривий Ріг**
- 3 - Маріуполь**

Автор: Томаш Реловски
Джерело: Топографічні карти світу
Місяць / рік: 11 / 2018

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), swisstopo, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

2. Місця відбору проб

Проби яєць свійської птиці вільного виходу були відібрані в трьох промислових містах на сході України: у Харкові, Кривому Розі та Маріуполі. Зразок, відібраний в супермаркеті в м. Київ, був використаний в якості фонового зразка для України, як запропоновано Dvorska [10]. Вибір територій для аналізу обумовлений високою ймовірністю їх забруднення металургійною промисловістю, коксохімічним і деякими іншими промисловими виробництвами, включаючи неналежне поводження з відходами. Деякі види металургійної промисловості відносяться до потенційних джерел діоксинів (ПХДД/Ф) і діоксиподібних ПХД [11-16], як і коксохімічні виробництва [14].

2.1 Міста, де було відібрано проби

2.1.1 Харків

Харків – друге за величиною місто в Україні, адміністративний центр Харківської області. Населення міста становить близько 1 440 000 мешканців. Жителі Харківської області протягом багатьох років страждають від забруднення повітря. Щорічно від раку, переважно легенів помирає приблизно 5,3 тис. мешканців цього регіону.

У місті багато промислових підприємств. Серед основних забруднювачів теплові електростанції, “Харківський тракторний завод”, ДП «Завод ім. Малишева». Найбільш забрудненим є Новобаварський район у західній частині міста. У цьому районі, у долині при злитті річок Уди і Лопані, розташовані два великих промислових підприємства: АТ «Термолайф» – завод з виробництва мінеральної вати, що був побудований у 2006 році та ПАТ «Харківський коксохімічний завод», побудований у 1932 році як

державний науково-дослідний центр «Гіпрококс». Експериментальна лабораторія припинила свою діяльність у 1952 р., але в 2003 році нові власники підприємства відновили виробництво коксу за застарілою технологією під новою назвою.

2.1.2 Маріуполь

Маріуполь – місто обласного значення на південному сході України, розташоване на північному узбережжі Азовського моря в гирлі річки Кальміус. Це десяте за величиною місто в Україні, населення якого становить приблизно 440 000 жителів. Десять відсотків всієї промислової продукції України виробляється в Маріуполі. Протягом 20 століття в місті переважно розвивалися чорна та кольорова металургія.

У місті більше 50 великих підприємств, серед яких два великі металургійні заводи: металургійний комбінат ПАТ «МК Азовсталь» та ПАТ «Маріупольський МК ім. Ілліча» корпорації «Метінвест». Створені в радянські часи на початку 1930-х років, підприємства наразі є технологічно застарілими і здійснюють значний вплив на довкілля. Металургійний комбінат «Азовсталь» розташований прямо на березі Азовського моря, в центрі Маріуполя.

2.1.3 Кривий Ріг

Кривий Ріг – місто в Дніпропетровській області, восьме в Україні за кількістю мешканців. Це велике промислове місто та центр розробки Криворізького залізрудного басейну. Історично воно було пов’язане з металургією та видобуванням залізних руд. Кривий Ріг часто називають металургійним серцем країни. Тут виробляється до 80% залізрудної сировини України і виплавляється значна частина чавуну та сталі від загального об’єму продукції в країні. Місто розкинулось на 410 квадратних кілометрах, більше чверті з яких займають промислово порушені землі.





Кривий Ріг



Харків



Маріуполь



Кривий Ріг



Харків



Маріуполь



Маріуполь



Харків



Кривий Ріг

На сьогодні в місті функціонують п'ять гірничо-збагачувальних комбінатів, ряд кар'єрів та шахт, найбільший в Україні металургійний завод – ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», машинобудівні заводи, а також підприємства хімічної та харчової промисловості. ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» є джерелом 80% атмосферних викидів у місті та 40% всіх викидів в Дніпропетровській області. «Криворіжсталь» було побудовано в 1934 р., в 2004 р. приватизовано, а у 2005 році його перепродали міжнародній корпорації МітталСтіл. У 2007 р. комбінат дістав назву у ПАТ «Арселор-Міттал Кривий Ріг». Україна експортує металургійну продукцію до більш ніж 160 країн і в 2016 році була шостим найбільшим в світі експортером.

2.2 Відбір проб та аналітичні методи

Щоб отримати репрезентативні зразки, в кожному з обраних міст було відібрано об'єднану пробу яєць свійської птиці вільного виходу. Усі відібрані проби яєць походять від свійської птиці вільного виходу, за винятком яєць, куплених у супермаркеті. В Таблиці 1 наведені основні дані про кількість яєць, а також досліджений вміст жиру у кожній об'єднаній пробі.

Всього було проаналізовано три об'єднані проби яєць, а також одна об'єднана проба, відібрана в Києві, де ми купили яйця курей у супермаркеті. Вона була використана для визначення фонового рівня CO₂, як це запропоновано Dvorska [10]. Всі проби були відібрані у травні 2018 року. У Харкові та Кривому Розі для аналізу були відібрані яйця курей вільного виходу, а в Маріуполі – яйця індичок. Ця різниця може вплинути на кінцеві результати, оскільки різні види птиці можуть мати різні рівні поглинання певних забруднюючих речовин. Цей аспект докладніше вивчався щодо молока жуйних тварин [17-19], ніж щодо яєць або м'яса птиці [20].

Таблиця 1: Огляд зразків яєць свійської птиці з обраних міст України.

№	Зразок(ки)	Місто	Місяць/Рік відбору проб	Кількість яєць в об'єднаній пробі	Вміст жиру
1	КН-Е-01, КН-Е-02	Харків	05/2018	16	13.0
2	МА-Е-01	Маріуполь	05/2018	10	12.4
3	КР-Е-01	Кривий Ріг	05/2018	5	9.9
4	Київ – супермаркет	Київ – супермаркет	05/2018	9	10.2

Ми відібрали проби яєць в двох господарствах, де утримувались кури, в Харкові, по вісім яєць у кожному. Оскільки обидва господарства були розташовані дуже близько одне до одного (на відстані близько 200 м), ми прийняли рішення провести аналіз всіх яєць як однієї об'єднаної проби. Місця розведення свійської курки в даному випадку знаходились на відстані близько 1 – 1,5 км від Харківського коксового заводу, в південно-західному напрямку від його місцезнаходження.

Десять індичих яєць було відібрано в одному господарстві в Маріуполі. Воно розташоване на відстані близько семи-сот-восьмисот метрів на північ від Металургійного комбінату «Азовсталь», буквально через долину річки Кальміус.

П'ять яєць було відібрано в Кривому Розі в господарстві, де курей утримували на присадібній ділянці, яка знаходилась на відстані 0,8 – 1 км на захід або трохи на південний захід від металургійного комбінату «АрселорМіттал Кривий Ріг».

Відібрані яйця були упаковані в звичайні пластикові лотки для яєць. Вони були зварені протягом 7 хвилин одразу після відбору. Охолоджені яйця зберігалися в холодильнику і під час транспортування в лабораторію перебували в охоложеному стані. У першій лабораторії істивну частину яєць було гомогенізова-

но і для аналізу в обох лабораторіях використовували одну і ту ж гомогенізовану масу.

Всі проби були проаналізовані на вміст окремих ПХДД/Ф і діоксиноподібних ПХД (ДП ПХД) за допомогою ГХВР-МСВР з роздільною здатністю > 10 000 з використанням стандартів, мічених ізотопом ¹³C, в акредитованій по ISO 17025 лабораторії в Державному ветеринарному інституті в Празі, Чеська Республіка. Аналіз на ПХДД/Ф і ДП ПХД виконувався згідно прийнятих у Європейському Союзі методів аналітичного контролю рівнів ПХДД/Ф і ДП ПХЛ в харчових продуктах відповідно до Постанови Комісії (ЄС) № 252/2012 [21].

Також зразки були проаналізовані на вміст індикаторів конгенерів (споріднених речовин) ПХД (іПХД), ХОП, ПеХБ і ГХБД в сертифікованій лабораторії в Чехії (Хіміко-технологічний інститут, Кафедра хімії харчових продуктів і аналізу). Проби екстрагували сумішшю органічних розчинників гексан:дихлорметан (1:1). Екстракти були очищені за допомогою гелпроникної хроматографії (ГПХ). Якісний та кількісний аналіз проб проводився методами газової хроматографії та мас-спектрометрії в режимі електронної іонізації.

3. Нормативи України, Росії та ЄС для СОЗ в яйцях

Майже в кожній країні світу курячі яйця є поширеним продуктом раціону. Різняться їх частка у загальному споживчому кошику різних країн. Україна, у порівнянні з іншими, відноситься до країн з більш високим споживанням яєць (1,7%). Наприклад, у Вірменії та Казахстані цей показник складає менше 1% у загальному споживчому кошику. Частка яєць в раціоні українців зросла між 1997 і 2007 рр. [22]. Необхідно відзначити, що ми не маємо свіжіших даних, тому використовуємо показник 2007 року, який складає в середньому 39 грамів яйця на людину в день. Також поширеною практикою для українців є вирощування своєї власної свійської птиці.

В Україні встановлені гранично допустимі концентрації для певних СОЗ в яйцях птиці [23, 24], а саме для ПХДД/Ф, ПХД, ДДТ і ліндану. Граничні показники для ПХДД/Ф і ПХД співпадають зі встановленими в ЄС [25]. Для порівняння з деякими країнами колишнього Радянського Союзу, ми також використали ГДК, встановлені у Вірменії. ГДК, які ми використовували в дослідженні яєць птиці вільного виходу, наведені в Таблиці 2.

Таблиця 2: Гранично допустимі концентрації для ХОП, ПХД і ПХДД/Ф ФТЕ в яйцях свійської птиці.

	Яйця від курей-несучок			
	Україна ^{1,2}	Вірменія ³	Максимальний рівень в ЄС (МР) ⁴ / Максимальний залишковий рівень в ЄС (МЗР) ⁵	
Одиниця	пг/ г жиру	пг/ г жиру	пг/ г жиру	пг/ г жиру
ВООЗ-ПХДД/Ф ФТЕ	2.5 ¹	3.0	2.5	–
ВООЗ-ПХДД/Ф-ДП-ПХД ФТЕ	5.0 ¹	нема	5.0	–
ПХД ⁶	40 (нг/ г)	нема	–	40
	нг/ г живої ваги			
ДДТ ⁷	100 ²	100	–	50 живий ⁹
γ-ГХЦГ (ліндан)	100 ²	нема	–	10 живий
α-, β-ГХЦГ**	нема	100	–	20, 10
ГХЦГ ¹⁰	нема	нема	–	нема
ГХБ	нема	нема	–	20 (живий)

¹ Державні гігієнічні правила і норми «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах», наказ Міністерства охорони здоров'я України 13.05.2013 № 368. [24]

² «Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов», утверждено заместителем Министра здравоохранения СССР Кондрусев А. И. от 01.08.1989 г. № 5061-89. [23]

- ³ Гігієнічні вимоги до якості та безпеки продовольчої сировини і харчових продуктів: Гігієнічний стандарт N 2-III-4.9-01-2010. Вірменія [26].
- ⁴ Регламент ЄС (ЄК) N°1259/2011 [25] встановлює максимальні рівні для діоксинів, діоксиноподібних ПХД і недіоксиноподібних ПХД в харчовій продукції.
- ⁵ Регламент ЄС (ЄК) N°149/2008 [27]. Максимальний залишковий рівень (МЗР) – це максимально допустима концентрація залишків пестициду в середині чи на поверхні продуктів харчування або кормів, встановлений у відповідності з Регламентом, на основі найкращих сільськогосподарських технологій і мінімального впливу на споживача для захисту вразливих верств населення.
- ⁶ сума ПХД₂₈, ПХД₅₂, ПХД₁₀₁, ПХД₁₃₈, ПХД₁₅₃ і ПХД₁₈₀.
- ⁷ сума p,p'-ДДТ, o,p'-ДДТ, p,p'-ДДЕ, o,p'-ДДЕ, p,p'-ДДД і o,p'-ДДД.
- ⁸ p,p'-ДДТ.
- ⁹ сума p,p'-ДДТ, o,p'-ДДТ, p,p'-ДДЕ і p,p'-ДДД.
- ¹⁰ сума альфа-ГХЦГ, бета-ГХЦГ, гамма-ГХЦГ і дельта-ГХЦГ.
- ** для кожного ізомеру максимальний залишковий рівень (МЗР) встановлений окремо.

4. Результати

Відібрані проби яєць були проаналізовані на вміст хлорорганічних пестицидів (ХОП) та ненавмисно утворених СОЗ (НУ-СОЗ). Для підтвердження забруднення досліджуваних яєць свійської птиці діоксинами і діоксиноподібними ПХД були застосовані такі методи аналізу, як газова хроматографія і мас-спектроскопія високої роздільної здатності (ГХВР-МСВР). Ці ж зразки були проаналізовані на інші СОЗ (в тому числі індикатор ПХД) і ХОП: гексахлорбензол (ГХБ), гексахлоран (ГХЦГ), ДДТ та їх метаболіти. Вважається, що ГХБ є ненавмисно утвореним СОЗ (НУ-СОЗ) в аналогічному процесі, що і діоксини та ДП ПХД [13], хоча його рівень зазвичай вимірюється разом з іншими ХОП.

Також усі зразки були досліджені на вміст двох інших НУ-СОЗ: пентахлорбензолу (ПєХБ) та гексахлорбутадієну (ГХБД). Отримані результати по НУ-СОЗ і ХОП узагальнені в Таблиці 3.

4.1 Ненавмисно утворені СОЗ

4.1.1 Діоксини (ПХДД/Ф) і ПХД

Діоксини належать до групи з 75 конгенерів поліхлорованих дибензо-п-діоксинів (ПХДД) і 135 конгенерів поліхлорованих дибензофуранів (ПХДФ), з яких 17 представляють токсикологічну небезпеку. Поліхлоровані дифеніли (ПХД) – це група з 209 різних конгенерів, які за токсикологічними ознаками можна розділити на дві групи: 12 конгенерам притаманні токсикологічні властивості, подібні до властивостей діоксинів, і, таким чином, їх часто називають «діоксиноподібними ПХД» (ДП ПХД), решта ПХД не демонструють діоксиноподібну токсичність, але мають інший токсикологічний профіль і відносяться до «недіоксиноподібних ПХД» (НДП ПХД) [25]. Рівні вмісту ПХДД/Ф і ДП ПХД виражаються в сумарному показнику ВООЗ-ТЕК, що розраховується відповідно до факторів токсичної еквівалентності (ФТЕ), які встановлені в 2005 році експертною комісією ВООЗ [28]. Саме ці нові ФТЕ були використані для оцінки діоксиноподібної токсичності яєць свійської птиці, відібраних для цього річного дослідження.

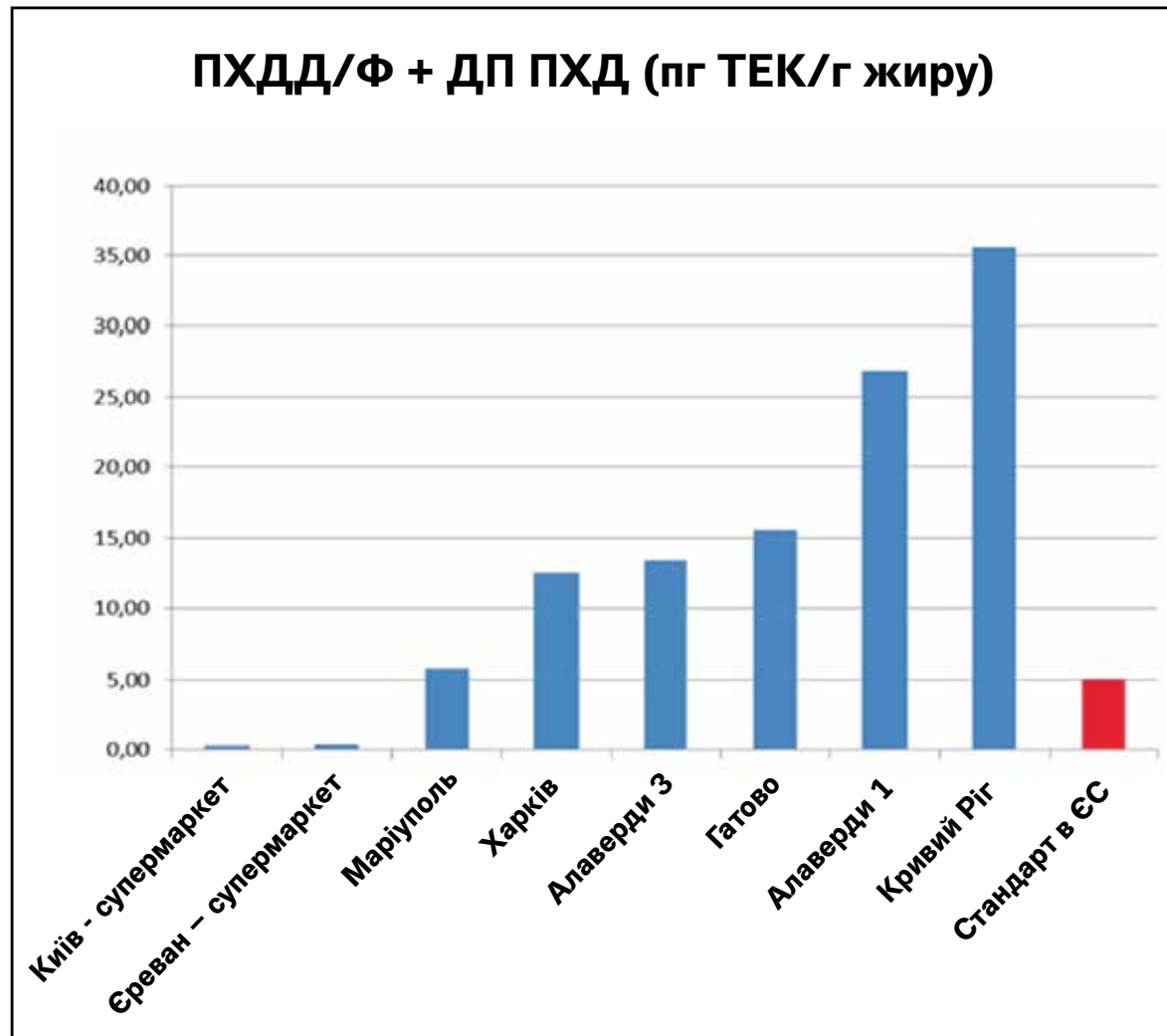
Таблиця 3: Узагальнені результати аналізу вмісту СОЗ в чотирьох пробах яєць свійської птиці з України, відібраних в травні 2018 року.

Місто	Харків	Маріуполь	Кривий Ріг	Київ	Стандарти /ліміти в Україні/ ЄС
Проба	КН-Е-01/КН-Е-02	МА-Е-01	КР-Е-01	Київ-супермаркет	
Вміст жиру (%)	13.0	12.4	9.9	10.2	–
ПХДД/Ф (нг ВООЗ ТЕК/ г жиру)	3.39	2.07	23.30	0.25	2.50
ДП ПХД (нг ВООЗ ТЕК/ г жиру)	9.16	3.75	12.32	0.03	–
Всього ПХДД/Ф + ДП ПХД (нг ВООЗ ТЕК/г жиру)	12.56	5.82	35.62	0.28	5.00
ГХБ (нг/г жиру)	3.76	1.68	4.52	0.95	–
ПеХБ (нг/г жиру)	0.65	< 0.1	0.729	< 0.1	–
ГХБД (нг/г жиру)	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	–
7 ПХД (нг/г жиру)	46.37	12.07	39.69	0.69	–
6 ПХД (нг/г жиру)	30.67	9.05	27.29	0.69	40.00
Сума ГХЦГ (нг/г жиру)	22.78	9.90	90.58	1.70	–
Сума ДДТ (нг/г жиру)	244.23	116.22	491.84	0.25	–

НВ – не виявлено

У всіх трьох об'єднаних пробах яєць птиці вільного вихову з України було виявлено перевищення встановленого в ЄС максимального рівня (EU ML) ПХДД/Ф і ДП ПХД, вираженого через ВООЗ ТЕК в яйцях птиці (див. Таблицю 3 і відповідний стовпчик на малюнку 1); [24, 25]. В зразках курячих яєць з Харкова та Кривого Рогу також перевищений встановлений в ЄС максимальний рівень ПХДД/Ф, що дорівнює 2,5 нг ВООЗ-ТЕК/г жиру. Фонові рівні ПХДД/Ф і ДП ПХД в курячих яйцях з супермаркету в Києві склали 0,25 і 0,03 нг ВООЗ-ТЕК/г жиру відповідно. Найвищий рівень діоксинів (23,30 нг ВООЗ-ТЕК/г жиру) і ДП ПХД (12,32 нг ВООЗ-ТЕК/г жиру) відповідно було визначено в яйцях з Кривого Рогу, зразки яких були взяті в зоні біля металургійного комбінату "АрселорМіттал Кривий Ріг".

Малюнок 1: Графік порівняння рівнів ПХДД/Ф і ДП ПХД в пробах яєць з трьох різних досліджуваних міст, а також в яйцях з Алаверди, Вірменія [29] і Гатово, Білорусія [30], досліджених раніше. Вміст ПХДД/Ф + ПД ПХД в яйцях виражений в пг ВООЗ-ТЕК/г жиру. В Алаверди знаходиться металургійний завод, а в Гатово проводиться утилізація автомобілів.



Сумарний рівень ВООЗ-ТЕК ПХДД/Ф і ДП ПХД в зразку з Харкова можна порівняти з рівнями в зразках з Алаверди 3 і Гатово. Також він наближений до рівня, виявленого в яйцях, відібраних поблизу сміттєспалювального заводу в місті Ухань, Китай [31].

Рівень забруднення яєць з Кривого Рогу є найвищим серед усіх об'єднаних проб,¹ відібраних в країнах колишнього Радянського Союзу. Також він є найвищим з виявлених в яйцях курей вільного виходу взагалі, і по ПХДД/Ф + ДП ПХД наближений до рівня забруднення яєць, відібраних в аналогічно забруднених металургійною промисловістю районах в місті Бейхай, Китай (12 – 37 пг БЕК/г)² [32] або в місті Балхаш, Казахстан (13 – 30 пг ВООЗ-ТЕК/г жиру) [31].

Рівень забруднення яєць з Кривого Рогу, що становить майже 36 пг ВООЗ-ТЕК/г жиру, значно перевищує показники, наведені в глобальному звіті з дослідження яєць The Egg Report, представленому мережею IPEN [3], і наближений до рівней в таких «гарячих точках», як абсолютно некеровані «дикі» сміттєзвалища в африканських Мбеубюсі в Сенегалі [33] або Дандора

- 1 Ми проводили порівняння з результатами, отриманими різними організаціями – учасниками мережі IPEN і опублікованими протягом останніх трьох років.
- 2 Результат аналізів біоаналітичними методами. «Біоаналітичні методи» – це методи, засновані на використанні біологічних принципів, а саме клітинного, рецепторного і імунологічного аналізів. Вони не дають результатів щодо рівня конгенерів, а виключно показують рівень ТЕК, виражений в біоаналітичному еквіваленті (БЕК) для усвідомлення факту, що не всі елементи в екстракті проби, які дають відповідь під час тесту, можуть підпадати під усі вимоги ТЕК-принципу [21]. Європейська Комісія, Постанова Комісії (ЄС) № 252/2012 від 21 березня 2012 року встановлює методи відбору та аналізу проб для офіційного контролю рівня діоксинів, діоксинподібних ПХД і недіоксинподібних ПХД в певній харчовій продукції та скасовує Регламент (ЄС) № 1883/2006. Текст релевантний в ЄЕЗ. Європейська Комісія. Офіційний Журнал Європейських Співтовариств (Official Journal of the European Communities): L 84, 23.3.2012, стор. 1-22.

в айробі, Кенія [34], з показниками 39 і 31 пг ВООЗ-ТЕК/г жиру відповідно.

Також він дуже близький до показників, що спостерігаються останнім часом в яйцях свійської птиці вільного виходу на ділянці в Польщі, яка сильно забруднена деревиною, обробленою пентахлорфенолом [35, 36]. ПХДД/Ф є побічними продуктами у виробництві пентахлорфенолу, які також забруднили оброблену деревину [35, 37].

Рівень ПХДД/Ф і ДП ПХД в яйцях з Маріуполя є трохи нижчим в порівнянні з іншими зразками, хоча вони також були відібрані неподалік від металургійних підприємств. Необхідно розуміти, що яйця з Маріуполя не курячі, а індичі і можуть мати інші характеристики поглинання СОЗ, діоксинів і діоксиподібних ПХД зокрема. Наприклад, Peterson et al. [38] виявили різну токсичність ПХД в ембріонах курей та індиків: «При введенні в ембріон тетрахлорбіфеніл (ТХБ) демонструє в 20-100 разів більшу токсичність в курячих, ніж в індичих ембріонах». Ця відмінність вказує на те, що може існувати більше відмінностей в наявності СОЗ і їх впливу на різні види свійської птиці. Біоакмулювання також залежить від різних звичок харчування або здатності птиці виводити і/або накопичувати СОЗ [39, 40].

В усіх зразках яєць птиці вільного виходу з промислових міст на сході України рівень ПХДД/Ф і ДП ПХД перевищує показники, отримані при аналізі проби яєць з супермаркету в Києві (див. Також графік на Малюнку 1 для порівняння), яка в цьому дослідженні була контрольним зразком, що демонстрував фонове забруднення яєць птиці з України. На цю тему також дивіться обговорення фонових рівнів в інших дослідженнях СОЗ в яйцях птиці вільного виходу [3, 30].

4.1.2 Гексахлорбензол, пентахлорбензол і гексахлорбутадиєн

Гексахлорбензол (ГХБ), пентахлорбензол (ПеХБ) і гексахлорбутадиєн (ГХБД) – інші три хімічні речовини, що входять до списку ненавмисно утворених СОЗ Додатку С до Стокгольмської конвенції. Також вони вказані в Додатку А до Конвенції через те, що в минулому вони вироблялись спеціально (навмисно) для використання в основному в якості пестицидів [12]. В пробах яєць з України тільки ГХБ і ПеХБ були визначені на рівні вище межі кількісного визначення (МКВ), при цьому ГХБД був нижчим МКВ в усіх пробах (див. Таблицю 3). Показники пентахлорбензола не здаються значними, хоча існує не так багато даних про ПеХБ в яйцях свійської птиці. Спостережувані рівні ГХБ описані в Главі 4.3 Хлорорганічні пестициди.

4.2 Поліхлоровані дифеніли (ПХД)

Загальний опис ПХД представлено в Главі 4.1.1. ПХД перераховані в Стокгольмській конвенції в двох окремих додатках, тому що їх група включає як ненавмисно утворені хімікати (12 конгенерів ПХД), так і ті, що були спеціально вироблені і мають різне застосування, серед яких найбільш відомі ПХД-вмісні олії для трансформаторів і конденсаторів. Ненавмисно утворені ПХД перелічені в Додатку С до Стокгольмської конвенції, а спеціально вироблені ПХД – в Додатку А. Існує заборона на їх нове виробництво і використання в новітніх технологіях і обладнанні [12]. Рівень забруднення спеціально виробленими і застосованими ПХД показують так звані індикаторні конгенери (похідні) ПХД і неДП ПХД (докладно в Главі 4.1.1).

Показники ПХБ-конгенерів присутні на рівнях, що перевищують спостережувані на промислових майданчиках, наприклад,

в Таїланді. [31]. Вони наближаються до рівнів, виявлених в пробах, відібраних в деяких містах Казахстану, зокрема в Мангістауській області [30]. В жодній з проб яєць зі сходу України не перевищені граничні значення ЄС, встановлені для 6 індикаторних ПХД в яйцях. Однак зразки з Харкова та Кривого Рогу досягають $\frac{3}{4}$ максимального рівня ЄС, складаючи 40 нг/г жиру [24, 25]; див. Таблицю 3. Ці показники також перевищують рівні, які нещодавно спостерігались у зразку, відібраному у місцевості Алаверди 1 у Вірменії (Petrlík and Straková 2018), але є набагато нижчими від показників з найбільш забруднених ділянок в Центральному Казахстані [31]. Аналіз показав найвищий рівень індикаторних ПХД в яйцях з Харкова – майже 31 нг/г жиру.

4.3 Хлорорганічні пестициди

В межах цього дослідження об'єднані проби яєць були також проаналізовані на вміст групи хлорорганічних пестицидів: дихлордифенілтрихлоретану (ДДТ) і його метаболітів, ГХБ і ізомерів ГХЦГ (α -ГХЦГ, β -ГХЦГ і γ -ГХЦГ). Отримані результати узагальнені в Таблиці 3 (вираженні на грам жиру) і 4 (вираженні на грам живої ваги яєць). Результати аналізу об'єднаної проби яєць з Кривого Рогу майже перевищили ліміт ЄС по ДДТ і його метаболітам (див. Таблицю 4). Рівень β -ГХЦГ в цій пробі яєць практично досяг ліміту ЄС, але в той же час він є значно нижчим від вірменського граничного показника за сумою ГХЦГ, а також нижче стандартів України та ЄС для ліндану (γ -НСН).

Таблиця 4: Узагальнені результати аналізу на вміст ХОП чотирьох об'єднаних проб яєць з України. Порівняння з граничними показниками ЄС [27], України [23] і Вірменії [26]. Ці результати виражені у нг/г живої ваги, тому що всі гранично допустимі концентрації для ХОП встановлені саме в такій одиниці вимірювання..

Місто	Харків	Маріуполь	Кривий Ріг	Київ	Стандарт в ЄС* / Україні/Вірменії**
Проба	КН-Е-01/КН-Е-02	МА-Е-01	КР-Е-01	Київ-супермаркет	
ГХБ	0.49	0.21	0.45	0.10	20.0*
α-ГХЦГ	0.24	0.19	0.19	0.11	20.0*
γ-ГХЦГ	0.06	0.03	0.15	0.00	10.0*(100)
β-ГХЦГ	2.65	1.01	8.63	0.07	10.0*
сума-4ДДТ (ЄС)	31.63	14.46	48.64	0.03	50.0*
сума ГХЦГ	2.95	1.23	8.97	0.17	100.0**
сума ДДТ	31.63	14.46	48.69	0.03	100.0

У пострадянських країнах, в тому числі і в Україні, ДДТ має довгу історію. В Україні його також виробляли: «ДДТ був серед пестицидів, що найбільш широко використовувались у сільському господарстві й медицині в усіх областях України з кінця 50-х рр. до 1990 р. Виробляли ДДТ на заводі РАДИКАЛ в Києві в 1985-1975 рр. Виробнича потужність по ДДТ (активному інгредієнту) даного заводу становила:

1 000 тонн на рік в 1954-1960 рр.

4 000 тонн в рік в 1960-1970 рр.

7 500 тонн на рік в 1970-1975 рр.

ДДТ-місткі речовини, що вироблялися на заводі РАДИКАЛ, постачались в сільськогосподарський сектор України, а також в колишні радянські республіки в Центральній Азії і за кордон. Застосування ДДТ в медицині було заборонено в 1989 році Наказом Міністра Охорони здоров'я УРСР. Згідно з даними інвентаризації 2006 року, в різних областях України зберігалось близько 1 744,2 тонн ДДТ. Найбільша кількість ДДТ (800 тонн) зберігається в Одеській області» [16].

Гексахлорбензол (ГХБ) – це ще один ХОП, який досліджувався в яйцях з України в межах цієї роботи. Його рівень у проаналізованих пробах був значно нижчим МЗР ЄС. Показники в курячих яйцях з Кривого Рогу і Харкова були трохи вищими за показники в індичих яйцях з Маріуполя. Результати аналізів яєць з Кривого Рогу і Харкова наближені до результатів, отриманих після дослідження зразків яєць курей вільного вихулу, відібраних в кількох «гарячих точках» Казахстану в межах дослідження, яке проводилося Арнікою у 2017 році [30].

5. Розгляд потенційної впливу діоксинів і діоксінподібних ПХД, які потрапляють в людський організм з яйцями свійської птиці

Згідно з даними Світового атласу – Продовольча безпека (World Atlas – Food Security³) [22] частка яєць в загальному споживанні продуктів харчування в Україні в 2007 році складала близько

3 Споживання їжі означає кількість їжі, доступної для споживання людиною відповідно до Продовольчого балансу Продовольчої і сільськогосподарської організації ООН (ФАО). Однак фактичне споживання продуктів харчування може бути нижчим від доступної кількості, в залежності від об'єму відходів харчових продуктів в домашньому господарстві, наприклад, в процесі зберігання, підготовки і приготування їжі. Споживання на одну людину – це кількість їжі для кожного індивідуума в загальній чисельності населення. Категорія “яйця” включає в себе не тільки яйця як такі, але і ті, що використовуються для приготування продуктів, наприклад, випічки.

1,7% від загального продовольчого кошика на день. Ця частка швидко збільшувалася з 1997 по 2007 рр. Через відсутність у нас свіжіших даних, ми використовували показники 2007 року, коли в середньому людина споживала 36 г яйця в день. Ми повинні визнати це одним з обмежень дослідження. Якщо врахувати, що середня вага одного курячого яйця дорівнює 50 г, виходить, що на сьогодні кожен мешканець України щоденно споживає 2/3 яйця.

На основі трьох об'єднаних проб яєць свійської птиці вільного вихулу з промислових територій Східної України ми спробували визначити щоденне споживання з їжею таких забруднюючих речовин, як ПХДД/Ф і ДП ПХД, і порівняти отримані результати аналізу яєць з київського супермаркету, які ми використали для визначення фонових рівнів в Україні. Розрахунок щоденного споживання проводився за наступною формулою:

$$DI_{\text{дорослий}} = (((C \cdot F\%)/100) \cdot 36)/70;$$
$$DI_{\text{дитина}} = (((C \cdot F\%)/100) \cdot 36)/35,$$

де DI = добове споживання; C = концентрація певної групи хімікатів (ПХДД/Ф, ДП ПХД і т.д.), F% = вміст жиру в зразку. Цифри в формулах означають: 36 – це 36 грамів споживаних в Україні на день яєць, 70 і 35 – вага тіла дорослої людини і дитини відповідно. Результати узагальнено в Таблиці 7.

Таблиця 5: Узагальнені результати підрахунку споживання з їжею окремих СОЗ при добовій порції (36 г), у разі споживання яєць свійської птиці, вирощеної в Харкові, Маріуполі та Кривому Розі та яєць, куплених у київському супермаркеті, від птиці, вирощеної на промисловій фермі.

Місто	Харків	Маріуполь	Кривий Ріг	Київ-супермаркет	Пропоновані рівні
Вміст жиру	13.0	12.4	9.9	10.2	–
ПХДД/Ф + ДП ПХД (пг ВООЗ-ТЕК/г)	12.56	5.82	35.62	0.28	5*
ПХДД/Ф + ДП ПХД (пг/ кг-ваги тіла) – дорослий	0.84	0.37	1.81	0.01	0.29**
ПХДД/Ф + ДП ПХД (пг/ кг-ваги тіла) – дитина	1.67	0.74	3.63	0.03	0.29**
Відсоток розрахованої ГДД – дорослий	292.67%	130.21%	634.71%	5.14%	–
Відсоток розрахованої ГДД – дитина	585.34%	260.42%	1269.42%	10.28%	–

* Регламент ЄС (ЄК) № 1881/2006 з наступними змінами [41] встановлює максимальні рівні діоксину, діоксиноподібних ПХД і недіоксиноподібних ПХД в харчовій продукції.

** За пропозицією Європейської агенції з безпеки продуктів харчування (ЄАБП) [42] ГДД (граничнодопустима добова доза) розраховується на основі ДТД (допустимої тижневої дози) – як одна сьома від 2 пг ВООЗ-ТЕК/кг ваги тіла на тиждень, хоча далі в тексті ЄАБП пропонується розрахунок 0,25 пг ВООЗ -ТЕК/кг ваги тіла на день.

Потім результати порівняли з граничнодопустимою добовою дозою (ГДД), розрахованою на основі допустимої тижневої дози (ДТД), нещодавно оновленої ЄАБП CONTAM для ЄС, яка тепер складає 2 пг ВООЗ-ТЕК/кг ваги тіла на тиждень [42]. Споживання діоксинів і діоксиноподібних ПХД у всіх трьох об'єднаних пробах призводить до перевищення встановлених ДТД при їх споживанні людиною. З огляду на те, що ПХДД/Ф і ДП ПХД з великою ймовірністю містяться і в інших продуктах харчування, що споживаються мешканцями досліджуваних промислових міст, отримані результати викликають велике занепокоєння. У цих регіонах необхідно виявляти джерела викидів ПХДД/Ф і ДП ПХД.

Масштаб перевищення розрахованої ГДД в пробах з Кривого Рогу жахає, хоча ми розуміємо, що досліджуваний набір яєць не є репрезентативним для всієї вирощуваної на цій території птиці. Однак це вимагає проведення подальших досліджень, які, принаймні, будуть включати вимірювання або експертну оцінку викидів діоксинів від місцевих виробництв.

Оскільки у кожному досліджуваному місті існує кілька підприємств, що можуть бути потенційними джерелами викидів ПХДД/Ф і ДП ПХД, є певні труднощі в тому, щоб визначити найбільш значного винуватця. Однак згідно з додатком 3 до Стокгольмської конвенції, металургійна промисловість,

агломераційні установки на підприємствах чавунної та сталеплавильної промисловості віднесені до основних джерел діоксинів та інших ненавмисно утворених СОЗ [11-16]. Також забрудненню діоксинами можуть сприяти коксові заводи [14]. Крім цього, досліджувані території необхідно вивчити на наявність практики спалювання відходів на відкритому повітрі, а також їх спалювання в печах для опалення. Однак ми не вважаємо, що ці процеси можуть бути значущим джерелом забруднення відібраних яєць, оскільки ми відбирали проби лише в тих домогосподарствах, де немає подібної практики. Крім цього, в Кривому Розі розташований великий цементний завод, тому необхідно перевірити, чи є спільне спалювання відходів потенційним джерелом діоксинів в даному випадку. Цементні печі для спільного спалювання небезпечних відходів також знаходяться в переліку основних джерел ненавмисно утворених СОЗ згідно Додатку С до Стокгольмської конвенції [12].

«Щорічна кількість ПХДД/ПХДФ, яка викидається в навколишнє середовище в Україні, становить 2 516,5 г ТЕК в 1990 і 1 451,4 г ТЕК в 2002. Джерелом 95% цих викидів є металургія чорних і кольорових металів, теплоелектрогенерація». [16]

6. Висновки і рекомендації

Це дослідження виявило серйозне забруднення яєць птиці вільного виходу діоксинами і діоксиноподібними ПХД в таких промислових містах, як Харків, Маріуполь та Кривий Ріг. Найбільш серйозною виявилась ситуація в Кривому Розі, проте відбір проб в нашому дослідженні був більше схожим на скринінг, ніж на реальний моніторинг, через фінансові обмеження проекту. Для отримання повнішої картини необхідно провести більш широке дослідження на цій території. Також ми виявили підвищений

рівень деяких ХОП в яйцях птиці вільного виходу, зокрема ДДТ і його метаболітів. Це ще одна проблема, яка потребує вирішення. Необхідно визначити потенційні джерела викидів, а також організувати кращий контроль якості кормів для тварин і джерел харчування на наявність ХОП.

Цілком ймовірно, що СОЗ можуть міститися також і в інших продуктах, вирощених на присадибних ділянках на сході України, що, між іншим, справляє серйозну загрозу для здоров'я населення в промислових містах. Звичайно, це припущення має бути підтверджено ширшим аналізом місцевих продуктів харчування на наявність ПХДД/Ф і ДП ПХД.

Джерела забруднення діоксинами і діоксиноподібними ПХД, щонайменше, мають дотримуватися деяких основних рекомендацій для покращення своїх технологій з метою зменшення впливу на довкілля. Найкращі доступні технології та найбільш ефективні природоохоронні практики в металургійній та інших галузях промисловості описані в Додатку С Керівництва з НДТ/НЕП [13] для основних джерел діоксинів. Одним з перших кроків є зменшення викидів пилу.

Інші СОЗ, такі як ПеХБ, ГХБ, ГХБД і ГХЦГ, проаналізовані в яйцях свійської птиці з міст, що вивчались в цьогорічному дослідженні, не були виявлені на рівнях, які б становили серйозну небезпеку для здоров'я місцевого населення.

Ми використовували яйця птиці, оскільки вони є надійним індикатором потенційного забруднення в харчовому ланцюжку. Ми не досліджували м'ясо, але результати деяких інших досліджень показали одночасне забруднення яєць і м'яса птиці із забруднених територій [43, 44].

7. Обмеження досліджень

До основних обмежень дослідження відносяться недостатні фінансові, часові і людські ресурси. Тому ми виконали обмежену кількість аналізів обмеженої кількості проб яєць птиці. Наприклад, ми не могли охопити більше ділянок під час дослідження або відібрати більшу кількість проб в досліджуваних містах. Маючи обмежені фінансові ресурси, ми вирішили сфокусуватися на одній місцевості і взяти об'єднані проби яєць, що дає кращу картину, ніж аналіз поодиноких зразків.

Порівняння виявлених концентрацій забруднюючих речовин у відібраних зразках з діючими нормативами, також мають свої обмеження. Кожен норматив визначається по-різному і для різної мети. Крім того, для деяких забруднювачів відсутні нормативи і ГДК.

Нещодавно в ЄС були оновлені гранично допустимі добові дози (ГДД) для ПХДД/Ф і ДП ПХД, проте в Україні і в сусідніх країнах цей показник не встановлений. Певні стандарти для деяких видів харчових продуктів не обов'язково відповідають новій концепції ЄАБП CONTAM, яку було прийнято під час нашої роботи над цим дослідженням, опублікованим в листопаді 2018 р.[42].

Оцінку потенційного ризику для населення і навколишнього середовища не можна провести лише шляхом порівняння зі встановленими стандартами. Принципово важливо провести ретельний аналіз ризиків на основі достатньої кількості проб, докладного опису стану досліджуваної території і потенційних верств населення, що піддаються ризику. Щоб мати хоча б загальне уявлення про вразливість населення до впливу забруднювачів, ми спробували провести базову оцінку ризику для здоров'я, вираженого у вигляді добового споживання ПХДД/Ф

і ДП ПХД, отриманих з яйцями птиці вільного виходу, відібраними в трьох місцевостях на сході України.

Ми вважаємо, що для України дуже важливо розпочати дослідження загального забруднення навколишнього середовища такими речовинами, як ПХДД/Ф і ПХД.

8. Література

1. Arkenbout, A., *Biomonitoring of Dioxins/dl-PCBs in the north of the Netherlands; eggs of backyard chickens, cow and goat milk and soil as indicators of pollution*. *Organohalogen Compd*, 2014. **76**: p. 1407-1410.
2. Aslan, S., et al., *Levels of PCDD/Fs in local and non-local food samples collected from a highly polluted area in Turkey*. *Chemosphere*, 2010. **80**(10): p. 1213–1219.
3. DiGangi, J. and J. Petrlik, *The Egg Report – Contamination of chicken eggs from 17 countries by dioxins, PCBs and hexachlorobenzene*. 2005: Available at: <http://english.arnika.org/publications/the-egg-report>.
4. Pirard, C., et al., *Assessment of the impact of an old MSWI. Part 1: Level of PCDD/Fs and PCBs in surrounding soils and eggs*. *Organohalogen Compounds*, 2004. **66**: p. 2085-2090.
5. Pless-Mulloli, T., et al., *Transfer of PCDD/F and heavy metals from incinerator ash on footpaths in allotments into soil and eggs*. *Organohalogen Compounds*, 2001. **51**: p. 48-52.
6. Shelepchikov, A., et al., *Contamination of chicken eggs from different Russian regions by PCBs and chlorinated pesticides*. *Organohalogen Compounds*, 2006. **68**: p. 1959-1962.
7. Hoogenboom, R., et al., *Dioxines en PCB's in eieren van particuliere kippenhouders*. 2014, RIKILT (University & Research centre): Wageningen. p. 25.
8. Piskorska-Pliszczynska, J., et al., *Soil as a source of dioxin contamination in eggs from free-range hens on a Polish farm*. *Science of The Total Environment*, 2014. **466–467**(0): p. 447-454.
9. Van Eijkeren, J., et al., *A toxicokinetic model for the carry-over of dioxins and PCBs from feed and soil to eggs*. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 2006. **23**(5): p. 509 – 517.
10. Dvorská, A., *Persistent Organic Pollutants in Ekibastuz, Balkhash and Temirtau. Final report on the results of environmental sampling conducted in Kazakhstan in 2013 and 2014 as a part of the project "Empowering the civil society in Kazakhstan in improvement of chemical safety"*, in *Toxic Hot Spots in Kazakhstan. Monitoring Reports*. 2015, Arnika – Toxics and Waste Programme: Prague-Karaganda.
11. Yu, B.-W., et al., *Emission of PCDD/Fs and dioxin-like PCBs from metallurgy industries in S. Korea*. *Chemosphere*, 2006. **62**(3): p. 494-501.
12. Stockholm Convention, *Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs) as amended in 2009. Text and Annexes*. 2010: Geneva. p. 64.
13. Stockholm Convention on POPs, *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*. 2008, Secretariat of the Stockholm Convention on POPs: Geneva.

14. UNEP and Stockholm Convention, *Toolkit for Identification and Quantification of Releases of Dioxins, Furans and Other Unintentional POPs under Article 5 of the Stockholm Convention*. 2013, United Nations Environment Programme & Stockholm Convention Secretariat: Geneva. p. 445.
15. Xu, Y., et al., *Chlorinated and Brominated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons from Metallurgical Plants*. Environmental Science & Technology, 2018.
16. MEPU, *Ukraine National Implementation Plan for the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Project # GF/2732-03-4668 Enabling Activities for the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs): National Implementation Plan for Ukraine*. 2007, Ministry of Environmental Protection of Ukraine: Kyiv. p. 265.
17. Petrlik, J., D. Kalmykov, and K. Zatloukalova, *Toxic pollutants in camel milk from the Mangystau Region of Kazakhstan. Results of sampling conducted in 2015–2016*. 2016, Arnika – Citizens Support Centre, EcoMuseum Karaganda: Prague – Aktau. p. 50.
18. Costera, A., et al., *PCDD/F and PCB transfer to milk in goats exposed to a long-term intake of contaminated hay*. Chemosphere, 2006. **64**(4): p. 650-657.
19. Nurseitova, M., et al., *Transfer of indicator PCBs in dairy camels in Kazakhstan*. Organohalog Compd, 2014. **76**(2014): p. 1612-1615.
20. Piskorska-Pliszczynska, J., et al., *Dioxins and PCBs in ostrich meat and eggs: levels and implications*. Food Additives & Contaminants: Part A, 2017. **34**(12): p. 2190-2200.
21. European Commission, *Commission Regulation (EU) No 252/2012 of 21 March 2012 laying down methods of sampling and analysis for the official control of levels of dioxins, dioxin-like PCBs and non-dioxin-like PCBs in certain foodstuffs and repealing Regulation (EC) No 1883/2006 Text with EEA relevance* European Commission, Editor. 2012: Official Journal of the European Communities. p. L 84, 23.3.2012, p. 1–22.
22. Knoema. *World Data Atlas Ukraine Topics Food Security (in 2007)*. 2012 June 2012 31-10-2018]; Available from: <https://knoema.com/atlas/Ukraine/topics/Food-Security/Food-Consumption/Eggs-consumption>.
23. МоН СССР, «Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов», утверждено заместителем Министра здравоохранения СССР Кондрусев А. И. от 01.08.1989 г. № 5061-89. Available at: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/v5061400-89>, М.о.Н.о. USSR, Editor. 1989: Moscow.
24. Ministry of Health, *Державні гігієнічні правила і норми «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах»*, наказ Міністерства охорони здоров'я України 13.05.2013 № 368. Available at: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z0774-13>, М.о.Н.о.У. Republic, Editor. 2013: Kyiv.
25. European Commission, *Commission Regulation (EU) No 1259/2011 of 2 December 2011 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for dioxins, dioxin-like PCBs, and non-dioxin-like PCBs in foodstuffs (Text with EEA relevance)*, European Commission, Editor. 2011: Official Journal of the European Union. p. 18-23.

26. MoH, *Hygienic Requirements for Food Raw Material and Food Value: Hygienic Guidelines N 2-III-4.9-01-2010*, (approved by the Order N 06N of 10.03.2010 of the RA Minister of Health), Editor. 2010.
27. European Commission, *Commission Regulation (EC) No 149/2008 of 29 January 2008 amending Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council by establishing Annexes II, III and IV setting maximum residue levels for products covered by Annex I thereto. Text with EEA relevance*. European Commission, Editor. 2008: Official Journal of the European Communities. p. L 58, 1.3.2008, p. 1–398.
28. van den Berg, M., et al., *The 2005 World Health Organization reevaluation of human and Mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds*. *Toxicol Sci*, 2006. **93**(2): p. 223-41.
29. Petrлік, J. and J. Straková, *Persistent Organic Pollutants (POPs) in Chicken Eggs from Alaverdi, Armenia. Results of sampling conducted in 2018*. 2018, Arnika – Toxics and Waste Programme, Armenian Women for Health and a Healthy Environment (AWHHE): Yerevan – Prague. p. 22.
30. Petrлік, J., et al., *Chicken eggs as the indicator of the pollution of environment in Kazakhstan. Results of sampling conducted in 2013 – 2016 (Использование яиц кур свободного содержания в качестве индикатора загрязнения в Казахстане. Результаты опробования, проведенного в период в 2013 по 2016 гг.)*. 2017, Arnika – Citizens Support Centre, EcoMuseum Karaganda, Eco Mangystau: Prague – Karaganda – Aktau. p. 46.
31. Petrлік, J., et al., *PCDD/Fs and PCBs in eggs – data from China, Kazakhstan and in Abstracts Book of the Dioxin 2018 : 38th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants & 10th International PCB Workshop*. 2018: Kraków, Poland. p. 794-798.
32. Petrлік, J., *Persistent Organic Pollutants (POPs) in Chicken Eggs from Hot Spots in China (Updated version)*. 2016, Arnika – Toxics and Waste Programme, IPEN and Green Beagle: Beijing-Göthenburg-Prague. p. 25.
33. IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group, Pesticide Action Network (PAN) Africa, and Arnika Association, *Contamination of chicken eggs near the Mbeubeuss dumpsite in a suburb of Dakar, Senegal by dioxins, PCBs and hexachlorobenzene*, in *Keep the Promise, Eliminate POPs Reports*. 2005, IPEN, Arnika Association, PAN Africa: Dakar, Prague. p. 29.
34. IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group, Envilead, and Arnika Association, *Contamination of chicken eggs near the Dandora dumpsite in Kenya by dioxins, PCBs and hexachlorobenzene*, in *Keep the Promise, Eliminate POPs Reports*. 2005, IPEN, Arnika Association, Envilead: Nairobi, Prague. p. 22.
35. Piskorska-Pliszczyńska, J., et al., *Pentachlorophenol from an old henhouse as a dioxin source in eggs and related human exposure*. *Environmental Pollution*, 2016. **208, Part B**: p. 404-412.
36. Piskorska-Pliszczyńska, J., et al., *Zawartość dioksyn, furanów i PCB w jajach – badania z lat 2006-2014 (Dioxins, furans and PCBs in eggs: results of 2006-2014 surveys)*. *Med. Weter*, 2015. **71**(11): p. 696-705.

37. Fries, G.F., et al., *Treated wood in livestock facilities: relationships among residues of pentachlorophenol, dioxins, and furans in wood and beef*. Environmental Pollution, 2002. **116**(2): p. 301-307.
38. Peterson, R.E., H.M. Theobald, and G.L. Kimmel, *Developmental and Reproductive Toxicity of Dioxins and Related Compounds: Cross-Species Comparisons*. Critical Reviews in Toxicology, 1993. **23**(3): p. 283-335.
39. Petreas, M., et al., *Biotransfer and bioaccumulation of PCDD/PCDFs from soil: Controlled exposure studies of chickens*. Chemosphere, 1991. **23**(11-12): p. 1731-1741.
40. Stephens, R., M. Petreas, and D. Hayward, *Biotransfer and bioaccumulation of dioxins and furans from soil: chickens as a model for foraging animals*. Sci Total Environ, 1995. **175**(3): p. 253-73.
41. European Commission, *Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs (Text with EEA relevance) (OJ L 364, 20.12.2006, p. 5)*. 2016: Official Journal. p. 1-40.
42. EFSA CONTAM, *Risk for animal and human health related to the presence of dioxins and dioxin-like PCBs in feed and food*. EFSA Journal, 2018. **16**(11): p. 331.
43. Lovett, A., et al., *PCB and PCDD/DF concentrations in egg and poultry meat samples from known urban and rural locations in Wales and England*. Chemosphere, 1998. **37**(9-12): p. 1671-1685.
44. Chang, R., et al., *Foraging farm animals as biomonitors for dioxin contamination*. Chemosphere, 1989. **19**(1-6): p. 481-486.