Е.Б. Хоботова

ЕКОЛОГІЯ ЛЮДИНИ

Частина 1

ГРУНТ ТА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожний
університет

Е.Б. Хоботова

ЕКОЛОГІЯ ЛЮДИНИ

Частина 1

«Грунт та здоров'я людини»

Конспект лекцій

Харків 2007

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожний університет

Е.Б. Хоботова

ЕКОЛОГІЯ ЛЮДИНИ

Частина 1
«Грунт та здоров'я людини»
Конспект лекцій
для поглибленого вивчення студентами спеціальності
«Екологія та охорона навколишнього середовища»
факультету довузівської підготовки

Затверджено методичною
радою університету
протокол №...
від..…

Харків ХНАДУ 2007

Укладач Е.Б. Хоботова
Кафедра екології і хімії

ВСТУП

Шкідливий антропогенний вплив завдає грунтам непоправної шкоди. Це, насамперед погіршення ґрунтової структури, забруднення грунту мінеральними добривами, отрутохімікатами та іншими хімічними агентами. Забруднення грунтів полягає в тому, що до них надходять нові, нехарактерні для них речовини, або поселяються та розмножуються нові мікроорганізми. Якість життя і здоров’я людей значною мірою визначається екологічним станом грунтів. Токсичні речовини потрапляють в організм людини за харчовими ланцюгами. Мікроорганізми грунтів можуть викликати різни захворювання людини.

Конспект складається з трьох розділів, які призначені проблемам впливу ґрунтових факторів на здоров’я людини. У першому розділі розглянуті фактори ґрунтоутворення, хімічний склад грунтів, їх мікробіоценоз та вплив цих факторів на стан здоров’я людини. У другому розділі приведена характеристика добрив, особливості реакцій утворення нітрозамінів та профілактичні засоби проти забруднення грунту добривами. У третьому – розглянуті сучасні проблеми пестицидного забруднення грунтів та вплив отрутохімікатів на організм людини.

Курс лекцій складено відповідно до робочої програми з дисципліни «Екологія людини» для студентів спеціальності 7.070801 «Екологія та охорона навколишнього середовища».

При підготовці конспекту використано багато робіт, частина з них наведена у списку літератури.

1. ҐРУНТ ТА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

План

1.1 Чинники ґрунтоутворення

Склад, властивості і класифікація ґрунтів

Вплив ґрунту на здоров'я людини

Основні принципи нормування допустимих концентрацій шкідливих для людини речовин в ґрунті

Оцінка санітарного стану ґрунтів

1.1 ЧИННИКИ ҐРУНТОУТВОРЕННЯ

Ґрунт – особливе природне утворення, що володіє групою властивостей живої і неживої природи, сформувалося в результаті тривалого перетворення поверхневих шарів літосфери під сумісною дією гідросфери, атмосфери і організмів.

Основоположником вчення про ґрунт є російський вчений В. В. Докучаєв. У 1883 р. була опублікована класична праця В. В. Докучаєва «Російський чорнозем». Учення Докучаєва – теоретична основа сучасного ґрунтознавства. Надалі вчення про ґрунт розвивали В. І. Вернадський, К. Д. Глінка, М. Н. Сибирцев.

Згідно вченню Докучаєва до чинників ґрунтоутворення відносяться ґрунтоутворюючі породи, рослинні і тваринні організми, клімат, рельєф, вік, вода і господарська діяльність людини.

Ґрунтоутворюючі породи – це субстрат, на якому утворюються ґрунти. Вони складаються з різних мінеральних компонентів, що беруть участь в ґрунтоутворенні. Від характеру материнських порід залежать фізичні властивості ґрунту: водо- і повітропроникність, водоутримуюча здатність та інші. Від характеру материнських порід залежить тип ґрунту.

Рослинність. Зелені рослини являються єдиними утворювачами органічних речовин. В процесі відмирання рослин і їх частин органічні речовини поступають в ґрунт (кореневий і наземний опад). Річна кількість опаду коливається: у вологих тропічних лісах 250 ц/га, в тундрі – 10 ц/га, в пустелях – 5-6 ц/га. На поверхні ґрунту органічна речовина під впливом тварин, бактерій, грибів, фізичних і хімічних агентів розкладається з утворенням ґрунтового гумусу. Зольні речовини поповнюють мінеральну частину ґрунту.

Тваринні організми в ґрунті перетворюють органічну речовину. У ґрунтоутворенні беруть участь як ґрунтові, так і наземні тварини. У ґрунтовому середовищі тварини представлені в основному безхребетними і найпростішими. Ґрунтові тварини діляться на дві групи: біофагів, що харчуються живими організмами або тканинами живих організмів, і сапрофагів, що живляться мертвою органічною речовиною. Біофаги і

сапрофаги відносяться за типом живлення до гетеротрофних організмів, які харчуються готовими органічними речовинами (найчастіше говорять про гетеротрофних бактерій). Автотрофні бактерії синтезують органічну речовину з неорганічної. Головну масу ґрунтових тварин складають сапрофаги: нематоди (круглі черв'яки), дощові черв'яки та інші. На 1 га ґрунту приходиться більше 1 млн. найпростіших, на 1 $м^2$ – десятки черв'яків, нематод та інших сапрофагів. Величезна маса сапрофагів, поїдаючи мертві рослинні залишки, викидає в ґрунт екскременти. Згідно підрахункам Ч. Дарвіна, ґрунтова маса протягом декількох років повністю проходить через травний тракт черв'яків. Сапрофаги впливають на формування ґрунтового профілю, вміст гумусу, потужність гумусових горизонтів, структуру ґрунту і т. д.

Представниками наземного тваринного світу, які беруть участь у ґрунтоутворенні, є кроти, миші полівки та інші.

Мікроорганізми вносять великий вклад у розвиток ґрунту. Вони різноманітні за своїм складом і біологічною діяльністю. До них відносять бактерії, актиноміцети, нижчі гриби, віруси, одноклітинні водорості та інші. На 1 га приходиться близько млрд. мікроорганізмів. Вони беруть участь у біотичному круговороті речовин, розкладають складні органічні і мінеральні речовини на простіші.

Особливо багато в ґрунті бактерій: від 200-500 млн. до 2 млрд. на 1 га. Бактерії діляться на азотфіксуючі, які засвоюють атмосферний азот і переводять його в органічні азотисті сполуки (амінокислоти та інші), і денітрифікуючі. Останні приводять до збіднення ґрунту азотом.

В екосистемі ґрунту велику роль грають мікрогриби. Особливо важливий зв'язок між корінням рослин, мікрогрибами і бактеріями, які забезпечують одна одну необхідними елементами живлення. У багатьох ґрунтових ценозах головна роль належить міцеліальним грибам, які утворюють суцільні тонкі нитки в ґрунті. При вивченні грибів в лісах штату Мічиган за допомогою генетичного аналізу було встановлено, що грибниця одного з видів опенька, яка розповсюдилася під землею на 15 га і важила більше 100 т, була єдиним організмом.

Клімат. З ним пов'язані тепловий і водний режим ґрунту. Під *тепловим режимом* розуміють сукупність процесів теплообміну в системі приземний шар повітря – ґрунт – ґрунтоутворююча порода. Тепловий режим обумовлює процеси перенесення і акумуляції тепла в ґрунті. Характер теплового режиму визначається співвідношенням поглинання радіаційної (променистої) енергії Сонця і теплового випромінювання ґрунту. Він залежить від кольору ґрунту, характеру поверхні, теплоємності, вологості та інших факторів. Помітний вплив на тепловий режим ґрунту здійснює рослинність.

Коливання температури ґрунту протягом доби і протягом року більш різкі, ніж зовнішнього повітря. Але за мірою поглиблення в ґрунт вони зменшуються. На відомій глибині ґрунту (у помірних широтах приблизно 20

м, в тропіках – менше, в полярних широтах – більше) знаходиться шар ґрунту з постійною температурою, яка дорівнює середньорічній температурі повітря даної місцевості. Нижче цього постійного шару температура з глибиною підвищується.

Водний режим ґрунту визначається атмосферними опадами і випаровуваністю, розподілом опадів протягом року, їх формою (при зливових дощах вода не встигає проникнути в ґрунт і стікає у вигляді поверхневого стоку).

Рельєф – один із чинників перерозподілу по земній поверхні тепла і води. Із зміною висоти місцевості міняється водний і тепловий режими ґрунту. З рельєфом пов'язана поясність ґрунтового покрову в горах, характер впливу на ґрунт ґрунтових, талих і дощових вод, міграція водорозчинних речовин.

Час – необхідна умова для будь-якого процесу в природі. Абсолютний вік ґрунтів Східно-Європейської рівнини, Західного Сибіру, Північної Америки і Західної Європи, визначений радіовуглецевим методом, від декількох сотень до декількох тисяч років.

Господарська діяльність людини також є одним із чинників ґрунтоутворення.

1.2 СКЛАД, ВЛАСТИВОСТІ І КЛАСИФІКАЦІЯ ҐРУНТІВ

Ґрунт складається з твердої (мінеральної і органічної), рідкої (ґрунтова вода) і газоподібної (ґрунтове повітря) фаз. Їх співвідношення не однакове не тільки в різних, але і в одному і тому ж ґрунті. Для всіх ґрунтів характерне зменшення вмісту органічних речовин і живих організмів від верхніх горизонтів ґрунту до нижніх. Умовне розділення ґрунту за профілем було зроблене В. В. Докучаєвим. Окремі шари профілю він назвав **ґрунтовими генетичними горизонтами.**

Найбільше значення має верхній *темноофарбований горизонт А*, що містить гумус. Він може підрозділятися на підгоризонти.

Горизонт А містить гумінові речовини – слабкі органічні гумінові і фульвокислоти – основу ґрунтового гумусу. Гумінові речовини є високомолекулярними конденсуючими ароматичними сполуками, в яких встановлено наявність фенольних гідроксилів, карбонільних і карбоксильних груп. З'єднуючись з найдрібнішими мінеральними частинками, гумінові речовини утворюють міцели глинисто-гумусового комплексу ґрунту. Вони втримують на своїй поверхні іони розчинних солей, обумовлюють рівноважний іонний обмін з ґрунтовим розчином і тим самим впливають на живлення рослин. Вміст гумусу визначає родючість ґрунтів. Під горизонтом А залягає *елювіальний горизонт* – попелястий, світло-сірий або жовтувато-сірий. Його позначають F_0. Нижче залягає *ілювіальний горизонт В.* У цьому

горизонті накопичуються речовини, що вимиваються з розташованих вище горизонтів А і F_0. Горизонт В зазвичай щільний, бурого кольору, збагачений колоїднодисперсними мінералами. Нижче слідує *горизонт С* – змінена ґрунтоутворюючими процесами материнська порода. Ще нижче залягає початкова гірська порода – *горизонт Д.*

Для ґрунтових горизонтів характерний поступовий перехід.

Тверда частина ґрунту складається з мінеральних і органічних речовин. За ступенем дисперсності мінеральні речовини поділяють на дві групи. До першої відносяться частки діаметром > 0,001 мм. Це уламки гірських порід і мінералів. До другої групи відносяться тонкодисперсні частки діаметром < 0,001 мм. Вона складається з глинистих мінералів, що знов утворилися в процесі вивітрювання, і органічних сполук. Ця тонкодисперсна частина ґрунту визначає ряд її фізичних і фізико-хімічних властивостей, вона акумулює хімічні елементи.

Проміжки різного розміру і форми між частками і їх агрегатами називаються порами. Сумарний об'єм пір визначає пористість ґрунту. У більшості ґрунтів пористість змінюється від 40 до 60 %. У торф'яних ґрунтах вона досягає 90 %, а в заболочених, суглинистих 27 %. У звичайних умовах пори заповнені ґрунтовим розчином, ґрунтовим повітрям і мікроорганізмами.

З дисперсністю ґрунту пов'язана його поглинаюча здатність – властивість затримувати, поглинати речовини в різному агрегатному стані.

Хімічний склад мінеральної частини ґрунту визначається складом ґрунтоутворюючих порід, віком ґрунту, особливостями клімату, рельєфу і т. д. До складу мінеральної частини ґрунту входять Si, Al, Fe, K, N, Mg, Ca, P, S і мікроелементи – Cu, Mo, I, B, F, Pb та інші. Більшість хімічних елементів в ґрунті знаходиться у вигляді оксидів: SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, K_2O, Na_2O, MgO, CaO. У ґрунтах також розчинені солі сірчаної, фосфорної, соляної та інших кислот. На основних породах ґрунт багатший на Al, Fe, лужні і лужноземельні елементи; на породах кислого складу – Sr. У засолених ґрунтах переважають N, Mg, Ca, Cl^-, SO_4^{2-}, CO_3^{2-}-іони.

Хімічний склад органічної частини ґрунту представлений C, H, O, N, P, Ca, S, які входять до складу гумусу у вигляді сполук: білків, вуглеводів, органічних кислот, жирів, дубильних речовин, лігніну і інших. Гумусу у верхніх горизонтах ґрунту до 18 %, з нього 10-15 % складають вищезгадані речовини. При розкладанні органічних речовин азот переходить у форми, доступні рослинам.

Ґрунтовий розчин здійснює міграцію, диференціацію, винесення хімічних речовин і постачання рослин водою і розчиненими елементами.

Ґрунтове повітря заповнює пори, не зайняті водою. Ґрунтове повітря значно відрізняється від атмосферного. Коренева система рослин і аеробні мікроорганізми активно поглинають кисень і виділяють CO_2. Газообмін між ґрунтовим повітрям і атмосферою здійснюється в результаті дифузії CO_2 з

ґрунту в атмосферу і O_2 – в ґрунт. Кількість CO_2 в ґрунтовому повітрі і в приґрунтовому шарі атмосфери у декілька разів більша, ніж в повітрі на висоті декількох метрів (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – **Склад (%) ґрунтового і атмосферного повітря**

Компоненти	Атмосферне повітря	Ґрунтове повітря (верхні 15-30 см)
Азот	78,1	78-86
Кисень	20,47	11-21
CO_2	0,03	0,3-8,0

Класифікація ґрунтів. Залежно від кліматичних умов та інших чинників ґрунтоутворення в даний час виділяють головні типи ґрунтів: латеритні (червонокольорові, глинисті), підзолисті, болотні (торф′яноболотні, мулисто-болотні), чорноземні, каштанові (бурі, сіроземи) і солончакові. На території СНД нараховано близько 100 типів ґрунтів.

До основних видів ґрунтів, ґрунтоутворюючих порід відносяться піски, глини, граніти, базальт, гіпс, вапняки, сланці й інші.

На території СНД виділяють наступні ґрунтові зони:

1) зона ґрунтів тропічних і субтропічних областей;
2) зона пустинних ґрунтів;
3) зона пустинно-степових ґрунтів сухих степів;
4) зона чорнозему;
5) зона деградованого чорнозему і сірих лісових ґрунтів;
6) зона підзолистих ґрунтів;
7) зона тундрових ґрунтів.

1.3 ВПЛИВ ҐРУНТУ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

Ґрунт – середовище проживання численних нижчих тварин і мікроорганізмів: бактерій, пліснявих грибків, вірусів та інших. Більшість з них сапрофаги: вони живуть і розмножуються в ґрунті і не шкодять тваринним організмам. Разом з тим в ґрунті мешкають патогенні (від греч. слова pathos – страждання і genos – народження) хвороботворні мікроорганізми – збудники інфекційних хвороб. Інфекційні хвороби викликаються головним чином бактеріями, рідше дріжджами, грибами і актиноміцетами. Деякі з них, головним чином постійні мешканці ґрунту, утворюють спору – щільну оболонку, яка забезпечує їм стійкість до високої температури, висихання, тиску, відсутності живильних речовин. Потрапивши в сприятливі умови, спори набувають первинної форми. Групу спороутворюючих бактерій називають клостридіями.

1.3.1 Спороутворюючі бактерії

Клостридії – рід паличкоподібних бактерій, утворюючих спори. Анаероби. Патогенні клостридії – збудники інфекційних хвороб. До патогенних бактерій відносяться збудники сибірської виразки, газової гангрени, правця, ботулізму і інші. Збудники цих хвороб в окремих ґрунтах здатні залишатися життєздатними протягом декількох десятиліть.

Зараження людини через забруднений ґрунт може наступити безпосередньо при обробці ґрунту, збиранні врожаю, будівельних роботах і т. п.

До найбільш небезпечних хвороб людини і тварин належить сибірська виразка. **Сибірська виразка** – ураження шкіри, лімфатичних вузлів і внутрішніх органів. Її збудник – сибіревиразкова паличка, потрапляючи з сечею і випорожненнями хворих тварин в ґрунт, утворює навколо себе спору. У такому стані вона може зберігатися особливо довго в каштанових і чорноземних ґрунтах. Тварини, поїдаючи корм, забруднений цією паличкою, заражаються сибірською виразкою. Зараженню поверхневих шарів ґрунту на пасовищах можуть сприяти земляні роботи в неблагополучній по сибірській виразці місцевості (будівництво, меліоративні роботи). Людина заражається сибірською виразкою при контакті з хворими або полеглими тваринами, через продукти і сировину, одержані від хворих тварин (м'ясо, шкура, шерсть), а також при безпосередньому контакті з ґрунтом. Форми сибірської виразки: шкірна і генералізована.

При шкірній формі (рис. 1.1) розвиток йде таким чином: почервоніння, бульбашка з кров'яною рідиною, струп, карбункул з віночком нових бульбашок. Характерний різкий набряк і збільшення довколишніх лімфовузлів, відсутність хворобливості. При своєчасному лікуванні ця форма закінчується одужанням.

Рисунок 1.1 - Шкірна форма сибірської виразки

Генералізована форма виникає, коли бактерії потрапляють в організм через легені або ШКТ. Для неї характерні температура, кровохаркання, крововиливи, пронос. Летальний результат через 2-3 дні.

Особливу небезпеку для людини представляє правцева паличка. **Правець** характеризується тонічнимі судомами

мускулатури, ураженням ЦНС правцевим токсином. Токсин розповсюджується по нервах або з потоком крові. Основний метод лікування – введення протиправцевої сироватки з імуноглобуліном.

Правцева паличка виявляється в ґрунтах різних географічних зон, особливо в теплому і вологому кліматі. Зараження людини відбувається через пошкоджену шкіру або слизисту при контакті з ґрунтом. Особливо часто правець реєструється серед солдатів під час військових дій.

У ґрунтах також зустрічається спороносна паличка – збудник ботулізму. **Ботулізм** – важке харчове отруєння. З ґрунту вона може потрапити на ягоди, овочі, фрукти, рибу, гриби й інші продукти і в сприятливих анаеробних умовах із спори перетворюється на вегетативну форму, що продукує токсин. За силою своєї дії на людину цей токсин перевершує всі інші бактеріальні токсини і хімічні отрути. Можливо також проникнення бактерій через ранову поверхню.

Ботулізм (від лат. botulus – ковбаса) проявляється через важкі порушення нервової системи, парези, паралічі окорухових, ковтальних і дихальних м'язів, глухоту. Всього 5 г інфікованого продукту можуть містити летальну дозу для дорослої людини. Методи лікування – промивка шлунку, активоване вугілля, послаблююче, введення протиботулічної сироватки.

Аналіз матеріалів по випадках зараження ботулізмом показав, що в основному вони пов'язані з вживанням продуктів домашнього приготування: солоної і в'яленої риби, грибів, домашніх консервів.

Ґрунт є джерелом зараження людини газовою гангреною. **Газова гангрена** характеризується набряком тканин, що швидко розповсюджується, і їх омертвінням - некрозом, який супроводжується виділенням газів (рис. 1.2). Вона виникає при проникненні спор гангренозної палички в пошкоджені тканини разом з ґрунтом через взуття й інші предмети. Газову гангрену можуть викликати декілька видів клостридій. Найчастіше в ґрунті зустрічаються клостридії Перфрінгенс типу А. Ці мікроби зустрічаються в кожному зразку ґрунту. Потрапляючи в рану, вони продукують токсин, який і викликає омертвіння та інші важкі ознаки захворювання.

Рисунок 1.2 - Газова гангрена

1.3.2 Тимчасові мікроорганізми

Із числа тимчасових мікроорганізмів, що мешкають в ґрунті, велику групу складають збудники кишкових інфекцій: черевного тифу, паратифу,

дизентерії, холери, а також туляремії, кашлюку, чуми, бруцельозу. Вони потрапляють в ґрунт в основному з виділеннями хворих і з нечистотами. Не можна сказати, що ґрунт є для них сприятливим середовищем. Їх загибель визначається недоліком поживних речовин, недостатньою вологістю ґрунту і його температурою, а також антагонізмом між ґрунтовими мікроорганізмами. Неспороносні бактерії гинуть в ґрунті відносно швидко. Тривалий час можуть зберігатися збудники черевного тифу, паратифу і холери, вони залишаються життєздатними від декількох діб до трьох місяців; бруцельозу – до п'яти місяців; туляремія – до двох місяців максимально. Ентеровіруси – збудники поліомієліту і деяких кишкових інфекцій вірусного походження – виживають в ґрунті від 25 до 170 днів.

Звичайно зараження людини кишковими інфекціями відбувається через забруднені овочі. Проте найбільшу небезпеку має вторинне забруднення підземних і поверхневих вод. Атмосферні опади, проходячи через ґрунт, виносять мікрофлору, у тому числі і збудників заразливих хвороб, з поверхневих шарів в прилягаючі нижче ґрунтові води і забруднюють їх. Із зливовими водами збудники можуть потрапити у водоймища.

Збудник бруцельозу - бактерії Brucella. Зараження здійснюється аліментарним шляхом через молоко або при контакті з тваринами. З крові збудник фіксується печінкою, селезінкою, кістковим мозком, лімфатичною тканиною. Розвивається сенсибілізація організму з алергічними проявами. Хвороба переходить в хронічну форму. На бруцельоз хворіють робітники сільського господарства.

Для людини певну небезпеку представляють **мікобактерії** (сімейство актиноміцетів. Палички викривлені і такі, що гілкуються. Нерухомі). Мікобактерії – збудники туберкульозу, прокази або лепри і дифтерії людини. Терміни виживання цих мікроорганізмів при попаданні в ґрунт значні: для паличок туберкульозу до 15 міс., для дифтерійної палички – до 2-3-х тижнів.

Лепра (проказа) – порівняно недавно вважалося невиліковним, дуже заразним. Насправді малозаразне захворювання, коли зараження може відбутися тільки при тривалому контакті з хворим. Інкубаційний період 4-6 років. Білі або червоні плями на шкірі, нечутливість до тепла і холоду. Поступово шкіра ущільнюється, утворюючи вузли і виразки. У кінцевій стадії – западає ніс, випадають брови, сліпота, задуха, параліч, ураження внутрішніх органів, сильні болі в кінцівках.

1.3.3 Інші грунтові організми

Ґрунт може служити місцем розвитку, а за певних умов і інфікування **мух.** Весь цикл розвитку від яєчка до дорослого стану пов'язаний з ґрунтом. Самка мухи відкладає яєчка звичайно в місцях нечистот і гнильних відходів. Цикл розвитку до окриленої мухи відбувається в землі і сухих відходах. В цих відходах в зимовий період мухи зберігаються як в дорослому стані, так і у стадії личинок. Термін розвитку від личинки до статевозрілої мухи 4-7 днів. Муха може переносити багато кишкових та інших інфекцій як на

поверхні свого тіла, на лапках і хоботі, так і в кишечнику. Багато збудників кишкових інфекцій зберігаються в життєздатному стані на поверхні тіла мухи до двох діб, а в кишечнику – ще більше.

Особливо велика роль ґрунту в розповсюдженні **гельмінтозів** – групи паразитарних (інвазійних) хвороб, що викликаються проникненням в організм людини черв'яків-паразитів – гельмінтів. Залежно від циклу розвитку гельмінти розділяються на три види: геогельмінти, біогельмінти і контактні гельмінти. Відповідно і захворювання, що викликаються цими видами черв'яків, називаються геогельмінтозами, біогельмінтозами і контактними гельмінтозами. *До групи геогельмінтів* відносяться гельмінти аскариди (рис. 1.3), власоглави, гострики та інші, одна із стадій розвитку яких проходить в ґрунті, а саме дозрівання яєць до інвазійної стадії. Наприклад, дорослі аскариди – круглі черв'яки завдовжки 15-20 см – живуть в тонкому кишечнику людини, де їх кількість може досягати від 1 до декількох десятків. Самки в цей час можуть щодоби відкладати в просвіт кишечнику до 2500 яєць, які разом з випорожнюваннями виділяються назовні. Для людини вони стають заразливими після того, як в них розвинуться личинки, що відбувається в ґрунті. Зрілі яйця з личинкою можуть потрапити в організм людини через забруднені руки, овочі і ягоди. Яйця аскарид можуть зберігатися в ґрунті 7-10 років. До цієї ж групи гельмінтів відносяться анкілостоміди – черв'яки класу нематод: кривоголовки американська і дванадцятипала. Ґрунт є субстратом, на якому відбувається вилуплювання з яєць личинок. Зараження людини відбувається при активному проникненні личинок через шкіру із забрудненим ґрунтом, а також через забруднену воду і овочі. Осередки відповідних захворювань – анкілостомозів можуть виникати в глибоких шахтах гірничорудної і вугільної промисловості. Личинки анкілостомід собак і кішок, що потрапили на шкіру людини після розвитку в ґрунті, викликають іноді тривалі дерматити.

Рисунок 1.3 - Аскарида

До групи біогельмінтів відносяться свинячий і бичачий ціп'яки (солітери) (рис. 1.4). Вони мають дуже складний цикл розвитку. З кишечнику людини яйця гельмінтів потрапляють в ґрунт, звідти в корм великої рогатої худоби і свиней. У кишечнику цих тварин вони перетворюються на личинки, які з потоком крові розносяться по всьому тілу і поселяються головним чином в

мускулатурі. Людина, вживаючи без достатньої термічної обробки яловичину або свинину, заражається личинковою стадією гельмінтів.

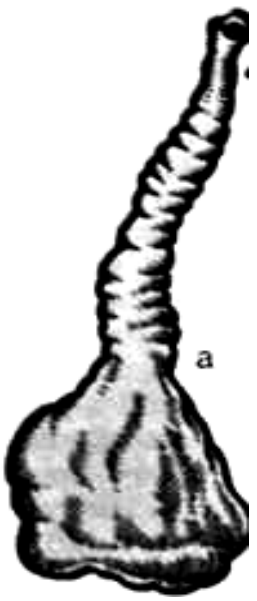


Рисунок 1.4 - Солітер

Сьогодні погіршується ситуація в СНД із захворюваності біогельмінтозами через незадовільний еколого-епізоотологічний стан, деструктивні процеси в сільському господарстві (тваринництві), практичну відсутність вітчизняних протигельмінтних препаратів (медамін, азинокс, альбендазол, фенасал). Необхідний санітарно-паразитологічний контроль ґрунту, води, стічних вод та інших об'єктів навколишнього середовища, де йде накопичення збудників гельмінтозів, і продуктів харчування за показниками паразитарної чистоти.

1.3.4 Хімічний склад грунту

Хімічний склад ґрунту також здійснює певний вплив на здоров'я людини. Ще В.І. Вернадський звернув увагу на значення для організмів деяких мікроелементів ґрунту. Багато які з них впливають на ріст і розвиток людини.

У складі організму виявлено 47 постійно присутніх хімічних елементів. На них приходиться від 0,4 до 0,6 % живої маси. До числа вивчених відносяться Cu, Co, Zn, Mn, I, Mo, Se, F, Sr, B, Cd, V. **Мікроелементи** – це біогенні хімічні елементи, що грають роль каталізатора в розвитку живого організму. Відсутність або недолік якого-небудь мікроелемента супроводжується специфічними ознаками, виникненням ендемічних захворювань. Мікроелементи входять до складу багатьох хімічних комплексів організму, таких, як сполуки металів з білками, різні ферменти, дихальні пігменти, гормони й деякі вітаміни. Вони беруть участь у проміжних процесах обміну речовин. В організмі людини до складу крові входить 24 елемента, жіночого молока – 30 (Cu, Zn, Co, As, Si та інші). Мікроелементи входять до складу залоз внутрішньої секреції – щитовидної, підшлункової, полових та ін. Так, Zn входить до складу щитовидної залози, гіпофіза, насінників, яєчників; Co – підшлункової й щитовидної залоз.

Мікроелементи надходять до організму людини з рослинною й тваринною їжею, почасти з водою, за схемою: ґрунт - рослина - організм тварини - організм людини. Рівень забезпеченості організму мікроелементами

залежить від вмісту їх насамперед у ґрунті. Недолік або надлишок мікроелементів у ґрунті приведе до недоліку або надлишку їх в організмі. Захворювання, пов'язані з недоліком або надлишком мікроелементів, одержали назву **ендемічні захворювання** (від греч. endemos - місцевий). Райони, у яких виявляються відхилення від нормального вмісту мікроелементів у грунті, А.П. Віноградов назвав біогеохімічними провінціями. На території колишнього СРСР відомі біогеохімічні провінції: бідні йодом (західна Україна), бідні Co та Cu (Прибалтика, Ярославська обл.).

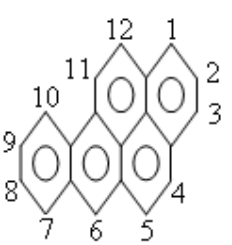
Штучний перерозподіл хімічних елементів. Поряд із природним нерівномірним розподілом хімічних елементів у сучасних умовах відбувається й штучний їхній перерозподіл. Викиди промислових підприємств й об'єктів сільського господарства, розсіюючись на значні відстані й потрапляючи в ґрунт, створюють нові сполучення хімічних елементів. Із ґрунту ці речовини в результаті різних міграційних процесів можуть попадати в організм людини. Характерні такі харчові ланцюги: ґрунт - рослини - людина; ґрунт - атмосферне повітря - людина; ґрунт - вода - людина та інші. Із промисловими твердими відходами в ґрунт надходять органічні й неогранічні сполуки, мікроелементи, метали: сталь, Fe, Cu, Al, Pb, Zn та інші.

Відомі так названі кислотні дощі, що утворюються при надлишку в повітрі окислів сірки й азоту. Для регулювання кислотності ґрунту після кислотного дощу необхідно провести її вапнування.

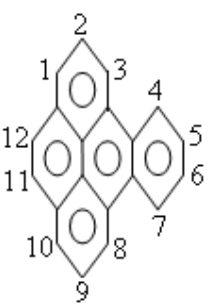
Ґрунт має здатність накопичувати **радіоактивні речовини** (^{90}Sr, ^{14}C, ^{137}Cs та інші), що надходять до нього з радіоактивними відходами ядерних, енергетичних та інших установок, з дослідницьких та медичних лабораторій, а також з атмосферними радіоактивними опадами після ядерних випробувань.

До числа хімічних сполук, що забруднюють ґрунт, відносяться **канцерогени**. Найбільш широке поширення мають такі канцерогени, як **поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ)**. У цю групу входять до 200 агентів, у тому числі бензопірен (БП), 7-12-діметилбензантрацен, дібенантрацен, 3,4-бензфлуорантен та інші, що мають високу канцерогенність. Лише для 12 ПАВ доведена канцерогенна дія.

Бензопірени



1, 2 – бензо(а)пірен (канцероген)



4, 5 – бензо(е)пірен (не канцероген)

Найбільш активним представником ПАВ є бензо(а)пірен, який прийнято вважати індикатором групи ПАВ. ПДК$_{БП}$ у ґрунті 20 мкг/кг.

Основні джерела забруднення ґрунту канцерогенами – вихлопні гази автотранспорту, літаків, викиди промислових підприємств, ТЕС, котелень і т. п. У ґрунт канцерогени надходять із атмосферного повітря разом із крупно- і середньодисперсними пиловими частками, при витіканні нафти або продуктів її переробки.

В останні десятиліття здобуває практичну значимість нетрадиційний шлях надходження бензопірену у ґрунт. Мова йде про тенденції використання в якості добрив різних відходів, що нерідко містять бензопірен та інші ПАВ. Крім того, присутні в таких добривах агенти можуть згубно впливати на системи, що стабілізують рівень вмісту бензопірену у ґрунті, внаслідок чого він стане безперешкодно підвищуватися. Одні й ті ж самі типи таких добрив з різних підприємств можуть містити бензопірен у широкому діапазоні концентрацій.

Будучи хімічно порівняно стійким, бензопірен може довго мігрувати з одних об'єктів в інші. В результаті багато об'єктів і процесів навколишнього середовища, які самі не володіють здатністю синтезувати бензопірен, стають його вторинними джерелами.

Виявлення бензопірену та інших ПАВ в пробах, що відбиралися на територіях, де були відсутні які-небудь джерела канцерогенів, дало підставу припустити, що їхня присутність обумовлена не тільки діяльністю людини. Певна роль у виникненні фонового рівня канцерогенів належить вулканічним виверженням. Вулкани викидають за рік близько $3 \cdot 10^9$ т вулканічного попелу, 0,04 % якого (≈ 1 млн. т) становлять органічні сполуки. Третину становлять вуглеводні.

Крім вулканів фоновий рівень канцерогенів пов'язаний з їхнім синтезом деякими організмами: рослинами, мікроорганізмами в природних умовах. Наприклад, Шабад показав, що концентрація бензопірену у насінні рослини набагато нижча, ніж у його зростаючій частині. Отже, рослини продуцирують бензопірен.

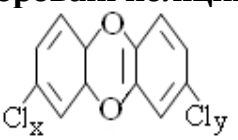
Питома вага природних канцерогенних ПАВ в ґрунті невелика і не представляє реальної загрози для людини.

У навколишньому середовищі в цілому й в окремих його об'єктах діють механізми детоксикації, що ведуть до втрати канцерогенних властивостей бензопірену, зокрема **хімічне й фотохімічне окислювання**. Фотоокислювання відбувається в атмосфері й у водному середовищі, а в атмосфері можливе окислювання бензопірену і під впливом озону. Чисто хімічна деструкція, найбільш значима для навколишнього середовища за своїми масштабами, відбувається під впливом біологічних факторів. Мова йде про метаболічну детоксикацію бензопірену практично всіма живими організмами; аж до деяких видів ґрунтової й водної мікрофлори. Цей процес має дуже важливе онкогігієнічне значення. Сільськогосподарським тваринам

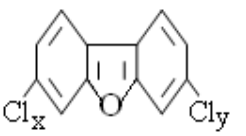
і птахам скармлювали корми, що містили дуже великі кількості бензопірену, але в м'ясі, молоці, яйцях цей канцероген практично був відсутній. Таким чином, тваринний організм являється своєрідним бар'єром на шляху бензопірену із навколишнього середовища в організм людини.

Бензопірен відноситься до числа агентів, для яких існують докази їхньої канцерогенної дії тільки на тварин, але не на людину. Канцерогенна дія бензопірену різко підвищується в присутності сажі, смоли, масла. Наприклад, професійний вплив кам'яновугільної смоли, пеку й мінеральних масел викликає в людей рак шкіри, сечового міхура, легенів, кишечника.

Поліхлоровані поліциклічні сполуки.



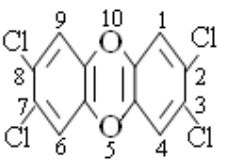
поліхлордібензопарадіоксини
(більш токсичні; 75 ізомерів)



поліхлордібензофурани
(135 ізомерів)

(x і y = 1 ÷ 8; існують Br та Cl, Br похідні).

Ще однією речовиною, що забруднює ґрунт, є "діоксин". Під цим терміном розуміється 2,3,7,8-тетрахлор-дібензопарадіоксин. Це представник ксенобіотиків із числа поліхлорованих поліциклічних сполук, одна із самих підступних отрут, відомих людині.



Він вражає організм завдяки здатності сильно підвищувати активність ряду окисних залізовмісних ферментів, що приводить до порушення обміну речовин і пригніченню функцій ряду систем організму. Діоксин довго зберігається в природному середовищі, період розкладання на 50 % від 6 місяців до 1 року (за даними іноземних учених період напіврозпаду > 10 років). Діоксин добре сорбується ґрунтом. Завдяки здатності до утворення комплексів він міцно зв'язується з органічною речовиною ґрунту. У ґрунтах, де переважають водорозчинні органічні речовини (у вологих тропічних лісах), може відбуватися його міграція. У ґрунтах, де переважають нерозчинні органічні речовини, він міцно зв'язується у верхніх шарах і накопичується в залишках загиблих організмів. Із ґрунтів діоксин виводиться переважно механічним шляхом: видувається з поверхні вітром, вимивається дощем. Нарешті відбувається його накопичення в замикаючих ланцюгах круговороту води. Діоксин ефективно переноситься по ланцюгах харчування, що призводить до його концентрації в тілах ссавців і людини. Діоксин здійснює канцерогенну, тератогенну й мутагенну дію. Набуті аномалії можуть передаватися спадково. Максимально недіюча доза (МНД) $\leq 10^{-6}$ мкг/кг.

В організм людини добове надходження 3-6 пг/кг ваги, 96 % з їжею. Основний носій діоксинів – пил, що містить від 6,5 мкг/кг діоксину.

Діоксин більш токсичний, стабільний, активний у ланцюгах харчування, ніж ДДТ. Діоксин утворюється при роботі двигунів внутрішнього згорання, як побічний продукт синтезу гербіцидів, у целюлозно-паперовій промисловості й металургії, при спалюванні сміття в печах, при піролізі будь-яких органічних сполук у присутності хлору (поліхлорвінілу). Він з'являється в місцях лісових пожеж.

В 60-ті роки в США здійснювались розробки по застосуванню діоксину в якості екологічної зброї. В 1964-72 р. р. ВПС США здійснили розпилення отрути над лісами В'єтнаму з метою опадання листя й навіть повного знищення рослин, що повинно було ускладнити дії партизанів (захворіло більш 2 млн. жителів у районі Меконгу).

Контроль вмісту діоксину в навколишньому середовищі утруднений через великі затрати й технічну складність. В світі близько 50 лабораторій, сертифікованих ВОЗ. Вартість лабораторії 1,5-2 млн. дол.

Діоксини розлагаються при t > 1100 ºС, 100 % -ому початковому надлишку O_2 і витримці не менше 2 с. Такі умови досягаються на сучасних сміттєспалювальних заводах (але це дорого), а також у цементних печах і при барботажі через розплав шлаку.

1.4 ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ НОРМУВАННЯ ДОПУСТИМИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ШКІДЛИВИХ ДЛЯ ЛЮДИНИ РЕЧОВИН В ҐРУНТІ

Принципи нормування шкідливих речовин у ґрунті значно відрізняються від принципів, покладених в основу нормування їх для водойм, атмосферного повітря й харчових продуктів. Різниця обумовлена тим, що пряме надходження шкідливих речовин через ґрунт в організм людини невелике і обмежене небагатьма випадками прямого контакту з ним (ґрунтовий пил, обробка землі, гра дітей у пісочниці).

Хімічні речовини, що потрапили в ґрунт, надходять в організм людини через контактуючі із ґрунтом середовища: воду, повітря й рослини по біологічних ланцюгах: ґрунт - рослина - людина або ґрунт - рослина - тварина - людина. Тому при нормуванні хімічних речовин у ґрунті враховується не тільки небезпека, котру представляє ґрунт при безпосередньому контакті з ним, але головним чином наслідки вторинного забруднення контактуючих із ґрунтом середовищ. При цьому враховують такі фактори як тип ґрунту, механічний склад, мікробіоценоз, температура, pH, вологість та інші. Чим нижчий вміст гумусу, pH і легше механічний склад, тим небезпечніше його забруднення хімічними речовинами.

Необхідно нормувати солі важких металів (Pb, As, Hg, Cu), мікроелементи (Mo, Cu, Zn, B, V та інші), які застосовуються як мікродобрива в сільскому господарстві, пестициди й ряд інших сполук.

Основний принцип контролю забруднення ґрунтів – перевірка відповідності концентрацій забруднюючих речовин встановленим нормам й вимогам ГДК й ОДК (орієнтовно допустима кількість). ГДК в ґрунті – це максимальна концентрація забруднюючої речовини, що не викликає прямого або опосередкованого негативного впливу на здоров'я людини й здатність ґрунтів до самоочищення.

Головні забруднювачі ґрунтів – пестициди. Для них ГДК – це максимальний вміст залишків пестицидів, при якому вони мігрують у суміжні середовища в кількостях, не перевищуючих гігієнічні нормативи, а також не впливають негативно на біологічну активність самого ґрунту.

ОДК одержують розрахунковим шляхом, їх переглядають кожні 3 роки або замінюють на ГДК. В СНД розроблені ГДК й ОДК для ≈ 200 речовин.

Нормування здійснюється за трьома напрямками:

– вміст отрутохімікатів у населеному корінням шарі ґрунту на сільськогосподарських угіддях;

– накопичення токсичних речовин на території підприємства;

– забруднення ґрунту в житлових районах.

Для населеного корінням шару ґрунту встановлюються наступні **види показників допустимої концентрації**:

– допустима концентрація речовини в ґрунті, при якій її вміст у харчових і кормових ланцюгах не перевищить допустимі залишкові кількості (ДЗК) або ГДК у продуктах харчування – $ГДК_{ПР}$ (транслокаційний показник шкідливості);

– допустима (для летучих речовин) концентрація, при якій надходження речовини в повітря не перевищить встановленої ГДК для атмосферного повітря – $ГДК_{АВ}$ (міграційний летучий показник шкідливості);

– допустима концентрація, при якій надходження речовини в ґрунтові води не перевищить ГДК для водних об'єктів;

– допустима концентрація, що не впливає на мікроорганізми й процеси самоочищення ґрунту – $ГДК_{П}$. Найжорсткіші з даних показників приймаються в якості $ГДК_{П}$ (загальносанітарний показник шкідливості).

ГДК служать критерієм для ранжирування забруднюючих речовин за класами небезпеки для ґрунтів і для класифікації ґрунтів за впливом на них хімічних забруднюючих речовин.

Речовини підрозділяють на **3 класи за ступенем небезпеки**:

перший – високонебезпечні (з пестицидів: ДДТ, севин, метафос, ГХУГ; з інших сполук: бензопірен, As, Cd, Hg, Se, Pb, Zn, F);

другий – помірно небезпечні (з пестицидів: карбофос, хлорофос; Co, Ni, B, Mo, Cu, Cr, Sb);

третій – малонебезпечні (цинеб, Ba, V, W, Mn, Sr).

Клас небезпеки встановлюють не менше ніж за трьома показниками з таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – **Класи небезпеки забруднюючих речовин для ґрунту**

Показник	Норми для класів небезпеки		
	1 високонебезпечні	2 помірно небезпечні	3 малонебезпечні
Токсичність, $ЛД_{50}$	< 200	200-1000	> 1000
Персистентність в ґрунті, міс.	> 12	6-12	< 6
ГД в ґрунті, мг/кг	< 0,2	0,2-0,5	> 0,5
Міграція	мігрує	слабо мігрує	не мігрує
Персистентність в рослинах, міс.	> 3	1-3	< 1
Вплив на харчову цінність с/г продукції	сильний	помірний	немає

Класифікація ґрунтів за впливом на них хімічних забруднюючих речовин. Виділяють три ступеня забруднення ґрунтів: сильно-; середньо- і слабозабруднені. Ранжирування проводять за ГДК хімічних речовин в ґрунтах та їхнім фоновим вмістом.

Якщо ґрунт містить забруднюючі речовини в кількостях, у кілька разів перевищуючих ГДК, має низьку біопродуктивність, сильно змінені фізико-механічні, хімічні й біологічні характеристики, в результаті чого вміст хімічних речовин у вирощуваних культурах перевищує встановлені нормативи, ґрунт відносять до сильнозабрудненого.

Якщо перевищення ГДК у ґрунті має місце, але не викликає видимих змін його властивостей, ґрунт відносять до середньозабрудненого.

Якщо вміст хімічних речовин не перевищує ГДК, але вище природного фону, ґрунт вважають слабозабрудненим.

За стійкістю до хімічних агентів виділяють 3 ранги стійкості ґрунтів:

- дуже стійкі;
- середньостійкі;
- малостійкі.

Стійкість характеризується наступними показниками: гумусним станом ґрунту, його кислотно-основними властивостями, окислювально-відновними властивостями, катіоннообмінними властивостями, біологічною активністю, рівнем ґрунтових вод, часткою речовини в розчинній формі.

Рівень накопичення відходів на території підприємства зазвичай встановлюється за двома показниками: граничною кількістю токсичних промислових відходів на території підприємства й граничним вмістом

токсичних сполук у промислових відходах. **Гранична кількість відходів** на території підприємства – це така їхня кількість, яку можна розмістити за умови, що можливе накопичення шкідливих речовин у повітрі не перевищить 30 % ГДК у повітрі робочої зони, тобто $ГДК_{рз}$. Але небезпечні речовини й токсичні відходи очисних споруд видаляються з території підприємства протягом доби.

Граничну кількість відходів визначають шляхом вимірювання вмісту токсичних речовин у повітрі (з урахуванням ефекту суммації), одержанням середньозваженої концентрації й поділом її на 0,3 $ГПК_{рз}$. Якщо це відношення більше одиниці, тобто

$$\frac{C}{0{,}3ГПК_{рз}} > 1$$

то кількість відходів, що знаходиться на території, є граничною і вони повинні бути негайно видалені.

Граничний вміст токсичних сполук у відходах визначає клас небезпеки цих відходів.

1.5 ОЦІНКА САНІТАРНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ

Під санітарним станом ґрунтів розуміють сукупність фізико-хімічних і біологічних властивостей ґрунту, що визначають його безпеку в епідеміологічному і гігієнічному відношеннях. Контрольованими показниками є (таблиця 1.3):

санітарно-хімічні оцінки: санітарне число, кислотність, БСК, окислюванність, вміст хлоридів, сульфатів;

санітарно-бактеріологічні оцінки: чисельність бактерій кишкової групи та інших мікроорганізмів, які викликають захворювання людини й свійських тварин;

санітарно-гельмінтологічні оцінки: чисельність гельмінтів;

санітарно-ентомологічні оцінки: чисельність комах, пов'язаних з житлом, у першу чергу мух.

В якості хімічного показника береться **санітарне число** – відношення кількості ґрунтового білкового (гумусного) азоту (в мг на 100 г сухого ґрунту) до кількості органічного азоту (в тих же одиницях). В ґрунті, як відомо, утримується певна кількість азоту, що входить до складу білкових речовин. При внесенні в ґрунт забруднень збільшується вміст органічного азоту, отже, зменшується співвідношення між ним і білковим азотом.

В якості показника бактеріального забруднення ґрунту використовують **титр кишкової палички** (B. Coli) **і титр одного з анаеробів (**B. Perfringens).

Ці бактерії надходять до ґрунту з фекаліями. Так як анаероб володіє здатністю спороутворення, він зберігається в ґрунті більш тривалий час, на відміну від кишкової палички. Наявність в грунті анаероба при відсутності кишкової палочки свідчить про старе фекальне забруднення.

Санітарно-гельмінтологічним показником стану ґрунту являється число яєць гельмінтів в 1 кг ґрунту.

Санітарно-ентомологічним показником являється наявність личинок та ляльок мух на 0,25 м^2 поверхні ґрунту.

Таблиця 1.3 – **Комплексні гігієнічні показники санітарного стану ґрунтів**

Ґрунт	Число личинок і ляльок мух на 0,25 м^2 ґрунту	Число яєць геогельмінтів в 1 кг ґрунту	Титр-колі	Титр-анаеробів	Санітарне число
Чистий	0	0	1 і вище	0,1 і вище	0,98-1
Малозабруднений	одиничні екземпляри	до 10	1-0,01	0,1-0,001	0,85-0,98
Забруднений	10-25	11-100	0,01-0,001	0,001-0,0001	0,7-0,8
Сильнозабруднений	25	> 100	0,001 і нижче	0,0001 і нижче	0,7 і нижче

Запитання для самоконтролю

1. Які чинники грунтоутворення Вам знайомі?
2. Перелічіть основні типи мікроорганізмів грунтів. Які захворювання людини викликають патогенні мікроорганізми?
3. Які захворювання людини викликають тимчасові мікроорганізми?
4. Які техногенні забруднювачі грунту Ви знаєте?
5. Надайте характеристику бензопірену як забруднювачу грунту. Які процеси сприяють його детоксикації?
6. За якими напрямками здійснюється нормування ксенобіотиків в грунті?
7. Перелічіть види показників допустимої концентрації для населеного корінням шару ґрунту.
8. Які показники характеризують стійкість грунтів до хімічних агентів?
9. Як визначити граничну кількість хімічних відходів на території підприємства?
10. Які контрольовані показники санітарного стану грунтів Ви знаєте?

2. ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

План

2.1 Гігієнічна характеристика добрив

2.2 Вплив добрив на стан ґрунту

2.3 Зміна якості вод і атмосферного повітря у зв'язку зі застосуванням добрив

2.4 Використання добрив і якість продуктів харчування

2.5 Вплив добрив на здоров'я людини

2.6 Санітарна охорона навколишнього середовища від забруднення добривами

2.1 ГІГІЄНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДОБРИВ

Щорічно з врожаєм із ґрунту видаляється деяка частина хімічних елементів. Отже, для нормального розвитку рослин нового врожаю необхідне поповнення хімічних елементів. Воно здійснюється за допомогою внесення в ґрунт мінералів і органічних добрив. За допомогою добрив (туків) можна регулювати процеси обміну речовин у рослинах. Близько 50 % загального збільшення врожаю забезпечується за рахунок добрив, 25 % – за рахунок сортності насінь і 25 % – за рахунок технології впливу. Кожне з мінеральних добрив при правильному застосуванні забезпечує збільшення до 3,5 ц зерна, 4 ц бавовни, 27 ц картоплі і т.д.

Однак в останні роки почали проявлятися негативні наслідки застосування добрив: збільшення норм мінеральних добрив уже не супроводжується пропорційним зростанням врожаїв і негативно позначається на якості продукції; відбувається забруднення об'єктів навколишнього середовища нітратами та іншими елементами, відбувається їхнє нагромадження в рослинах, сільськогосподарській продукції.

Нерегламентоване підвищення концентрації в ґрунті азоту, фосфору, калію і баластових речовин, що входять у мінеральні туки; важких металів, детергентів й інших сполук – в опадах стічних вод; токсичних сполук – у відходах промисловості може призвести до їх транслокації в рослинах в кількостях, небезпечних для здоров'я людини і токсичних для сільськогосподарських тварин. Інші побічні ефекти полягають у міграції складових туків у ґрунтові, підземні води, а також у відкриті водойми.

Добрива відрізняються від пестицидів тим, що вони близькі природним сполукам, володіють низькою біологічною активністю, довгостроково й у значних кількостях застосовуються на тих самих площах.

2.1.1 Загальні положення про мінеральні добрива

Мінеральні туки уявляють собою, в основному, солі – необхідні елементи харчування для рослин.

У залежності від призначення мінеральні туки поділяють на прямі і непрямі (рис. 2.1). Прямі містять елементи безпосереднього харчування рослин: N, P, K, Mg, B, Cu, Mn й інші. Непрямі добрива сприяють поліпшенню властивостей ґрунту, наприклад, гіпс, вапно.

Прямі мінеральні добрива діляться на односторонні та комплексні. Односторонні містять один поживний елемент: азотні, фосфорні, калійні добрива, а також мікродобрива. Комплексні включають два і більше поживних елементів.

За структурою мінеральні добрива поділяють на тверді (порошкоподібні та гранульовані) та рідкі.

За характером впливу на реакцію ґрунтовий розчин поділяють на фізіологічно кислі, лужні та нейтральні. До фізіологічно кислого відносяться добрива, катіони яких поглинаються ґрунтом краще, ніж аніони. За рахунок катіонів підкислюється ґрунтовий розчин. При фізіологічно лужних добривах краще поглинаються аніони, у результаті ґрунт підлужується.

2.1.2 Розподіл туків за призначенням

Прямі односторонні добрива.

Азотні добрива: азот входить до складу білків, хлорофілу, амінокислот, вітамінів й інших життєво важливих речовин для рослин.

Азотні добрива поділяються на тверді та редкі.

До твердих відносяться:

- амонійні $(NH_4)_2SO_4$, NH_4Cl;
- амонійнонітратні NH_4NO_3 – аміачна селітра і сульфат та нітрат амонію;
- нітратні: $NaNO_3$ (натрієва селітра), $Ca(NO_3)_2$ (кальцієва селітра);
- амідні, де азот знаходиться в амідній, тобто органічній формі: карбамід (сечовина) $CO(NH_2)_2$ і ціанамід Са:

$$CaC_2 + N_2 = CaCN_2 + C$$

карбід Са ціанамід Са

У ґрунті амідний азот нестійкий і швидко переходить в аміачну, а потім – нітратну форму за схемою:

$$CO(NH_2)_2 + 2H_2O \rightarrow (NH_4)_2CO_3 \rightarrow 2NH_3 + CO_2 + H_2O.$$

Рекації прискорюються при наявності тепла та вологи.

Рідкі азотні добрива – це безводний або рідкий водяний аміак.

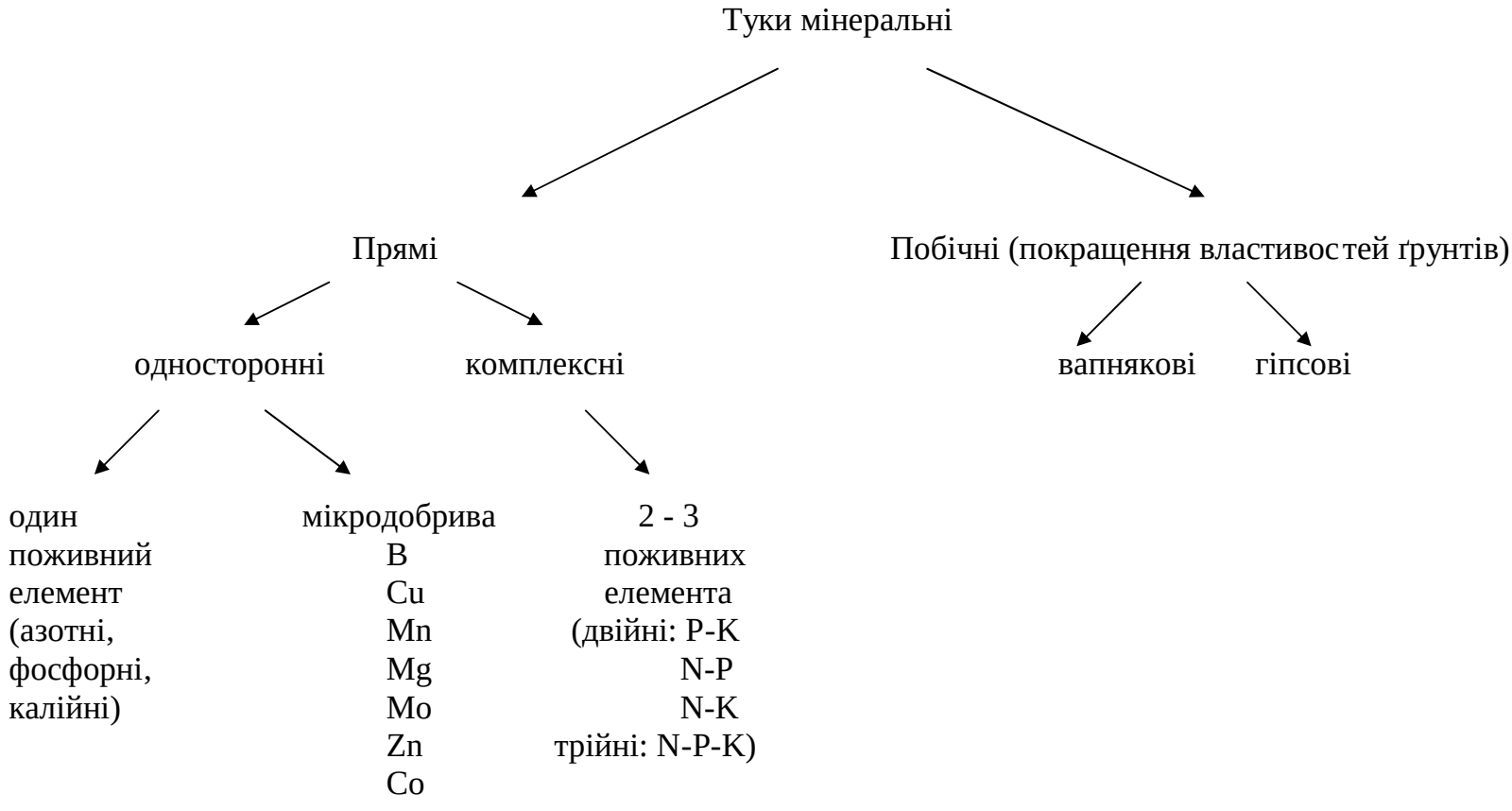


Рисунок 2.1 - Розподіл туків за призначенням

Фосфорні добрива – це сполуки фосфору, які беруть участь у синтезі амінокислот, білків, жирів, крохмалю, цукру й інших продуктів обміну.

За ступенем розчинності фосфорні добрива поділяють на 3 групи:

а) водорозчинні суперфосфати і подвійні суперфосфати;

б) нерозчинні у воді;

в) важкорозчинні фосфати.

Водорозчинні суперфосфати. Для одержання суперфосфату дрібно розмелений природний фосфорит змішують із сірчаною кислотою:

$$Ca(PO_4)_2 + 2H_2SO_4 = 2CaSO_4 + Ca(H_2PO_4)_2.$$

фосфорит розчинний

Прості суперфосфати – добрива з порівняно невисоким вмістом поживних речовин.

Подвійний суперфосфат уявляє собою продукт розкладання природного фосфату з фосфорною кислотою за реакцією:

$$Ca_3(PO_4)_2 + 4H_3PO_4 = 3Ca(H_2PO_4)_2.$$

Так як природні фосфорити й апатити містять фосфор у вигляді нерозчинного середнього фосфату, що погано засвоюється рослинами, то для поліпшення засвоєння фосфат переводять у кислий фосфат.

Нерозчинні у воді, але цитратно-, лимонно- і важкорозчинні фосфорні добрива. До них відносяться преципітат $CaHPO_4$, шлак фосфорний мартенівський, безфторний фосфат, метофосфат Са.

Важкорозчинні фосфати – це фосфоритне борошно.

Калійні добрива. Калій на відміну від азоту та фосфору не входить в органічні сполуки рослин, але має важливе значення в їхньому білковому і вуглеводному обміні. Він посилює фотосинтез і відтік цукрів з листів в інші органи.

Калійні добрива поділяються на 3 групи:

- концентровані KCl, K_2CO_3, K_2SO_4; калімагнезія K_2SO_4, $MgSO_4$;
- змішані, отримані при змішанні сирих солей з концентрованими;
- сирі солі - сильвініт 50 % KCl, а також сполуки Br і I;
- відходи промисловості калієвий цементний пил, деревна зола й інші.

Прямі комплексні добрива.

Вони містять 2-3 основних поживних елемента, а також мікроелементи B, Cu, Mn, Zn.

Подвійні: фосфорно-калійні, азотно-фосфорні, азотно-калійні (амофос $NH_4H_2PO_4$ $(NH_4)_2HPO_4$.

Потрійні: N-P калійні – нітрофоска, одержувана сплавкою $(NH_4)_2HPO_4$, NH_4NO_3 і KCl (або K_2SO_4).

Непрямі добрива.

Вапняні добрива. Вони призначені для вапнування кислих ґрунтів. Підрозділяються на природні карбонатні тверді породи, що вимагають розламу (вапняки, доломіти) і відходи промисловості, що містять вапно. До числа вапнякових добрив відносять: борошно вапняне, борошно доломітове, палене вапно CaO, гашене вапно – $Ca(OH)_2$.

При внесенні вапняних добрив часточки пилу можуть потрапляти в дихальні шляхи і викликати роздратування слизуватих оболонок, особливо очей. ГДК $_{р. з. доломит. пилу}$ = 6 мг/м^3.

При використанні мінеральних добрив навколишнє середовище, в першу чергу ґрунт, збагачується поруч з туками речовинами, що надходять у добрива із сировини або є проміжними синтетичними сполуками та інші.

При застосуванні азотних добрив у ґрунті зростає вміст сполук Cl_2 і F_2. Фосфорні добрива містять Ra U, Th, Sr, Cd, Pb, Ni, F, As. Апатити Кольського півострова являють собою найчистішу у світі фосфорну сировину. Кадмію в Хибинських апатитах міститься 0,4 - 0,6 мг/кг, а в США – 13 мг/кг, у Сенегалі – до 70 мг/кг. Урану може міститися – до 100 мг/кг (США). Уран переходить у добрива у вигляді добре розчинних у воді сполук сірки.

Мікродобрива. Для їхнього виробництва використовують сполуки B, Cu, Zn, Mn, Fe, Mo, Co. Звичайно їх вносять розбризкуванням розчинів, наприклад борної кислоти і т.д. В останні роки стали випускати прості добрива з мікроелементами.

Як джерела мікроелементів можуть використовуватися хелати – внутрішньокомплексні сполуки органічних речовин з металами: Fe, Co, Zn, Cu. Вони не поглинаються ґрунтами, але легко засвоюються рослинами.

Найбільш економічною формою добрив є комплексні, вміст 2-3 простих добрив, мікродобрива та пестициди.

Велике значення має те, що при використанні цих сумішей зменшується небезпека отруєння людей пестицидами. Загальна присутність туків і пестицидів заважає прояву негативного впливу пестицидів на якість рослин. Наприклад, фосфорні добрива відновлюють вуглеводний обмін, порушений хлорорганічними пестицидами. Присутність добрив скорочує час деградації гербіцидів, підвищуючи біологічну активність ґрунту.

Органічні добрива найчастіше уявляють собою відходи тваринництва. Гній містить велику кількість легких органічних речовин, що окислюються, мікроорганізми, у тому числі і хвороботворні, здатні викликати захворювання не тільки тварин, але й людини. Рідкий гній містить яйця геогельмінтів.

Опади міських і промислових стічних вод. У залежності від способу обробки стічних вод розрізняють наступні основні види опадів:

- сирий осад, що випадає в первинних відстійниках очисних споруд;
- активний мул після біологічного очищення;

- осад-продукт анаеробного зброджування осаду з первинних відстійників і активного мулу з вторинних відстійників;

- шлам промислових підприємств.

Опади стічних вод містять у своєму складі N, P, K та інші поживні речовини в співвідношеннях, яких не вистачає багатьом сільськогосподарським культурам. З загальної кількості азоту мінеральні форми (переважно у вигляді аміачних сполук) складають від 22 % до 37 %. Це найближчий резерв азоту для засвоєння його кореневою системою рослин.

2.2 ВПЛИВ ДОБРИВ НА СТАН ҐРУНТУ

Ґрунтовий покрив є універсальним бар'єром, у якому відбувається розкладання майже всіх сполук, що сюди потрапляють. Ґрунт має унікальну здатність до самоочищення шляхом фізико-хімічного і біохімічного процесів мінералізації органічних речовин і синтезу нової органічної речовини – гумусу. Однак здатність ґрунту до самоочищення не безмежна і характеризується конкретною можливістю до розпаду та мінералізації окремих видів органічних речовин. З внесених добрив тільки 40-60 % азоту використовується рослинами, 20-30 % закріплюється в ґрунті і до 40 % надходить із ґрунту в атмосферне повітря в газоподібній формі.

Процеси перетворення азотних добрив у ґрунті пояснюється схемою на рис. 2.2. Якщо добриво має амонійний азот (NH_4^+), то можлива його нітрифікація з перетворенням у іони NO_2^- або NO_3^-. Процес відбувається з участю аеробних нітрозних бактерій $NH_4^+ \rightarrow NO_2^-$, наступний крок – окислювання $NO_2^- \rightarrow NO_3^-$ йде з участю нітратних бактерій. Рослинами засвоюється 50-60 % азоту, інший азот втрачається внаслідок денітрифікації та закріплення в ґрунті у важкодоступних для рослин формах. Денітрифікація відбувається внаслідок руйнування групою ґрунтових бактерій нітратних солей за схемою

$$NO_3^- \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO \rightarrow N_2O \rightarrow N_2,$$

що призводить до збіднiння ґрунту азотом.

Закріплення в ґрунті відбувається у вигляді фіксації NH_4^+ в необмінній формі; закріплення у вигляді органічної речовини – включення до складу мікробного білка. При гуміфікації білка азот переходить до складу більш стійких до розкладання азотовмісних гумусових речовин.

Процеси перетворення фосфорних добрив у ґрунті. У результаті процесів сорбції і реакцій обміну з твердими компонентами ґрунту концентрація фосфору в ґрунтовому розчині спочатку швидко знижується. Рухливий фосфор, що утворюється, якщо не поглинається рослинами, то поступово перетворюється в недоступний фосфор (стабільну сполуку). Схематичне зображення перетворення фосфорних добрив у ґрунті надано на рис. 2.3.

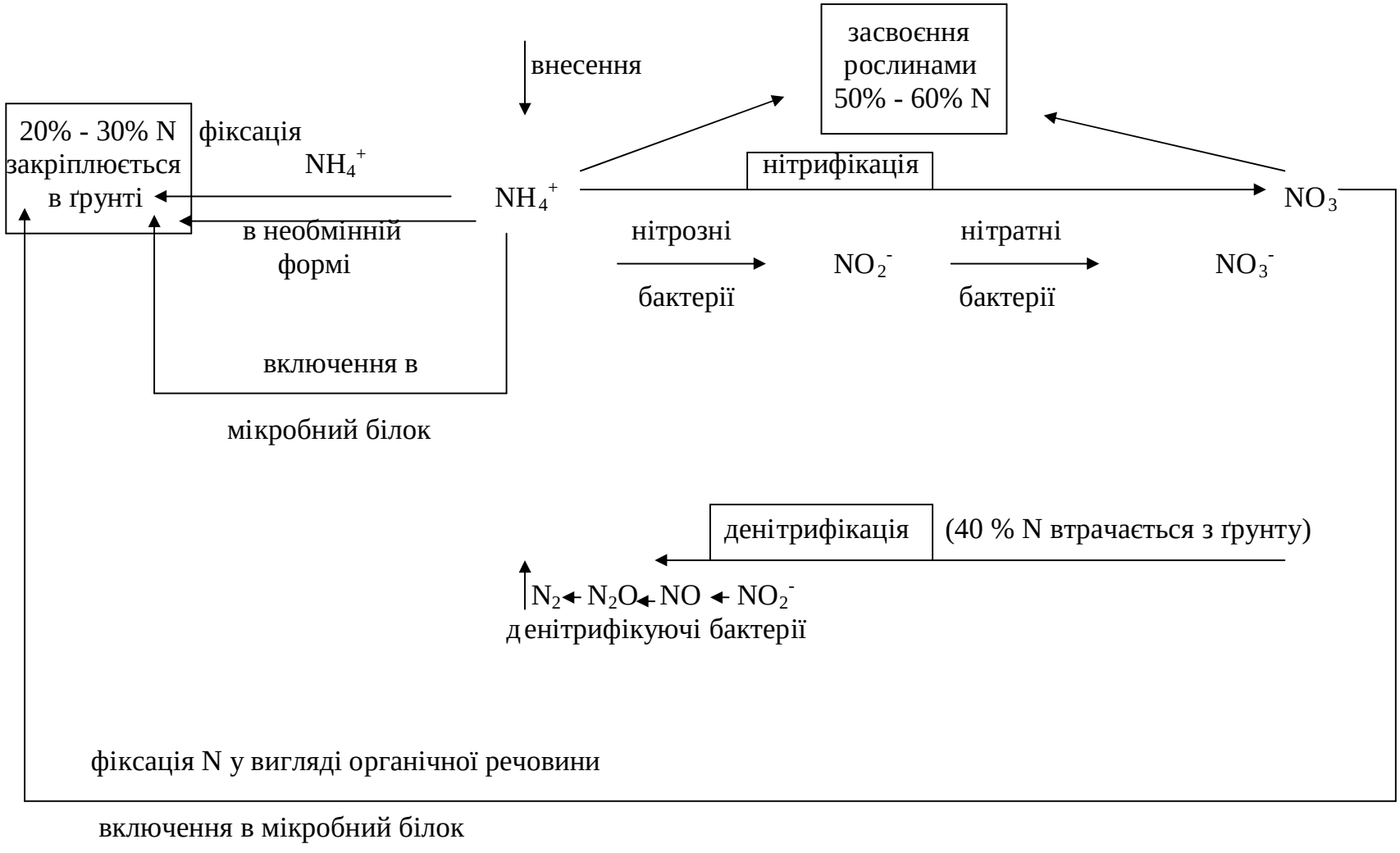


Рисунок 2.2 - Схема перетворень азотних добрив

Фосфор, у порівнянні з азотом, відрізняється більшою ефективністю, тому при підвищених дозах добрива максимальний врожай досягається завдяки фосфору швидше, ніж за рахунок азоту. Для засвоєння азоту рослинами має значення кількість поживних речовин, що знаходяться в ґрунті до внесення добрив. Коефіцієнт використання фосфору в дерново-підзолистих ґрунтах з дуже низьким вмістом фосфорного ангідриду – 46,5 %; з підвищеним – 5,3 %. Усі невикористані добрива надходять у

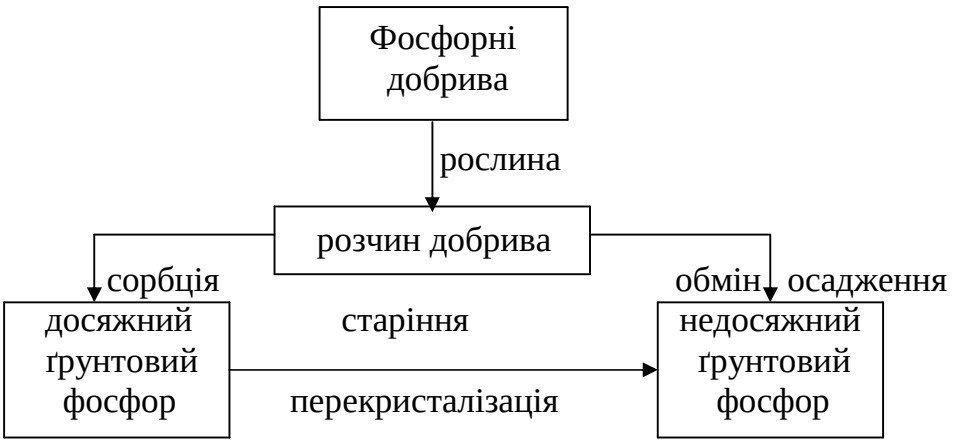


Рисунок 2.3 - Схематичне зображення перетворення фосфорних добрив у ґрунті

контактуюче з ґрунтом середовище. Наприклад, калійних добрив вимивається з легких ґрунтів 20-70 кг/га, із суглинків – 10-20 кг, а з глинистих ґрунтів нічого не втрачається.

З рис. 2.4 видно, що при внесенні добрив, настає такий стан системи, коли добриво практично не дає збільшення врожаю, а ще більші його дози призводять до зниження врожаю. Тут спрацьовує правило фактора, що лімітує, при його максимальному значенні. При великій кількості добрив у ґрунті відбуваються такі зміни, що призводять до зменшення родючості: підвищується кислотність, змінюється видовий склад ґрунтових організмів, порушується круговорот речовин, погіршується структура ґрунту.

Кислотність ґрунту найбільше підвищують азотні добрива, більш, ніж фосфорні. Наслідком є підвищене вимивання з ґрунту Ca і Mg. Для нейтралізації даного явища треба вносити в ґрунт ці елементи.

Фосфорні добрива не володіють настільки вираженим підкислюючим ефектом, але вони можуть викликати цинкове голодування рослин і нагромадження Sr у продукції.

При забрудненні ґрунту найбільша акумуляція солей спостерігалася в підорних горизонтах (21 - 55 см). Однак, уран, що надходить із суперфосфатами, накопичується у верхньому шарі ґрунту, на глибині 23 - 46

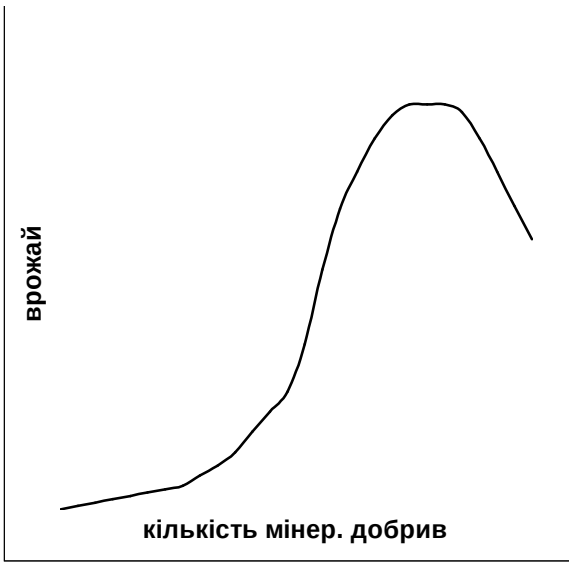


Рисунок 2.4 - Залежність врожаю від кількості нітратних добрив

см уран не виявляється. Згодом у ґрунті можуть бути досягнуті високі концентрації урану. Так в Англії, де суперфосфат застосовувався з 1889 р. концентрація досягла 1300 г/га.

На вимивання вкладених елементів усередину ґрунту впливає вапнування ґрунтів. Під його дією нітрати, Ca і Mg вимиваються в ґрунті, тому що він утворює важкорозчинні сполуки з Fe, Ca, Al. Для повного руйнування 440 мг/кг суперфосфату необхідно 700-900 діб.

Внесення в ґрунт добрив має здатність порушити стан мікрофлори ґрунту, воно супроводжується розвитком відповідних груп мікроорганізмів, що засвоюють азот, фосфор, калій. Для гальмування нітрифікації спеціально вносять інгібітори нітрифікації.

Баластові речовини, що надходять з добривами, можуть робити протилежний ефект, ніж поживні речовини. Так зі збільшенням концентрації сполук миш'яку в ґрунті відзначається тенденція до гноблення амоніфікуючих (до NH_4^+) і нітрифікуючих (до NO_3^-) бактерій. При цьому число сапрофітів не змінюється, а спороносних організмів збільшується. Важкі метали впливають на процеси окислювання NH_4^+ до NO_3^-.

Внесення в ґрунт опадів стічних вод. Внесення в ґрунт опадів стічних вод необхідно робити дозовано, щоб забруднення ґрунту було компенсовано процесами самоочищення за один вегетаційний період. Велике значення має час внесення – більш тривале перебування в ґрунті опадів при осіннім внесенні створює сприятливі умови для повного засвоєння нітратного азоту рослинами.

Патогенна мікрофлора, що міститься в стічних водах, адсорбується ґрунтовими частками і може довгостроково зберігатися. Терміни виживання мікроорганізмів залежать від типу ґрунту, тиску, температури, наявності у

ґрунті поживних речовин. Максимальний час виживання вірусів до року. Менш стійкі, ніж ентеровіруси сальмонели, шигели, ешерихії.Швидке самоочищення ґрунту відбувається при низькому тиску і високому вмісті глини в ґрунті.

Збагачення іонами металів завжди відбувається при попаданні в ґрунт стічних вод. При цьому в виробничих шламах міститься міді в 36 разів більше, ніж у ґрунті; Pb – у 30 разів; Zn – у 130 разів; Cd – у 15 разів. Cu, Pb і Hg швидко виносяться з ґрунту, а Cd, Zn – накопичуються в ньому.

Кількість металів збільшується не тільки в орному шарі, але і на більш глибоких рівнях (до 60 см від поверхні). При міграції іонів металів у ґрунті може відбутися їхнє нагромадження у водоносних горизонтах і рослинах. З цих умов необхідно віддавати перевагу осінньому внесенню опадів, тоді, наприклад, до моменту посадки картоплі вміст металів у ґрунті значно знизиться.

Сполуки Cu і Cr мають найбільше значення впливу на біоценоз ґрунту. Вони пригнічуючи дію на мікрофлору ґрунту, знижують її «дихальні» здібності й активність нітрифікації.

Ni і Hg спричиняють зворотну роботу – незначну стимуляцію мікробіологічних процесів у ґрунті, тобто в невеликих концентраціях вони діють, як мікроелементи.

Внесення відходів тваринництва. Мінералізація і гуміфікація рослинних і тваринних залишків відбувається переважно у верхньому ґрунтовому горизонті. Ґрунтові мікроорганізми здійснюють послідовне розкладання: вуглеводи до органічних кислот, спирти - до CO_2 і H_2O; жири – до CH_4, CO_2 і H_2O; білки - до амінів, ароматичних сполук, амінокислот; нітрати до H_2S, CO_2 і H_2O.

Як фактори ризику виступають сальмонели, бруцели і яйця гельмінтів. Виділяють більш 20 захворювань, зв'язаних із внесенням у ґрунт відходів тваринництва. Збудники інфекційних захворювань виживають у ґрунті певний термін, що залежить від ґрунтово-кліматичних умов. Наприклад за 40 років, що пройшли після зараження ґрунту сибірськовиразковою паличкою, не відбувається істотного звільнення ґрунту від спор сибірської виразки.

Кишкові палички та сальмонели виживають протягом 5 місяців.

Перевищення оптимальної норми внесення тваринницьких стоків приводить до збільшення лужних сполук K, Na та вимивання нижніх горизонтів Ca. Це призводить до осолонцювання ґрунту, зменшення її водопроникності, погіршення структурного стану. Застосування тваринницьких стоків на чорноземах і дерено-підзолистих ґрунтах збільшує вміст калію та фосфатів у 10 разів. Надлишок зазначених елементів призводить до порушення процесів фотосинтезу, блокування засвоєння рослинами магнію і посилення процесу нітрифікації.

2.3 ЗМІНА ЯКОСТІ ВОД І АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ У ЗВ'ЯЗКУ З ЗАСТОСУВАННЯМ ДОБРИВ

Вплив добрив на стан вод.

Добрива і баластові речовини, що містяться в них, можуть вимиватися атмосферними опадами, водою при зрошенні ґрунту і змиватися з її поверхні у відкриті водойми. Останнім часом значно підвищився вміст нітратів у річковій воді. Попадання у води N і P викликає розвиток рослинності у водоймі, особливо в теплий період року. Подальше їхнє відмирання викликає появу не властивим воді кольору та запаху, дефіциту кисню, тобто відбувається антропогенна евтрофікація водойм.

Найбільшою стабільністю у воді відрізняється амофос. Процеси його трансформації зв'язані з окислюванням азоту амонію й утворенням гідроксиламіна NH_2OH. У присутності амофосу гальмується окислювання нітритного азоту у нітратний.

Зрошення та внесення добрив в сільскогосподарські угіддя відходами тваринництва, навіть після їхнього попереднього знезаражування, призводять до значного забруднення ґрунту, ґрунтових і поверхневих вод.

Вплив добрив на стан атмосферного повітря.

Більш серйозним джерелом втрат азоту, ніж вимивання, є зникнення його з ґрунту і внесених у нього добрив у вигляді газоподібних сполук. Розмір газоподібних втрат залежить від застосованих доз, способів внесення та вирощуваної культури. Тип ґрунту впливає незначно. Від 20 % до 30 % внесеного в ґрунт азоту втрачається в результаті процесів денітрифікації, амоніфікації і нітрифікації. Азот надходить в атмосферу у вигляді закису, окису і двоокису азоту, аміаку і молекулярного азоту.

Втрати азотних добрив із ґрунту вищі, ніж втрати з рослин, які складають 22-36 % і 15-20 % відповідно. Підвищення вологості ґрунту сприяє збільшенню втрат азотних добрив.

Щорічно в навколишнє середовище надходить 50 млн. т нітратів із сільського господарства, що є однією з головних причин порушення формування озонового екрана.

2.4 ВИКОРИСТАННЯ ДОБРИВ І ЯКІСТЬ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

При обробці сільськогосподарских культур агрохімікатами рослини забруднюються токсичними речовинами, як безпосередньо, так і через кореневу систему. Багато які з них, особливо стійкі, не тільки забруднюють продукти, але і накопичуються в них. До них відносять азотні, фосфорні добрива, здатні тривалий час зберігатися в об'єктах середовища. Зміна внесення добрив призводить до збільшення їх залишкової кількості у культурах, у результаті чого або підвищується, або знижується вміст білків,

вуглеводів, вітамінів, мінеральних солей, змінюється харчова і біологічна цінність кормів та продуктів харчування людини.

Вплив добрив на засвоєння поживних речовин інших добрив.

Виносу рослинами поживних речовин одних добрив сприяє присутність інших. Так, наявність у ґрунті азотних добрив активізує перехід калію в рослини і навпаки, без азоту зростає нагромадження фосфору в надземній масі. Аналогічний ефект по фосфору при збільшенні норм калію, але до визначеної величини. Надлишок калію приводить до виносу фосфору. Підвищення вмісту в ґрунті гумусу перешкоджає надходженню фосфору в рослини.

Високі дози мінеральних туків сприяють підвищеному вмісту в рослинах азоту, фосфору, калію, магнію протягом вегетації.

Вплив температури. Недолік тепла сприяє нагромадженню фосфору, нітратів.

Вік рослини: чим більш вона молодша, тим більше нітратів міститься в ній.

Світло: чим більше освітленість, тим менше нітратів. Тому збір врожаю варто робити в пообідній час.

Хвороби і гербіциди сприяють нагромадженню рослинами нітритів і нітратів.

Вид добрива: при використанні амонійних сполук азоту в рослинах накопичується менше нітратного азоту, ніж при застосуванні сечовини нітратних форм.

Форма добрив: із гранульованих добрив рослинами засвоюється менше фтору, ніж з порошкоподібних.

Зміна біологічної і харчової цінності продуктів харчування.

У зв'язку з внесенням великої кількості мінеральних туків у ґрунт змінюється біологічна і харчова цінність продуктів. Підвищені норми N, K і P під картоплю і моркву змінюють біологічну цінність продуктів, а саме: азотні туки знижують крохмальостійкість картоплі, а фосфорні – підвищують. Сполуки азоту підвищують концентрацію моносахаридів, знижують концентрацію органічних кислот у бульбах, сприяють потемнінню картоплі. Фосфорні добрива послабляють негативні дії азотних, тому рекомендується їх збалансоване внесення.

Інтенсивне застосування азотних добрив призводить до зниження вмісту ряду металів: Fe, Al, Mn, Ni. Виникає дефіцит деяких мікроелементів, зменшується їх рухливість і допустимість для рослин.

2.5 ВПЛИВ ДОБРИВ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

Токсичність нітратів.

Звичайні мінеральні добрива значно менш токсичні, ніж хімічні засоби захисту рослин – пестициди.

Натрієва селітра $NaNO_3$ відноситься до малотоксичних сполук. Гранична доза, що встановлена по метгемоглобіноутворенню, дорівнює 182,4 мг/кг (1/50 від $ЛД_{50}$). Метгемоглобін – форма гемоглобіну, у якій Fe^{2+} окислений до Fe^{3+}. Метгемоглобін не переносить кисень. Метгемоглобін утворюється при отруєнні нітратами.

Зона токсичної дії широка, кумулятивність виражена слабо.

Калієва селітра KNO_3 знижує вміст гемоглобіну в крові і збільшує концентрацію цукру, зменшує вміст глікогену в печінці на 52 %. Глікоген – полісахарид, утворений залишками глюкози. При нестачі в організмі глюкози розпадається до неї. Накопичується в печінці.

Максимально припустима добова доза нітратів для людини – 265 мг. Нітрати і нітрити викликають стан гіпоксії в організмі, гальмують активність ряду ферментів у крові і шлунково-кишковому тракті (ШКТ), приводять до зрушень функцій центральної нервової системи (ЦНС).

Механізм токсичної дії нітратів не зводиться тільки до гемічної гіпоксії, виявляється тканева гіпоксія, викликана роз'єднанням окислювання і фосфоритування.

Дія нітратів у період ембріонного розвитку порушує становлення серцевого ритму, призводить до дистрофії міокарда, відхилення у білковому і вуглеводному обмінах у печінці.

При комбінованій дії на організм тварини ґрунтово-рослинного пилу, хімічних добрив і хлорорганічних пестицидів розвиваються дифузійні пошкодження бронхіального дерева і паренхіми легень, що виявляються картопляним бронхітом, пневмонією й емфіземою.

Хімічні добрива і мінімальні кількості пестицидів виявляють синергізм дії з ґрунтово-рослинним пилом.

Утворення нітрозамінів.

Небезпека значного надходження нітратів і нітритів у навколишнє середовище й в організм людини полягає не тільки в їх безпосередній дії на організм. Ці сполуки є попередниками утворення канцерогенних речовин – нітрозамінів. Нітрозаміни синтезуються в шлунку людини ентеробактеріями з нітритів їжі й амінів організму за схемою:

$$R_2NH + HO - NO = R_2N - NO + H_2O.$$

Органічні сполуки, що містять фрагмент R – N = O, поділяються на нітрити – O – N = O, нітрозосполуки $\diagup$C – N = O і нітрозаміни

$R_2 \diagup$ N – N = O.
$R_1 \diagdown$

Канцерогенними є нітрозамінами з алкільними радикалами, наприклад, диметилнітрозамін й інші. Якщо радикал ароматичний, то канцерогенної дії немає.

Всі симетрично заміщені діалкілнітрозаміни викликають карциноми печінки. Діамілпохідні вибірково викликають пухлини в легенях. Аліл (CH_2 = CH - CH_2-), циклогексіл (C_6H_{11}-), феніл (C_6H_5-) і бензилпохідні($C_6H_5CH_2$-) є неканцерогенними. Велика кількість канцерогенних нітрозамінів – мутагенна, а деяка тератогенна.

Кореляція між гострою токсичністю і канцерогенними властивостями відсутня. Токсичність діетилових сполук дорівнює 1/8 у порівнянні з такими як диметилові нітрозаміни.

В даний час існують достовірні дані про те, що смертність від раку шлунка залежить від використання азотних добрив (селітра), а також від ступеня контактів з нітратами та нітритами на виробництві.

Засоби, що протидіють синтезу нітрозамінів в організмі. В даний час не викликає сумніву можливість ендогенного синтезу канцерогенних нітрозамінів з нітритів (нітратів) і вторинних амінів, що надходять в організм із їжею і водою, тому велике значення має питання про використання інгібіторів синтезу нітрозамінів в організмі людини. До них відносять аскорбінову кислоту, вітамін А, вітамін Е, що мають антиканцерогенні властивості. Недостатність ліпотропних факторів (холіну, фолієвої кислоти) може стимулювати канцерогенез. Звідси ясна необхідність у повноцінному харчуванні, що забезпечує надходження в організм максимального набору вітамінів та інших сполук, без яких нормальне функціонування організму неможливе.

Поведінка нітрозамінів в навколишньому середовищі. У ґрунті нітрозаміни виявляють стабільність, хоча розкладаються мікроорганізмами ґрунту. В анаеробних умовах при затопленні ґрунту водою диметилнітрозамін розкладається повільніше. Внесення в ґрунт органічної речовини (соломи), стимулює розкладання нітрозамінів.

У воді нітрозаміни зберігаються 5 - 12 діб. Різниці в стабільності окремих речовин цієї групи залежить від побудови радикалів R_1 і R_2, і числа атомів вуглецю в них. Чим більше число атомів, тим швидше зменшується концентрація нітрозамінів у повітрі.

Трансформація нітрозамінів відбувається під дією озону. При цьому продукти трансформації не здатні викликати загострення ракових пухлин. Продукти перетворення під дією хлору є канцерогенними.

У повітрі нітрозаміни досить леткі. Вже з першої години після нанесення на поверхню ґрунту нітроздипропіламін, нітроздіетиламін, нітроздиметиламін випаровувались на 30-80 % від внесеного. Прискоренню зникнення сприяють підвищення температури, зволоження ґрунту і зменшення вмісту у грунті органічних речовин.

Нітрозаміни можуть розкладатися шляхом відновлення або окислювання з утворенням альдегіду або нітросполуки.

2.6 САНІТАРНА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ЗАБРУДНЕННЯ ДОБРИВАМИ

Заходи, спрямовані на профілактику забруднення навколишнього середовища добривами, поділяються на агрохімічні, технічні і санітарно-гігієнічні.

Агрохімічні засоби. Сполуки азоту становлять найбільшу небезпеку для забруднення середовища проживання людини в силу великої розчинності і рухливості в ґрунті. Тому особливу роль у профілактиці забруднення повинні відігравати засоби, що знижують швидкість нітрифікації і розчинення азотних добрив, які забезпечують більш повне використання азоту рослинами й гальмують його надходження з ґрунту в повітря. Такі речовини називаються інгібіторами. Під їхнім впливом газоподібні втрати добрив із ґрунту зменшується в 1,5-2,0 рази. В даний час відомо більш 200 препаратів-інгібіторів. Це – ціаніди, нітро і галогенаніліди, хлорпіридини.

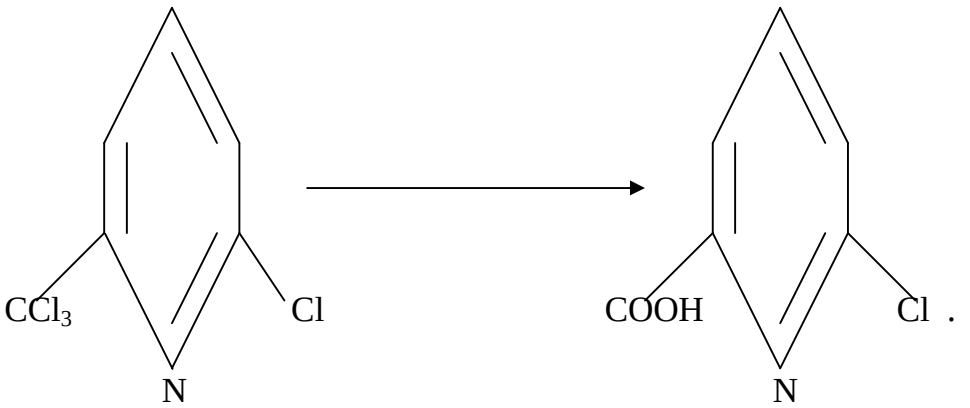
Нітропірин. Найбільш ефективним виявився 2-хлор-6 (трихлорметил) піридин (нітропірин), по-іншому – N-serve (США). N-serve гальмує нітрифікацію в 1,5-2,0 рази при внесенні в грунт в дозах 0,5 – 1,5 кг/га. Він не розчиняється у воді, що перешкоджає його міграції по профілю ґрунту. N-serve застосовують для обробки добрив та при внесенні безпосередньо в ґрунт із добривами. У випадку застосування великих доз добрив інгібітор попереджає нагромадження токсичних кількостей нітратів у рослинах і водовідстійниках.

Наприклад, при внесенні в ґрунт $(NH_4)_2SO_4$ без інгібітору рослинами використовується 37 % азоту, а з N-serve – 52 %. При застосуванні N-serve 86-93 % азоту, внесеного в ґрунт восени, зберігається у верхніх горизонтах ґрунту (до 60 см), у той час, як без інгібітору азот вимивається. У присутності інгібітору азот не мігрує глибше 31 см. З N-serve у ґрунті міститься більше аміачного і менше нітратного азоту.

Так як інгібітор істотно збільшує використання рослинами азоту з добрив, то можливо зменшити дозу внесених азотних туків на 30 % при одержанні того ж врожаю.

N-serve погано розчиняється у воді і при його використанні необхідно застосовувати легкозаймисті рідини, аміак і аміачну воду.

У воді, ґрунті та рослинах N-serve швидко метаболізується до 6-хлорпіколінової кислоти. Дана кислота є структурним аналогом діючого початку гербіцидів типу тордона й інших:



Циангуанідин. Він сповільнює нітрифікацію, не леткий, добре розчинний у воді й аміаці, його можна вводити до складу твердих і рідких азотних добрив. Препарат містить 67 % азоту, що у ґрунті перетворюється в легкодоступні для рослин форми:

H_2N \
C = NH.
NC – N

Сірковуглець. При його внесенні разом з $(NH_4)_2SO_4$ використання азоту збільшується з 37 % до 44 %.

Поверхнево-активні речовини й активний мул у вигляді колоїдно-адсорбційного екрана. Застосування ПАР сприяє нагромадженню азоту в орному шарі за рахунок зниження водопроникності піщаної товщі. ПАР утворюють відходи целюлозно-паперової промисловості.

Технічні засоби. Для скорочення втрат азоту пропонується застосовувати добрива в оболонці, наприклад, парафіновій, або сплавляти й гранулювати добрива разом з уротропіном. При цьому утворюється повільно розчинна форма. При необхідності внесення підвищених доз азотних добрив доцільно вносити їх частками по фазах вегетації в зону харчування коренів рослин для більш повного використання. Не рекомендується вносити добрива на сніжний покриві та на змерзлий ґрунт.

Санітарно-гігієнічні засоби. У контролі за якістю продуктів харчування може допомогти список «Припустимих залишкових кількостей (ПЗК) деяких хімічних елементів в основних групах харчових продуктів». Цей список містить ряд елементів, що можуть входити до складу мінеральних добрив, опадів міських і стічних вод і переходити з ґрунту в рослини. З метою недопущення нагромадження в ґрунті токсичних речовин, які міститься в осаді, їх застосування повинне вироблятися не частіше одного разу в 3 роки. На даних площах не можна вирощувати культури, які вживаються людиною в сирому вигляді – овочі, ягоди. На Україні опади і сміттємулові добрива треба вносити восени під оранку 1 раз у 4-5 років на одне і теж місце.

Запитання для самоконтролю

1. Чим відрізняються прямі та непрямі туки?
2. Надайте характеристику азотним добривам.
3. Які процеси перетворення азотних добрив в грунті Вам знайомі?
4. Надайте характеристику фосфорним добривам.
5. Які недоліки визначаються при внесенні в ґрунт опадів стічних вод?
6. Яким чином використання добрив впливає на якість продуктів харчування?
7. Надайте характеристику токсичним властивостям азотних добрив.
8. Які особливості складу та структури нітрозамінів посилюють їх токсичність?
9. Перелічіть засоби, що протидіють синтезу нітрозамінів в організмі.
10. Надайте характеристику агрохімічних засобів, спрямованих на профілактику забруднення навколишнього середовища добривами.
11. У чому полягають технічні та санітарно-гігієнічні засоби профілактики забруднення грунтів добривами?

3. ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ПЕСТИЦИДІВ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

План

3.1 Загальні відомості про пестициди

3.2 Класифікації пестицидів

3.3 Вміст, міграція, метаболізм та стабільність пестицидів у ґрунті

3.4 Охорона відкритих водойм та підземних вод від пестицидів. Охорона повітряного басейну

3.5 Проникнення, розподілення та виведення пестицидів з організму людини6.

3.6 Ознаки гострої інтоксикації пестицидами

3.7 Морфологічні зміни різних органів та систем організму під впливом пестицидів

3.8 Біологічний вплив пестицидів. Віддалені наслідки

3.9 Лікування у випадку отруєнь пестицидами

3.10 Забруднення пестицидами території України та Харківської області

3.1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПЕСТИЦИДИ

Пестициди – це загальноприйнята збірна назва хімічних засобів захисту рослин, яка складається з двох слів: пест – шкода та цидо – вбиваю (лат.). Пестициди використовуються для знищення або припинення розвитку живих організмів – комах, кліщів, ссавців (гризунів), вірусів, бактерій, спор грибів, шкідливої рослинності та ін. Пестициди мають біологічну активність і тому можуть викликати порушення життєдіяльності не лише тих живих організмів, проти яких їх запроваджують, але й інших, у тому числі й людини. Ступінь порушення життєдіяльності різноманітних организмів визначається вибірковою токсичністю, тобто здатністю вражати один вид живої істоти, не зашкоджуючи іншому. Виборча токсичність засновується на відмінностях у біохімічних процесах. Окремі хімічні речовини вступають у реакцію з біохімічними структурами організму, блокуючи їх та викривляючи біохімічні процеси, що породжує порушення фізіологічних функцій та патологію. Наприклад, ртутьорганічні сполуки блокують сульфгідрильні групи ферментів, тому ці пестициди найчастіше спричиняють отруєння людини.

Згідно з думкою найвидатніших вчених світу, у найближчі 20-30 років пестициди будуть відігравати головну роль у захисті рослин. Якщо б зараз у якій-небудь з країн світу зупинили застосування хімічних засобів захисту рослин, то населення цієї країни залишилося б перед лицем голоду.

Але світова практика свідчить про те, що нетоксичних для людини пестицидів поки що не існує. Вважається, що в біосфері циркулюють десятки тисяч хімічних речовин. Серед забруднень розрізняють:

- ті, які можна запобігти (від промислових підприємств);
- ті, які тимчасово не можна запобігти (вихлопні гази);
- ті, які не можна запобігти.

У найближчому майбутньому забруднення пестицидами буде належити до тих, які не можна запобігти. Свої прямі ефекти пестициди проявляють лише протягом 1-2 % часу їх знаходження в оточуючому середовищі, тоді як 98 % часу вони викликають негативні ефекти внаслідок забруднення. Приблизно 3 % гербіцидів та інсектицидів, що застосовуються, досягають видів – мішеней. Решта включається в локальні та глобальні кругообіги.

Та не дивлячись на явні недоліки, існують відомості, що завдяки пестицидам вдалося попередити або значно послабити приблизно 30 хвороб людини та домашніх тварин, врятувати не менш, ніж 25 млн. людей, та попередити приблизно 1 млрд. захворювань. Під час Другої світової війни від висипного тифу, у багато чому завдяки пестицидам, померло людей значно менше, ніж від поранень. В усіх інших війнах співвідношення було інше.

Саме пестициди дозволили майже повністю ліквідувати або звести нанівець такі захворювання, як малярія, туляремія, кліщовий енцефаліт та інші.

Особливості пестицидів.

1. Відсутність можливості запобіганню циркуляції (забрудненню) у біосфері. При застосуванні речовини – та знаходиться в навколишньому середовищі до повного розкладу.

2. Призначення – для знищення живого.

3. При обробці рослин створюються концентрації, здатні знищити шкідників. Такі концентрації можуть бути небезпечними і для працюючих, але зменшити їх не можливо, тому що не будуть знищені шкідники.

4. Контакти великих мас населення з пестицидами в зв'язку з їх циркуляцією в біосфері та наявністю залишків у продуктах харчування.

Відомо декілька тисяч діючих речовин, у світовому асортименті постійно використовується близько 500. У СНД на 2000 р. дозволено 273 речовини.

Асортимент пестицидів постійно поновлюється, що пов'язано з необхідністю створення більш ефективних та безпечних для людини пестицидів, а також з розвитком у комах та інших шкідників резистентності: стійкості, витривалості.

У результаті збільшення резистентності комах до пестицидів часто збільшують норми їх внесення. Як наслідок – забрудненість ґрунтів та сільськогосподарської продукції значно зросла. Ця ситуація була описана

для боротьби з павутинним кліщем у Таджикистані в 1964 – 1967 рр. Тоді було випробувано декілька пестицидів і до всіх розвивалася стійкість. Більш того, сумнозвісний ДДТ також призводив до стимуляції розмноження кліщів та росту їх популяції.

Відомо близько 500 видів комах, витривалих до пестицидів, і серед них більше 10 видів стійкі до всіх засобів захисту рослин. Деякі спеціалісти дають песимістичний прогноз, у 2010 – 2020 рр. усі основні шкідники та бур'яни можуть стати несприятливими до пестицидів.

Основні характеристики пестицидів.

1. Біологічна активність – залежить від їх здатності проникати в організм, пересуватися по ньому та подавляти життєво важливі процеси, а також від кількості пестициду, тобто дози (мг/на весь організм; мг/кг), від часу його впливу. Міра активності $ЛД_{50}$ або $СК_{50}$ (концентрація речовини, що викликає загибель 50 % організмів) на практиці – норма витрати діючої речовини на одиницю площі, при якій досягається необхідний захисний ефект.

2. Вибірковість – зі збільшенням дози вибірковість може втрачатися.

3. Екологічна безпека – пов'язана з вибірковістю та персистентністю, тобто здатністю зберігатися певний час в оточуючому середовищі, не втрачаючи своєї біологічної активності. Персистентність залежить від об’єкту та кліматичних умов.

Способи застосування. Пестициди найчастіше застосовуються у вигляді:

- просочених пестицидом гранул мінералів перліта, вермуліта;
- суспензій – сумішей порошкоподібних пестицидів з водою;
- емульсій – сумішей двох рідин;
- аерозолів – тумана або дима, що містять пестициди, вони створюються за допомогою аерозольного генератора;
- дустів (найрідше) – порошкоподібних сумішей основної отрути та наповнювача (крейди, талька, каоліна, гіпсу).

Норма витрати препарату (Н) визначається за формулою:

$$Н = \frac{100 \cdot Д}{С},$$

де $Д$ – доза; $С$ – вміст пестициду в цьому препараті, %.

3.2 КЛАСИФІКАЦІЇ ПЕСТИЦИДІВ

Важливе значення має класифікація в залежності від призначення, хімічної природи і патогенних властивостей.

3.2.1 Виробнича класифікація

Виробнича класифікація здійснюється у залежності від мети і напрямку використання:

акарициди – для боротьби з рослиноїдними кліщами;

антигельмінти – для боротьби з паразитичними хробаками у тварин;

бактерициди- для боротьби з бактеріями і бактеріальними хворобами рослин;

гербіциди – для знищення бур'янів;

дефлоранти – для видалення зайвих квітів;

дефоліанти – для видалення листів;

зооциди – для знищення гризунів;

інсектициди – для боротьби зі шкідливими комахами;

лімациди (молюскоциди) – для боротьби з молюсками (равлики, слизняки);

ларвіциди – для знищення личинок і гусениць;

репеленти – для відлякування комах;

фуміганти – речовини, що застосовуються в паро- і газоподібному вигляді для знищення шкідників і збудників хвороб рослин;

фунгіциди – для боротьби з грибковими хворобами і різними грибами.

Пестициди найчастіше застосовуються у вигляді композицій з розріджувачами й ПАР, іноді використовуються спеціальні домішки, наприклад, *антидоти* для рослин, що підвищують вибірковість гербіцидів або *синергісти*, що підвищують активність інсектицидів.

3.2.2 Хімічна класифікація

Як пестициди застосовуються хімічні речовини, що входять у різні класи хімічних сполук (Додаток 1, таблиця А1).

1) **Хлорорганічні сполуки (ХОС)** – хлорпохідні аліциклічних, аліфатичних, ароматичних вуглеводнів. Середня і висока токсичність, виражені кумулятивні властивості. Стабільність вище, ніж у ФОС. Вони виділяються з молоком і проходять крізь плаценту, вражаюче діють на нервову систему, ендокринну і серцево-судинну.

2) **Фосфорорганічні сполуки (ФОС)**. Мало кумулюються, розпадаються з утворенням малотоксичних сполук, але при цьому виявляють високу інсектицидну й акарицидну активність.

3) **Ртутьорганічні пестициди** характеризуються високою токсичністю, різко вираженими кумулятивними властивостями, великою стабільністю в об'єктах навколишнього середовища. Ртутьорганічні сполуки взаємодіють із сульфгідрильними групами. Ртуть як елемент не руйнується в навколишньому середовищі і тому застосування пестицидів цієї групи повинне бути обмеженим.

4) **Похідні карбамінової NH_2-COOH (карбамати) і тіокарбамінової кислоти H_2N-CSOH.** Характерна середня і мала токсичність, слабо виражаються кумулятивні властивості, середня стабільність у навколишньому середовищі. Швидко розкладаються на нетоксичні компоненти. Карбамати порушують діяльність нервової й ендокринної систем і пригнічують окисні процеси.

5) **Похідні карбонових кислот** (оцтової і масляної C_3H_7COOH). Середньо- та малотоксичні речовини, кумуляція слабо виражена. Однак для них характерна стабільність у навколишньому середовищі. В основі механізму токсичної дії лежить порушення обмінних процесів, у ряді випадків вплив на ендокринну систему.

6) **Похідні сечовини $(NH_2)_2CO$ і гуанідину $(H_2N)_2C=NH$**. Мала і середня токсичність, слабкі кумулятивні властивості. Мала і середня стабільність у ґрунті, до моменту збору врожаю вони відсутні в продуктах харчування. Можуть мігрувати в підземні водоносні горизонти. Діють на щитовидну залозу, на нервову систему, порушують дихання.

7) **Похідні фенолу C_6H_5OH** мають низьку стабільність в об'єктах навколишнього середовища, не кумулюються рослинами. Порушують обмінні процеси, впливають на нервову систему, ШКТ і органи дихання.

8) **Ціаністі і роданисті сполуки** (CN^-, SCN^-) блокують дихальні ферменти, порушуючи кисневе харчування органів і тканин. У зв'язку з цим порушується функція нервової системи, серцево-судинної системи. Змінюють формулу крові.

9) **Препарати Cu, As, S**.

Формули окремих пестицидів наведено у Додатку 2.

На підставі даних про фізико-хімічні і токсичні властивості пестицидів сформульовані гігієнічні вимоги до пестицидних препаратів:

- у сільському господарстві повинні застосовуватися малотоксичні для тварин і людини препарати. Виключення – зооциди і протруйники насінь, серед яких малотоксичні сполуки не знайдені;
- не повинні використовуватися стійкі речовини, що не розкладаються в природних умовах на нетоксичні компоненти протягом двох і більше років;
- не слід застосовувати препарати з різко вираженою кумуляцією навіть при влученні в організм у малих кількостях;
- не використовуються речовини, для яких встановлена канцерогенність, мутагенність, ембріоногенність і алергенність.

3.2.3 Гігієнічна класифікація

У залежності від рівня небезпеки пестициди поділяються на декілька груп.

1. **За токсичністю при введенні в шлунок**:

а) сильнодіючі отрути ($ЛД_{50}$ до 50 мг/кг)

б) високотоксичні (50<$ЛД_{50}$<200 мг/кг)

в) середньотоксичні (200<$ЛД_{50}$<1000 мг/кг)

г) малотоксичні ($ЛД_{50}$>1000 мг/кг).

2. **За токсичністю при надходженні через шкіряні покриви** (резорбтуюча токсичність шкіри):

а) різко виявлена ($ЛД_{50}$<300 мг/кг; шкіряно-оральний коефіцієнт (ш.о. к.)<1)

б) виявлена (300<$ЛД_{50}$<1000 мг/кг; 1<ш. о. к.<3)

в) виявлена слабо ($ЛД_{50}$>1000 мг/кг; ш. о. к. >3).

Шкіряно-оральний коефіцієнт – це відношення величини $ЛД_{50}$, встановленої при нанесенні речовини на шкіру, до $ЛД_{50}$ при його введенні в шлунок. Якщо $ЛД_{50шкіри}$=300 мг/кг, а $ЛД_{50шлунка}$=400 мг/кг, то ш.о.к.=0,75<1.

3. **За ступенем леткості**:

а) дуже небезпечна речовина - концентрація, що насичує, більше або дорівнює токсичній

б) небезпечна речовина– концентрація, що насичує, більше граничної

в) мало небезпечна речовина – концентрація, що насичує, не робить граничного впливу.

Концентрація, що насичує – максимальна кількість речовини в пароподібному стані, що може знаходитися в одиниці об'єму повітря при атмосферному тиску і визначеній температурі.

4. **За кумуляцією**:

а) надкумуляція (коефіцієнт кумуляції<1)

б) виявлена (коефіцієнт кумуляції=1-3)

в) помірна (коефіцієнт кумуляції=3-5)

г) виявлена слабо (коефіцієнт кумуляції>5).

Коефіцієнт кумуляції – відношення сумарної дози речовини, що викликає загибель 50 % піддослідних тварин при багаторазовому введенні, до дози, що викликає загибель 50 % тварин при однократному введенні. Чим ці дози ближче, тим сильніше кумуляція і менше коефіцієнт кумуляції. Токсичні і кумулятивні властивості основних пестицидів приведені в табл.А1 Додатку.

5. **За стійкістю**:

а) дуже стійкі речовини (час розкладання на нетоксичні компоненти більше 2 років)

б) стійкі (час розкладання 0,5-2 роки)

в) помірно стійкі (час розкладання 1-6 місяців)

г) нестійкі (розкладаються на нетоксичні компоненти протягом місяця).

Якщо препарат по одній з гігієнічних класифікацій відноситься до першої групи, то він не підлягає впровадженню в практику.

Пестициди, що відносяться до сильнодіючих високотоксичних речовин (1 і 2 групи класифікації), становлять велику небезпеку через здібність викликати гострі отруєння при вживанні забруднених продуктів.

Продукти, що містять стійкі пестициди, з кумулятивною дією, незалежно від їхньої токсичності при однократному надходженні можуть викликати хронічне отруєння.

Препарати, віднесені до сильнодіючих, є джерелом понад 86 % всіх отруєнь пестицидами у світі. Особливо небезпечні стійкі сполуки, здатні розпадатися на більш токсичні метаболіти, кумулюватися і викликати віддалені патологічні ефекти.

3.2.4 Класифікація за механізмом дії

1) контактні, діють в місцях зіткнення (для комах)

2) системні, здатні всмоктуватися і пересуватися по судинній системі в різних частинах рослин й отруювати їх клітинний сік

3) *кишкові* проникають в організм комахи через харчування

4) *фумігантні* вражають організм комахи через дихальну систему.

3.3 ВМІСТ, МІГРАЦІЯ, МЕТАБОЛІЗМ І СТАБІЛЬНІСТЬ ПЕСТИЦИДІВ У ҐРУНТІ

Циркуляція пестицидів у зовнішньому середовищі – це переміщення з місць первинного застосування в інші ареали повітряними і водними течіями, при природній міграції тварин, нагромадження і перетворення в різних об'єктах зовнішнього середовища, вплив на живі організми й вплив залишкових кількостей на людину.

У ґрунт пестициди потрапляють з атмосферними опадами, при внесенні, із залишками загиблих тварин і рослин, при змиві. Зменшення вмісту пестицидів у ґрунті відбувається завдяки ряду процесів: перехід в рослини, випаровування в атмосферу, фотохімічне руйнування, винесення зі стоком, хімічне і біологічне руйнування, інфільтрація в підземні води, поглинання ґрунтовими тваринами і мікроорганізмами. Сукупність усіх процесів визначає стабільність пестицидів у ґрунті.

Синтезовані вітчизняні пестициди вигідно відрізняються малою стабільністю в ґрунтах у порівнянні з закордонними. Вони руйнуються протягом одного вегетаційного періоду і тому їхнє застосування в наступному році не буде приводити до їхнього нагромадження в ґрунті. ФОС зберігаються в ґрунті дні-тижні, карбамати і похідні сечовини – тижні-місяці, ХОС – місяці-роки.

Крім самих пестицидів, у ґрунті присутні продукти їхнього окислювання, що часто більш токсичні, ніж вихідні речовини.

Агротехнічні прийоми впливають на динаміку пестицидів у ґрунті. Найбільш часто залишки пестицидів виявляються в зрошуваних ґрунтах (вирощування бавовнику). При підвищеній фільтрації ґрунтів або при високому стоянні ґрунтових вод необхідно віддавати перевагу малорухомим пестицидам. В умовах водної ерозії необхідно вибирати малосорбуючі ґрунтом пестициди, що дозволяє запобігати їх міграції з поверхневим стоком.

3.3.1 Міграція пестицидів із ґрунту

Міграція пестицидів із ґрунту відбувається в результаті декілька процесів. Перший шлях відбувається внаслідок їхньої високої біологічної активності і включення в трофічні цикли. Для характеристики інтенсивності процесу міграції в ланці „ґрунт – рослина" використовують коефіцієнт концентрування $K_к$ – це відношення вмісту пестициду в рослинах до його концентрації в ґрунті.

У видах сільськогосподарської продукції пестициди розподіляються в такий спосіб: ХОС найчастіше виявляються в рибі, домашній птиці, фруктах і злакових; рідше – в рослинних жирах, картоплі, листових овочах і бобових, і ще рідше – у коренеплодах, цукрі. **Небезпека транслокації в культурні рослини** оцінюється так:

0 – не надходить у культуру;

1 – надходить у рослину, але не робить супутньої дії;

2 – надходить і погіршує якість врожаю;

3 – знижує врожай і його якість.

Другий шлях міграції пестицидів – це їх пересування за профілем ґрунту. Цьому сприяють атмосферні опади, поливання і наявність тріщинуватих порід. Пестициди легше фільтруються в легких ґрунтах, ніж у важких: ФОС мають більшу рухливість, ніж ХОС, але, в зв'язку з інтенсивним руйнуванням ФОС, у профілі ґрунту більше виявляються ХОС.

Просування в ґрунті складається з наступних процесів: сорбції і протидіючої їй десорбції. У результаті сорбції виявляється ефект запізнювання в міграції пестициду в ґрунті. Процесом, що заважає, є випаровування ґрунтової вологи, у результаті чого пестицид піднімається у верхні шари ґрунту.

З позицій земельних ресурсів користуються бальною системою оцінки міграції пестицидів: 0 – не мігрує; 1 – мігрує до 15 см; 2 – до 50 см; 3 – більш 50 см.

3.3.2 Метаболізм пестицидів у ґрунті

У ґрунті пестициди піддаються дії біотичних і абіотичних факторів. Біологічні фактори – мікроби, безхребетні, коренева система рослин. Абіотичні фактори – температура, вологість, кислотність.

ФОС найчастіше піддаються гідролізові. Наприклад, при гідролізі карбофосу утворюються монокарбонові кислоти. Крім того, може відбуватися окислювання до сульфокисів (R_1R_2SO) і сульфонів ($R_1R_2SO_2$).

ХОС піддаються окислювально-відновлювальним перетворенням.

Похідні карбонових кислот найчастіше піддаються перетворенню шляхом відщеплення бокового ланцюга або руйнування ароматичного кільця.

У результаті дії ґрунтових мікроорганізмів пестициди піддаються дегалоідуванню, дезалкілюванню, гідролізові, окислюванню, відновленню, розривові ефірного зв'язку, розривові ароматичного кільця.

Під дією головного абіотичного фактору – світла – відбувається фотоліз пестицидів.

3.3.3 Стабільність пестицидів

Стабільність пестицидів залежить від ряду факторів.

Фізико-хімічні властивості пестициду. ХОС у глиноземах зберігаються набагато довше, ніж у піщаних ґрунтах. Вміст органічної речовини прямо корелює зі стабільністю. У кислих ґрунтах стабільність ХОС вище, ніж у лужних.

Тип ґрунту: його фізико-хімічні, структурні і біологічні властивості.

Для прогнозування кінетики кількості гербіцидів у ґрунті запропоновані рівняння, що зв'язують кількість пестициду (%) від вихідного вмісту.

Для суглинків:

$$Q = 14 - 6t - 6t \cdot x.$$

Для торф'янистого ґрунту:

$$Q = 29 - 21t,$$

де Q- кількість пестициду, %; x – доза гербициду, кг/га; t- температура, ^{o}C.

Кліматичні і ландшафтні особливості зони. Підвищення температури супроводжується посиленням процесів зникнення пестицидів із ґрунту. У цьому випадку активізуються метаболічне перетворення, десорбція, зникнення. Надмірне ж пересихання ґрунту сприяє уповільненню розпаду пестициду.

У сухих ґрунтах полярні молекули ХОС, вступаючи в конкуренцію з високополярними молекулами води за місця на частках ґрунту, міцно адсорбуються на останніх. У випадку вологого ґрунту вони звільняються, стають знову інсектицидно активними і легко проникають у рослину або випаровуються. В умовах жаркого клімату в руйнуванні пестицидів головними є фотопроцеси і випаровування, у зонах помірного клімату – фізико-хімічні властивості речовини, pH ґрунту і вміст у ній органічної речовини.

Мікроорганізми ґрунту можуть використовувати пестициди як джерело азоту, вуглецю або фосфору. Виділено окремі види ґрунтових організмів, що руйнують ДДТ й інші стабільні пестициди. ДДТ в анаеробних умовах руйнуються значно швидше, ніж в аеробних, особливо в присутності органічних речовин.

Умови застосування пестицидів: форма, кратність обробки. Пестициди, що застосовуються у вигляді гранул, довше зберігаються в ґрунті, ніж емульсії і, тим більше, ніж рідини або порошки.

Поверхово внесені пестициди руйнуються в 10 разів швидше в порівнянні з внесеними всередину. З ґрунтів, на яких не вирощуються сільськогосподарські культури, пестициди зникають швидше, ніж з полів, що зумовлено зменшенням сонячної інсоляції і більш повільним випаруванням з полів.

Небезпека пестициду для ґрунту визначається критерієм стабільності. По стабільності пестициди поділяють на 4 класи:

1 – дуже стійкі речовини, час розкладання більш 2 років

2 – стійкі, 0,5-2 року

3 – помірковано стійкі, що розкладаються на нетоксичні речовини протягом 1-6 місяців

4 – малостійкі речовини, час розкладання на нетоксичні речовини до 1 місяця.

3.3.4 Прогнозування стійкості пестицидів у ґрунті, рослинах і воді

Зменшення кількості пестицидів у ґрунті можна визначити за рівнянням:

$$\lg \frac{C_o}{C_t} = \frac{0{,}3t}{t_{50}}$$

При $f = \frac{C_t}{C_o}$ и після *n* щорічних застосувань:

$$\frac{r}{C_o} = 1 + f_1 + f_1^2 + f_1^3 + ... + f_1^{n-1}.$$

$$(\frac{r,\%}{C_o})_{\infty} = \frac{1}{1 - f_1}.$$

де C_o -початкова концентрація пестициду;

C_t – концентрація через t часу;

t_{50} – період 50 % розпаду;

f_1 – частина пестициду, що залишилася через рік;

r – акумульована кількість відразу після додавання в результаті щорічних обробок;

n – кількість щорічно внесеного пестициду.

Кількість залишків гербіцидів у ґрунті:

$$R = \frac{D \cdot X \cdot (1 - X^n)}{1 - X},$$

де R – залишок пестициду;

D – доза;

X – частина, що залишилася через 12 місяців, у частинах від одиниці;

n – кількість років після застосування.

Ще один розрахунковий метод залишкової припустимої концентрації пестициду (ЗПК) у ґрунті базується на використанні нормативів по ПЗК (припустимих залишкових кількостей) пестицидів у продуктах харчування рослинного походження за формулою:

$$\text{ПЗК} = 1{,}23 + 0{,}48 \lg \text{ПЗК}.$$

Наприклад, розрахуємо ЗПК пестициду полікарбоцину, якщо ПЗК його в рослинних продуктах дорівнює 1 мг/кг. Тоді:

$$\text{ПЗК} = 1{,}23 + 0{,}48 \lg 1 = 1{,}23 \text{ мг/кг ґрунту}.$$

Для прискорення детоксикації ґрунту від залишків пестицидів його треба переорати, знищити рослинність. При наявності залишків ДДТ створюють анаеробні умови шляхом зрошення (прискорюється в десятки разів).

У випадку закритого ґрунту можна обробляти активованим вугіллям або каталізаторами (іони заліза, цинку).

При застосуванні пестицидів у вигляді піни істотно знижується їх знос.

З метою зменшення вторинного надходження пестицидів в атмосферне повітря в результаті випаровування вводять спеціальні домішки-антивипаровувачі.

3.4 ОХОРОНА ВІДКРИТИХ ВОДОЙМ І ПІДЗЕМНИХ ВОД ВІД ПЕСТИЦИДІВ. ОХОРОНА ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ

3.4.1 Охорона вод від пестицидного забруднення

Пестициди, що залишилися в ґрунті, виносяться поверхневим стоком і можуть забруднювати відкриті водойми і підземні води. Особливо велика кількість пестицидів може надходити у води при ерозії ґрунтів, коли стоком захоплюються частки ґрунтів, на яких сорбується пестицид.

На інтенсивність вимивання впливає інтервал часу між застосуванням ХСЗР і атмосферними опадами і їх активністю. Тому основна кількість пестицидів надходить у водойми навесні. Особливо сприятливі умови для забруднення вод створюються в умовах зрошуваного землеробства (вирощування рису).

Кожне велике господарство має пункти по підготовці робочих складів пестицидів. Для цієї операції потрібна велика кількість води, тому пункти розміщають ближче до водних джерел, що підвищує їх небезпеку як потенційних джерел забруднення.

Стічні води підприємств, що виробляють пестициди, можуть бути причиною забруднення підгрунтових вод. Так, у США, у Каліфорнії, промислові стоки виробництва 2,4-Д скидалися в лагуну, підгрунтові води якої використовувалися для питного водопостачання м. Монтебло (11 свердловин). Через 17 днів після початку скидання у воді водопроводу з'явилися характерні хлорфенольні запахи. Хоча промислові стоки після цього більше не скидалися, сторонній запах у ґрунтовій воді зберігався ще 4-5 років.

Властивості пестицидів, що визначають їх небезпеку для водного середовища: стабільність у водному середовищі; кумуляція при наявності у воді мікроконцентрацій.

Оцінка пестицидів по стабільності у водному середовищі:

3-5 днів – нестабільні речовини;

6-10 днів – слабо стабільні;

11-30 днів – стабільні;

більше 30 днів – високостабильні.

Основна кількість пестицидів відноситься до високостабільних у водному середовищі.

Циркуляція пестицидів у водоймах. У водоймі пестицид може піддаватися різноманітним перетворенням: гідролізові, окислюванню, відновленню, дехлоруванню, а також мігрувати у водну рослинність, риби, донні відкладення.

Для кількісної оцінки міграції використовується **коефіцієнт нагромадження ($К_н$) –** це відношення вмісту пестициду в гідробіонті (мг/кг) до його концентрації у воді (мг/л).

Для кількісної оцінки міграційних властивостей використовується дискретизація $K_н$:

1 група – $K_н$<50 – слабо виражена міграція, нагромадження, наприклад, фталофос, ГХЦГ;

2 група – $K_н$=51-200 – помірно виражена міграція, наприклад, фозалон (ФОС);

3 група – $K_н$=201-1000 – чітко виражена міграція, наприклад, 2,4Д;

4 група – $K_н$ більш 1000 – різко виражена міграція, наприклад, гептахлор (ХОС), ДДТ.

Для першої групи не потрібно спеціальних регламентів для їх застосування. Для другої групи обмежується застосування на водозбірній території, установлюються норми витрати. Третю групу пестицидів не використовують при густій мережі відкритих водойм, в умовах водної ерозії, для них установлюється максимальна ширина СЗЗ. Четверта група пестицидів те ж, що для попередньої групи і заборона на застосування авіаметоду.

ФОС менш стабільні у воді і гідробіонтах, ніж ХОС. Навіть у тих випадках, коли кількість пестицидів у гідробіонтах не перевищує токсичних рівнів.

Пестициди, що залишилися в ґрунті, несуться поверхневим стоком, дренажними і ґрунтовими водами і можуть забруднювати відкриті водойми і підземні води, зокрема мінеральні води та лікувальні грязі. Схема міграції пестицидів показана на рис. 3.1. Особливо велика кількість пестицидів може потрапляти у водойми в умовах ерозії ґрунтів, коли поверхневим стоком захоплюються частинки ґрунтів, що сорбували пестициди.

Потрапивши у водойму, пестицид може піддаватися різноманітним перетворенням (гідролізу, окисленню, відновленню, дехлоруванню і т.д.), а також мігрувати в планктон, донні відкладення, накопичуватися в тканинах риб, при цьому вміст пестицидів в кожній подальшій ділянці трофічного ланцюга значно збільшується. Так, в тканинах риби концентрація пестицидів в кілька разів вище, ніж в донних відкладеннях, а вміст ДДТ в організмі устриць – в 70 тис. раз вище, ніж у воді.

Найбільшу екологічну небезпеку для водоймищ в даний час уявляють препарати з групи триазолу (тилт, топаз), токсичні для риб і ракоподібних, а з гербіцидів – ялан.

Для охорони водних джерел від забруднення пестицидами пропонують наступні заходи:

- вибір форми препарату (найбільше переважають гранульовані форми, найменше – дусти);
- метод застосування (з метою зменшення зносу в препарати додаються обважнювачі, використовується статична електрика);
- використання вертольотів (замість літаків, що дозволяє понизити витрату пестицидів);

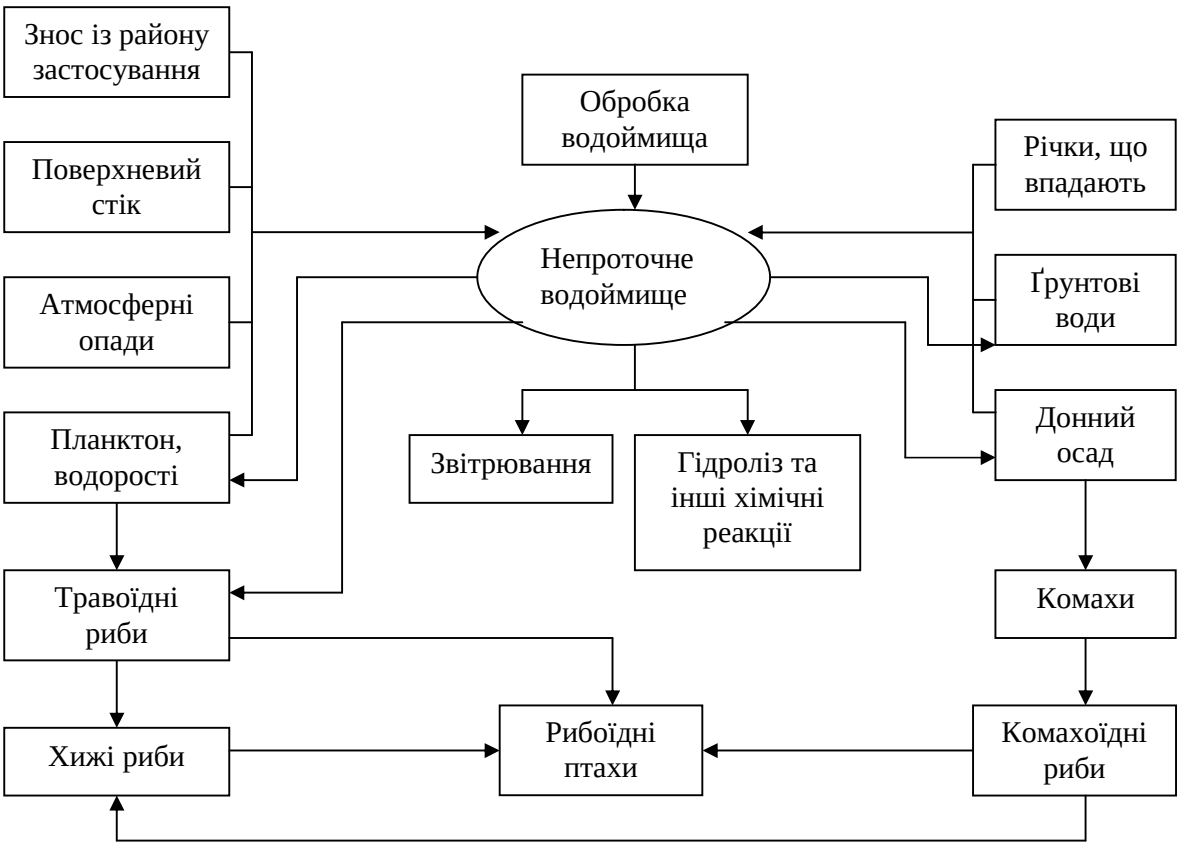


Рисунок 3.1 – Схема міграції пестицидів

- протиерозійні заходи;
- дотримання санітарно-захисних зон (не менше 300 м між угіддями і водоймою, розміщення складів пестицидів на відстані не менше 200-1000 м від водоймищ);
- розробка ГДК пестицидів у воді і т.д.

Стабільність пестицидів у водному середовищі залежить від багатьох факторів, найголовніші кліматичні фактори – кількість атмосферних опадів, температура, сонячна радіація, УФ-промені. Анаеробні умови сприяють уповільненню руйнування гербіцидів. Збільшення лужності і підвищення температури води прискорюють руйнування пестицидів (ФОС) у водному середовищі.

Комбінована дія декількох факторів супроводжується посиленим руйнуванням пестицидів. Наприклад, спільний вплив освітлення і донного осаду або УФ-променів і мікроорганізмів.

Деякі з пестицидів, розкладаючись у воді, утворюють більш токсичні сполуки, ніж вихідний пестицид. Наприклад, хлорофос у водному середовищі перетворюється в ДДВФ, що у 30 разів більш токсичний вихідної речовини. З гербіциду 2,4-Д утвориться більш токсичний дихлорфенол, з пестициду малатіона – діетилфурмагат.

Видалення пестицидів з води. Коагулювання, відстоювання, фільтрація і хлорування – загальноприйняті на водопроводах методи очистки – неефективні у відношенні багатьох пестицидів. Більш ефективні сорбційні методи з застосуванням активованого вугілля або синтетичних смол (іонообмінників).

Окислювання здійснюється за допомогою Cl_2, H_2O_2, O_3, $KMnO_4$. Однак для руйнування ДДТ й іших ХОС потрібні занадто великі дози O_3 (до 40 мг/л), що не можуть бути застосовані в реальних умовах водопостачання. У деяких випадках після обробки води озоном або $KMnO_4$ спостерігалося підвищення токсичності. Так, при обробці води, зараженої метафосом (ФОС), виявлялася велика кількість високотоксичних речовин з групою – P=O.

Для нейтралізації отрутохімікатів рекомендуються наступні засоби:

ФОС	хлорне вапно, NaOH	ступінь розпаду 90-100 %;
ХОС	NaOH, кальцинована сода	ступінь розпаду 70-90 %.

Заходи, що забезпечують охорону водних джерел від забруднення пестицидами

Для захисту локальних джерел водопостачання і відкритих водойм забороняється авіахімічна обробка ділянок, розташованих ближче 1 км від населених пунктів. Такі ділянки можуть оброблятися тільки за допомогою наземної апаратури.

Регламентовані відстані від водойм санітарно-побутового водокористування до місць застосування пестицидів показано на рис. 3.2, 3.3.

Для зменшення змивання пестицидів з поверхні рослин і ґрунту варто використовувати приліплювачі, адсорбенти, що сприяють більш тривалому утриманню препарату в ґрунті.

Для попередження негативного впливу пестицидів на водойми розробляються ГДК у воді. Величина ГДК установлюється на такому рівні, щоб при тривалому перебуванні залишків пестицидів у воді не порушувалися її органолептичні, гідрохімічні і гідробіологічні властивості, що забезпечують самоочищення водойм. На сьогодні ГДК встановлені для 100 пестицидів. Найменш небезпечні для водойм ті пестициди, ГДК яких знаходиться на рівні одиниць мг/л. Ці пестициди повинні в першу чергу використовуватися для захисту рослин. Значення ГДК для основних пестицидів у воді приведені в таблиці 3.1.

Асортимент пестицидів величезний, і встановлення нормативів ГДК для всіх найменувань вимагає часу і великих фінансових витрат. Так, розробка ГДК для одного пестициду займає від 3 до 5 років, а витрати тільки на оцінку токсичності складають 350 тисяч доларів.

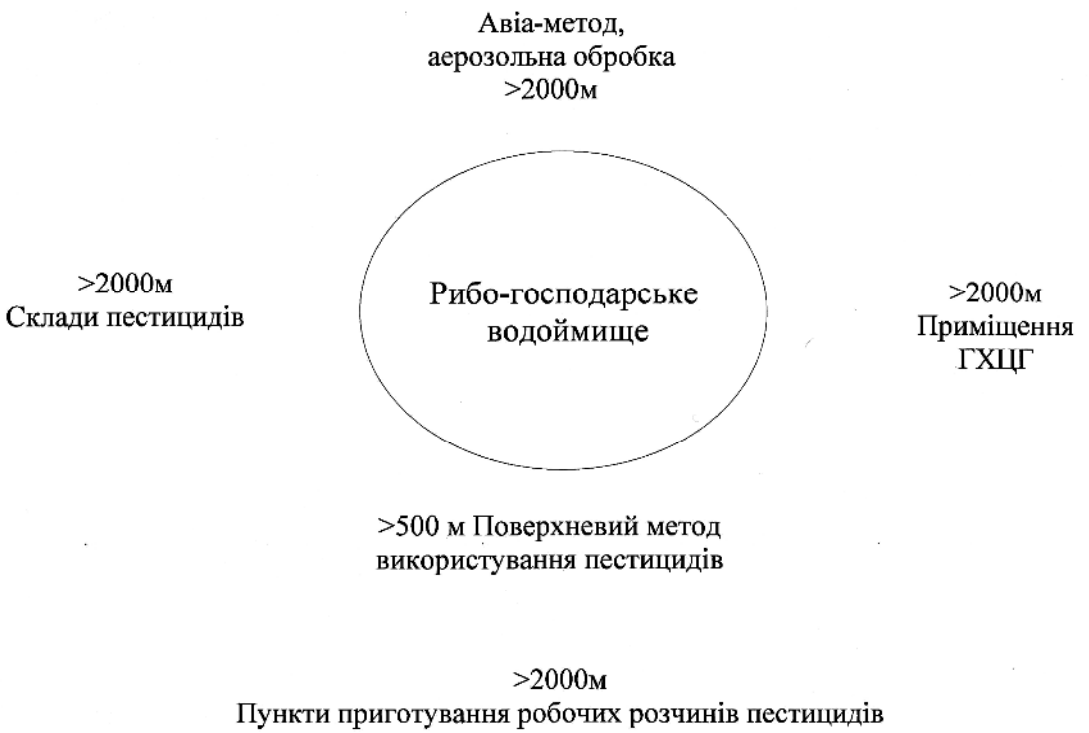


Рисунок 3.2 - Відстані від рибо-господарських водоймищ до місць застосування пестицидів

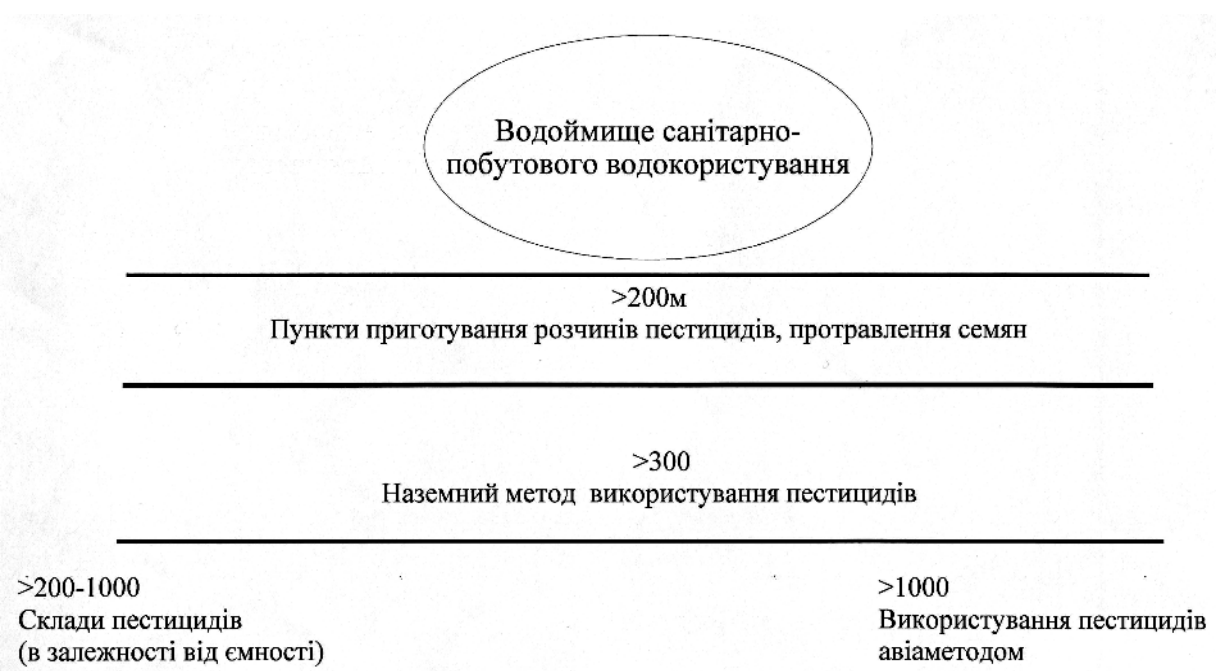


Рисунок 3.3 - Відстані від водойм санітарно-побутового водокористування до місць застосування пестицидів

Таблиця 3.1 - **ГДК пестицидів у воді водойм санітарно-побутового призначення**

Назва	Лімітуючий показник	ГДК, мг/л
Гексахлорбензол	санітарно-токсикологічний	0,05
Діметилртуть	-/-	0,0001
Хлорамін	-/-	10,0
Мідний купорос	-/-	0,1
Трихлорацетат Na	-/-	5,0
Карбофос	органолептичний	0,05
Метафос	-/-	0,02
2,4 – Na	-/-	1,0
Севин	-/-	0,1
Фосфамід	-/-	0,03
Фталофос	-/-	0,2
Хлорофос	-/-	0,05
Хлорциклогексан	-/-	0,05
Цинеб	-/-	0,03
ДДТ	токсикологічний	відсутній
Карбофос	-/-	-/-
Хлорофосу токсичні продукти розпаду	-/-	-/-
Сірковуглець	-/-	1,0

3.4.2 Охорона повітряного басейну від пестицидного забруднення

У залежності від джерел надходження пестицидів у повітря можна виділити три зони. У першій зоні знаходяться джерела, що призводять до найбільш інтенсивного надходження пестицидів
у повітря: виробничі процеси і процеси, пов'язані з розсіюванням пестицидів. Унаслідок випаровування відбувається дифузія пестицидів у повітря, а також вторинне надходження внаслідок вітрової ерозії ґрунту. При обприскуванні на оброблюваному об'єкті осаджується до 10 % пестициду, інша частина – надходить у другу зону.

Друга зона примикає до ареалів застосування ХСЗР. У ній відзначаються менші концентрації внаслідок процесів дифузії і турбулентного перемішування.

Третя зона простягається на сотні і тисячі кілометрів від місця первинного застосування. Надходження пестицидів зумовлене повітряними течіями в атмосфері і простягається на всю атмосферу.

Заходи для зниження повітряного забруднення пестицидами. Найбільш безпечна форма застосування пестицидів – гранули. Найбільш небезпечна – дусти, від їхнього застосування практично відмовилися.

Авіаметод у його сучасному вигляді призводить до максимального розсіювання пестицидів у повітрі. Перевагу віддають вертольотам, тому що небезпека забруднення атмосфери поза зоною обробки значно менше.

З метою зменшення вмісту пестицидів у повітрі в товарні форми додаються органічні і неорганічні добавки – обважнювачі, що прискорюють осадження препарату. Крім того, використовують статичну електрику для зарядження часток препаратів пестицидів.

Для попередження вторинного надходження пестицидів у товарні форми додають антивипаровувачі , що знижують концентрацію до 2-10 разів. Дуже ефективне закладення пестицидів у ґрунт.

ГДК пестицидів у повітрі гарантують нешкідливість припустимих концентрацій для населення різного віку при надходженні протягом усього життя. ГДК основних пестицидів в атмосферному повітрі приведені в таблиці 3.2.

У побуті пестициди зустрічаються в складі різних хімікатів. І в цьому випадку ймовірність отруїтися ними набагато вища, ніж при вживанні оброблених овочів і фруктів. Вони утримуються в аерозолях від тарганів, липких стрічках від мух, рідких засобах від бліх, в таблетках від молі і т. п. Багато з цих засобів призводять не тільки до отруєнь, але і до розвитку тривалих захворювань. Деякі види пластмас і піноматеріалів, що використовуються для виробництва іграшок, практично усмоктують залишки пестицидів, як губка. Токсини проникають в організм дитини через рот і шкіру.

Таблиця 3.2 - **ГДК пестицидів в атмосферному повітрі населених пунктів**

Назва	ГДК, мг/м^3	
	м.р.	с.с.
ДДТ (ХОС)	0,005	0,001
Фосфамид (ФОС)	0,01	0,006
Карбофос (ФОС)	-	0,006
Метилмеркаптофос(ФОС)	0,005	0,001
Фталофос (ФОС)	0,009	0,004
Гранозан (Hg)	0,0009	0,0001
Севин (карбамат)	0,02	0,004
Цинеб (карбамат)	0,01	0,006
2,4 – Д натрієва сіль (похідне карбонових кислот)	0,02	0,01
Арезин(похідне сечовини)	0,005	0,001
Ціанамід кальцію	0,02	0,02
Пентахлорфенол	0,005	0,001
Мідний купорос	0,009	0,004
Бордоська рідина	0,01	0,008

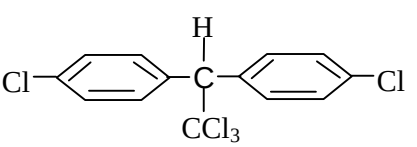
3.5 ПРОНИКНЕННЯ, РОЗПОДІЛ І ВИВЕДЕННЯ ПЕСТИЦИДІВ З ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

Пестициди проникають через шкірні покриви, ШКТ і дихальні шляхи в кров і розносяться по органах і тканинах. Одним з істотних шляхів проникнення пестицидів в організм людини є вдихання тютюнового диму, тому що тютюн обробляється пестицидами, у тому числі і ХОС. У деяких тютюнових виробах утримуються значні кількості ДДТ, що надходять з основним струменем диму.

Ступінь токсичної дії пестицидів залежить від їхньої здатності всмоктуватися в кров через поверхневі покриви і слизуваті оболонки. Током крові і лімфи пестициди розподіляються по органах і тканинах, акумулюються, частково метаболізуються і, нарешті, виводяться з організму.

У процесі розкладання пестицидів може відбуватися їхня детоксикація, що призводить до появи метаболітів, що мають підвищену токсичність. Найчастіше ці процеси не прогнозуються і стають очевидними лише після широкого застосування отрутохімікатів. Наприклад, при термічній обробці яблук після обприскування садів аларом утворюється високотоксична сполука гептіл- складова рідких реактивних палив. Діоксин також є продуктом метаболізму деяких пестицидів

Розглянемо дію пестицидів на організм людини на прикладі ДДТ – 4,4 – дихлордифенілтрихлоретану.



ДДТ накопичується в жировій тканині за рахунок доброї розчинності в ліпідах. Таку ж здатність має його метаболіт – ДДЕ – дихлордифенілдихлоретилен. До речі, завдяки цій здатності багато пестицидів проникають через поверхневі покриви, потім адсорбуються в хітиновій кутикулі комах, а ДДТ розчинюється у ліпоїдах зовнішнього покриву і проникає до кінцівок нервів. Потім отрута швидко поширюється в нервові вузли, вражаючи їх.

ДДТ може накопичуватися в жировій тканині людини у вигляді основного препарату або його метаболітів у кількостях, пропорційних дозі, що надійшла, і тривалості застосування.

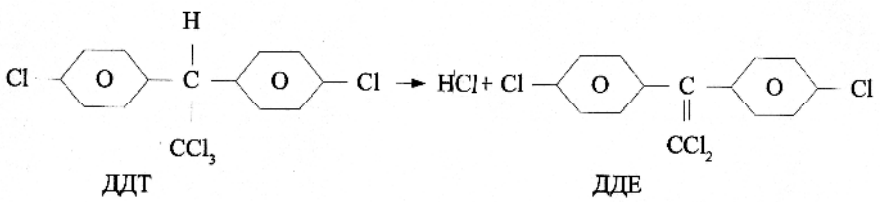
ДДТ може переходити в плід через плаценту.

Установлено, що житель США щодня одержує з харчовим раціоном до 0,18 мг ДДТ, з повітрям – 0,032 мг/добу, а з питною водою – 0,01-0,001 мг/л.

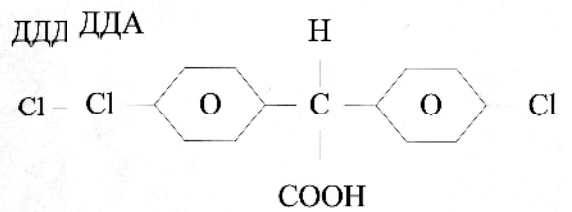
3.5.1 Метаболізм ДДТ

У ряді країн, у тому числі й у СНД, ДДТ знятий з виробництва, однак дотепер приділяється велика увага процесам його перетворення в живому організмі. Справа в тім, що в біосфері накопичилась велика кількість ДДТ, цей препарат персистентний. У нашій країні ДДТ застосовується лише в карантинних цілях, але дотепер широко використовується в Африці для знищення малярійних комарів і вогнищ сипучого тифу.

ДДТ розкладається з відщепленням HCl і утворенням речовини, що володіє менш вираженими інсектицидними властивостями – ДДЕ – дихлордифенілдихлоретилену.



У природних умовах (УФ+O_2) ДДТ розкладається з утворенням метаболітів ДДЕ, ДДД (дихлордифенілдихлоретан) і ДДА (дихлордифенілоцтова кислота).



З організму виводиться ДДА, а в жировій тканині людини метаболіти відкладаються в такій послідовності: ДДД, потім ДДТ, а потім ДДЕ.

Виведення з організму ХОС (ДДТ, ДДЕ, ДДД) здійснюється ШКТ, нирками і потовими залозами. Найбільша кількість ХОС виводиться за допомогою жовчі. Крім того, ХОС можуть виділятися з грудним молоком. У 94 % обстежених жінок США, що годують, які не мали контакту з ДДТ, він був виявлений у грудному молоці в середній концентрації 0,13 мг/кг (ДДТ, ДДЕ). У ліпідній фракції молока ДДТ утримується менше, ніж у жировій тканині, відповідно 68 % і 38 % складає ДДЕ від похідних ДДТ.

3.5.2 Механізм дії ДДТ

За будовою його молекули (два хлорбензольних кільця) можна припустити, що пестицид легко проникає в клітини, завдяки гарній розчинності в ліпідах. Токсичний вплив обумовлений хлорбензольною

групою, він також залежить від соляної кислоти, що утворюється за рахунок лужного гідролізу в організмі. Відщеплення HCl характерно для живого організму, воно зв'язано зі знешкодженням пестициду й утворенням менш токсичних продуктів. У дії пестицидів вирішальна роль належить блокаді ферментів, є також припущення, що ДДТ діє подібно наркотикам.

Не можна вирішити питання про місце первинного впровадження пестициду без врахування реакції клітини. Існує ланцюгова реакція дехлорування ХОС під дією активних атомів кисню. Ця реакція починається в крові як найбільш багатому кисневому субстраті. У результаті реакції утворюються нестійкі сполуки (до складу яких входить кисень), що, розпадаючись, створюють нові активні центри, які викликають глибокі зміни в оточуючих клітинах і тканинах організму. Багаторазовий вплив малих доз препарату викликає більший токсичний ефект, ніж рівний сумі доз однократний вплив.

Для ХОС характерне уповільнене утворення активних центрів, що містять кисень, внаслідок чого препарат, що не прореагував, током крові розноситься по організму і поширюється в тканинах, багатих ліпідами. Тут реакція сповільнюється і пестицид може накопичуватися. Виникає киснева недостатність і порушення окисних процесів при інтоксикації.

ХОС, як правило, розподіляються в організмі лімфатичною системою. Низький рівень вмісту ХОС у крові можна пояснити значною кількістю катіонів різних металів, що сприяють утворенню комплексів з токсикантами, що, у свою чергу, можуть маскувати виявлення останніх по атому хлору. Розподіляються пестициди в органах нерівномірно, що пов'язано з розходженням ліпідів, що входять до складу клітинних органел.

ХОС негативно впливають на процеси тканинного дихання, порушують окисні реакції, пригнічуючи подих шляхом гальмування ферментів, які каталізують ці процеси, порушують вуглеводний, ліпідний і білковий обміни.

ДДТ при хронічному впливі викликає зміни в периферичній нервовій системі, змінює функціональний стан нервових волокон, що входять до складу периферичних нервів. Хронічний вплив ДДТ діє на розподіл іонів Na^+ і K^+ між м'язовими клітинами і середовищем. ДДТ порушує проникність кліток мембран для іонів K^+ і Na^+.

При тривалому надходженні ДДТ спостерігалося виникнення функціональних і морфологічних змін у гіпофізі, наднирниках, щитовидній і половій залозах. Інтоксикація ХОС приводить до втрати маси, до порушень зросту і розвитку.

3.5.3 Нагромадження пестицидів в органах і тканинах людини

Нагромадження ДДТ і ДДЕ в жировій тканині дитячого організму значно вище, ніж у дорослих. Це пов'язано з харчовим раціоном дітей, у якому переважають жири і молочні продукти.

Вміст ДДТ і його метаболітів – ДДЕ і ДДД – у різних органах і тканинах зменшується в ряді: кістковий мозок > підшкірно-жирова клітковина > лімфовузли > спинномозкова рідина > великі півкулі головного мозку > печінка > наднирники > спинний мозок > серце > нирки > селезінка > підшлункова залоза > товстий кишечник > щитовидна залоза > тонкий кишечник > жовч.

Депонований ДДТ є однією з причин злоякісних захворювань крові.

Особливу увагу привертає нагромадження ДДТ у лімфатичних вузлах. Це пов'язано з характером виникаючих захворювань: лейкози, лімфогранулематози, при яких у 50 % випадків уражаються шийні лімфатичні вузли.

Орган, уражений хворобою, чи то в силу захисної реакції, чи то в силу схильності жировому переродженню тканини накопичує значно більшу кількість пестициду, ніж здоровий. Таким чином, депонований пестицид в ураженому органі продовжує протікання захворювання. У всіх хворих з уродженими пороками серця вміст ДДТ і його метаболітів у серцевому м'язі був вище в 3 рази, ніж у людей із придбаними пороками.

У чоловіків вміст пестициду в органах, що депонують, більший, ніж у жінок, що підвищується за рахунок паління. Також встановлено збільшений вміст ДДТ у міщан в порівнянні з сільським населенням.

Середній вміст в організмі людини ДДТ складає 379,4 мг.

ДДТ виводиться з організму людини з калом (ДДТ, ДДЕ, ДДД), сечею (аналогічно) і з грудним молоком (ДДТ і ДДЕ).

3.6 ОЗНАКИ ГОСТРОЇ ІНТОКСИКАЦІЇ ПЕСТИЦИДАМИ

Зміни загального стану характерні для впливу практично усіх відомих пестицидів. Відчуття загальної слабкості, відсутності сил, зниження працездатності, зниження ваги (для ртутьорганічних пестицидів).

Щодо стану нервової системи – скарги на головний біль, запаморочення, порушення сну, дратівливість.

При гострих отруєннях ртутьорганічними пестицидами спостерігається запаморочення, м'язова скутість, тремтіння. У людини виникають зорові, слухові галюцинації, важкі сновидіння, світлобоязнь, почуття печіння і болю в очах.

При інтоксикації ФОС характерні двофазні зміни функціонального стану центральної нервової системи. На початку отруєння відзначають

збудження, відчуття занепокоєння, посмикування м'язових груп, порушення сну. Потім настає гноблення ЦНС – апатія, замкнутість, депресія, сонливість, змазаність мови, проблеми з концентрацією уваги, порушення ходи. Для важких отруєнь, що можуть протікати відразу з явищами гноблення і паралічу ЦНС без стадії збудження, характерний розвиток коми.

Скарги на органи подиху. Виникає кашель. При потраплянні пестицидів у верхні дихальні шляхи кашель супроводжується виділенням слизуватого мокротиння, відчуттям стискання й болі у грудній клітці.

Скарги на органи травлення. Для хронічних отруєнь препаратами ртуті, особливо при попаданні їх через рот, характерні болі і почуття печіння в підложечній області. Одною з характерних ознак отруєння ртутьорганічними пестицидами вважають посилену спрагу і часте сечовиділення. Хворі випивають і виділяють у добу до 6 л рідини.

При хронічному отруєнні ХОС диспепсичні розлади, понос, нетравлення жирної їжі, біль в правому підребер'ї.

ФОС можуть різко підсилити перистальтику кишечнику, особливо 12-типерстної кишки, аж до розвитку спазмів, що виявляються болючим синдромом.

Вплив на шкіру і слизуваті оболонки. Для гострої дії ртутьорганічних пестицидів характерні кон’юнктивіт, ураження слизуватої оболонки носа і ротової порожнини. Для хронічної інтоксикації – акроцианоз, підвищена пітливість. Акроцианоз – кінцівки набувають синюшного кольору у результаті можливого застою.

ХОС при гострих впливах викликають роздратування кон’юнктиви, гостру нежить. При потраплянні на шкіру ХОС обумовлюють почервоніння, сверблячку, розвиток дерматозів, екземи. Можливий кон’юнктивіт, що супроводжується хворобливістю і явищами блефароспазму. Блефароспазм (блефарон – віко з грецького) – спазм кругового м'яза віка.

Для дії As-утримуючих препаратів характерні запальні і дегеративно-трофічні зміни шкіри, вона набуває бронзового відтінку. При цьому слизуваті оболонки і шкіра обличчя особи залишаються незабарвленими, що служить одним з діагностичних ознак отруєння. Нерідко зустрічається і випадання волосся.

3.7 МОРФОЛОГІЧНІ ЗМІНИ РІЗНИХ ОРГАНІВ І СИСТЕМ ОРГАНІЗМУ ПРИ ВПЛИВІ ПЕСТИЦИДІВ

Нервова система. При всіх гострих інтоксикаціях пестицидами в нервовій системі спостерігаються дифузійні, судинні розлади у вигляді повнокров'я усіх відділів головного мозку, крововиливів, гостре набрякання цитоплазми нервових клітоk багатьох відділів головного мозку.

При хронічній інтоксикації спостерігаються локалізації патологічного процесу. Наприклад, при отруєнні ХОС спостерігаються дистрофічні і

некробіотичні зміни нервових кліток довгастого мозку. При інтоксикації ФОС зазначені зміни спостерігаються в корі півкуль головного мозку.

Органи подиху. Для них характерні повнокров'я, крововиливи, набряк слизуватої оболонки носоглотки, трахеї, бронхів. У легенях можна знайти осередкову емфізему. Органи подиху нерідко служать місцем проникнення пестицидів в організм, їх зміни виявляються досить часто. Первинними симптомами є збільшення числа подихів, сухі і вологі хрипи, набряк з виділенням рясного пінистого мокротиння, іноді з кров'ю (ХОС). Інколи відзначається астмоподібний стан.

При гострій інгаляції ФОС (рідше ХОС) виявляється катаральний бронхіт, осередкова бронхопневмонія. Катар – запалення слизуватої оболонки якого-небудь органа. При хронічній інгаляції малими дозами запальний процес у легенях не слабшає і виникає склероз проміжної тканини. Найбільш важкі зміни в хронічному процесі – хронічний гнійний бронхіт, бронхопневмонії. Виниває задишка зі свистячим видихом, кашлем, посиленим виділенням слизу. При важких отруєннях підвищене виділення бронхіального секрету може призвести до асфіксії.

При дії ртутьорганічних сполук спостерігається бронхіт.

Вплив на серцево-судинну систему і кров. При інтоксикації пестицидами в патологічний процес втягується і серце.

Картина поразки серця зумовлена не тільки проявами загального впливу пестициду на організм, але й особливостями даного пестициду. Наприклад, при впливі ФОС розвивається проміжний міокардит з компактними клітинними інфільтратами. Міокардит – запалення міокарда - серцевого м'яза.

При інтоксикації ХОС у крові знижується кількість гемоглобіну й еритроцитів, спостерігається лейкоцитоз або лейкопенія, відзначаються явища метгемоглобінемії, збільшується РОЕ. Лейкопенія – недостатня кількість лейкоцитів. Метгемоглобін – гемоглобін з Fe^{3+}, що не може переносити O_2.

Вплив на ШКТ і печінку. При інтоксикації пестицидами (найчастіше ХОС) відбуваються зміни запального характеру ШКТ і печінки.

При гострій дії пестицидів зміни в ШКТ виражаються катаральним, катарально-геморагічним гастроентеритом, ентероколітом, що характеризуються набряканням, повнокров'ям слизуватої оболонки, некрозом, крововиливами. Гастроентерит – запалення шлунка і тонких кишок. Ентероколіт – запалення тонких і товстих кишок.

При хронічних процесах можна відзначити склероз підслизуватого шару. У кислотному середовищі шлункового соку деякі пестициди навіть можуть підвищувати токсичність.

У печінці виявляють різний стан білкового, вуглеводного і жирового обміну. При вираженій жировій дистрофії печінка виглядає жовтою, в'ялою. При мікроскопічному обстеженні зрізів виявляються краплі жиру. Якщо жирові краплі мають розчинений характер, то це свідчить про важке

враження органа. У важких випадках виникають некротичні ділянки як наслідок розладу кровообігу.

При хронічних інтоксикаціях у печінці виникають склеротичні і циротичні зміни, що виявляються в зменшенні органу і появі нерівностей його поверхні.

Нирки й інші органи. Важливе значення мають зміни в нирках як видільному органі. Нирки збільшуються в розмірах і вазі, тканина їх стає тьмяною і в'ялою, іноді з крововиливами (рис. 3.4). Некротичний нефроз спостерігається при інтоксикації ФОС. Нефроз – поразка ниркових каналів.

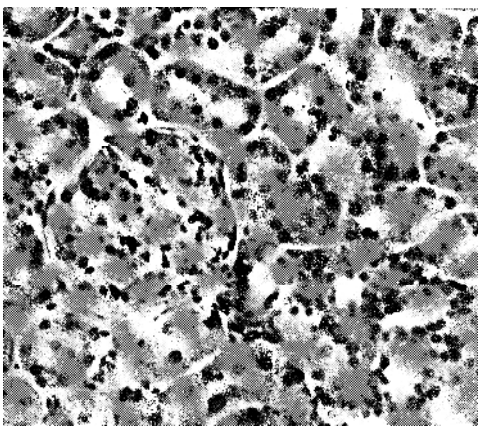


Рисунок 3.4 - Нирки криси при впливі цикосу при дозі 1/50 $ЛД_{50}$

При впливі деяких пестицидів можна знайти зміни в селезінці, лімфовузлах і кістковому мозку. Можливі явища атрофії (зменшення) органа або гіперплазії клітинних форм (збільшення органа). Селезінка, як правило, при пестицидній інтоксикації збільшується, що пояснюється повнокров'ям при паралічі її мускулатури.

Ураження щитовидної залози характерне для інтоксикації ртутьорганічними пестицидами і ХОС.

Зміни наднирників (зі збільшенням або зменшенням рівня їхнього функціонування) спостерігаються при отруєннях ХОС і ртутьорганічними пестицидами.

Полові залози змінюються зі зниженням функції відтворення при впливі всіх наявних пестицидів.Підшлункова залоза уражається карбаматами з проявами діабету. Узагалі пестициди з рядом інших речовин відносять до так званих «ендокринних порушників».

Відповідно до досліджень, опублікованих у медичному журналі «Pediatrics» раннє полове дозрівання в дівчат, ймовірно, може бути пов'язане з використанням засобів догляду за волоссям, що містять подібні речовини – «ендокринні порушники», що впливають подібно жіночому гормонові естрогену, а також із забрудненням навколишнього середовища речовинами, що діють як естроген. Подібно діють поліхлорованібензоли (ПХБ), що використовуються в синтезі пестицидів. Вони можуть

блокувати дію деяких гормонів або імітувати їхню дію. Вплив ПХБ на чоловічий організм у визначені моменти розвитку може мати небезпечні наслідки. У журналі «Discover» говориться, що експерименти з ПХБ викликали у черепах і крокодилів-самців зміну статі до жіночої або розвиток гермафродитизму.

Для пестицидів, що мають структурну подібність із субстратами ферментів, відзначена конкуренція з ними і гальмування їхньої активності. ФОС і карбамати – повні або часткові аналоги ацетилхоліну. Фунгіциди (карбамат, фундазол) можуть заміняти ферменти в каталізі амінокислот.

3.8 БІОЛОГІЧНА ДІЯ ПЕСТИЦИДІВ. ВІДДАЛЕНІ НАСЛІДКИ

Пестициди здатні порушувати функції різних систем, викликати ембріотоксичні, тератогенні, бластомогенні і мутагенні ефекти.

3.8.1 Мутагенна дія

Реальне вираження «генетичного вантажу» людської популяції полягає в тому, що до 25 % спонтанних абортів пов'язано з хронічною інтоксикацією хімічними речовинами.

Генетичні ефекти можуть виявлятися на генному і хромосомному рівні. Найбільш віддалені генетичні ефекти, вони передаються від покоління до покоління і можуть проявлятися необмежено довго. Крім того, токсичні фактори пестицидів викликають генетичні ефекти в дуже малих концентраціях.

3.8.2 Бластомогенна дія

Канцерогенність властива деяким пестицидам, що відносяться до різних класів. Наприклад, шкірні і вісцеральні карциноми зустрічаються в осіб, що вживали в їжу продукти, забруднені препаратами As. Вісцеральний – той, що стосується внутрішніх органів. Характерною рисою подібних новоутворень є тривалий латентний період і повільний розвиток.

Пухлинний ріст можуть викликати гербіциди діурон, монурон, которан-похідне карбамінової кислоти, яке використовується для обробки бавовнику.

Деяку небезпеку з погляду канцерогенності представляють ПАР (емульгатори, змочувачі, типу ОП-7, ОП-10), що широко застосовуються в сільському господарстві для готування робочих рідин, порошків, що змочуються. ПАР сприяють кращій розчинності пестицидів і прискорюють їхнє проникнення в організм. Такі сполуки активують дію пестицидів.

Деякі пестициди самі по собі не чинять бластомогенної дії, тоді як їх метаболіти, більш токсичні і специфічні сполуки, сприяють виникненню

пухлин різних органів. Це метаболіти гептахлору, алдрину, що викликають гепатоми.

Поряд з канцерогенною дією може мати місце **коканцерогенний ефект**, при якому спостерігається прискорення виникнення пухлин, їхнього росту і розвитку. Класичним коканцерогеном є кротонова олія. Сполучення обробки шкіри олією і канцерогеном може прискорити розвиток пухлини.

Існує два типи коканцерогенів – *ініціатори*, що спричинюють незворотне перетворення нормальної клітки в дрімаючі пухлинні клітки, і *промотори* – речовини, що перетворюють дрімаючі латентні пухлинні клітки у видиму пухлину - друга стадія виникнення раку.

В основі генезису канцерогенних утворень лежать зміна клітинного росту, порушення обміну білків і нуклеїнових кислот, перехід клітини від нормального стану до злоякісного. Цей перехід зв'язаний з перебудовою генетичного апарату, у результаті чого виникає мутація. Отже, бластомогенна дія виявляється одночасно з мутагенною.

Підозру на канцерогенність можуть викликати речовини, що володіють стимулюючими властивостями та властивостями, подібними до гормональних.

Токсичність не може служити показником канцерогенності. Збільшення дози канцерогену прискорює розвиток пухлин і збільшує частоту їхньої появи. У той же час великі дози можуть спричиняти токсичну дію, що приводить до зменшення кількості людей, що доживають до виникнення пухлин. Зниження дози приводить до подовження латентного періоду розвитку пухлин і зменшенню частоти їхнього виникнення.

Бластомогенну активність пестицидів можна визначати по виникненню передракових змін. Вони передують утворенню бластом. Наприклад, виникнення папілом (при змазуванні шкіри кротоновою олією). Критерієм бластомогенезу служать вирости або осередкові гіперплазії, що є також передраковим станом.

3.8.3 Тератогенна дія

На сьогодні відомо чимало сполук, які здатні викликати серйозні порушення перебігу вагітності й розвитку плода, починаючи з видимих виродливостей і кінчаючи зниженням розумового розвитку.

Тератогенний ефект безсуперечний тоді, коли порушення розвитку визначаються візуально. Це можуть бути і вади розвитку окремих органів: виродливості очей, головного або спинного мозку, лицевого черепа, кінцівок, наявність пупкової грижі й т. д. Розбіжності між патологією внутрішніх органів і зовнішніми проявляннями виродливостей можуть складати 30-40 %.

Причиною виникнення виродливостей можуть бути порушення процесів метаболізму, що відбуваються у матері. Під впливом пестицидів

наступають зсуви кислотно-лужної рівноваги в сторону алкалозу, який може змінитися ацидозом з наступним утворенням кетонових тіл. Кислі продукти й кетонові тіла переходять із материнської крові в плід і здійснюють на нього негативний вплив.

Дефекти розвитку плода можуть поєднуватися з природженими пороками серця. Спостерігається зв'язок між хромосомними аберaціями і розвитком серцево-судинної патології.

3.8.4 Гонадотоксична дія

Вивчення дії хімічних сполук і пестицидів на гонади має важливе значення, так як від розв'язання цього питання і прийняття мір профілактики залежить здоров'я майбутніх поколінь. Наслідки ураження полових залоз можуть проявлятися в порушенні запліднюючої здатності, здатності до зачаття, в змінах внутрішньоутробного розвитку плода, у виникненні мутацій соматичних і зародкових клітин.

3.8.5 Алергійна реактивність. Імунологічна реактивність

Тривале надходження пестицидів з їжею може привести до хронічного отруєння організму, що пов'язано з алергійним станом і порушеннями імунної системи. Сенсибілізуючі властивості пестицидів залежать від хімічних властивостей, структури речовини, шляхів надходження, концентрації, швидкості виведення й індивідуальної чутливості.

Ознаками алергії прийнято вважати виявлення антитіл, відмінність реакції від речовини, що впровадилася, після сенсибілізації від такої реакції до сенсибілізації. При алергії виявляють від 15 % до 97 % еозинофілів, при відсутності алергії їхнє число 0-4 % від загальної кількості лейкоцитів. Еозинофіли – зернисті лейкоцити, поряд з нейтрофілами і базофілами, утворюються в кістковому мозку.

При дії карбаматів (карбамін, цирам, цинеб та інших) виникає дерматит, кропивниця, екзема, токсикодермія. При тривалій дії цинебу настає генералізація процесу.

ХОС викликають різні алергійні прояви. У людей, що контактують з гексахлораном, гексахлоргексаном, ДДТ поряд з алергійними екземами, часто діагностували бронхіальну астму, алергійну нежить, аплазію кісткового мозку.

ФОС викликають, крім шкіряних алергій, хронічний бронхіт, набряк Квінке, набряк гортані, мозкових оболонок. Набряк Квінке – ангіоневротичний набряк – гострий незапальний набряк підшкіряної клітковини. В основі лежить місцеве розширення капілярів і вен, що призводить до збільшення їхньої проникності і набряку навколишньої тканини.

Дія деяких пестицидів приводить до порушення імунітету – це неспецифічна дія, що виявляється в зниженні опірності організму до різних хвороботворних агентів. Особливо небезпечні в цьому плані ХОС.

3.9 ЛІКУВАННЯ ПРИ ОТРУЄННЯХ ПЕСТИЦИДАМИ

Основні підходи до лікування отруєнь пестицидами різних груп багато в чому однотипні. Їх можна звести до 3-х груп заходів: видаленню неадсорбованої речовини; проведенню специфічної (антидотної) терапії; симптоматичному лікуванню.

3.9.1 Видалення неадсорбованої речовини

До першої групи заходів щодо боротьби з отрутохімікатом, який не всмоктався, відноситься попередження подальшого надходження пестицидів в організм, для чого, насамперед, необхідно термінове видалення потерпілого з вогнища враження. При інгаляційному отруєнні на потерпілого одягають протигаз і виносять з вогнища враження. Якщо пестицид потрапив на шкірні покриви, варто зняти заражені частини одягу, обережно, не розмазуючи по шкірі, ватяним тампоном видалити отрутохімікат. Потім уражені ділянки шкіри промити теплою водою з милом або лужним розчином соди або нашатирю. При потраплянні пестициду на кон’юнктиву ока промивають розчином соди. При роздратуванні трахеї і бронхів допомагає вживання теплого молока із содою або боржомом.

У випадку потрапляння пестициду в шлунок необхідне його промивання. У зв'язку з можливим потраплянням отрутохімікату в кишечник варто давати велику кількість рідини, проносні засоби – сірчанокислу магнезію або натрій. Застосування масляних проносних протипоказано в зв'язку з їхньою здатністю розчиняти пестициди і підвищувати їхню усмоктуваність.

3.9.2 Проведення специфічної терапії

Другу групу заходів складають заходи боротьби з отрутою, що всмокталася. Сюди відноситься виведення отрутохімікатів з організму й усунення їхньої токсичної дії. Для цього використовують **антидоти** (протиотрути) – лікарські засоби, що мають здатність нейтралізувати пестицид до його всмоктування, зв'язувати речовини, що всмокталися у кров, та отруйні речовини, що знаходяться в тканинах, перетворюючи їх у нетоксичні для організму комплексні сполуки, що потім виводяться із сечею. Антидоти від грецького «antidoton» – те, що дається проти. Крім антидотів, використовують **реактиватори** – препарати, що сприяють відновленню біохімічних порушень при отруєннях.

Антидотами при лікуванні отруєнь сполуками Pb і Cu є натрієво-кальцієві солі ЕДТА, ФОС - атропін і тропацин, при отруєнні сполуками Hg, As і Cu – унітіол. Атропін – алкалоїд, що знаходиться в блекоті, дурмані, беладоні й інших пасльонових. Тропацин – гідрохлорид тропінового ефіру дифенілоцтової кислоти (противопаркінсонний засіб).

3.9.3 Симптоматичне лікування

Третя група – симптоматичне лікування. Застосовують штучне дихання, яке необхідно у випадках ослаблення або припинення природного дихання.

Для видалення токсичної речовини, що всмокталася, підвищують діурез, для чого рекомендують введення рідини у великій кількості – пиття, підшкірне і внутрішньовенне введення фізіологічного розчину, 5 % глюкози. Одночасно застосовують сечогінні засоби.

Симптоматичне лікування хронічних інтоксикацій зводиться до застосування фізіотерапевтичних методів (гідро- і електропроцедури), вітамінотерапія (C, B_1, B_2, B_{12}), введення глюкози з аскорбіновою і нікотиновою кислотами.

У випадках токсичної анемії призначають препарати заліза, у харчовий раціон уводять блюда з напівсирої печінки.

При наявності алергії застосовують десенсибілізуючу терапію – аскорбінову кислоту, димедрол, $CaCl_2$.

3.10 ЗАБРУДНЕННЯ ПЕСТИЦИДАМИ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ТА ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Щорічно в ґрунти України вноситься 1 млн. 750 тис. центнерів пестицидів. Практично у всіх областях України вони виявлені в підземних водах, іноді на глибині 300-400 м. Якщо врахувати це додаткове техногенне забруднення вод, то можна стверджувати, що практично все населення України вживає забруднену воду. Надлишок пестицидів виявлений у 70 % проб сільськогосподарської продукції. Близько 30 % сільськогосподарських підприємств України не має складів для збереження міндобрив. Більшість наявних складів не відповідає санітарним вимогам. Нерідко вони розташовуються біля річок. У таких непристосованих складах нагромадилося більш 12 тис. т заборонених для вживання пестицидів.

Забруднення пестицидами територій Харківської області. У зв'язку зі складним економічним становищем у сільськогосподарській сфері склалася надзвичайна обстановка в питаннях купівлі, збереження і застосування пестицидів. У сільському господарстві дотепер ще мається значний запас препаратів, заборонених до використання в 1992-1994 рр. Група заборонених препаратів зростає з кожним роком і складає приблизно

660 т. В спеціальному сховищі АТ «Агрохімія» у Новій Водолазі зберігається 420 т непридатних пестицидів. І в даний час є випадки застосування заборонених пестицидів: дуст гексахлорану-12 % - приблизно 31, метафос - 44, гранозан - 42 т, цинеб-3,4 т. Санітарно-епідеміологічною службою області виявлені факти незаконної торгівлі пестицидами.

Обласне управління сільським господарством не починає ніяких заходів для знищення непридатних пестицидів і не вирішує питання фінансування наукових розробок методів їхньої утилізації.

З кожним роком погіршується ситуація зі збереженням пестицидів і агрохімікатів. З 533 господарств області 233 не паспортизовані, що складає 43,5 %. Практично не будуються нові отрутосховища, не виконується реконструкція діючих. У 72 господарствах області складів для збереження пестицидів взагалі немає. Украй незадовільна ситуація зі збереженням пестицидів відзначається в Боровському, Кегичівському і Краснокутському районах області.

Запитання для самоконтролю

1. Перелічіть особливості пестицидів як забруднювачів навколишнього середовища.
2. Які способи застосування пестицидів найбільш безпечні?
3. Надайте характеристику пестицидів згідно хімічної класифікації.
4. На яких показниках токсичності базується гігієнична класифікація пестицидів?
5. Які особливості міграції, метаболізму і стабільності пестицидів у грунті Ви знаєте?
6. Як прогнозується стійкість пестицидів у ґрунті, рослинах і воді?
7. Які заходи забезпечують охорону водних джерел та повітря від пестицидного забруднення?
8. Надайте характеристику метаболізму, механізму дії та нагромадженню пестицидів в органах і тканинах людини.
9. Які ознаки гострої інтоксикації пестицидами Вам знайомі?
10. Які загальні ознаки морфологічних змін різних органів і систем організму при впливі пестицидів?
11. Надайте характеристику віддалених наслідків біологічної дії пестицидів.
12. У чому полягають засоби лікування при отруєннях пестицидами?

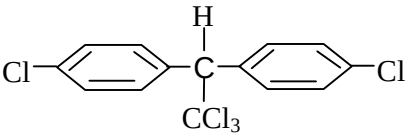
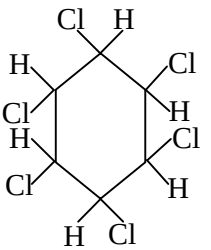
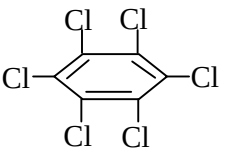
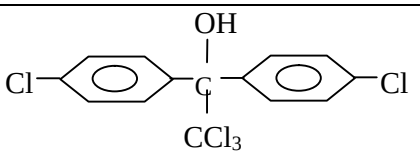
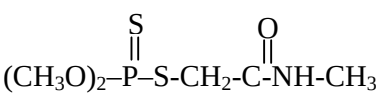
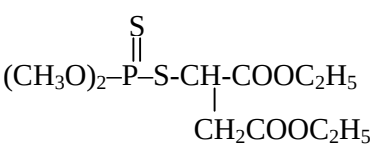
ЛІТЕРАТУРА

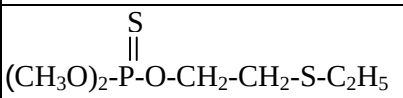
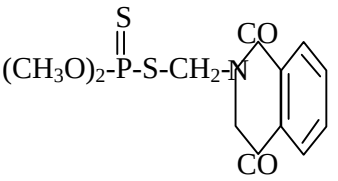
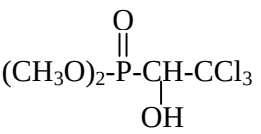
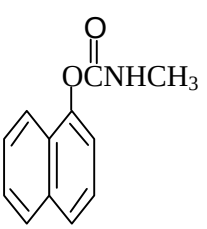
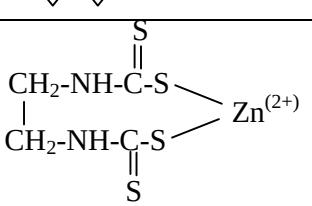
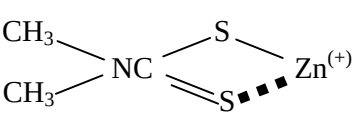
1. Івашура А.А., Орєхов В.М. Екологія: теорія та практикум.- Х.: Видавничий Дім „ІНЖЕК”, 2004.- 208 с.
2. Алексеев С.В., Пивоваров Ю.П. Экология человека.- М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2001.- 640 с.
3. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России.- М.: Финансы и статистика, 1999.- 672 с.
4. Білявський Г.О., Бутченко Л.І., Навроцький В.М. Основи екології: теорія та практикум.- К.: Лібра, 2002.- 352 с.
5. Пивоваров Ю.П., Королик В.В., Зиневич Л.С. Гигиена и основы экологии человека.- Ростов н/Д: Феникс, 2002.- 512 с.
6. Юрин В.М. Основы ксенобиологии.- Мн.: Новое знание, 2002.- 267 с.
7. Шумейко В.М., Глухівський І.В., Овруцький В.М. та інш. Екологічна токсикологія.-К.: АТ „Столиця”, 1996.- 204 с.
8. Захарченко М.П., Гончарук Е.И., Кошелев Н.Ф. и др. Современные проблемы экогигиены. В 2-х ч. – К.: Хрещатик, 1993. 326 с.
9. Новиков Ю.В., Подольский В.М. Среда обитания и человек. М.: Рарога, 1994.- 672 с.
10. Новиков Ю.В., Куценко Г.И., Подольский В.М. Современные эколого-гигиенические проблемы среды обитания человека и совершенствование санитарно-эпидемиологического надзора. М.: Рарога, 1997.- 477 с.
11. Александров В.Н. Основы медицинской экологии. М.; ВУНМЦ, 1995.- 208 с.
12. Окружающая среда и здоровье/ Под ред Л. Хенса, Л. Мельника, Э. Буна.- К.: Наук. Думка, 1998.- 325 с.
13. Новиков Ю.В. Екологія, окружающая середа, человек. М.: Агентство «ФАИР», 1998.- 320 с.
14. Даценко І.І. Екологія та гігієна людини. К.: 2000.- 248 с.
15. Загальна гігієна/ За заг. ред. І.І. Даценко.- 2001.- 240 с.
16. Усанов Е.И. Состояние здоровья людей, проживающих на разных экологических территориях, 1993.- 115 с.

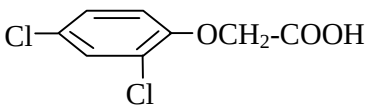
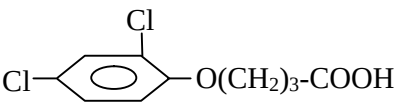
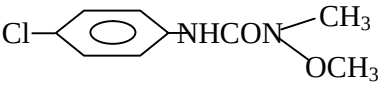
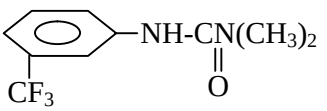
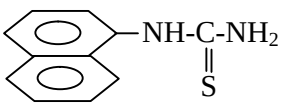
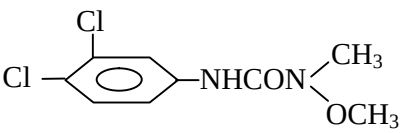
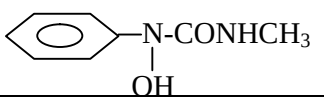
ЗМІСТ

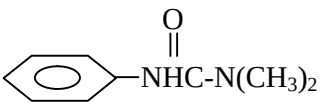
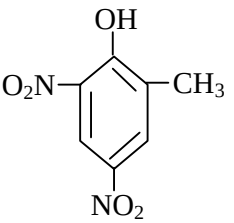
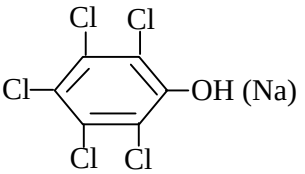
Додаток 1

Таблиця А1 - **Гостра токсичність та кумуляція пестицидів**

Назва	Формула	$ЛД_{50}$ (мг/кг)		Коефіцієнт кумуляції
		перораль-но	нашкірно	
1	2	3	4	5
ХОС				
ДДТ		200-500	-	Різко виявлений <1
ГХЦГ		300-350	-	Виявлен 1,0
Гексахлор-бензол		1700-4000	-	Різко виявлений 1,0
діхлоретан	$CH_2Cl\text{-}CH_2Cl$	Смертельна концен-трація 3500-8000 мг/м^3	-	Помірно виражена
Кельтан		900	1000-1200	Виявлена 12,0
ФОС				
фосфамід		100-230	1120	Слабо виявлена 9,3
карбофос		400-1400	4000-6150	Виявлена

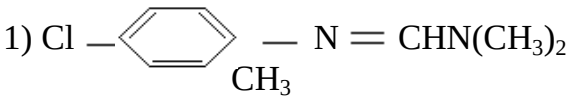
1	2	3	4	5
метилмер-каптофос		30-70	75-100	помірна
Фталофос		37-210	1700	Слабо виявлен 5,0
Хлорофос (байер)		400-900	1500	Слабо виявлен 6,0
Ртутьорганічні сполуки				
Гранозан	C_2H_5 -Hg-Cl	30-50	-	сильно виявлений 1,3
Меркурбен-зол	Суміш гранозану та гексахлорбензолу	580-722	-	Різко виявлений 2,11
Меркур-гексан	Суміш гранозану та ГХЦГ	350-560	-	Різко виявлений 1,91
Похідні карбамінової кислоти				
Севін		310-850	4000-5000	Слабо виявлений 18,0
Цінєб		1850	-	Слабо виявлений 10,0
Цирам		100-1230	-	Виявлений 1,2

1	2	3	4	5
Похідні оцтової та масляної кислоти та інших карбонових кислот				
Далапон	$H_3CC(Cl_2)COONa$	3650-9250	-	Слабо виявлені
2,4 Д (акваклін)	 (2,4-дихлорфенокси-уксусная кислота)	100-650	-	Слабо виявлений
Трихлор-ацетат Na	$Cl_3CCOONa$	3,3-5,0	-	Слабо виявлений
2,4- ДМ	 (2,4-дихлорфенокси-масляная кислота)	2000	-	Слабо виявлений
Похідні мочевіни та гуанідіна				
Арезін		2000-2500	-	Слабо виявлений
Которан		8900-10000	>10000	Слабо виявлений
Крисід		6-100	-	Слабо виявлений
Лінурон		2170-2400	-	Слабо виявлений >9,5
Метурін		3200-6000	-	Слабо виявлений 5,4

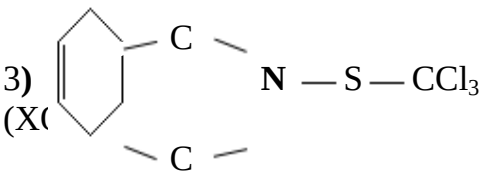
Фенурон		6400-7500	-	Слабо виявлений
1	2	3	4	5
Ціан- та роданвміщуючі сполуки				
Родан		40-228	-	Слабо виявлений 6,0
Ціанамід кальцію	$CaCN_2$	400	-	-
Похідні фенолу				
Дінітроорто-крезол		119-142	>5000	Виявлений
Пентахлор-фенол		125-187	96-200	Слабо виявлений

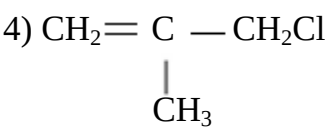
Додаток 2

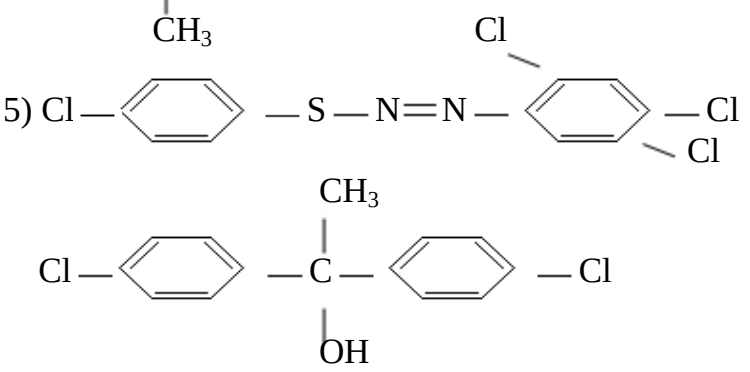
СТРУКТУРНІ ФОРМУЛИ ПЕСТИЦИДІВ

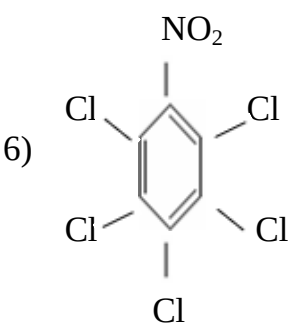
1)  – галекрон (ХОС)

2) $Cl_2C=CCl-CCl=CCl_2$ – гексахлорбутадієн 1,3 (ХОС)

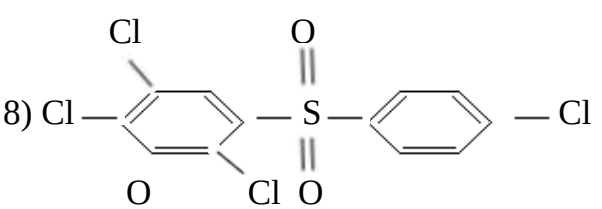
3)  – каптан

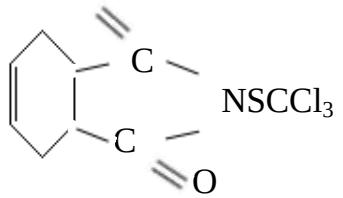
4)  – металілхлорид (ХОС)

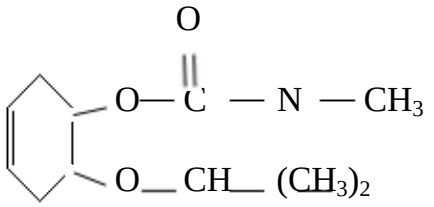
5)  Мільбекс (ХОС)

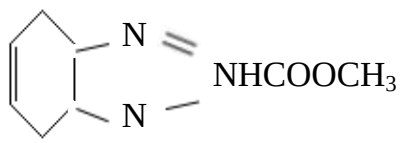
6)  – пентахлорбензол (ХОС)

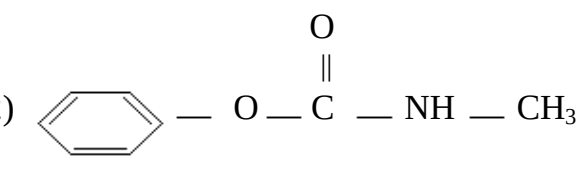
7) $ClCH_2CHBrCH_2Br$ – немагон (ХОС)

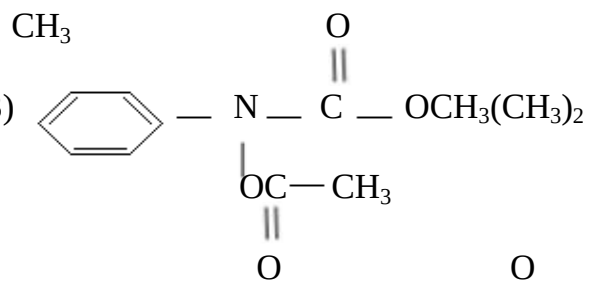
8)  – тедіон (ХОС)

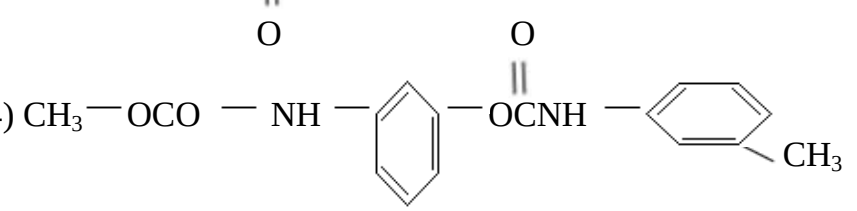
9)  – фталан (ХОС)

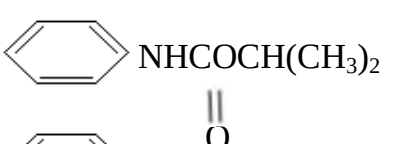
10)  – байгон (карбамат)

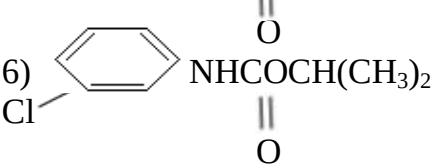
11)  – (БМК) (-/-)

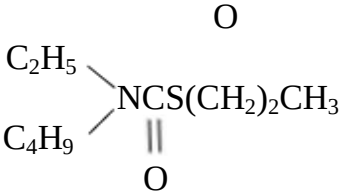
12)  – дикрезил (-/-)

13)  – ацілат (-/-)

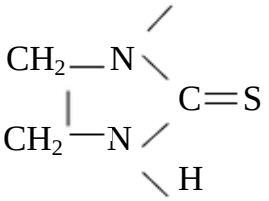
14)  – бетанол (-/-)

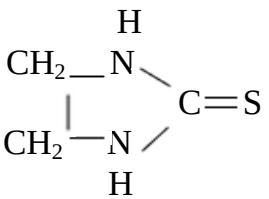
15)  – ІФК (-/-)

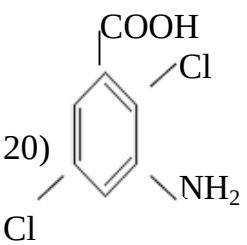
16)  – хлор-ІФК (-/-)

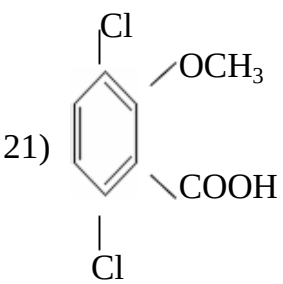
17)  – тилам (-/-)

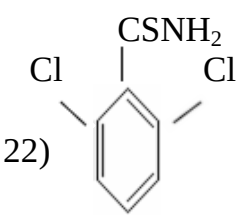
H

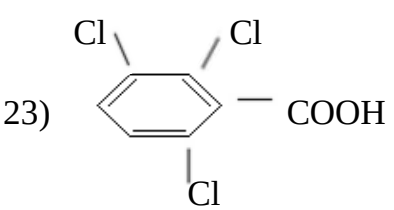
18)  – ЕТМ (-/-)

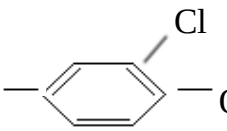
19)  – ЕТМС (-/-)

20)  – амібен (похідне карбонових кислот)

21)  – банвел - Д (-/-)

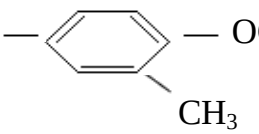
22)  – префікс (-/-)

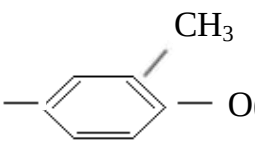
23)  – трисбен - 200 (-/-)

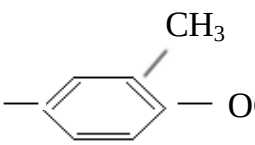
24)  – 2,4-Д , амінна сіль (-/-)

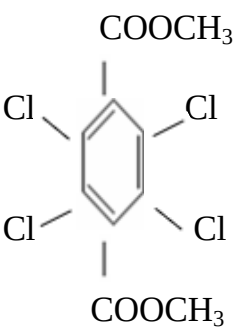
25)  – 2,4–Д– кротиловий ефір(-/-)

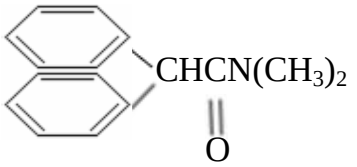
26)  –2,4–Д, октиловий ефір (-/-)

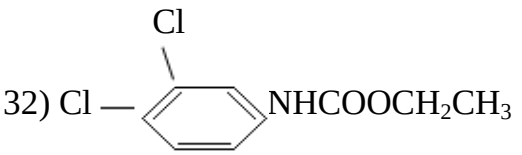
27)  – 2М-4Х (-/-)

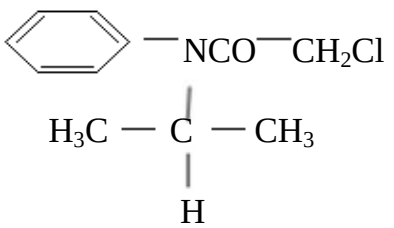
28)  – 2М-4ХМ (-/-)

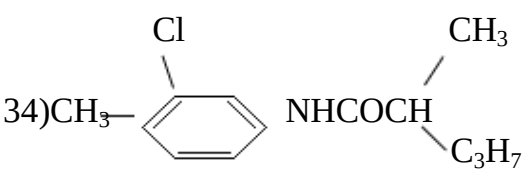
29)  – 2М-4ХП (-/-)

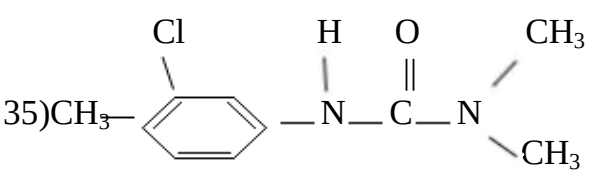
30)  – дактал (-/-)

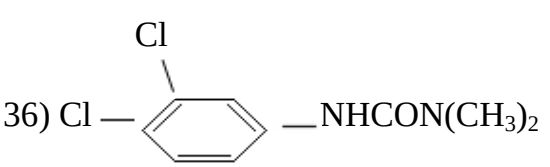
31)  – дифенамід (-/-)

32)  – пропанід (-/-)

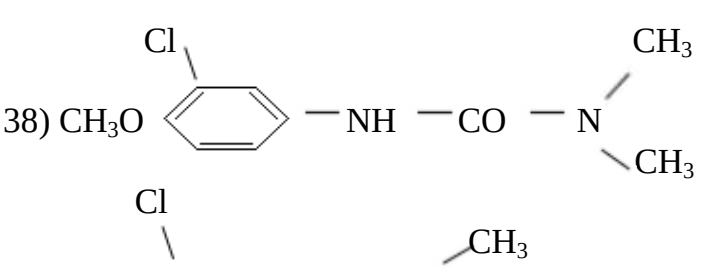
33)  – рамрод (-/-)

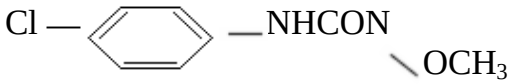
34)  – солан (-/-)

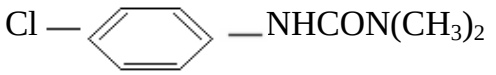
35)  – дикуран (похідна сечовини)

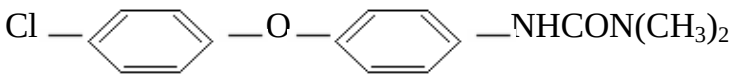
36)  – діурон (-/-)

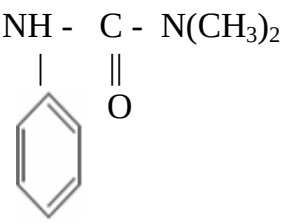
37)  – дихлоральсечовина(-/-)

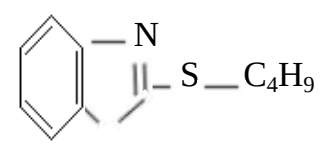
38)  – дозанекс (-/-)

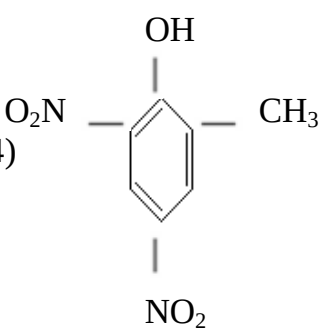
39)  – лінурон (-/-)

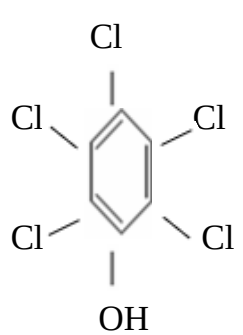
40)  – монурон (-/-)

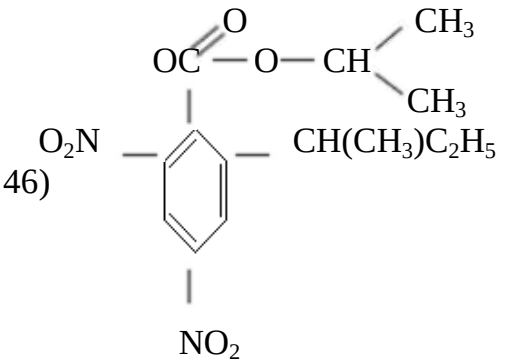
41)  – теноран (-/-)

42)  – фенурон (-/-)

43)  – бутилкаптакс (гетероциклічна сполука)

44)  – динітроортокрезол (похідна фенолу)

45)  – пентахлорфенол (-/-)



46) – акрекс (-/-)

Навчальне видання

Хоботова Еліна Борисівна

ЕКОЛОГІЯ ЛЮДИНИ

Частина 1
«Грунт та здоров'я людини»
Конспект лекцій
для поглибленого вивчення студентами спеціальності
«Екологія та охорона навколишнього середовища»
факультету довузівської підготовки

Відповідальна за випуск *Маракіна Л.Д.*

Редактор *Цигіпова О.Ю.*

Комп’ютерна верстка *Кулинич Ю.Л.*

Подписано до друку 2007 р.
Формат . Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Друк RISO. Умовн. друк. л. Обл.- вид. л. .
Заказ № . Тіраж экз. Ціна договорна.

Видавництво ХНАДУ, 61200, м. Харків – МСП, ул. Петровського, 25

Свідоцтво державного комітету інформаційної політики, телебачення та радіомовлення України про внесення суб’єкта видавничої справи до державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції, серія ДК № 897 від 17.04.2002 р.

Міністерство освіти і науки України

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

До друку і в світ
дозволяю
Перший проректор проф. Гладкий І.П.

Хоботова Е.Б.

ЕКОЛОГІЯ ЛЮДИНИ

Частина 1
«Грунт та здоров'я людини»
Конспект лекцій
для поглибленого вивчення студентами спеціальності
«Екологія та охорона навколишнього середовища»
факультету довузівської підготовки

Усі цитати, цифровий, фактичний матеріал, бібліографічні відомості перевірено.
Написання одиниць відповідає стандартам.

Затверджено методичною радою університету
протокол № від

Відповідальний за випуск Маракіна Л.Д.

Харків 2007