ПОСІБНИК

ЩОДО ЗАХОДІВ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ ТА ЗМЕНШЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ТА СУМІШНИХ З НИМИ ПРОДУКТІВ

і продуктів їх переробки

Матеріал підготовлено (відредаговано) в межах проєкту
«Я їм, щоб жити, чи живу, щоб їсти — OPEN EAT»

Реєстраційний номер проєкту: 2024-1-RO01-KA220-VET-000249064

«Підтримка Європейською Комісією підготовки цієї публікації не означає схвалення її змісту, який відображає лише погляди авторів, і Національне агентство та Комісія не несуть відповідальності за будь-яке використання інформації, що міститься в ній». “

Видавництво EUROBIT,
Тімішоара, 2025

Опис CIP Національної бібліотеки Румунії

Посібник щодо заходів щодо запобігання та зменшення забруднення зернових та супутніх продуктів: матеріал, відредагований у рамках проекту «Я їм, щоб жити, або я живу, щоб їсти – OPEN EAT»; Посилання на проект - 2024-1-RO01-KA220-VET-000249064 / Daniela Victoriţa Voica, Dana Avram, Ioana-Adina Arsene,….
- Timişoara : Eurobit, 2025
Містить бібліографію
ISBN 978-630-326-238-3

I. Voica, Daniela
II. Avram, Dana
III. Arsene, Ioana-Adina
632

Видавництво EUROBIT

Timişoara - Str. Maior Titus Mureşan
Nr. 8, Cam. 2, Tel.: 0744.515.656
e-mail: eurobit91@yahoo.com
www.edituraeurobit.ro



Project coordinator:

ROMPAN - THE ROMANIAN EMPLOYERS' ASSOCIATION OF THE MILLING, BAKERY AND FLOUR BASED PRODUCTS INDUSTRY

Ec. Aurel POPESCU - ROMPAN President

PhD. Eng. Daniela Victorita VOICA - Vicepresident - Guide Development Coordinator

Partners:

- **P1 - ANSES - AGENCE NATIONALE DE LA SECURITE SANITAIRE DE L'ALIMENTATION DE L'ENVIRONNEMENT ET DU TRAVAIL FRANCE**
  Prof. Benoît VALLET - General Manager
  Petru JITARU, PhD - Guide Development Coordinator

- **P2 - FINS - Institute of Food Technology UNIVERZITET U NOVOM SADU Serbia**
  Prof. Dejan MADIĆ, PhD - Rector
  Aleksandra TORBICA, PhD - Guide Development Coordinator

- **P3 - ULST - UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES "KING MICHAEL I" Timisoara, Romania**
  Prof. Cosmin-Alin POPESCU - Rector
  Prof. Ersilia ALEXA - Guide Development Coordinator

- **P4 - UNIBA - UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO Italy**
  Prof. Roberto BELLOTTI - Rector
  Prof. Maria DE ANGELIS - Rector delegate
  Prof. Pasquale FILANNINO - Guide Development Coordinator

- **P5 – ІКОСГ НААН - ІНСТИТУТ КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ**
  Д.с.-г.н., проф., академік НААН Раіса ВОЖЕГОВА - директор
  К.с.-г.н. Ірина АНТОНІК – Координарор з розробки посібника



The authors of the guide:

ROMPAN - THE ROMANIAN EMPLOYERS' ASSOCIATION OF THE MILLING, BAKERY AND FLOUR BASED PRODUCTS INDUSTRY

PhD. Eng. Daniela Victorița VOICA - Vice-president ROMPAN
Eng. Dana AVRAM
Eng. Ioana-Adina ARSENE

Partner 1 - **ANSES - AGENCE NATIONALE DE LA SECURITE SANITAIRE DE L'ALIMENTATION DE L'ENVIRONNEMENT ET DU TRAVAIL FRANCE**

PhD. Petru Jitaru
Rachida Chekri
PhD. Yassine Makni

Partner 2 - **FINS – Institute of Food Technology UNIVERZITET U NOVOM SADU Serbia**

PhD. Aleksandra Torbica - Principal Research Fellow
PhD. Bojana Filipčev - Principal Research Fellow
PhD. Olivera Šimurina - Principal Research Fellow

Partner 3 - **ULST - UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES "KING MICHAEL I" Timisoara, Romania**

Prof. Ersilia Alexa
Lecturer Delia Dumbrava
Lecturer Camelia Moldovan
As.Prof. Corina Misca
Prof. Diana Raba
Lecturer Mirela Popa

Partner 4 - **UNIBA - UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO**

Prof. Pasquale Filannino
Dr. Donato Gerin
Prof. Stefania Pollastro

Partner 5 – **ІНСТИТУТ КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА НААН України**

К.с.-г.н. Ірина Антонік - провідний науковий співробітник
К.е.н., ст. дослідник. Олександр Шабля - старший науковий співробітник
К.с.-г.н. Тарас Жигайло - старший науковий співробітник
К.т.н., ст. дослідник. Наталія Валентюк - старший науковий співробітник
Д.б.н., ст. дослідник Наталія Волкова - головний науковий співробітник,
Д.с.-г.н., проф., акаднмік НААН Раїса Вожегова – директор

Co-funded by the European Union

Open EAT

anses

Institute of Climate-Smart Agriculture of NAAS

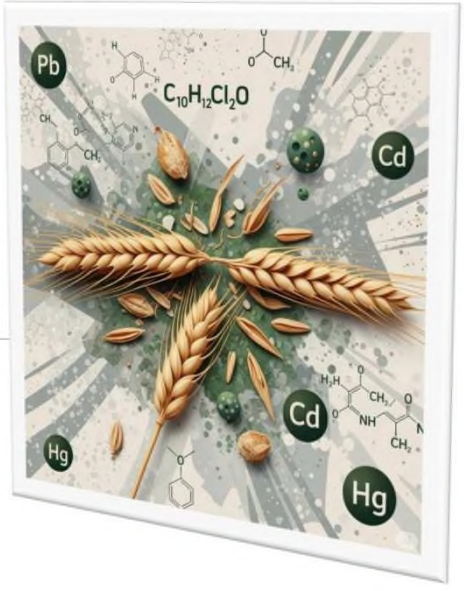
ПОСІБНИК 1.



ЗАХОДИ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ ТА ЗМЕНШЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ЗЕРНОВИХ ТА СУМІШНИХ З НИМИ ПРОДУКТІВ

РОЗДІЛ 1.

ВСТУП



1.1. Визначення забруднюючих речовин

У токсикології термін «забруднювач» визначається як речовина з токсичним потенціалом, яка після потрапляння в організм – або у відносно високій дозі (при одноразовому введенні або багаторазовому введенні через короткі проміжки часу), або в малих дозах (але при багаторазовому введенні протягом тривалого періоду) – викликає, негайно або після певного латентного періоду, тимчасові або стійкі зміни в одній або кількох фізіологічних функціях організму, що зрештою може призвести до смерті.

В екологічних системах забруднювачі визначаються як токсичні агенти хімічної або біологічної природи, присутні в навколишньому середовищі. Ці складові мають здатність викликати негативні наслідки на рівні екосистем та матеріальних цінностей, а також можуть зменшувати користь, отриману від екосистемних послуг, або перешкоджати законному використанню біологічних систем. З термінологічної точки зору, забруднення вважається синонімом засмічення (pollution) та зміни навколишнього середовища.

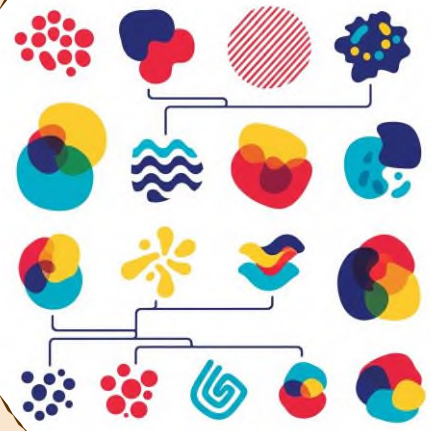


1.2. Класифікація забруднюючих речовин

Людина завжди піддавалася дії хімічних сполук, як тих, що природно присутні в навколишньому середовищі, так і тих, що з1явилися в результаті розвитку промисловості. Окрім цього, військова діяльність також може сприяти викидам широкого спектру забруднюючих речовин у навколишнє середовище, впливаючи на ґрунт і, як наслідок, на сільськогосподарські культури.

Класифікація забруднюючих речовин здійснюється за такими критеріями:

- за походженням: мінеральні, рослинні, тваринні, синтетичні речовини;
- за хімічним складом: органічні та неорганічні, кислотні, лужні речовини, окислювачі;
- за агрегатним станом: газоподібні, рідкі, тверді;
- за патофізіологічним впливом: з дією на центральну нервову систему, вегетативну нервову систему, дихальну систему, серцево-судинну систему, кров тощо.
- за сферою використання (джерелом): лікарські засоби, промислові токсини, токсичні рослини, пестициди та ін.



1.3. Типи забруднюючих речовин, характерних для зернових та продуктів їх переробки

Забруднення зернових культур і продуктів їх переробки є серйозною проблемою для глобальної продовольчої безпеки. Воно може виникати на різних етапах — від вирощування та збирання врожаю до транспортування, зберігання й переробки. Війна в Україні, яка є одним із ключових факторів впливу на світовий зерновий ринок, загострила наявні ризики та спричинила появу нових видів забруднення, що мають суттєвий вплив на ланцюги постачання та якість продукції.

Ці забруднення можна класифікувати, як:

І. Хімічні забруднюючі речовини:

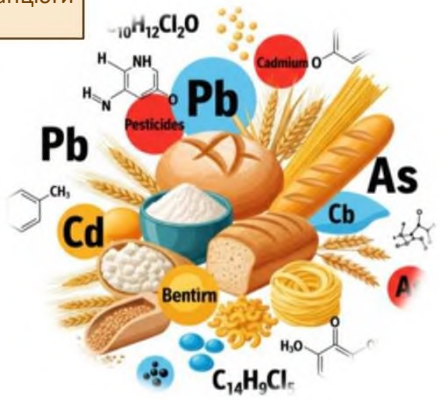
- пестициди та залишки пестицидів;

- важкі метали;

- стійкі органічні забруднювачі (діоксини, фурани, поліхлоровані біфеніли);

- ветеринарні препарати та лікарські речовини;

- мігруючі хімічні речовини з пакувальних і складських матеріалів.



1.3. Види забруднюючих речовин, характерних для зернових культур та продуктів їх переробки

II. Біологічні забруднюючі речовини:

мікотоксини;

патогенні бактерії;

віруси та паразити;

шкідники (комахи та гризуни)

III. Фізичні забруднюючі речовини:

фрагменти скла, металу, пластику, каменю;

волосся, волокна, елементи одягу;

ґрунт, пісок, пил, мертві комахи/гризуни.







IV. Радіологічні забруднюючі речовини: наприклад, цезій-137, стронцій-90.

V. Забруднюючі речовини, що характерні для збройних конфліктів (посилення наявних ризиків та поява нових типів):

- залишки вибухових речовин,
- забруднення паливно-мастильними матеріалами,
- військові відходи

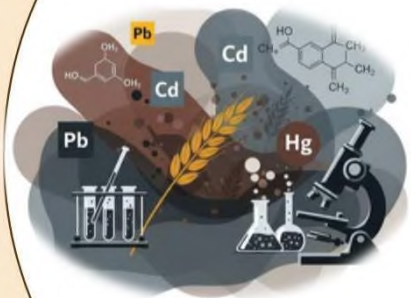
1.4. Токсичні дози. Летальні дози. Гранично допустимі концентрації

Токсична дія різних контамінантів кількісно визначається за допомогою специфічних величин речовини, що називаються дозами, які, потрапляючи в біологічну систему, викликають низку негативних ефектів.

Доза визначається як кількість екзогенної (зовнішньої) речовини, яка при введенні в живий організм викликає специфічний та відтворюваний біологічний ефект. Вираження цієї кількості може змінюватися залежно від методологічного контексту та мети оцінки, включаючи, серед іншого, відношення до індивідуальної маси тіла (маси тіла) або до загальної маси тіла, а також інші відповідні одиниці вимірювання.

Токсична доза – це кількість речовини, здатна викликати шкідливі ефекти в організмі.

Первинна оцінка токсичності забруднювачів переважно проводиться шляхом визначення летальної дози (ЛД). Вона кількісно визначає гостру токсичність речовини після потрапляння в організм. Визначення ЛД проводиться експериментально та виражається в міліграмах на кілограм маси тіла (мг/кг тіла). Оцінювання проводиться за допомогою DL, після чого додається числовий індекс (від 1 до 100), який показує відсоток смертності тестованої популяції за визначений часовий інтервал



1.4. Токсичні дози. Летальні дози. Гранично допустима концентрація

сновні категорії летальної дози (ЛД) такі:

LD5 (DLM) – мінімальна летальна доза;

LD50 – середня летальна доза, яка спричиняє загибель 50% експериментальних тварин.

(LD75) – летальна доза;

(LD100) – абсолютна летальна доза;

DL 50 – найпоширеніший термін, за яким оцінюється токсичність речовини.



1.4. Токсичні дози. Летальні дози. Гранично допустимі концентрації

Залежно від ступеня токсичності, вираженого показником LD_{50} (мг/кг) при пероральному введенні щурам, токсичні речовини класифікують на такі групи:

Група I – надзвичайно токсичні (LD_{50} менше 1 мг/кг) – алкалоїди;

Група II – дуже токсичні (LD_{50} 1–50 мг/кг) – фосфорорганічні та органомеркуріальні сполуки;

Група III – токсичні (LD_{50} 50–500 мг/кг) – важкі метали;

Група IV – помірно токсичні (LD_{50} 500–5000 мг/кг) – харчові добавки;

Група V – нетоксичні (LD_{50} понад 5000 мг/кг) – сполуки рослинного походження



1.4. Токсичні дози. Летальні дози. Гранично допустимі концентрації

З метою оцінки токсичності забруднюючих речовин встановлено такі терміни:

- **доза без ефекту —** кількість речовини (мг/кг маси тварини), яка при постійному введенні з їжею протягом щонайменше двох років піддослідним тваринам (як мінімум двох видів) не викликає жодних шкідливих ефектів;

- **допустиме добове надходження для людини (ADI) —** ількість речовини, що поглинається щодня протягом усього життя і не становить жодного передбачуваного ризику на основі всіх відомих токсикологічних даних (ADI розраховується як 1/100 від дози без ефекту і виражається в мг/кг маси тіла);

- **допустима добова доза для конкретної особи** — визначається як ADI × маса тіла конкретної особи;

- **допустимі або толерантні залишки —** кількість токсичної речовини (включаючи її стабільні метаболіти) у харчовому продукті, яка може потрапляти в організм щодня протягом усього життя без небезпеки. Розраховується як (ADI × маса тіла в кг) / кількість спожитої їжі в кг**;**

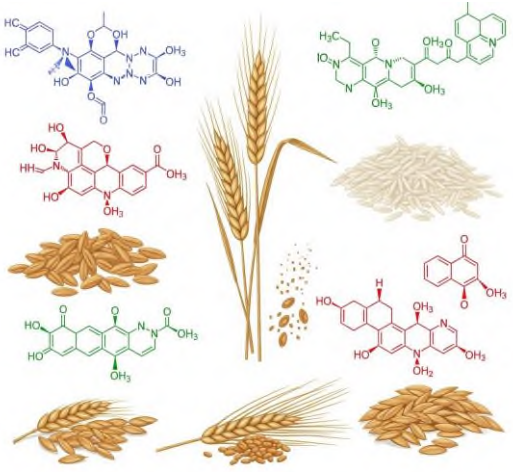
- **практичний ліміт залишків —** максимально допустимий рівень залишків у певному харчовому продукті (встановлюється залежно від ADI, спожитої кількості та значущості продукту харчування);

- **максимально допустимий рівень (MAL)** — об'єктивно встановлюється на основі токсикологічних даних, але на практиці також враховує чутливість доступних аналітичних методів для забезпечення ефективного контролю.



1.5. Первинні забруднюючі речовини: пестициди, сполуки азоту та важкі метали

Зернові культури, як основні продукти харчування глобального значення, за своєю природою вразливі до різних джерел забруднення, що створює значні ризики для здоров'я людини. У цьому контексті пестициди, сполуки азоту та важкі метали є первинними контамінантами, що викликають найбільше небезпеку, враховуючи їх широке застосування, стійкість у довкіллі та потенційно шкідливий вплив на здоров'я.



Пестициди

Пестициди — це хімічні речовини, що використовуються для контролю сільськогосподарських шкідників та переносників хвороб, і вони є незамінними для забезпечення глобальної продовольчої безпеки. Однак наявність залишків пестицидів у зернових культурах викликає серйозну проблему, оскільки становить значну загрозу для громадського здоров'я.

1.5. Первинні забруднюючі речовини: пестициди, сполуки азоту та важкі метали

Класифікація пестицидів за видом організму, проти якого вони застосовуються:

Гербіциди: Пестициди, що використовуються для боротьби з бур'янами (шкодочинними рослинами), які конкурують з культурними рослинами за ресурси. Вони є одними з найбільш широко використовуваних пестицидів.

Інсектициди: Призначені для боротьби зі шкідливими комахами, які уражують рослини, продовольчі склади або є переносниками хвороб.

Фунгіциди: Використовуються для профілактики та боротьби з хворобами рослин, що спричинені грибами.

Акарициди: Спеціалізовані засоби для боротьби з кліщами — дрібними павукоподібними організмами, що можуть пошкоджувати посіви.

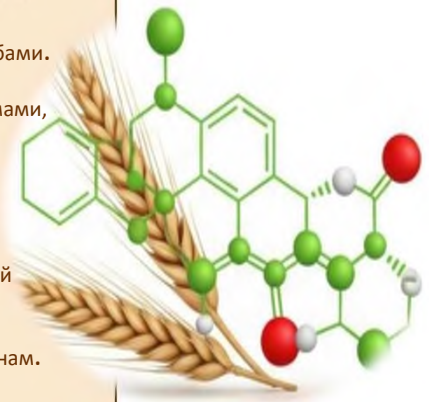
Нематоциди: Спрямовані на боротьбу з нематодами — мікроскопічними червами, що живуть у ґрунті та можуть вражати коріння рослин.

Родентициди: Використовуються для контролю гризунів (мишей, щурів), які можуть знищувати врожай або запаси на складах.

Молюскоциди: Засоби для боротьби з молюсками, такими як равлики та слимаки, що шкодять рослинам.

Бактерициди: Використовуються для боротьби з патогенними бактеріями, що викликають хвороби рослин.

Віруліциди (або вірулостати): Призначені для боротьби з вірусами, що вражають рослини.



1.5. Первинні забруднюючі речовини: пестициди, сполуки азоту та важкі метали

Джерела забруднення пестицидами:

Сільське господарство є сектором економіки, в якому найбільшим чином використовувались хлоровані пестициди, залишкові наслідки яких зберігаються й донині. Вплив використання цих пестицидів у сільськогосподарському контексті на водні ресурси проявляється у формі дифузного забруднення, концентрації якого наразі контролюються як у ґрунтових, так і в поверхневих водах.

Емісія (викиди) стійких органічних забруднювачів (СОЗ), що генеруються діяльністю в аграрному секторі та потрапляють в атмосферу, походять від стаціонарних джерел — включаючи пряме внесення пестицидів у ґрунт та процеси горіння, — а також від автомобільних джерел, переважно пов'язаних із моторизованою сільськогосподарською технікою (наприклад, тракторами) та іншими засобами дорожнього транспорту



1.5. Первинні забруднюючі речовини: пестициди, сполукти азоту та важкі метали





Вплив пестицидів на грунт

Відповідальне управління пестицидами та впровадження екологічних альтернатив стають вкрай важливими для підтримки здоров'я та сталої родючості ґрунту через серйозні екологічні наслідки інтенсивного використання в сільському господарстві:

- вони впливають на ґрунт, змінюючи мікробіом;
- вони впливають на біогеохімічні цикли поживних речовин;
- вони можуть поставити під загрозу родючість ґрунту в довгостроковій перспективі, зокрема, змінюючи доступність субстрату та фізико-хімічні умови.



1.5. Первинні забруднюючі речовини: пестициди, сполуки азоту та важкі метали

Сполуки азоту

Сполуки азоту як первинні забруднювачі – це азотвмісні хімічні речовини, які потрапляють безпосередньо в навколишнє середовище (атмосферу, гідросферу чи літосферу) з антропогенних або природних джерел, перевищуючи асиміляційну здатність екосистем та спричиняючи шкідливий вплив. Вони є «первинними», оскільки викидаються у забруднюючій формі, на відміну від «вторинних забруднювачів», які утворюються в результаті хімічних реакцій у навколишньому середовищі з попередників.

Азотні добрива – це речовини, зазвичай хімічного або органічного походження, які додаються в ґрунт для забезпечення рослин азотом, необхідним поживним елементом для їхнього росту та розвитку.



1.5. Первинні забруднюючі речовини: пестициди, сполуки азоту та важкі метали

Класифікація

Азотні сполуки можна класифікувати за середовищем, у якому вони переважно діють, та їх хімічною формою:

1. Азотні сполуки в атмосфері (забруднювачі повітря):

- оксиди азоту (NO_x):

моноксид азоту (NO): безбарвний газ без запаху, що утворюється за високих температур у процесах горіння.

- діоксид азоту (NO_2): червонувато-коричневий газ з різким запахом, що утворюється внаслідок окислення NO в атмосфері.

Він відповідає за колір смогу та подразнює дихальну систему.

- аміак (NH_3): безбарвний газ із сильним різким запахом. Це лужний газ, який може реагувати з іншими забруднювачами повітря, утворюючи дрібні частинки.

2. Азотні сполуки у воді (забруднювачі води):

- нітрати (NO_3^-): стабільні іони, добре розчинні у воді. Вони є основною формою азоту, що спричиняє евтрофікацію та є серйозною проблемою для якості питної води.

- амоній (NH_4^+) / аміак (розчинений NH_3): амоній є іонізованою формою, переважає у водах з нейтральним або кислим pH, тоді як молекулярний аміак є більш токсичним і поширеним при високих значеннях pH.

нітрити (NO_2^-): іони, що є проміжними в циклі азоту, нестабільні в присутності кисню, але можуть бути токсичними у високих концентраціях.

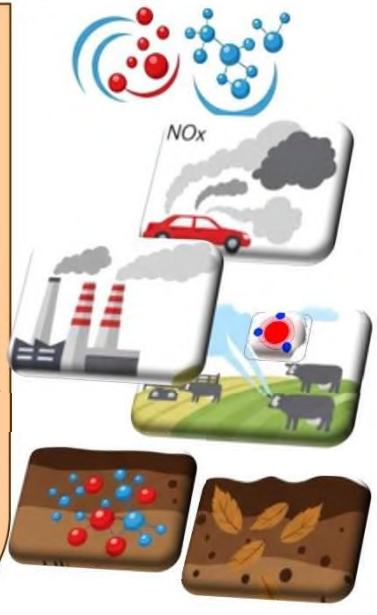
- органічний азот (органічний N): сполуки азоту, включені до розчиненої або твердої органічної речовини; він вивільняється в результаті розкладання органічної речовини.

3. Сполуки азоту в ґрунті (забруднювачі ґрунту):

- нітрати (NO_3^-): вони дуже рухливі в ґрунті та можуть вимиватися (вилуговуватися) у ґрунтові або поверхневі води; надлишок може призвести до втрати поживних речовин з ґрунту.

амоній (NH_4^+): зв'язується з частинками ґрунту, але може перетворитися шляхом нітрифікації на нітрати.

- органічний азот: надмірна кількість органічного азоту з певних джерел (наприклад, осаду стічних вод, гною) може призвести до накопичення або викиду інших забруднювачів.



1.5. Первинні забруднюючі речовини: пестициди, сполуки азоту та важкі метали

ДЖЕРЕЛА забруднення

1. Антропогенні джерела (основні джерела забруднення): Сільське господарство: одне з найбільших джерел забруднення азотом. Надмірне використання азотних добрив: нітрати та аміак у добривах (синтетичних або органічних, наприклад, гній) можуть змиватися водою або випаровуватися в атмосферу.
Гній: Великі тваринницькі ферми виробляють значну кількість багатого на азот гною, який може забруднювати ґрунт і воду.
Спалювання викопного палива
Транспорт: викиди NO_x з двигунів автомобілів, літаків, суден (спалювання бензину, дизельного палива).
Енергетична промисловість: вугілля, природний газ, нафтові теплоелектростанції, які виділяють NO_x шляхом спалювання за високих температур.
Виробництво: промислові процеси, що включають спалювання палива або хімічні реакції за високих температур. Очищення стічних вод
Побутові та промислові стічні води містять значну кількість органічного азоту, амонію, нітритів та нітратів, які, якщо їх не очищати належним чином, скидаються у водойми.
Стічні води: можуть використовуватися як добриво, але також можуть містити велику кількість азоту.
Тверді відходи: звалища можуть виділяти аміак та інші форми азоту шляхом розкладання органічної речовини.
Промислові процеси: виробництво азотної кислоти, добрив, вибухових речовин та інших хімічних речовин може виділяти сполуки азоту в атмосферу або рідкі стічні води.

2. Природні джерела
Електричні розряди (блискавка): вони можуть утворювати невелику кількість оксидів азоту в атмосфері.
Виверження вулканів: вони можуть виділяти газоподібний азот.
Природні лісові пожежі: вивільняють NO_x та аміак.
Розкладання органічної речовини в ґрунті та воді: природні біологічні процеси (нітрифікація, денітрифікація) можуть вивільняти сполуки азоту, але повільніше та контрольованіше, ніж антропогенні джерела, зазвичай не перевищуючи асиміляційну здатність екосистеми.
Мікробна активність у ґрунті: деякі бактерії в ґрунті можуть виробляти N_2O (оксид азоту, потужний парниковий газ).



1.5. Первинні забруднюючі речовини: пестициди,сполуки азоту та важкі метали

Вплив надмірного використання азотних добрив на ґрунт та воду

Хоча надмірне використання азотних добрив у сучасному сільському господарстві є фундаментальним для сільського господарства, воно має глибокі екологічні наслідки для здоров'я та функціональності ґрунту: значно змінює мікробні спільноти в ґрунті, пригнічуючи азотфіксуючі бактерії та сприяючи іншим мікробним групам;
прискорює розкладання органічної речовини та гумусу, вирішальних елементів для родючості та структури ґрунту;
викликає порушення балансу поживних речовин, впливаючи на засвоєння інших необхідних елементів рослинами;
викликає підкислення ґрунту, погіршуючи його фізико-хімічні властивості; зменшення вмісту органічної речовини та зміни pH безпосередньо впливають на агрегацію ґрунту, що призводить до більш крихкої структури, поганої аерації та підвищеної схильності до ерозії.



1.5. Первинні забруднюючі речовини: пестициди, сполуки азоту та важкі метали

Вплив надмірного використання азотних добрив на ґрунт та воду

Надмірне використання або неналежне управління добривами також має серйозний вплив на якість води та водне середовище. У цьому контексті впровадження сталих сільськогосподарських практик стає вкрай необхідним для пом'якшення цього негативного впливу. Добрива є основним джерелом забруднення водойм, вимиваючи поживні речовини з ґрунту. Азот і фосфор, необхідні для росту рослин, стають забруднювачами в надмірних концентраціях. Опади та зрошення сприяють перенесенню цих поживних речовин із сільськогосподарських угідь до водних екосистем.

Таке перевантаження поживними речовинами призводить до евтрофікації, явища, що характеризується масовим поширенням водоростей, які шляхом розкладання виснажують кисень, розчинений у воді, створюючи гіпоксичні або аноксичні зони (відомі як «мертві зони»), несумісні з підтримкою водного життя.

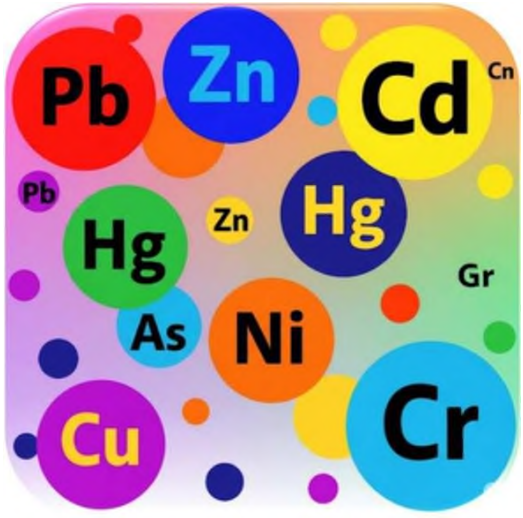
Нітрати з добрив можуть забруднювати ґрунтові води, важливий ресурс для споживання людиною, створюючи значні ризики для здоров'я. Зміни параметрів якості води, такі як коливання pH та виснаження кисню, дестабілізують крихкий баланс водних екосистем, негативно впливаючи на біорізноманіття.



1.5. Первинні забруднюючі речовини: пестициди, сполуки азоту таважкі метали

Важкі метали

Важкі метали – це група елементів з числа металів з відносно високою щільністю, які становлять значний інтерес у токсикології та екології через їхню здатність бути токсичними та накопичуватися в навколишньому середовищі та живих організмах. З токсикологічної точки зору, будь-який метал, який проявляє токсичність у низьких концентраціях, можна вважати «важким» у даному контексті. Багато важких металів є токсичними для рослин, тварин та людей і можуть спричиняти різні захворювання та дисфункції. Ця токсичність може виникати навіть при дуже низьких концентраціях, оскільки вони мають тенденцію до біоакумуляції (накопичення в тканинах організмів) та біомагніфікації (збільшення концентрацій вздовж харчового ланцюга).



1.5. Первинні забруднюючі речовини: пестициди, сполуки азоту та важкі метали

Класифікація

Класифікація «важких» металів найчастіше проводиться або на основі їхньої щільності, або на основі їхнього біологічного впливу (життєво необхідні порівняно з токсичними).

1.За щільністю: кольорові метали з щільністю понад 5 кг/дм³ (наприклад, Pb, Hg, Cd, As – хоча миш'як є металоїдом, його часто включають в цю групу через його токсичність).

2. За токсичністю та біологічною роллю:

Незамінні метали (мікроелементи): Вони необхідні для нормального функціонування організму в невеликих кількостях. Однак у надлишку вони можуть стати токсичними (наприклад: Cu, Fe, Zn, Mn, Ni, Co, Cr – у певних формах).

Токсичні метали (без відомої біологічної ролі): Вони не мають корисної ролі в організмі та є небезпечними навіть у невеликих кількостях (наприклад: Pb, Hg, Cd, As, Tl).

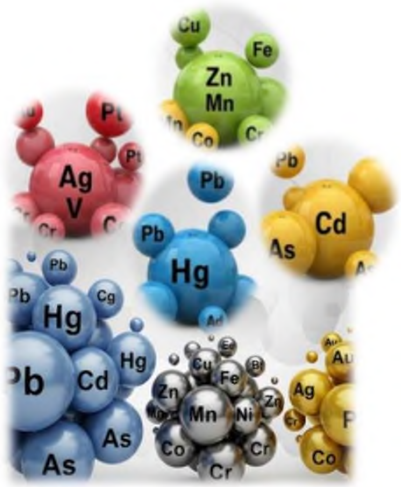
Метали змінної токсичності: Деякі метали, такі як алюміній (Al), можуть бути токсичними в певних формах або у високих концентраціях, хоча вони не завжди суворо класифікуються як «важкі метали» за щільністю.

3. За їхньою корисністю (у промисловому контексті):

Метали для виготовлення машин та установок: мідь, олово (олово), цинк, нікель, свинець та їх сплави.

Метали, що використовуються в сплавах: хром, ванадій, кобальт.

Дорогоцінні (благородні) метали: золото, срібло, платина (деякі з них можна вважати «важкими» за щільністю, але відрізняються своєю цінністю та хімічною стабільністю).



1.5. Первинні забруднюючі речовини: пестициди, сполуки азаоту та важкі метали

Джерела забруднення

1.Промислові джерела:

Гірничодобувна та металургійна промисловість: Видобуток, переробка та виплавка металів можуть викидати значну кількість важких металів у повітря, воду та ґрунт (наприклад, свинець, кадмій, мідь, цинк).

Спалювання викопного палива: Електростанції, що спалюють вугілля або нафту, можуть викидати в атмосферу ртуть, арсен та інші важкі метали.

Виробництво цементу: можуть викидатися важкі метали.

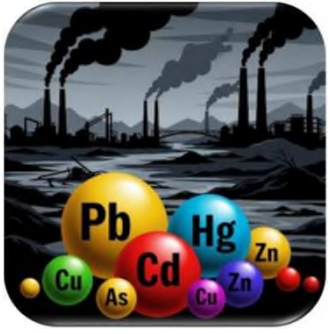
Хімічна промисловість: виробництво фарб, пігментів, акумуляторів, пестицидів та інших хімічних речовин використовує та викидає важкі метали.

Очисні споруди промислових газів: відходи, що утворюються в результаті цих процесів, можуть містити важкі метали (наприклад, кадмій, арсен), які накопичуються в ґрунті та можуть потрапляти в сільськогосподарські культури та воду.

2. Сільськогосподарська діяльність:

Використання пестицидів і добрив: деякі пестициди та добрива можуть містити важкі метали (наприклад, Cd, As), які накопичуються в ґрунті та можуть потрапляти в сільськогосподарські культури та водойми.

Зрошення забрудненою водою: використання води, забрудненої важкими металами, для іригації призводить до їх накопичення в ґрунті та рослинах.



1.5. Первинні забруднюючі речовини: пестициди, сполуки азоту та важкі метали

Джерела забруднення

3 . Захоронення та управління відходами:

Захоронення: Промислові та побутові відходи, особливо електронні відходи (електронні відходи) або батарейки, містять важкі метали, які можуть просочуватися в ґрунт та підземні води.

4. Спалювання відходів: Спалювання відходів може призвести до потрапляння важких металів в атмосферу.

Автомобільний рух: Викиди від автомобілів: етилований бензин був основним джерелом забруднення свинцем; Зношення шин та гальмівних колодок може призвести до потрапляння важких металів.

5 . **Споживчі та побутові товари:**

Батареї часто містять свинець, кадмій та ртуть.

Старі фарби на основі свинцю, що використовувалися в минулому, є джерелом забруднення, особливо у старих будівлях.

Косметика та засоби особистої гігієни: Деякі продукти можуть містити сліди важких металів.

Ліки та добавки: Деякі ліки або рослинні добавки можуть бути забруднені. Харчові контейнери: Деякі контейнери або упаковка можуть містити важкі метали, які мігрують у їжу.

6. Природні джерела:

Виверження вулканів: Вулкани викидають важкі метали в атмосферу.

Природне вивітрювання гірських порід: Ерозія гірських порід може вивільняти важкі метали в ґрунт і воду.



1.5. Первинні забруднюючі речовини: пестициди, сполуки азоту та важкі метали

Джерела забруднення

7. Збройні конфлікти:

Боєприпаси та вибухові речовини:

Свинець (Pb): Кулі часто містять свинець, який, потрапляючи в ґрунт і воду, може стати реактивним і токсичним.

Збіднений уран: деякі типи боєприпасів (бронебійні снаряди) використовують збіднений уран, який при ударі фрагментується та вивільняє радіоактивні частинки та важкі метали в навколишнє середовище.

Інші метали: вибухові речовини та фрагменти боєприпасів також можуть містити інші важкі метали, такі як хром (Cr), миш'як (As), ртуть (Hg), нікель (Ni), цинк (Zn) та кадмій (Cd), які розсіюються в ґрунті та воді.

Знищена військова техніка: знищені танки, бронетехніка, літаки та інша військова техніка містять різноманітні важкі метали та інші токсичні речовини, які потрапляють у навколишнє середовище в міру їх розкладання.

Руйнування промислової інфраструктури: бомбардування або руйнування заводів, хімічних заводів, звалищ промислових відходів або інших промислових об'єктів може безпосередньо призвести до вивільнення великих запасів важких металів та інших небезпечних речовин у навколишнє середовище.

Пожежі: спричинені військовими діями (наприклад, лісовими пожежами, пожежами на складах палива), викидають в атмосферу дрібні частинки та забруднюючі речовини, включаючи важкі метали, які згодом можуть осідати на землі та у воді.

Забруднення ґрунту та води: заміновані території, залишки вибухових речовин та нафтопродуктів, а також речовини, що вивільняються під час обстрілів, спричиняють довгострокову деградацію ґрунту. Важкі метали просочуються в ґрунт, забруднюючи сільськогосподарські культури та потрапляючи до ґрунтових та поверхневих вод.

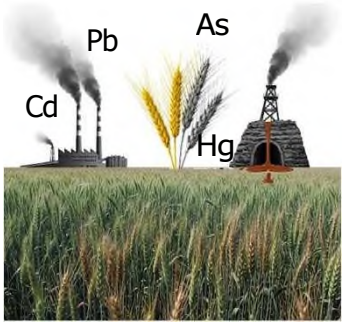
Військові та медичні відходи: конфлікти генерують значну кількість військових та медичних відходів, багато з яких токсичні (наприклад, медичні відходи, азбест, будівельне сміття, ПХБ, важкі метали), які потребують спеціального поводження та, якщо їх неправильно утилізувати, сприяють забрудненню.



1.5. Первинні забруднюючі речовини: пестициди, сполуки азоту та важкі метали

Вплив важких металів на ґрунт та воду

Забруднення ґрунту та води важкими металами є серйозною глобальною проблемою, яка має серйозний вплив на екосистеми та здоров'я людини. Хоча такі елементи, як свинець (Pb), кадмій (Cd), ртуть (Hg), миш'як (As) та хром (Cr), зустрічаються природним чином у земній корі, діяльність людини значно збільшила їх концентрацію в навколишньому середовищі. Серед основних причин - швидка індустріалізація, гірничодобувна промисловість, інтенсивне сільське господарство (з добривами та пестицидами), погане управління відходами та викиди від транспорту. Потрапивши в ґрунт, важкі метали можуть бути іммобілізовані шляхом адсорбції на глині та частинках органічної речовини, або вони можуть залишатися рухливими, поглинаючись рослинами.



Види впливу важких металів на рослини:

- пригнічення росту,

- зниження фотосинтезу,

- пошкодження клітинних мембран та накопичення в тканинах, що може призвести до сильної токсичності та навіть загибелі рослин.

Споживання рослин, забруднених важкими металами, тваринами та людьми є важливим шляхом передачі цих забруднювачів у харчовому ланцюзі, що негативно впливає на здоров'я. Наприклад, свинець може впливати на нервову систему, кадмій пов'язаний із захворюваннями нирок та кісток, а ртуть може спричиняти неврологічні розлади.

1.5. Первіинні забруднюючі речовини: пестициди, сполуки азоту та важкі метали

Вплив важких металів на ґрунт та воду

Важкі метали можуть потрапляти до джерел води (річок, озер, ґрунтових вод) через поверхневий стік, змивання із забруднених ґрунтів та прямі промислові скиди. Потрапляючи у воду, вони зберігаються протягом тривалого часу, накопичуючись у відкладеннях та водних організмах. Процес біоторфування, тобто змішування відкладень водними організмами, може перерозподілити важкі метали назад у воду, збільшуючи їх вплив. На токсичність цих металів у воді впливає тип металу, його хімічна форма та характеристики води (pH, жорсткість та органічні речовини). Водні організми, особливо риби та безхребетні, накопичують важкі метали у своїх тканинах (біоакумуляція). Ці концентрації зростають вздовж харчового ланцюга, що означає, що головні хижаки можуть мати набагато вищі концентрації. Це явище збільшує ризик для здоров'я людини при вживанні забрудненої риби.



БІБЛІОГРАФІЯ

1. Adriano, D. C. (2001). Trace Elements in Terrestrial Environments: Biogeochemistry, Bioavailability, and Risks of Metals. Springer Science & Business Media.
2. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (Diverse ani de publicare). Toxicological Profiles.
3. Aktar, W., Sengupta, D., & Chowdhury, A. (2008). Impact of pesticides on the environment. International Journal of Environmental Science & Technology, 5(3), 395-402.
4. Alexa, E. (2008) Contaminanţi în produse horticole si cerealiere, ISBN 978-973-729-152-3. Editura SOLNESS, Timişoara.
5. Alexoaei, A. P., & Robu, R. G. (2022). Bune practici în reformarea politicii agricole comune pentru a sprijini pactul verde european–o perspectivă asupra consumului de pesticide şi de fertilizatori, Amfiteatru Economic, Vol. 24, Nr. 60, Mai 2022, pp 355-376.
6. Ali, H., Khan, E., & Sajad, M. A. (2013). Phytoremediation of heavy metals—concepts and applications. Chemosphere, 91(7), 869-881.
7. Alloway, B. J. (2013). Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and Their Bioavailability. Springer Science & Business Media.
8. Alloway, B. J. (Ed.). (2013). Heavy metals in soils: Trace metals and metalloids in soils and their bioavailability. Springer Science & Business Media.
9. Bradl, H. B. (2005). Heavy Metals in the Environment: Origin, Interaction and Remediation. Journal of Hazardous Materials, 124(1-3), 1-28.
10. Bryan, G. W., & Langston, W. J. (1992). Bioavailability, accumulation and effects of heavy metals in sediments with special reference to the Forth Estuary, Scotland. Environmental Pollution, 76(2), 89-102.
11. Cycoń, M., Wójcik, M., & Piotrowska-Seget, Z. (2017). Biodegradation of pesticides by microorganisms. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 47(3), 243-294.
12. Diaz, R. J., & Rosenberg, R. (2008). Spreading Dead Zones and Consequences for Marine Ecosystems. Science, 321(5891), 926-929.
13. Doyle, M. P., & Erickson, M. C. (2008). Food microbiology: Fundamentals and frontiers. ASM Press.
14. Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., ... & Snyder, P. K. (2005). Global consequences of land use. Science, 309(5734), 570-574.
15. Gallart-Mateu, D., Armenta, S., de la Guardia, M. (2014). Implementing the contamination prevention programs in the pesticide industry by infrared spectroscopy. Talanta, 119, 312-319.
16. Gilliom, R. J. (2007). Pesticides in US streams and ground water. Environmental Science & Technology, 41(10), 3409-3414.
17. Gochfeld, M., & Burger, J. (2005). Good taste and bad taste in environmental health: mercury, metals, and the tropics. Science of the Total Environment, 340(1-3), 1-13.
18. Jaishankar, M., Tseten, T., Annu, N., Kumar, B., & Karigar, M. (2014). Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. Archives of Toxicology, 88(5), 1017-1032.
19. Kabata-Pendias, A. (2011). Trace Elements in Soils and Plants. CRC press.
20. Langmuir, D. (1997). Aqueous Environmental Geochemistry. Prentice Hall.

Бібліографія

21. Li, C., Zhou, K., Qin, W., Tian, C., Qi, M., Yan, X., et al. (2019). A review on heavy metals contamination in soil: Effects, sources, and remediation techniques. Soil and Sediment Contamination: An International Journal, 28(4), 380-394.
22. Magan, N., & Aldred, D. (2007). Mycotoxin production in harvested crops under current and climate change scenarios. World Mycotoxin Journal, 1(2), 295-306.
23. Moldan, B., & Bilý, M. (2007). Environmental Impacts of Agricultural Systems. CzechGlobe.
24. Morrissy, J.G., Currell, .J., Reichman, S.M., Surapaneni, A., Mallavarapu, M., Crosbie, N., Hirth, D., Aquiliona, S., Rajendram, W., Ball, A. (2021). Nitrogen contamination and bioremediation in groundwater and the environment: A review. Earth-Science Reviews, 222, 103816.
25. Nitrați.eu. (n.d.). Impactul nitraților asupra mediului. Preluat de la https://www.nitrati.eu/despre-nitrati/impactul-asupra-mediului/
26. Pimentel, D. (1995). Environmental and economic costs of pesticide use. Bioscience, 45(Suppl. 8), S20-S26.
27. Sakhnenko, V., Semenova, N., Smirnova, O., Kolchanov, O., & Yevchuk, O. (2024). Soil degradation and contamination due to armed conflict in Ukraine. Land, 13(10), 1614.
28. Salomons, W., & Förstner, U. (1984). Metals in the Hydrocycle. Springer-Verlag.
29. Schindler, D. W., Hecky, R. E., & Fee, E. J. (2008). Eutrophication: more than a nutrient problem. Science, 322(5906), 1475-1477.
30. Smith, V. H., Tilman, G. D., & Nekola, J. C. (1999). Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. Environmental Pollution, 100(1-3), 179-196.
31. Sondi, I., & Salopek-Sondi, B. (2004). Silver nanoparticles as antimicrobial agents: a case study on E. coli as a model for Gram-negative bacteria. Journal of Colloid and Interface Science, 275(1), 177-182.
32. Tchounwou, P. B., Yedjou, C. G., Patlolla, A. K., & Sutton, D. J. (2014). Heavy metal toxicity and the environment. Molecular, Clinical and Environmental Toxicology, 133-164.
33. Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., & Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. Nature, 418(6898), 671-677.
34. Wang, J., & Chen, C. (2006). Biosorption of heavy metals by Saccharomyces cerevisiae: a review. Biotechnology Advances, 24(5), 427-451.
35. World Health Organization (WHO). (2011). Guidelines for drinking-water quality (4th ed.). Geneva: WHO Press.
36. World Health Organization (WHO). (2020). Pesticides and their impact on health.
37. Yadav, I.C., Devi, N. L. (2017). Pesticides classification and its impact on human and environment. Environmental Science & Engineering, 6, 141–154.

РОЗДІЛ 2.



ЗАКОНОДАВСТВО НА НАЦІОНАЛЬНОМУ ТА ЄВРОПЕЙСЬКОМУ РІВНЯХ ЩОДО ЗАХОДІВ ІЗ ЗМЕНШЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ТА ПОВ'ЯЗАНОЇ З НИМИ ПРОДУКЦІЇ

2.1. Обгрунтування (аргументація)

♦ Законодавство відіграє вирішальну роль у зменшенні забруднення зерна, оскільки воно встановлює чіткі стандарти та максимально допустимі межі для різних забруднювачів, від мікотоксинів до залишків пестицидів.

♦ Встановлюючи суворі правила щодо належної сільськогосподарської практики, гігієни та моніторингу, законодавство забезпечує безпечний харчовий ланцюг від виробника до споживача.

♦ Без цих правил ризик потрапляння забрудненого зерна на ринок значно зросте, що поставить під загрозу здоров'я населення та вплине на довіру до продуктів харчування



2.2. Національне та європейське законодавство щодо зменшення забруднення зерна

♦ Безпека харчових продуктів є ключовим пріоритетом, а зернові та продукти їх переробки є фундаментальним компонентом раціону людини.

♦ Саме тому існує складна законодавча база, як на національному, так і на європейському рівні, розроблена для зменшення та контролю забруднення цих продуктів.

♦ Головна мета — захист здоров'я споживачів. Європейська база: єдиний підхід

На рівні Європейського Союзу законодавство в цій галузі є обширним та гармонізованим, що забезпечує високий стандарт безпеки в усіх державах-членах. Це включає низку регламентів та директив, що стосуються різних типів забруднювачів, таких як мікотоксини (токсини, що виробляються плісеневими мікрофлорою), залишки пестицидів, важкі метали, нітрати та генетично модифіковані організми (ГМО).



2.2. Національне та європейське законодавство щодо забруднення зерна

- Європейське законодавство встановлює максимально допустимі норми для цих забруднювачів, вимагаючи суворого моніторингу та регулярного контролю по всьому виробничому ланцюжку, від ферми до тарілки.

- Регламентом (ЄС) № 178/2002 встановлено принцип відстеження, що дозволяє швидко ідентифікувати джерело будь-якого забруднення.

- Також ключовим прикладом є Регламент (ЄС) № 1881/2006, оскільки він визначає максимальні норми для певних забруднювачів у харчових продуктах, включаючи зернові.



2.3. Національне законодавство: адаптація та впровадження



□ Кожна держава-член ЄС, включаючи Румунію, транспонує та деталізує європейське законодавство у власні національні нормативні акти. Це означає, що, окрім безпосередньо застосовних європейських правил, існують також спеціальні закони та розпорядження, які адаптують вимоги до національного контексту.

□ Національні органи, такі як Національне управління санітарної, ветеринарної та харчової безпеки (ANSVSA) у Румунії, відповідають за впровадження та забезпечення дотримання цих правил. Вони проводять перевірки, відбирають зразки та проводять аналізи, щоб забезпечити відповідність зернових культур та продуктів їх переробки стандартам безпеки.

2.3. Ключові заходи щодо зменшення забруднення

Законодавство вимагає низки профілактичних та контрольних заходів:

Належна сільськогосподарська практика (НСП): Виробники зобов'язані застосовувати методи, які мінімізують ризик зараження починаючи з етапу виробництва (наприклад, сівозміна, управління вологістю, відповідальне використання пестицидів).

Належна гігієнічна практика (ГП): Під час зберігання, транспортування та переробки запроваджуються суворі гігієнічні умови для запобігання розвитку плісеневої мікрофлори та інших забруднювачів.



2.3. Ключові заходи щодо зменшення забруднення

- **Системи управління безпекою харчових продуктів:** Оператори харчової промисловості повинні впроваджувати системи, засновані на принципах HACCP (аналіз небезпек та критичних контрольних точок), для виявлення, оцінки та контролю ризиків.
- **Моніторинг та тестування:** Регулярно проводяться аналізи зернових та супутніх продуктів для перевірки дотримання максимально допустимих лімітів забруднень.
- **Відкликання продукції:** Якщо ліміти перевищено або виявлено ризик, законодавство вимагає негайного вилучення продукції з ринку для захисту споживачів.



2.4. Ініціативи та аналітична оцінка в умовах конфлікту в Україні

Поточний конфлікт в Україні викликав дисфункції у світовій торгівлі сільськогосподарською продукцією та спричинив значну вразливість у ланцюгах постачання продовольства.

Хоча фундаментальна нормативно-правова база Європейського Союзу (ЄС) щодо безпеки харчових продуктів, імплементована в правила імпорту, залишається чинною для всіх продуктів, що розміщуються на ринку ЄС, наднаціональна організація була змушена запровадити спеціальні протоколи та впоратися зі складними викликами, спричиненими потоками зерна українського походження, а саме: «**Коридори солідарності»** та **Автономні торговельні заходи (АТС).**

У відповідь на ескалацію російського вторгнення ЄС запровадив «коридори солідарності», сприяючи експорту української сільськогосподарської продукції альтернативними наземними та річковими маршрутами. На додаток до цих логістичних заходів були встановлені Автономні торговельні заходи (АТЗ). Вони передбачають одностороннє призупинення митних тарифів та квот на сільськогосподарську продукцію, імпортовану з України. Основними цілями цих втручань є підтримка економічної стійкості України та сприяння глобальній продовольчій безпеці шляхом забезпечення безперервності потоків основних продуктів на міжнародних ринках (Джерело: Європейська Комісія; аналіз CSIS – Центр стратегічних та міжнародних досліджень).



2.4. Ініціативи та аналітична оцінка в умовах конфлікту в Україні

● **Занепокоєння щодо порушення стабільності ринку та введення односторонніх заборон**

Значний приплив зерна з України, який є важливим для підтримки економіки країни, спричинив значні збої на сільськогосподарських ринках у сусідніх державах-членах ЄС, включаючи Польщу, Угорщину, Словаччину, Болгарію та Румунію.

Фермери в цих країнах висловили свій протест, посилаючись на недобросовісну конкуренцію та, в певних ситуаціях, занепокоєння щодо стандартів якості, таких як використання пестицидів, заборонених на території ЄС. У відповідь на цю напруженість деякі держави-члени запровадили односторонні заборони на імпорт. Європейська комісія спочатку критикувала ці заходи, вважаючи їх порушенням компетенції ЄС у сфері спільної торговельної політики (Джерела: звіти CSIS, Hungary Today).

● Виняткові та тимчасові запобіжні заходи

Для врегулювання виниклої напруженості та сприяння компромісному рішенню Європейський Союз у травні 2023 року запровадив «виняткові та тимчасові запобіжні заходи». Вони запровадили обмежувальну заборону на внутрішню торгівлю деякими українськими сільськогосподарськими продуктами – пшеницею, кукурудзою, ріпаком та насінням соняшнику – на території «п'яти прифронтових держав-членів».



2.4. Ініціативи та аналітична оцінка в умовах конфлікту України

● **Оцінка продовольчої безпеки України як країни-кандидата**

У контексті статусу України як кандидата на вступ до Європейського Союзу, Європейська Комісія провела детальну оцінку готовності України до впровадження ***acquis communautaire*** (правової системи ЄС) у різних секторах, включаючи безпеку харчових продуктів. Звіти свідчать, що Україна має певний рівень підготовки у сфері захисту прав споживачів та охорони здоров'я, маючи закон про систему громадського здоров'я, що частково узгоджений із законодавством ЄС.

Однак оцінка також виділяє сфери, які потребують посилення, зокрема:

♦ адміністративні спроможності інституцій із безпеки харчових продуктів;

♦ координація та повне приведення офіційної системи контролю харчових продуктів і кормів у відповідність до стандартів ЄС.

Українські лабораторії загалом добре оснащені та акредитовані, але їх потужності можна було б збільшити. Україна активно бере участь у мережі Системи швидкого оповіщення про харчові продукти та корми (SARAF), але не є її членом (Джерело: оцінки Європейської Комісії, надані такими установами, як UGA.ua).



2.4. Ініціативи та аналітична оцінка в умовах конфлікту України

- Законодавча база Європейського Союзу щодо забруднювачів зерна є суворою та універсально застосовується до всього імпорту, включаючи імпорт з України. Збройний конфлікт суттєво змінив динаміку торгівлі та вимагав вжиття тимчасових заходів для управління потоками сільськогосподарської продукції України. Ці заходи доповнюють постійні зусилля щодо підтримки України у приведенні її систем безпеки харчових продуктів у відповідність до європейських стандартів.
- Незалежно від геополітичного контексту, фундаментальні принципи безпеки харчових продуктів, включаючи дотримання максимально допустимих рівнів забруднювачів, залишаються надзвичайно важливими.



2.5. Законодавчі положення щодо імпорту зернових культур до Європейського Союзу та Румунії

- Регламенти на рівні Європейського Союзу:

Європейське та національне законодавство щодо імпорту зернових до Європейського Союзу, а опосередковано й до Румунії, є складним і охоплює широкий спектр норм, спрямованих як на безпеку харчових продуктів та фітосанітарну безпеку, так і на митні та ринкові аспекти.



Законодавство ЄС є основою для імпорту зерна з країн, що не входять до ЄС.

Основні регульовані сфери:

1. Безпека харчових продуктів та фітосанітарна безпека:

● Регламент (ЄС) 2017/625 про офіційний контроль, що здійснюється компетентними органами держав-членів для перевірки дотримання законодавства ЄС щодо харчових продуктів та кормів. Імпортовані зернові повинні відповідати стандартам безпеки харчових продуктів ЄС, включаючи максимальні ліміти залишків пестицидів, мікотоксинів (наприклад, афлатоксинів, охратоксину), важких металів та інших забруднювачів.

● Регламент (ЄС) 2016/2031 про захисні заходи проти шкідників рослин регулює фітосанітарні вимоги до імпорту рослин, рослинних продуктів та інших об'єктів, включаючи зернові, з метою запобігання впровадженню та поширенню шкідників у ЄС. Імпортовані зернові можуть потребувати фітосанітарних сертифікатів від країни походження.

● Спеціальні правила для певних продуктів або походження: Існують спеціальні правила для певних зернових або з певних третіх країн, які можуть вимагати посиленого прикордонного контролю (наприклад, для певних мікотоксинів).

2.5. Законодавчі положення щодо імпорту зернових культур до Європейського Союзу та Румунії

- Регламенти на рівні Європейського Союзу

Спільна організація ринків сільськогосподарської продукції (СОП):
Регламент (ЄС) № 1308/2013 встановлює спільну організацію ринків сільськогосподарської продукції, включаючи зернові. Він містить положення щодо:

- **Імпортні тарифи**: ЄС застосовує мита на імпорт зернових з третіх країн, які можуть змінюватися залежно від виду зернових та торговельних угод ЄС з цією країною (наприклад, тарифні квоти, тарифні звільнення для певних країн). База даних TARIC ЄС надає детальну інформацію про застосовувані тарифи.
- **Тарифні квоти:** ЄС може відкривати тарифні квоти (обмеження кількості продукції, яку можна імпортувати за зниженими або нульовими тарифами) для певних видів зернових з третіх країн.
- **Ліцензії на імпорт/експорт:** Для певних категорій зернових або за певних обставин можуть знадобитися ліцензії на імпорт або експорт, що регулюються Імплементаційним регламентом (ЄС) 2016/1239.



2.5. Законодавчі положення щодо імпорту зернових культур до Європейського Союзу та Румунії

- Регламенти на рівні Європейського Союзу

3. Митні правила Союзу:

● **Митний кодекс Союзу** (Регламент (ЄС) № 952/2013) встановлює загальні правила та процедури митного оформлення товарів після ввезення до ЄС, включаючи митні декларації, визначення митної вартості, походження товарів та митний статус.

● **ПДВ**

Для товарів, імпортованих з країн, що не входять до ЄС, ПДВ, як правило, сплачується намитниці. Однак існують також механізми відстрочення сплати ПДВ дляекономічних операторів, які мають спеціальні сертифікати (зворотне нарахування).



2.5. Законодавчі положення щодо імпорту зернових культур до Європейського Союзу та Румунії

- Національні регламенти в Румунії

1. Надзвичайний указ № 84/2023 (та можливі продовження/наступні зміни) про встановлення заходів для регулювання імпорту сільськогосподарської продукції з України або Республіки Молдова: Він, наприклад, встановив, що імпорт пшениці, кукурудзи, ріпаку та соняшнику з цих країн може здійснюватися лише на підставі дозволу на імпорт економічними операторами в Румунії. Цей захід було запроваджено для захисту внутрішнього ринку та забезпечення національної продовольчої безпеки в контексті війни в Україні. (Примітка: Цей специфічний для України регламент є тимчасовим і може бути змінений або продовжений.)

2. Нормативні акти щодо безпеки харчових продуктів та санітарно-ветеринарного контролю: Правила безпеки харчових продуктів нетваринного походження: Існують накази Національного санітарно-ветеринарного управління та управління безпеки харчових продуктів (ANSVSA), такі як Правило від 18 липня 2022 року (Наказ № 120/4.724/2022), яке встановлює умови для здійснення імпортних операцій з харчовими продуктами нетваринного походження (включаючи зернові). Вони детально описують процедури офіційного контролю в пунктах прикордонного контролю (ПІК) та вимоги до сертифіката здоров'я, виданого країною-експортером.

3. Пункти прикордонного контролю (ППК): Імпорт зернових культур з третіх країн повинен проходити через призначені ППК, де проводяться фізичні, документальні та ідентифікаційні перевірки.



2.5. Законодавчі положення щодо імпорту зернових культур до Європейського Союзу та Румунії

- Національні регламенти в Румунії

3. Законодавство щодо якості та маркетингу сільськогосподарської продукції

- **Румунські стандарти (SR) та ISO:** Національний інститут стандартизації (ASRO) розробляє національні стандарти (наприклад, SR EN 15587:2019 для визначення домішок у зернових), які можуть бути актуальними для якості імпортованих зернових. Хоча вони самі по собі не є обов'язковими, якщо на них не посилається законодавчий акт, вони визначають належну практику та можуть використовуватися в комерційних договорах.
- **Закон № 321/2009** про маркетинг харчових продуктів з наступними змінами, який регулює загальні аспекти торгівлі харчовими продуктами, включаючи імпорт.

4. Нормативні акти з безпеки харчових продуктів та санітарно-ветеринарного контролю

Надзвичайний указ 43/2007 про навмисне вивільнення в навколишнє середовище генетично модифікованих організмів, який регулює імпорт та використання ГМО-зернових культур**.**



2.5. Законодавчі положення щодо імпорту зернових культур до Європейського Союзу та Румунії

- Загальний процес імпорту зернових з третіх країн (країн, що не входять до ЄС) до Румунії

1. **Відповідність вимогам ЄС:** Економічний оператор повинен забезпечити відповідність зернових усім стандартам ЄС щодо безпеки харчових продуктів, фітосанітарних стандартів та стандартів якості.

2. Документація. Необхідні такі документи:

- Комерційний рахунок-фактура
- Пакувальний лист
- Сертифікат походження
- Фітосанітарний сертифікат (за наявності), виданий компетентним органом країни-експортера.
- Сертифікат/аналіз здоров'я, що засвідчує відповідність стандартам безпеки харчових продуктів (наприклад, вміст мікотоксинів).
- Ліцензія на імпорт (якщо потрібна відповідно до GEO 84/2023 або інших спеціальних нормативних актів).



2.5. Законодавчі положення щодо імпорту зернових культур до Європейського Союзу та Румунії

- Загальний процес імпорту зернових з третіх країн (країн, що не входять до ЄС) до Румунії

3. Митне оформлення та прикордонний контроль
Товари прибувають до затвердженого пункту прикордонного контролю (ПІК). Компетентні органи (ANSVSA, Митна служба Румунії) проводять документальну, ідентифікаційну та фізичну перевірку.
Подається імпортна митна декларація. Сплачуються митні збори (якщо застосовуються) та ПДВ.
4. Випуск для вільного обігу: Після завершення контролю та сплати податкових зобов'язань зернові культури випускаються для вільного обігу в межах ЄС.
Імпортерам вкрай важливо ознайомитися з оновленим спеціальним законодавством та співпрацювати з митними та ветеринарними експертами для забезпечення повного дотримання вимог.



2.6. Ліміти рівнів забруднюючих речовин, дозволені румунським законодавством

У Румунії максимальні межі рівня нітратів та нітритів у садівничій продукції законодавчо встановлені НАКАЗОМ № 293/640/2001-1/2002 щодо умов безпеки та якості свіжих овочів та фруктів, призначених для споживання людиною, виданим Наказом МІНІСТЕРСТВА СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА, ХАРЧУВАННЯ ТА ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА № 293 від 2 серпня 2001 року, Наказом МІНІСТЕРСТВА ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я ТА СІМ'Ї № 640 від 19 вересня 2001 року, затвердженим НАЦІОНАЛЬНИМ ОРГАНОМ ЗАХИСТУ ПРАВА СПОЖИВАЧІВ 3 січня 2002 року та опублікованим в ОФІЦІЙНОМУ ВІСНІ № 173 від 13 березня 2002 року.

Хімічні речовини, що використовуються в сільськогосподарському секторі, дозволені на підставі сертифіката, підписаного Міжвідомчою комісією з сертифікації фітосанітарної продукції. Новий КОДЕКС – перелік сертифікованих засобів захисту рослин, який класифікує речовини на чотири групи токсичності – відповідно до законодавчого положення, опублікованого 5 червня 2004 року. Новий КОДЕКС (подібний до реєстру) засобів захисту рослин, що використовуються в Румунії, був опублікований MAAP. Цей каталог оновлюється кожні 2-3 роки.

Директивами 86/469 та 86/363 Комісія Європейського Співтовариства встановила контроль залишків у харчових продуктах тваринного та рослинного походження. Ці дві директиви охоплюють усі категорії залишків (пестициди, ПХБ, гормони, важкі метали тощо). Директива 83/363 стосується залишків пестицидів і також включена до Наказу 825/23.05.1994 про затвердження гігієнічних норм щодо харчових продуктів та їх санітарного захисту, доповненого Наказом 611/3.04.1995. Ці обмеження були переглянуті Наказом 356/2001 Міністерства сільського господарства.



БІБЛІОГРАФІЯ

1. REGULATION (EC) No 178/2002 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 28 January2002laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authorityand laying down procedures in matters of food safety.
2. COMMISSION REGULATION (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs.
3. https://commission.europa.eu/topics/eu-solidarity-ukraine/eu-assistance-ukraine/eu-ukraine-solidarity-lanes_en#:~:text=In%20May%202022%2C%20the%20Commission,and%20inland%20waterways%2C%20known%20as
4. https://policy.trade.ec.europa.eu/eu-trade-relationships-country-and-region/countries-and-regions/ukraine_en
5. https://www.csis.org/analysis/fracturing-solidarity-grain-trade-dispute-between-ukraine-and-european-union
6. https://www.foodsafetynews.com/2024/11/eu-commission-reports-on-food-safety-in-five-countries/
7. https://www.foodsafetynews.com/2023/12/eu-reports-on-food-safety-progress-in-ukraine-and-other-nations/
8. Alexa Ersilia Călina, Contaminanți în produse horticole și cerealiere, 2008, Editura Solness, Timişoara..

РОЗДІЛ 3.



ЗАХОДИ ЩОДО ЗАПОБІГАННЯ ТА ЗМЕНШЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ЗЕРНОВИХ ТА СУМІШНИХ З НИМИ ПРОДУКТІВ ПЕСТИЦИДАМИ

3.1. Обгрунтування (аргументація)

Забруднення зернових культур та продуктів їх переробки залишками пестицидів є серйозною проблемою для громадського здоров'я та безпеки харчових продуктів. Для ефективного вирішення цієї проблеми важливо впровадити комплексний набір профілактичних та пом'якшувальних заходів. По-перше, дотримання належної сільськогосподарської практики (GAP) є фундаментальним; це включає використання пестицидів відповідно до інструкцій на етикетці, дотримання рекомендованих доз та застосування в оптимальний час, щоб мінімізувати накопичення залишків у кінцевому продукті. Вибір пестицидів з низькою стійкістю в навколишньому середовищі та в сільськогосподарській продукції є ще однією ключовою стратегією, яка надає перевагу активним речовинам, що швидко розкладаються. Сівозміна також може допомогти зменшити тиск шкідників та хвороб, тим самим зменшуючи потребу в інтенсивному застосуванні пестицидів.

Постійний моніторинг рівня залишків у ґрунті, воді та рослинах під час їх вирощування має вирішальне значення для раннього виявлення можливих проблем та коригування стратегій втручання. Використання методів біологічного контролю та інтеграція методів боротьби зі шкідниками (PMI), що поєднує відповідальне використання пестицидів з біологічними, культурними та фізичними методами, є сталим підходом, який зменшує залежність від хімікатів.



3.2. Заходи щодо запобігання та зменшення забруднення пестицидами зернових культур та продуктів їх переробки на етапі виробництва

Запобігання та зменшення забруднення зернових культур пестицидами – це процес, який починається задовго до етапу збору врожаю. Ці кроки передбачають послідовне впровадження комплексу профілактичних заходів, що є фундаментальними для гарантування безпеки зернових культур, призначених для споживання людиною, та забезпечення захисту навколишнього середовища:

• **Належна сільськогосподарська практика (GAP):**

• вибір пестицидів: бажано низькостійкі пестициди, які швидко розкладаються в навколишньому середовищі та в рослині;

• суворе застосування пестицидів відповідно до етикетки, дотримання дозування та оптимального часу застосування для мінімізації залишків;



3.2. Заходи щодо запобігання та зменшення забруднення пестицидами зернових культур та продукти їх переробки на етапі виробництва

- **сівозміна:** розумна агрономічна стратегія, яка природним чином зменшує кількість шкідників та хвороб, зменшуючи потребу у використанні пестицидів;

- **аналіз ґрунту та води:** для виявлення будь-яких попередніх забруднень, які можуть бути поглинені зерновими культурами.



3.2. Заходи щодо запобігання та зменшення забруднення пестицидами зернових культур та продукти їх переробки на етапі виробництва

- **Інтегрована боротьба зі шкідниками:** зменшення залежності від пестицидів шляхом поєднання біологічних, культурних, фізичних та хімічних методів, що застосовуються лише за крайньої необхідності та в мінімально ефективних дозах;

- **постійний моніторинг шкідників та здоров'я сільськогосподарських культур:** дозволяє проводити точні втручання, зменшуючи непотрібні обробки та ризик утворення залишків.



3.3. Заходи щодо запобігання та зменшення забруднення пестицидами зернових культур та продукти їх переробки на етапі виробництва

Заходи щодо запобігання та зменшення забруднення зернових культур пестицидами виходять за межі етапу збору врожаю. Для досягнення цієї мети рекомендується вжити кількох заходів:

• **знання тривалості зберігання пестицидів та дотримання часу перерви**: суворе дотримання інтервалу між останнім застосуванням пестицидів та збиранням врожаю, що дозволяє залишкам розкладатися до безпечного рівня;



3.4. Measures to prevent and reduce pesticide contamination cereals and related products at the post-harvesting conditioning stage

Фаза кондиціонування є критично важливою для гарантування безпеки кінцевої продукції та вимагає певних заходів:

• **Оптимальні умови зберігання**: контроль температури, вологості та вентиляції запобігає розвитку шкідників та цвілі на складах, усуваючи потребу в додаткових пестицидах;

• **Постійний моніторинг**: відбір проб та лабораторний аналіз протягом усього післязбирального процесу є незамінними для перевірки дотримання максимально допустимих залишків (МДЗ) та швидкого виявлення будь-яких проблем.



3.5. Заходи щодо запобігання та зменшення забруднення пестицидами зернових культур та пов'язаних з ними продуктів на етапі переробки

Етап обробки зерна пропонує значні можливості для подальшого зниження рівня залишків пестицидів, навіть після вжиття польових та післязбиральних заходів. Різні промислові процеси можуть допомогти зменшити кількість цих забруднювачів:

• **механічне миття та очищення:** мають вирішальне значення для ефективного видалення залишків з поверхні зернових культур;

• **лущення та подрібнення**: вони суттєво зменшують кількість залишків, видаляючи висівки та зовнішні шари, де часто концентруються пестициди. Подальше подрібнення зменшує кількість залишків, що залишаються в масі продукту;



3.5. Заходи щодо запобігання та зменшення забруднення пестицидами зернових культур та пов'язаних з ними продуктів на етапі переробки

- **термічна обробка:** приготування їжі, випікання або смаження можуть термічно розкладати певні пестициди, знижуючи їх рівень у кінцевому продукті, ефективність якого залежить від типу пестициду та термічного режиму;

- **постійний моніторинг:** лабораторні аналізи під час обробки є важливими для перевірки ефективності заходів та забезпечення дотримання законодавчо встановлених максимальних лімітів залишків (МДЛ).



Bibliography

- Alexa, E. (2008) Contaminanţi în produse horticole si cerealiere, ISBN 978-973-729-152-3. Editura SOLNESS, Timişoara.
- Altieri, M. A. (2018). Agroecology: The science of sustainable agriculture (3rd ed.). CRC Press.
- Comisia Europeană. (2024). Baza de Date a Pesticidelor UE. https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database_en
- Comisia Europeană. (2024). Limits for pesticide residues in food and feed. https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/maximum-residue-levels_en
- European Food Safety Authority. (2023). Rapoarte anuale privind reziduurile de pesticide. https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/pesticide-residues
- European Food Safety Authority. (2023). Review of the existing EU legislation on pesticides and its implementation. https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/7872
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). Codul Internațional de Conduită privind Managementul Pesticidelor.FAO.
- Lewis, W. J., van Lenteren, J. C., Vet, L. E. M., & Tumlinson, J. H. (1997). A total system approach to sustainable pest management. Annual Review of Entomology, 41(1), 415–433.
- Lozowicka, B., Jankowska, M., & Szpyrka, E. (2014). Effect of technological processes on pesticide residues in cereals and their processed products. Food Additives & Contaminants: Part A, 31(6), 1084–1095.
- Rauter, W., et al. (2007). Reduction of pesticide residues in vegetables and fruits by various processing steps. Journal of Food Science, 72(8), C469–C473.

РОЗДІЛ 4.

ЗАХОДИ ЩОДО ЗАПОБІГАННЯ ТА ЗМЕНШЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ЗЕРНОВИХ ТА СУМІШНИХ З НИМИ ПРОДУКТІВ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ



4.1.Обгрунтування

Забруднення зернових культур та продуктів їх переробки важкими металами становить серйозну загрозу, що вимагає термінового та суворого вжиття заходів щодо запобігання та зменшення забруднення. Аргументи на користь такого підходу структуровані навколо основних складових: громадське здоров'я, безпека харчових продуктів, економічний вплив та екологічна стійкість. Рівень важких металів у рослинах залежить від кількох факторів:

- культивований вид;
- вплив руху наземного транспорту та промислової діяльності, що здійснюється в міському середовищі;
- традиційна або органічна технологія вирощування;
- вплив використання забруднених стічних вод для зрошення;
- аналізована частина рослини, концентрація важких металів у ґрунті;
- культивовані сорти та морфологічна структура;
- вміст важких металів у ґрунті.



4.2.Профілактичні заходи на етапі підготовки ґрунту до обробітку

- **Фіторемедіація** (може тривати від кількох років до десятиліть): у випадку ґрунтів з високим рівнем забруднення, методи фіторемедіації (використання гіперакумуляційних рослин для вилучення металів з ґрунту) можна розглядати як довгострокові рішення, хоча вони не є прямими заходами для запобігання забрудненню зерна в поточному виробничому циклі, а для ремедіації ґрунту.
- Фіторемедіація часто передбачає використання гіперакумулятивних або толерантних рослин, які не призначені для споживання людиною, а спеціально культивуються для вилучення металів з ґрунту. Після завершення процесу ремедіації забруднена біомаса безпечно утилізується, і ґрунт стає безпечнішим для вирощування зерна.



4.2.Профілактичні заходи на етапі підготовки ґрунту до обробітку

Гіперакумуляторні рослини для:

Кадмій (Cd):

- *Thlaspi caerulescens* (*Noccaea caerulescens*), талабан альпійський або ярутка польова - хрестоцвітна рослина, визнана одним із найкращих гіперакумуляторів Cd та Zn.
- *Brassica juncea* (індійська гірчиця) – має велику біомасу та хорошу здатність накопичувати Cd, Pb, Cu та інші метали.
- • *деякі види Helianthus annuus* (соняшник) – можуть накопичувати Cd та Pb.
- *Salvia officinalis* (шавлія) та Ocimum basilicum (базилік) – вивчали їх потенціал до накопичення Cd.
- .*Hypericum perforatum* - ефективно поглинає Pb та Cd.



4.2. Профілактичні заходи на етапі підготовки грунту до обробки

Гіперакумуляторні рослини для :

Свинець (Pb) :

- *Brassica juncea* (індійська гірчиця) – має велику біомасу та добру здатність накопичувати Pb, Cu, Cd та інші метали.
- *Helianthus annuus (соняшник)* – демонструє потенціал для фітоекстракції Pb.
- *Pteris vittata* (миш'яковиста папороть) – хоча більш відома завдяки миш'яку, вона також має певний потенціал для Pb.
- Хризантема – може поглинати Pb та інші важкі метали.
- деякі види Morus (шовковиці) – вивчалися для фіторемедіації ґрунтів, забруднених свинцем.



4.2. Профілактичні заходи на етапі підготовки грунту до обробки

Гіперакумуляторні рослини для:

Арсен (As):

- *Pteris vittata* (миш'яковиста папороть або китайська папороть) – це один із найвідоміших та найефективніших гіперакумуляторів миш'яку. Він може накопичувати миш'як у листі в концентраціях тисяч мг/кг.



Нікель (Ni):

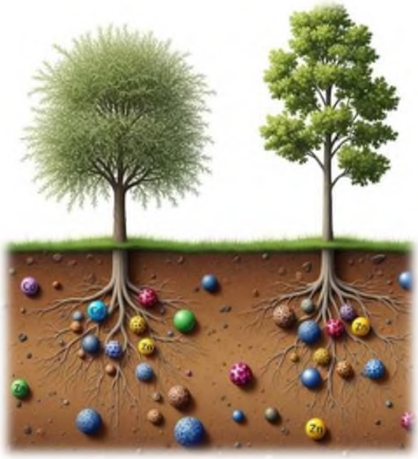
- деякі види алісуму (наприклад, *Alyssum bertolonii*) – визнані гіперакумуляторами нікелю.
- *Aurinia saxatilis* (золотистий вус) – відомий своєю здатністю накопичувати нікель.

4.2. Профілактичні заходи на етапі підготовки грунту до обробки

Толерантні та фітостабілізуючі рослини:

Ці рослини не обов'язково накопичують велику кількість металів у повітряній біомасі, але вони можуть переносити високий рівень металів у ґрунті та іммобілізувати їх у коренях або в ґрунті навколо коренів (ризосфера), тим самим знижуючи їхню рухливість та біодоступність. Цей метод корисний для запобігання поширенню важких металів у ґрунтові води та стабілізації еродованих ґрунтів.

- *Види верби (Salix spp.) та види тополі (Populus spp.) – швидкозростаючі дерева, що використовуються для фітостабілізації та фітоекстракції у випадку деяких металів (Salix spp. можуть накопичувати Cd, Zn).*
- *Zea mays (кукрудза) – хоча це злакова культура, її можна використовувати у фітостабілізації або сівозміні для покращення ґрунту, але зверніть увагу на накопичення важких металів в зерні.*
- *Chrysopogon zizanioides (ветивір або золотоборідник цицанієподібний) – стійкий до суворих умов і використовується для стабілізації еродованих та забруднених ґрунтів.*
- *Equisetum arvense, Equisetum arvense (хвощ польовий) – толерантний до важких та забруднюючих ґрунтів, часто використовується для стабілізації ґрунту.*
- *Artemisia annua (полин однорічний) – морозостійка рослина, відома своєю здатністю виживати у складних ґрунтах.*
- *Medicago sativa L.* (люцерна) - *фіторемедіація ґрунтів, забруднених важкими металами, зокрема свинцем і міддю.*

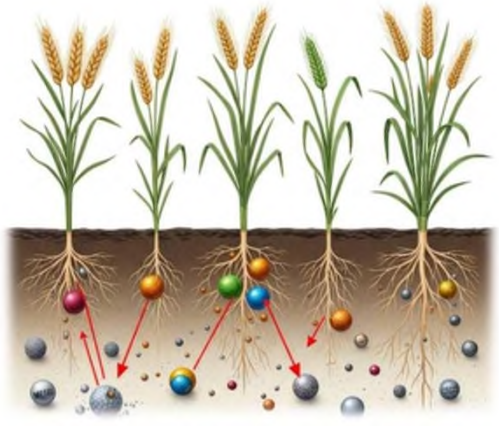


4.3. Профілактичні заходи на етапі виробництва

Запобігання та зменшення забруднення зернових культур у полі є важливим заходом для забезпечення безпечної та якісної сільськогосподарської продукції. З метою мінімізування поглинання важких металів зерновими культурами, може бути впроваджено низку агрономічних заходів та управління грунтами:

Вибір сортів зернових:

Вибір сортів з низькою здатністю накопичувати важкі метали («ексклюзивні рослини») є ефективною стратегією. Між сортами існують суттєві відмінності щодо поглинання та переміщення важких металів.



4.3. Профілактичні заходи на етапі виробництва

- **Моніторинг та аналіз ґрунту:** Регулярне проведення аналізів ґрунту для визначення рівня важких металів має вирішальне значення. Це дозволяє виявити забруднені ділянки та адаптувати сільськогосподарські технології.

- **Регулювання pH ґрунту**: pH ґрунту суттєво впливає на рухливість та біодоступність важких металів. Підвищення pH за допомогою вапняних добавок (наприклад, карбонату кальцію) може зменшити розчинність і, як наслідок, поглинання багатьох важких металів, таких як кадмій та свинець.



4.3. Профілактичні заходи на етапі виробництва

- **Покращення вмісту органічної речовини в ґрунті:** Додавання органічної речовини (компосту, гною, рослинних залишків) може знизити біодоступність важких металів, утворюючи стабільні комплекси, тим самим обмежуючи їх поглинання рослинами.

- **Використання добрив з низьким вмістом важких металів:** Вкрай важливо використовувати фосфатні добрива із сертифікованим низьким вмістом кадмію та інших важких металів. Перевірка етикеток та походження добрив є обов'язковою.



4.3. Профілактичні заходи на етапі виробництва

- **Сівозміна:** Включення до сівозміни культур, які накопичують менше важких металів, або культур, які можуть сприяти фітоекстракції (у випадку сильно забруднених ґрунтів та для цілей рекультивації), може бути корисним.
- **Методи зрошення:** Використання якісної зрошувальної води з низьким вмістом важких металів є фундаментальним. Рекомендується періодичний аналіз джерел води.



4.4. Профілактичні заходи на етапі збору врожаю

Правильне регулювання та обслуговування збиральної техніки:

- **Встановлення висоти зрізу:** Оптимальне регулювання висоти зрізу комбайна, щоб уникнути контакту з ґрунтом та мінімізувати його заглиблення у зібрану масу. Це фундаментальний захід для зменшення забруднення частинками ґрунту.
- **Регулярна перевірка та очищення**: До та під час збиральної кампанії комбайни повинні бути ретельно оглянуті та очищені від рослинних залишків, накопиченого пилу та потенційних джерел витоків (мастила, рідини).
- **Використання харчових мастильних матеріалів:** Наскільки це технічно та економічно доцільно, використання спеціалізованих харчових мастил у критичних системах може зменшити ризик у разі витоку.
- **Перевірка цілісності металевих компонентів:** Періодична перевірка деталей, що безпосередньо контактують із зерном, для виявлення надмірного зносу та своєчасної їх заміни, запобігаючи вивільненню металевих фрагментів.



4.4. Профілактичні заходи на етапі збору врожаю

Догляд за ґрунтом та полем:

- **Підготовка ґрунту:** Забезпечення рівної поверхні землі без крутих канав або горбів, які можуть змусити комбайн зрізати занадто низько.
- **Уникнення збирання врожаю в несприятливих умовах:** Наскільки це можливо, слід уникати збирання врожаю в надмірно вологих або мулистих ґрунтових умовах, які сприяють адгезії ґрунту до рослин та техніки. Також слід уникати збирання врожаю за сильного вітру, особливо в районах з пилуватими ґрунтами, або проводити його з додатковими запобіжними заходами
- **Фізичні бар'єри**: У випадку полів, що прилягають до доріг з інтенсивним рухом або джерел промислового забруднення, можна оцінити можливість посадки лісосмуг або інших рослинних бар'єрів, які можуть зменшити осадження частинок пилу на врожаї.



4.4. Профілактичні заходи на етапі збору врожаю

Контроль якості на місці збору врожаю:

- **Візуальний огляд:** Комбайнери та персонал збиральної ланки повинні проводити візуальний огляд зібраного зерна, щоб виявити наявність надмірної кількості домішок, ґрунту або незвичайних залишків.
- **Уникнення забруднення в причепах/контейнерах:** Причепи та контейнери, що використовуються для транспортування зерна з поля, повинні бути чистими, сухими та такими,що раніше не використовувалися для транспортування забруднених матеріалів.



4.4. Профілактичні заходи на етапі збору врожаю

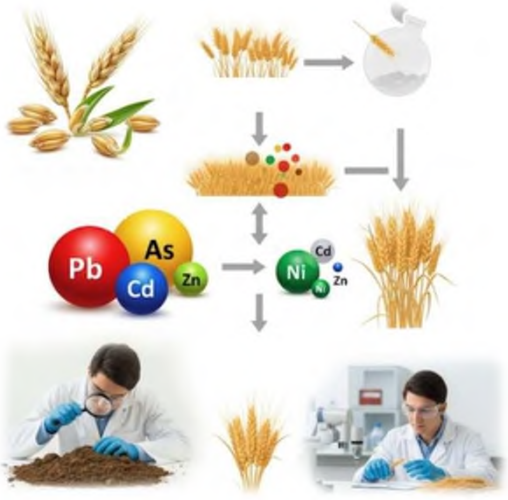
Карта ризиків та планування збору врожаю:

- **Визначення зон ризику:** У випадку великих ферм або районів з історією забруднення, зони високого ризику (наприклад, ділянки, що прилягають до доріг, фабрик) можуть бути нанесені на карту та зібрані окремо або з посиленими запобіжними заходами.
- **Передзбиральний аналіз:** Якщо є підозра на забруднення, зразки зерна можуть бути взяті з поля перед збиранням врожаю для попереднього аналізу, щоб визначитися зі стратегією збору врожаю та подальшим управлінням.



4.5. Профілактичні заходи на етапах післязбиральної та кондиціонної обробки

Ризик збереження або навіть посилення забруднення важкими металами сильно проявляється на післязбиральних етапах та під час процесів кондиціонування. Тому гарантування якості та безпеки зернових культур вимагає суворого впровадження контрольних заходів по всьому ланцюжку створення вартості, від початкового джерела на полі до кінцевого продукту, призначеного для споживача. На цих етапах зерно може піддаватися впливу різних джерел важких металів.



4.5. Профілактичні заходи на етапах післязбиральної та кондиціонної обробки

Ретельне очищення та санітарна обробка обладнання та приміщень:

- Усе транспортне, складське та переробне обладнання (причепи, конвеєрні стрічки, силоси, млини, сита) необхідно регулярно та ретельно очищати для видалення пилу, сміття та будь-яких потенційних джерел забруднення.
- Використання мийних матеріалів та розчинів, які не додають нових забруднювачів.



4.5. Профілактичні заходи на етапах післязбиральної та кондиціонної обробки

Перевірка будівельних матеріалів та обладнання:

- Нове обладнання має бути виготовлене з інертних, нетоксичних матеріалів, що не виділяють важких металів (наприклад, харчова нержавіюча сталь).
- Старе обладнання слід перевірити на наявність ділянок з потенційним викидом металів (наприклад, свинцева фарба, знос металу).



4.5. Профілактичні заходи на етапах післязбиральної та кондиціонної обробки

Контроль пилу:

- Системи вентиляції та фільтрації повітря на складах та в переробних цехах повинні бути ефективними, щоб мінімізувати накопичення та поширення пилу.
- Зони завантаження/розвантаження та обробки повинні бути максимально ізольовані від зовнішніх джерел забруднення повітря.



4.5. Профілактичні заходи на етапах післязбиральної та кондиціонної обробки

Запобігання перехресному забрудненню:

- Фізичне розділення партій зерна різного походження або якості (особливо тих, що підозрюються у забрудненні).
- Ретельне очищення обладнання між обробкою різних партій або видів зерна.
- Зберігання зерна у спеціально відведених, чистих та сухих приміщеннях, подалі від потенційних джерел забруднення (наприклад, хімікатів, промислових відходів).



4.5. Профілактичні заходи на етапах післязбиральної та кондиціонної обробки

Використання води контрольованої якості:

- Вода, яка використовується для миття, зволоження або охолодження зерна, повинна надходити з безпечного джерела та регулярно перевірятися на відсутність важких металів. Якість питної води часто є прийнятним стандартом.



4.5. Профілактичні заходи на етапах післязбиральної та кондиціонної обробки

Безпечні упаковки:

- Пакувальні матеріали (пакети, контейнери) повинні бути харчового класу, новими або належним чином очищеними та продезінфікованими, а також не повинні містити або виділяти важкі метали.
- Упаковку слід зберігати в гігієнічних умовах, щоб запобігти забрудненню перед використанням.



4.5. Профілактичні заходи на етапах післязбиральної та кондиціонної обробки

Моніторинг та тестування готової продукції:

- Хоча профілактичні заходи є фундаментальними, регулярне тестування партій зерна (та похідних продуктів) на вміст важких металів є важливим для перевірки ефективності вжитих заходів та забезпечення дотримання встановлених законом обмежень.
- Зразки відбираються з різних точок процесу обробки для виявлення потенційних критичних точок забруднення.



4.5. Профілактичні заходи на етапах післязбиральної та кондиціонної обробки

Навчання персоналу:

- Усі працівники, залучені до етапів післязбиральної обробки та кондиціонування, повинні пройти навчання з належної гігієни, процедур очищення, запобігання перехресному забрудненню та важливості безпеки харчових продуктів.



4.6. Профілактичні заходи на етапі обробки

Молекулярні механізми транспорту металів та їх розподіл у різних оболонках зернових культур ще не повністю вивчені, але дослідження показують, що деякі важкі метали накопичуються переважно в різних морфологічних структурах зернових культур. Знання цих аспектів дозволяє оптимально переробляти зернові культури та ефективно використовувати отриману сировину, щоб зменшити вплив важких металів на споживачів.

Елементний мікроаналіз зрізів зерна злаків вказує на те, що **фосфор, калій, кальцій, марганець, залізо та цинк** розподілені подібним чином: найвищі концентрації спостерігаються в **алейроновому шарі** та **зародку** (особливо в щитку), а найнижчі — в **ендоспермі**.

Свинець накопичується переважно в зовнішньому шарі зерна (перикарпії та насіннєвій оболонці); цей висновок узгоджується з результатами тесту на помел зерна, згідно з якими висівки (що переважно складаються з перикарпію та оболонки) містять значно більше свинцю, ніж цільнозернове пшеничне борошно.

Важкі метали, такі як нікель, стронцій, сурма та свинець, містяться у вищих концентраціях у цільнозерновому борошні порівняно з білим пшеничним борошном.



4.6. Профілактичні заходи на етапі обробки

Навіть якщо сировина спочатку була доброї якості, неправильні методи обробки можуть призвести до внесення або підвищення концентрації важких металів, що впливає на якість та безпеку отриманих продуктів (борошно, манна крупа, пластівці тощо). Щоб мінімізувати забруднення важкими металами під час переробки зерна, рекомендується:

- **Контроль якості сировини:** Приймати лише ті партії зернових культур, які були протестовані та підтверджені як такі, що мають рівень важких металів нижче максимально допустимих норм (MAL) відповідно до національних та міжнародних норм (наприклад, Регламент (ЄС) № 1881/2006 Європейської Комісії про максимальні рівні певних забруднювачів у харчових продуктах).
- **Контроль якості води**: Вода, що використовується в процесах миття, кондиціонування або зволоження, повинна бути питної якості та періодично перевірятися на відсутність важких металів. Корисним є застосування систем фільтрації води.



4.6. Профілактичні заходи на етапі обробки

Технічне обслуговування та санітарна обробка обладнання:

- **Ретельне очищення:** Усе обладнання та поверхні, що контактують із зерном (лущильники, млини, сепаратори, конвеєрні стрічки, трубопроводи), повинні регулярно очищатися та дезінфікуватися відповідно до програми HACCP для видалення залишків та запобігання накопиченню забруднюючих речовин.
- **Огляд та заміна**: Періодичний огляд зношуваних деталей (валків, сит, молотків) та їх заміна до досягнення ними значного ступеня пошкодження, що може призвести до вивільнення металевих частинок. Перевага надаватиметься інертним, харчовим, стійким до стирання матеріалам (наприклад, високоякісній нержавіючій сталі).
- **Безпечні мастильні матеріали**: Виключно використання харчових мастильних матеріалів у всіх точках змащування обладнання, які можуть контактувати із зерном.



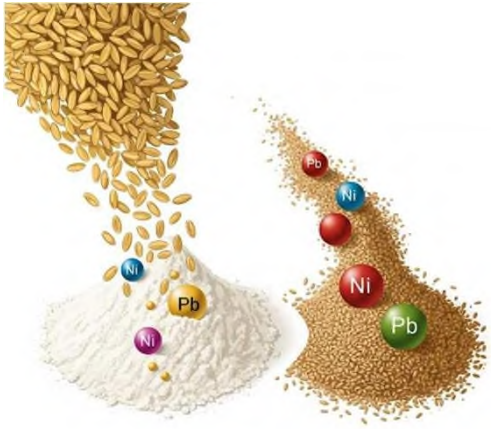
4.6. Профілактичні заходи на етапі обробки

Оптимізація процесу подрібнення:

- **Розділення фракцій**: Відомо, що важкі метали концентруються у висівках та інших побічних продуктах. Тому ефективне подрібнення, яке максимально відокремлює ендосперм від зовнішніх шарів, може зменшити вміст важких металів у білому борошні

- **Моніторинг побічних продуктів**: Побічні продукти з високим вмістом важких металів слід належним чином утилізувати, і їх не слід повторно вводити в харчовий ланцюг людини чи тварин без ретельної оцінки ризику.

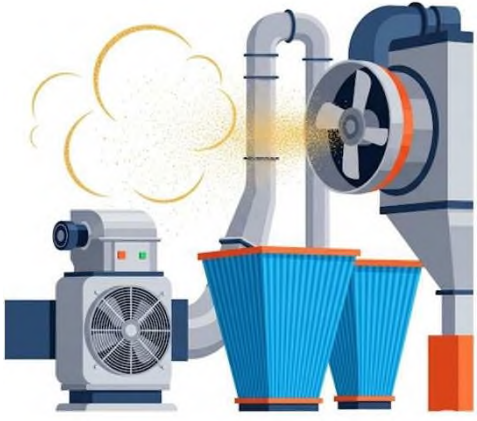
- .



4.6. Профілактичні заходи на етапі обробки

Контроль пилу та навколишнього середовища:

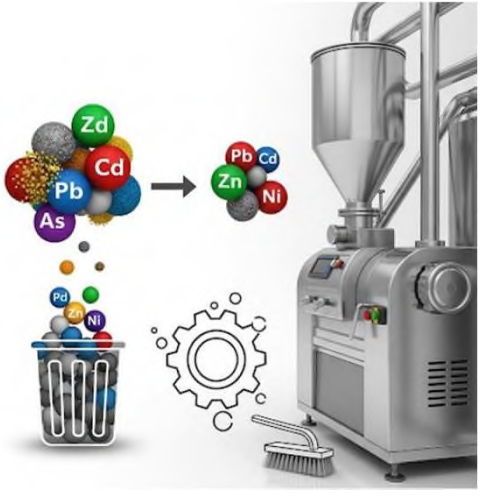
- Використання ефективних систем всмоктування та фільтрації повітря в технологічних установках для мінімізації пилу у зважених кількостях, який може містити важкі метали та осідати на продуктах.
- Підтримка необхідного тиску в критично важливих зонах обробки для запобігання потраплянню забрудненого повітря ззовні.



4.6. Профілактичні заходи на етапі обробки

Запобігання перехресному забрудненню:

- Впровадження суворих процедур для запобігання змішуванню партій зернових культур з різним рівнем забруднення.
- Повне очищення технологічних ліній між змінами партій або типів зерна.

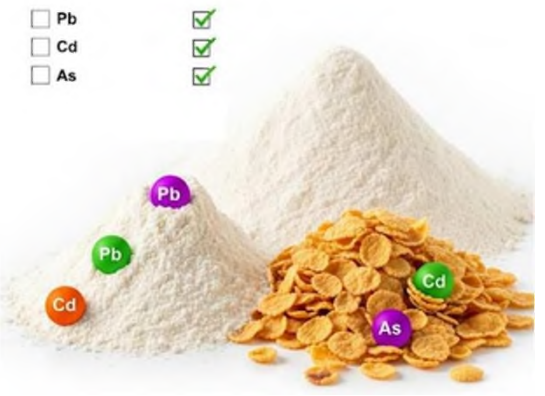


4.6. Профілактичні заходи на етапі обробки

Безперервний моніторинг перероблених продуктів:

- **Періодичний аналіз:** Проведення регулярних аналізів проміжних продуктів (наприклад, манної крупи, висівок) та готового продукту (борошна) для перевірки відповідності вимогам LMA щодо вмісту важких металів. Ці аналізи можуть включати такі методи, як атомно-абсорбційна спектрометрія (AAS) або мас-спектрометрія з індуктивно зв'язаною плазмою (ICP-MS).

- **Критичні контрольні точки (CCP):** Визначення точок у процесі, де ризик забруднення важкими металами є найвищим, та встановлення CCP з критичними межами та процедурами моніторингу.



Бібліографія

1. AgriLand. (n.d.). Plante pentru decontaminare sau plante puternic infestate. Recuperat de la: https://agriland.ie/plante-pentru-decontaminare/ (Notă: data exactă a publicării nu este specificată pe site, dar conținutul a fost accesat recent).
2. Alexa, E. (2008) Contaminanţi în produse horticole si cerealiere, ISBN 978-973-729-152-3. Editura SOLNESS, Timişoara.
3. Aleksić, E. (2009). Contaminare în produsele horticole şi cerealiere. ISBN: 978-973-722-162-3. Editura SOIMESS, Timișoara.
4. Baker, A. J. M., McGrath, S. P., Sidoli, O. D., & Reeves, R. D. (1994). The possibility of in situ heavy metal decontamination of polluted soils using crops of metal-accumulating plants. Resources, Conservation and Recycling, 11(1-4), 41-49.
5. Chinn, C., Mocioalcă, M. (2019). ACUMULAREA METALELOR ÎN DIFERITE CULTURI. Recuperat de la: http://drept.usch.ro/doc/rezumat_teza_doctorat_mocioalca_cristina.pdf
6. Clemens, S., Aarts, M. G. M., Thomine, S., & Verbruggen, N. (2013). Plant science: Bickey to preventing cadmium entering the food chain. Trends in Plant Science, 18(1), 59-65.
7. Codex Alimentarius. (2009). Code of Practice for the Prevention and Reduction of Food Contamination (FAO/WHO) CXG-P65-2009. Roma: FAO/WHO.
8. Comisia Europeană. (2006). Regulamentul (CE) nr. 1881/2006 al Comisiei din 19 decembrie 2006 de stabilire a nivelurilor maxime pentru anumiți contaminanți din produsele alimentare. Jurnalul Oficial al Uniunii Europene, L 364/5. (O modificare ulterioară, ca Regulamentul (UE) 2023/915 pentru cadmiu).
9. Ertli, K., & Gaeschler, W. (2011). Cereale: wholemeal flour, white flour and some good food products: an elemental comparison. European Food Research and Technology, 234, 2005-2015.
10. FAO. (2011). Good Agricultural Practices for the Production of Maize. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (Despre aceleași principii, principiile de igienă și prevenirea contaminării solului sunt, în general, valabile).
11. FAO/WHO. (2019). Codex Alimentarius Standard for Contaminants and Toxins in Food and Feed. CODEX STAN 193-1995, Rev. 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization.
12. FRISOLINE. (2012, iulie 23). Plante care recuperează solul de la orice sol/monoculture. Recuperat de la: https://www.frisoline.info/plante-le-plantarea-de-purificarea-de-la-sol-promitenti/
13. Garcis Sanchez, M., Lopez Serrano, O., & Biskes Romer, P. (2013). Influence of organic matter on heavy metal availability in contaminated soils. Journal of Environmental Management, 130, 206-214.
14. Gheboasa, M., Muchtarova, P., & Mazparthiya, H. A. (2014). Lead and cadmium accumulation in leafy vegetables grown on urban roadside soil in Zimbabwe. International Journal of Environmental Monitoring and Analysis, 2(6), 208-214. (Studiu relevant pentru igiena impacului traficului rutier asupra culturilor, inclusiv asupra de recoltare).
15. Iordache, E. (2023, Septembrie 20). Impactul folosirilor agricole asupra unui client: poluare agricolă și extinderea de flori salbatice. Studiul Universitare de Doctorat. Recuperat de la: https://doctorat.uaic.ro/wp-content/uploads/2023/09/rezumat_teza_doctorat_catanasiu_ionut_valentin.pdf
16. Ma, L. Q., Komar, K. B., Tu, C., Zhang, W., Cai, Y., & Kennelley, E. D. (2001). A fern that hyperaccumulates arsenic. Nature, 409(6820), 579.
17. Palmgren, M. G., Clemens, S., Williams, L. E., Krämer, U., Borg, S., Schiøttling, J. C., & Sanders, D. (2008). Biofortificarea cu ioni cereale: o provocare științifică. Trends in Plant Science, 13(9), 464-473.
18. Purnar, P. B. A. (n.d.). Phytoextraction the use of plants to remove heavy metals from soils. Environmental Science & Technology, 29(5), 1232-1238.
19. R. H., J., V. L., & F., A. F., (2017). Efectul de zinc asupra creșterii și acumulării în plantele de grâu. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 44, 322-328.
20. Sharma, A., Sharma, R., & Bhardwaj, R. O. (2017). Heavy metal contamination of soil: Sources, fate and remediation. In Environmental Science and Engineering (pp. 1-70). Springer, Singapore. (Despre aceleași referințe și principii, principiile de igienă și prevenirea depășirii și a explicației în contextul post-reventării și a venturii-contaminarea).
21. Simon, Alexandru. (n.d.). Fitoremedierea Solurilor: Scriind. Recuperat de la: https://cris.unibuc.ro/cris/21172/2870/fitoremedierea-solurilor/ (Notă: Data exactă a publicării nu este specificată pe site, dar conținutul a fost accesat recent).
22. Smolders, E., & Mertens, J. (2013). Soil pH as a key factor affecting the phytoavailability of heavy metals in contaminated soils. In Phytoremediation (pp. 23-34). Springer, Berlin, Heidelberg.
23. Thour.com. (n.d.). Anatomy of a wheat kernel. Recuperat de la: https://Thour.com/anatomy-of-a-wheat-kernel/ (Notă: data exactă a publicării nu este specificată pe site, dar conținutul a

РОЗДІЛ 5.

ЗАХОДИ ЩОДО ЗАПОБІГАННЯ ТА ЗМЕНШЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ЗЕРНОВИХ ТА СУМІШНИХ З НИМИ ПРОДУКТІВ АЗОТНИМИ СПОЛУКАМИ



5.1. Загальні поняття

Повсюдна присутність азотних сполук у зернових культурах є прямим наслідком їхньої незамінної ролі в рості та розвитку рослин. Тим не менш, необдумане або надмірне застосування та неправильне управління азотом, особливо в сільськогосподарських системах, може призвести до різноманітних форм забруднення. Ці забруднювачі, до яких належать нітрати, нітрити та N-нітрозаміни, мають значний шкідливий вплив як на цілісність навколишнього середовища, так і на здоров'я людини.

Отже, пом'якшення наслідків та запобігання такому забрудненню вимагають комплексної, багатогранної стратегії. Цей підхід повинен охоплювати весь ланцюжок створення вартості, починаючи від ретельно керованих польових практик і закінчуючи складними методами післязбиральної обробки та переробки.



5.2. Агрономічні практики (передзбиральний період)

Діагностика поживних речовин у ґрунті

Регулярне та точне тестування ґрунту є основоположною практикою ефективного управління азотом. Цей діагностичний підхід сприяє точному кількісному визначенню існуючих запасів азоту в ґрунті та точному визначенню потреб у поживних речовинах для конкретних культур. Такі детальні дані відіграють важливу роль у зменшенні ризику надмірного внесення азоту, тим самим запобігаючи потенційним втратам поживних речовин та навантаженню на навколишнє середовище.

Розширене просторове управління поживними речовинами

Інтеграція методологій точного землеробства (PA), зокрема управління поживними речовинами для конкретних місць (SSNM), використовує передові технологічні інструменти. Використання глобальних систем позиціонування (GPS), дистанційного зондування та аплікаторів зі змінною нормою дозволяє високоточно вносити азотні добрива. Ця точність залежить від даних у режимі реального часу, що стосуються просторової мінливості родючості ґрунту та потреб культур у поживних речовинах у різних гетерогенних польових зонах. Впровадження цих технологій, відповідно, мінімізує локалізоване надмірне внесення та значно підвищує ефективність використання азоту (NUE).



5.1. Агрономічні практики (передзбиральний період)

Принципи цілісного управління поживними речовинами

Дотримання структури управління поживними речовинами 4R є ключовим для сталого управління азотом. Ця структура виступає за розумне застосування добрив на основі чотирьох основних принципів: використання правильного джерела, у правильній нормі, у правильний час та у правильному місці. Сумлінне впровадження цих принципів суттєво скорочує втрати поживних речовин у навколишнє середовище, одночасно максимізуючи засвоєння та використання азоту вирощуваною культурою.

Оптимізовані стратегії доставки азоту

Роздільне внесення азотних добрив являє собою вдосконалений підхід до управління поживними речовинами, що передбачає розподіл загальної потреби в азоті на кілька менших доз, що застосовуються на критичних стадіях росту протягом вегетаційного періоду. Ця стратегія точно відкалібрована для синхронізації доступності азоту з динамічною кривою поглинання культурою, тим самим значно зменшуючи втрати, пов'язані з вимиванням та випаровуванням.



5.1. Агрономічні практики (передзбиральний період)

Інтегроване управління родючістю ґрунтів та посівами

Стратегічне збільшення вмісту органічної речовини (ОРР) у ґрунті за допомогою таких практик, як внесення пожнивних залишків та розумне внесення органічних добрив (наприклад, гною, компосту) має першорядне значення для зміцнення здоров'я ґрунту та збільшення його здатності утримувати азот. Цей підхід, відповідно, зменшує залежність від синтетичного азоту. Тим не менш, вкрай важливо ретельно контролювати внесення гною, щоб запобігти внесенню надоптимальних рівнів азоту.

Точне управління водними ресурсами

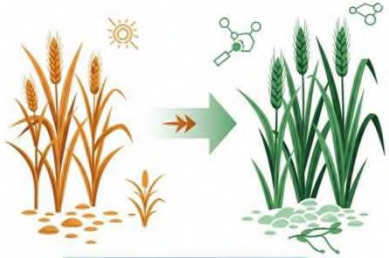
Впровадження оптимізованих методів зрошення, включаючи точне планування та впровадження ефективних методів, таких як крапельне зрошення, має вирішальне значення для запобігання перезволоженню. В іншому випадку цей стан може сприяти денітрифікації та призвести до значних втрат азоту. Крім того, надмірне зрошення безпосередньо сприяє збільшенню вимивання нітратів, що підкреслює необхідність каліброваного водопостачання.



5.1. Агрономічні практики (передзбиральний період)

Генетичне вдосконалення для ефективності використання азоту

Поточний розвиток та впровадження сортів зернових культур, що демонструють підвищену ефективність використання азоту (НВЕ), є значним прогресом у сталому сільському господарстві. Ці генетично вдосконалені сорти здатні досягати оптимального росту та врожайності зі зменшеним споживанням азоту, тим самим сприяючи як економічній, так і екологічній стійкості..



Конкурентне виключення та розподіл ресурсів

Ефективні стратегії боротьби з бур'янами та інтегрованої боротьби зі шкідниками є незамінними для мінімізації фізіологічного стресу рослин. Зменшуючи конкуренцію з боку небажаної флори та обмежуючи біотичну шкоду, ці методи гарантують, що застосовані азотні ресурси переважно засвоюються цільовою зерновою культурою, а не перенаправляються конкуруючими організмами.



5.2. Збір врожаю та післязбиральне оброблення

Оптимізація післязбиральних практик для якості зернових культур

Своєчасне збирання врожаю є критичним фактором у зменшенні ризику поширення грибкової мікрофлори та подальшого забруднення мікотоксинами зернових культур. Збір врожаю в оптимальній фізіологічній стиглості та з низьким вмістом вологи безпосередньо знижує сприйнятливість зерна до колонізації грибковою мікрофлорою. Це особливо важливо, враховуючи потенційний зв'язок між метаболізмом азоту такої мікрофлори та біосинтезом мікотоксинів.

Санітарія обладнання для запобігання забрудненню

Підтримка суворих гігієнічних протоколів для всього обладнання для збирання, транспортування та зберігання має першочергове значення. Забезпечення ретельного очищення, висушування та відсутності залишків органічних речовин або сміття до та після використання є важливим заходом для запобігання перехресному забрудненню та мінімізації потрапляння мікроорганізмів, що сприяють псуванню, до зібраного врожаю.



5.2. Збір врожаю та післязбиральне оброблення

Оптимізація зберігання зерна для збереження якості

Ефективне зберігання зерна має першочергове значення для збереження якості та запобігання псуванню. Це передбачає багатогранний підхід, зосереджений на контролі факторів навколишнього середовища та пом'якшенні біологічних загроз.

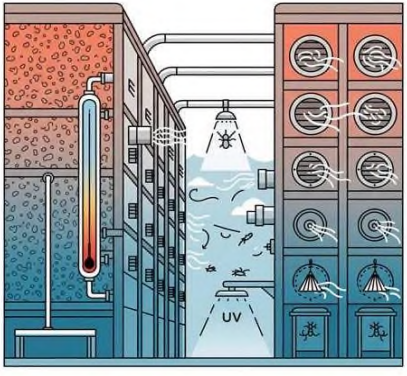
Регулювання вологості та температури

Контроль вологості є критично важливим, при цьому вміст вологи в зерні зазвичай підтримується нижче 13-14%. Цей поріг ефективно пригнічує розмноження мікроорганізмів, включаючи плісняву, що продукує мікотоксини, яка може опосередковано впливати на рівень азотистих сполук у зерні. Одночасно контроль температури, в ідеалі нижче 7°C, ще більше пригнічує мікробну активність та знижує швидкість метаболічних процесів, що сприяють псуванню.

Аерація та боротьба зі шкідниками

Адекватна аерація є важливою для запобігання утворенню локальних осередків самозігрівання та накопиченню вологи в зерновій масі. Такі умови можуть створювати сприятливе середовище для росту та розвитку шкодочинної мікрофлори. Крім того, суворі заходи боротьби зі шкідниками є необхідними для боротьби зі зараженням комахами та гризунами. Ці шкідники не тільки безпосередньо поїдають або пошкоджують зерно, але й створюють точки входу та сприятливі умови для подальшого забруднення шкодочинною мікрофлорою, що ставить під загрозу загальну якість та безпеку зерна

.



5.3. Збір врожаю та післязбиральне оброблення

Післязбиральне очищення та обробка для покращення якості зернових культур

Оптимізація етапів післязбирального очищення та обробки має вирішальне значення для підвищення якості та безпеки зерна. Цей багатоетапний підхід зосереджений на зменшенні забруднень та контрольованій трансформації зерна.

- **Початкове очищення та сепарація**

Сортування та початкове очищення є фундаментальними кроками. Ретельне видалення сторонніх речовин, пошкоджених зерен та пилу на цій ранній стадії значно зменшує потенційні джерела забруднення. Для певних типів зерна етап промивання може ще більше зменшити поверхневі забруднення.

- **Цільове зменшення забруднень під час помелу**

Під час процесів помелу точний контроль може сприяти відділенню забруднених фракцій зерна, тим самим покращуючи загальну якість кінцевого продукту.

- Особливості термічної обробки

Хоча термічна обробка може бути ефективною для зменшення певних забруднень, її слід ретельно розглянути. Високі температури несуть ризик сприяння утворенню небажаних азотистих сполук, таких як N-нітрозаміни. Це особливо актуально, коли присутні такі речовини, як нітрати та аміни, особливо в продуктах переробки зернових культур. Тому необхідний збалансований підхід для максимального зменшення забруднення та мінімізації утворення шкідливих побічних продуктів.



5.2. Моніторинг та аналіз

Рутинний аналіз сировини та готової продукції: Впровадження надійних аналітичних протоколів для виявлення рівнів нітратів, нітритів та N-нітрозамінів як у сировині зернових культур, так і в продуктах їх переробки має першочергове значення. Ця практика не лише забезпечує дотримання встановлених стандартів безпеки харчових продуктів, але й сприяє проактивній ідентифікації потенційних забруднювачів.

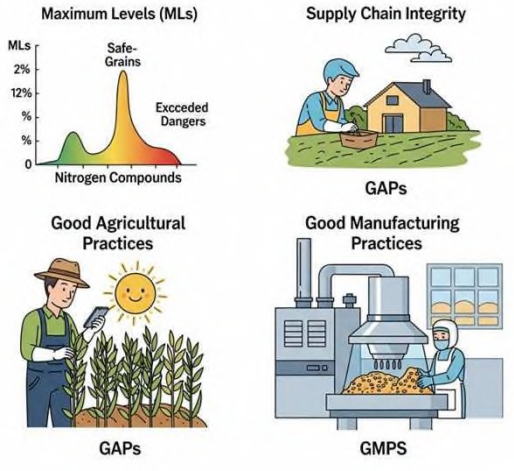
Покращені системи відстеження: Створення та підтримка високоефективних систем відстеження має вирішальне значення. Такі системи дозволяють швидко та точно ідентифікувати, ізолювати та відкликати будь-які скомпрометовані партії продукції, тим самим зменшуючи поширені ризики для здоров'я населення та зберігаючи цілісність ланцюга поставок.



5.3. Нормативно-правова база та стандарти

Встановлення максимальних рівнів (ML): Національні та міжнародні органи з безпеки харчових продуктів відповідають за встановлення максимально допустимих концентрацій азотистих сполук, таких як нітрати та нітрити, у широкому спектрі харчових продуктів, включаючи злаки та дитячі суміші. Суворе дотримання цих встановлених лімітів має першорядне значення для забезпечення безпеки споживачів.

Належна сільськогосподарська практика (GAP) та належна виробнича практика (GMP): Активне просування та суворе дотримання належної сільськогосподарської практики (GAP) на рівні первинного виробництва та належної виробничої практики (GMP) на всіх етапах переробки є незамінними. Ці заходи разом сприяють мінімізації ризиків забруднення в усьому ланцюжку постачання харчових продуктів.



БІБЛІОГРАФІЯ

- Congreves, K. A., et al. (2021). "Nitrogen Use Efficiency in Cereals: A Review of Current Understanding and Future Prospects." Journal of Agronomy and Crop Science, 207(1), 1-17.
- Dobermann, A., et al. (2002). "Site-Specific Nutrient Management for Irrigated Rice Systems in Asia." Nutrient Cycling in Agroecosystems, 62(1-2), 1-14.
- Hawkesford, M. J. (2012). "Increasing Nitrogen Use Efficiency in Cereals: Review of Physiological and Genetic Approaches." Plant Science, 182, 1-10.
- Lu, D., et al. (2019). "Precision Agriculture for Sustainable Intensification: A Review." Science of The Total Environment, 688, 1176-1188.
- Sylvester-Bradley, R., & Kindred, D. R. (2009). "Analysing nitrogen responses of cereals to prioritize routes to the improvement of nitrogen use efficiency." Journal of Experimental Botany, 60(7), 1939-1951.
- Wang, X., et al. (2020). "Evaluation of Nitrogen Fertilizer Fates and Related Environmental Risks for Main Cereals in China's Croplands from 2004 to 2018." Environmental Science & Technology, 54(20), 12792-12801.
- Onyeaka, H., et al. (2024). "Preventing chemical contaminants in food: Challenges and prospects for safe and sustainable food production." Food Control, 155, 110040.
- Park, Y., et al. (2016). "Distribution of Seven N-Nitrosamines in Food." Journal of Food Science, 81(10), T2517-T2523. (Specifically mentions cereals in relation to N-nitrosamines).
- Sucu, C., & Turp, G. (2020). "Nitrates/Nitrites in Food—Risk for Nitrosative Stress and Benefits." Molecules, 25(6), 1367