

ТЕМА: Охорона літосфери

ПЛАН

1. Поняття про ґрунт.
2. Джерела забруднення ґрунтів.

Ґрунт — основний компонент наземних екосистем, що утворився протягом геологічних епох в результаті постійної взаємодії біотичних і абіотичних факторів. Як складний біоорганомінеральний комплекс ґрунти є природною основою функціонування екологічних систем біосфери.

Важливою властивістю ґрунтів є їх родючість. Завдяки їй ґрунти є основним засобом виробництва в сільському та лісовому господарствах, головним джерелом сільськогосподарських продуктів та інших рослинних ресурсів, основою забезпечення добробуту населення. Тому охорона ґрунтів, раціональне використання, збереження та підвищення їх родючості — неодмінна умова дальшого економічного прогресу суспільства.

Забруднення ґрунту - це потрапляння у ґрунт різних хімічних речовин, токсикантів, відходів сільського господарства і промислового виробництва, комунально-побутових підприємств у розмірах, які перевищують їх звичайну кількість, що необхідна для участі в біологічному кругообігу ґрунтових екологічних систем. Нижче розглянуті основні види забруднення ґрунтів і заходи боротьби з ними.

Охорона ґрунтів від забруднення неорганічними відходами і викидами

Нагромадження твердих відходів і викидів на заселених площах - неминучий результат сучасної цивілізації. Це можуть бути мінеральні відходи або відкладення пустої породи поблизу діючих шахт, промислові, міські (господарські, торгові) і сільські відходи, викиди і сміття.

Доведено, що нині кожний мешканець Землі щоденно виробляє в середньому 2 - 4 кг відходів і сміття, а все населення земної кулі -8-16 млн. т/добу, або приблизно 3-6 млрд, т/рік. Передбачається, що в найближчий час тверді відходи і викиди від виробництва і споживання досягнуть 15 млрд, т/рік.

Відвали промислових відходів займають значні площі, які стають непридатними для використання, причому вони розміщені так нерационально, що іноді становлять серйозну загрозу для населення.

У результаті діяльності людини утворюються відходи і викиди, які представлені продуктами різних технологічних процесів: метали, металоїди, хімічні речовини (кислоти, солі, основи), мул станцій з очищення відходів, мінеральний пил, зола, хімічний шлам, шлаки, скло, кераміка і т. д. До них також належать відходи і викиди внаслідок будівництва, благоустрою населених пунктів тощо. Виявлено, що у випадку забруднення ґрунтів промисловими викидами відбувається виділення вуглекислоти протягом всього вегетаційного періоду, а отже, й послаблення інтенсивності біологічних процесів. Про це

перш за все, свідчать зміни чисельності мікроорганізмів у разі забруднення ґрунтів та ослаблення їх ферментативної активності. Одночасно із зменшенням мікроорганізмів під час забруднення ґрунтів важкими металами знижується їх поліфенооксидазна, дегідрогеназна і ліпазна активності.

Унаслідок забруднення ґрунтів фенольними сполуками змінюється їх структура, руйнуються деякі мінерали, утворюючи з металами, що містяться в них, сполуки халатів. Все це негативно впливає на життєдіяльність ґрунтової мікрофлори і рослин, на ферментативну активність ґрунтів і їх родючість.

Ґрунт піддається значному забрудненню з атмосфери як за рахунок природних, так і антропогенних джерел. Наприклад, теплоенергетичні станції є джерелом забруднення ґрунтів вугільним пилом, золою, димом і деякими токсичними твердими частками, газами (SO^2 , SO^3 , H_2S , NO_2), деякими циклічними вуглеводами, фтористими і миш'яковими сполуками; чорна металургія - рудним і залізистим пилом, оксидами заліза, марганцю, миш'яку, золи, сажі, SO_2 , SO_3 , NH_3 , H_2S , сполуками свинцю; транспорт - вуглеводами, натрієм, свинцем, вугільним пилом, золою, SO_2 , SO_3 , H_2S і т. д.

За офіційними даними (К. Реуце, С. Кристе, 1986), щорічно в земну атмосферу виділяється тільки в результаті діяльності людини приблизно 10^{12} тонн різних речовин. У них кількість SO_2 і H_2S становить $220 \cdot 10^6$ т на рік, аерозолі - 10^2 т на рік.

Доведено, що нині кожний мешканець Землі щоденно виробляє в середньому 2 - 4 кг відходів і сміття, а все населення земної кулі - 8-16 млн. т/добу, або приблизно 3-6 млрд. т/рік. Передбачається, що в найближчий час тверді відходи і викиди від виробництва і споживання досягнуть 15 млрд. т/рік.

Відвали промислових відходів займають значні площі, які стають непридатними для використання, причому вони розміщені так нераціонально, що іноді становлять серйозну загрозу для населення.

У результаті діяльності людини утворюються відходи і викиди, які представлені продуктами різних технологічних процесів: метали, металоїди, хімічні речовини (кислоти, солі, основи), мул станцій з очищення відходів, мінеральний пил, зола, хімічний шлак, шлаки, скло, кераміка і т. д. До них також належать відходи і викиди внаслідок будівництва, благоустрою населених пунктів тощо. Виявлено, що у випадку забруднення ґрунтів промисловими викидами відбувається виділення вуглекислоти протягом всього вегетаційного періоду, а отже, й послаблення інтенсивності біологічних процесів. Про це перш за все, свідчать зміни чисельності мікроорганізмів у разі забруднення ґрунтів та ослаблення їх ферментативної активності. Одночасно із зменшенням мікроорганізмів під час забруднення ґрунтів важкими металами знижується їх поліфенооксидазна, дегідрогеназна і ліпазна активності.

Унаслідок забруднення ґрунтів фенольними сполуками змінюється їх структура, руйнуються деякі мінерали, утворюючи з металами, що містяться в них, сполуки халатів. Все це негативно впливає на життєдіяльність ґрунтової мікрофлори і рослин, на ферментативну активність ґрунтів і їх родючість.

Ґрунт піддається значному забрудненню з атмосфери як за рахунок природних, так і антропогенних джерел. Наприклад, теплоенергетичні станції є джерелом забруднення ґрунтів вугільним пилом, золою, димом і деякими токсичними твердими частками, газами (SO^2 , SO^3 , H_2S , NO_2), деякими

циклічними вуглеводами, фтористими і миш'яковими сполуками; чорна металургія - рудним і залізистим пилом, оксидами заліза, марганцю, миш'яку, золи, сажі, SO_2 , SO_3 , NH_3 , H_2S , сполуками свинцю; транспорт - вуглеводами, натрієм, свинцем, вугільним пилом, золою, SO_2 , SO_3 , H_2S і т. д.

За офіційними даними (К. Реуце, С. Кристе, 1986), щорічно в земну атмосферу виділяється тільки в результаті діяльності людини приблизно 10^{12} тонн різних речовин. У них кількість SO_2 і H_2S становить $220 \cdot 10^6$ т на рік, аерозолі - 10^2 т на рік.

Отруйні речовини з атмосфери потрапляють на ґрунт і проникають в нього безпосередньо або з опадами. Вони забруднюють ґрунт і рослинну продукцію, знижують урожай і викликають навіть руйнування самої екосистеми.

В останні роки у багатьох країнах велику проблему створюють кислотні дощі, які пов'язані з викидами в атмосферу сірчаної та азотної кислот. Кислотні дощі, з одного боку, призводять до вимивання з ґрунту поживних елементів, а з другого - до підкислення ґрунту. Підкислення у свою чергу впливає на розчинність поживних елементів, а також на ріст і на життєдіяльність мікроорганізмів у ґрунті.

Охорона ґрунтів від забруднення важкими металами

У природі нараховується 78 важких металів, а їх загальна маса не перевищує 1,2 % загальної маси літосфери (А. А. Беккер та ін., 1989).

Найчастіше ґрунт забруднюється таким важкими металами, як залізо, марганець, мідь, цинк, молібден, кобальт, ртуть, свинець, кадмій та ін. Вони відомі і під назвою мікроелементів, оскільки необхідні рослинам у невеликих кількостях.

У багатьох випадках важкі метали містяться у ґрунтах у незначних кількостях і не є шкідливими. Проте, концентрація їх у ґрунті може збільшуватись за рахунок вихлопних газів транспортних засобів, вивезення в поле мулу станцій очисних вод, зрошення стічними водами, відходів, залишків і викидів під час експлуатації шахт і промислових майданчиків, внесення фосфорних та органічних добрив, застосування пестицидів та ін.

Надлишок цих елементів або наявність деяких токсичних елементів (I, F, U, V, Pb, Cd) навіть у дуже незначних кількостях можуть викликати захворювання і навіть загибель рослин.

Стійкість ґрунтів до забруднення важкими металами різна, залежно від їх буферності. Ґрунти з високою адсорбційною здатністю і відповідно високим вмістом глини, а також органічної речовини можуть втримувати ці елементи, особливо у верхніх горизонтах. Це властиво карбонатним ґрунтам і ґрунтам з нейтральною реакцією.

Окремі важкі метали по-різному впливають на рослинницьку і тваринницьку продукцію. Так, вміст свинцю у ґрунті переважно коливається від 0,1 до 20 мг/кг ґрунту. Проте у ґрунт надходить значна кількість свинцю з природних та антропогенних джерел. До перших належать: силікатний пил, галоїдні сполуки, дим лісових

пожеж, морські солі, метеоритний пил, а з другого - згорання етилового бензину, інших видів палива, інсектициди, розорювання земель та ін. Так, відомо, що зараз у світі щорічно виробляється близько $3,5 \cdot 10^6$ тонн свинцю, з яких від $3,1 \cdot 10^5$ до $3,5 \cdot 10^5$ тонн згоряє з етиловим бензином.

За даними І.І.Скрипниченка і Б.М.Золотарьової (1981), токсичні концентрації свинцю у ґрунті для більшості рослин перебувають у межах 1000-2000 мг/кг. Проте деякі види рослин гинуть уже за вмісту його близько 500 мг/кг ґрунту. Наприклад, у пшениці за концентрації 500-1000 мг/кг ґрунту цього елементу спостерігається зниження врожайності на 10 %, в той час як овес без видимих змін витримує забрудненість свинцю до 1500 мг/кг ґрунту, а деякі види рослин навіть - 10 г/кг ґрунту.

Свинець негативно впливає на біологічну властивість у ґрунті, інгібуючи активність ферментів (особливо дегідрогеназу й уреазу) зменшенням інтенсивності виділення вуглекислого газу і чисельності мікроорганізмів. Свинець викликає порушення метаболізму мікроорганізмів, особливо процесів дихання і клітинного поділу.

Нагромадження свинцю в організмі людини може викликати серйозні захворювання, такі, як свинцеві енцефалопатії, виродження периферичних нервів, венозний стаз, псевдомосклероз, серцева гіпертонія, цироз печінки та ін.

Існують й інші метали, забруднення ґрунтів якими негативно позначається на життєдіяльності живих організмів. Проте якщо вони містяться у ґрунті в концентрації, що не перевищують допустиму, за нейтральної величини рН ці метали не впливають негативно на рослини, а отже, на тварини і людей. У тих випадках, коли концентрація важких металів {за винятком молібдену і селену) у ґрунті перевищує допустимі межі, їх токсичність можна блокувати шляхом зміни рН ґрунту до нейтральної або слаболужної реакції, застосовуючи вапнування кислих ґрунтів, вносячи вапнякові матеріали. Крім того, для зниження концентрації важких металів рекомендується плантажна оранка на 40-50 см з винесенням на поверхню нижніх горизонтів ґрунтів, які містять менше важких металів. До радикальних заходів боротьби із забруднення ґрунтів належить видалення поверхневого забрудненого шару ґрунту, покриття його незабрудненим шаром не менше 30 см, який би виключав переміщення металів із ґрунту в рослини. Можливе також застосування деяких рослин, які осаджують і знешкоджують надлишок важких металів у ґрунті.

До агротехнічних прийомів боротьби із забрудненістю ґрунтів важкими металами належать вапнування і внесення органічних

добрих. Завдяки вапнуванню вдається у декілька раз зменшити вміст свинцю в сільськогосподарських культурах, які вирощують на забруднених ґрунтах. Вапно найбільш ефективно на ґрунтах, забруднених кадмієм.

Високими властивостями детоксикації характеризуються гній, торф, компости, а також цеоліти.

Велику роль у локалізації важких металів відіграють зелені насадження. Так, садіння вздовж автомагістралей суцільної смуги з глоду і клена польового знижує вміст свинцю в овочах, які вирощують у зоні впливу автострад, на 30-50%.

Існує і ряд біологічних методів, наприклад: вирощування рослин, які слабо реагують на надлишок важких металів у ґрунті; вирощування на забруднених ґрунтах культур, які не вживають тварини та люди. Найбільш забруднені ділянки необхідно відводити під заліснення і вирощування декоративних рослин.

Охорона ґрунтів від забруднення радіоактивними речовинами

До радіоактивних елементів, які можуть забруднювати ґрунт і є найбільш небезпечними належать: Ва, Са, І, U, й особливо елементи з тривалим періодом розкладу, як, наприклад, Cs (50 років) і Sr (27 років).

Потенційними джерелами радіоактивного забруднення можуть бути аварії або нещасні випадки на атомних установках. Проте іонізуюче випромінювання у природі існує та існувало раніше. Це пов'язано із космічною радіацією, яка заповнює всі міжзіркові та навіть міжгалактичні простори. Крім іонізуючого випромінювання космічних елементів, людина піддається впливу телурових компонентів, викликаних наявністю у земній корі багатьох радіоактивних елементів, які постійно випромінюють радіацію.

У 50-80 роках важливим джерелом радіоактивного забруднення ґрунтів було випробування атомних бомб, а в 1986 році - аварія на ЧАЕС.

Радіоактивні елементи у ґрунті мігрують переважно двома способами. Перший зумовлюється переміщенням їх у результаті господарської діяльності людини, а другий - фізико-хімічними властивостями як ґрунту, так і окремих ізотопів. Істотне значення у цьому процесі мають: форма сполук, в яких перебувають радіонукліди, наявність у ґрунті іонів, близьких за хімічними властивостями до радіоізотопів, рН середовища, кількість опадів та деякі

ґрунтово-кліматичні умови. Так, із крутих схилів радіонукліди разом з частками ґрунту можуть зноситися поверхневими стоками і накопичуватися у низинах та водних джерелах.

У ґрунті, особливо в його верхньому горизонті, концентруються радіоактивний стронцій (Sr) і цезій (Cs), звідки вони потрапляють у рослини або тварини.

Оскільки ці радіоактивні елементи мають тривалий період розпаду, їх подальша доля у ґрунті, проникнення в рослини становлять інтерес для охорони здоров'я людей.

Останнім часом надається велике значення вуглецю ³⁴С, який виділяється під впливом космічних променів, від'єднуючись від азоту. Він може накопичуватись у ґрунтах, звідки легко надходить у рослини, а пізніше потрапляє в органи тварин і людей. Проте немає ще відомостей про його токсичність у великих концентраціях.

Боротьбу з радіоактивним забрудненням в Україні зараз ведуть спеціальні підрозділи Міністерства з надзвичайних ситуацій.

Охорона ґрунтів від забруднення екскрементами тварин

Екскременти тварин і птиці завдяки високому вмісту органічної речовини, а також поживних елементів (фосфор, калій, мікроелементи) здавна вважаються цінним добривом. Проте внесення їх у надмірних кількостях, тобто у дозах, які перевищують потреби рослин, веде до порушення механізму перетворення і може погіршити властивості ґрунту (водопроникність, вологоємність, вміст кисню та ін.), а отже, і родючість ґрунту.

Одночасно з основними поживними елементами (азотом, фосфором і калієм), що містяться в екскрементах тварин, у ґрунт потрапляють і можуть нагромаджуватись у токсичних концентраціях й інші сполуки, які негативно впливають на ґрунт і рослини.

Дослідження показують, що внесення у ґрунт екскрементів тварин у дозах, які перевищують оптимальну (45 т/га на рік), негативно позначається на родючості ґрунтів і життєдіяльності мікроорганізмів та рослин. Наприклад, у ґрунті з'являється надлишок розчинних солей, які можуть затримувати ріст, або вимиваються у ґрунтові води. Разом з екскрементами у ґрунт потрапляють мідь і миш'як, які додають у корм для птиці проти деяких захворювань або для стимуляції росту. Нітрати, присутні у ґрунті у надмірній кількості, можуть мігрувати через ґрунтовий профіль до ґрунтових вод, а також змиватися поверхневими водами у процесі ерозії.

Враховуючи це, основними заходами охорони ґрунтів від забруднення екскрементами тварин є нормована годівля тварин і використання органічних добрив в оптимальних кількостях.

5. Охорона ґрунтів від засолення

Під засоленням розуміють надлишковий вміст у кореневмісному шарі ґрунту солей, які згубно діють на розвиток сільськогосподарських культур. До токсичних солей, які мають отруйний вплив на рослинний організм, належать: NaCl , CaCl_2 , Na_2SO_4 , MgSO_4 , NaHCO_3 , Na_2CO_3 і до нетоксичних - $\text{Ca(HCO}_3)_2$, CaSO_4 , CaCO_3 .

Розрізняють два види засолення - первинне і вторинне. Первинне засолення ґрунтів проявляється у природних умовах та обумовлене такими чинниками, як глибина і мінералізація ґрунтових вод, гранулометричний склад, будова і складення ґрунту, водообмін, кліматичні умови та ін.

Вторинне засолення ґрунтів обумовлене виробничою діяльністю людини через ненормоване зрошення і відсутність природного або штучного дренажу. У випадку цього засолення ґрунтів спостерігається руйнування ґрунтових агрегатів та ущільнення ґрунту, підвищення рівня ґрунтових вод і підняття сольових розчинів до поверхні, еквапотранспірація (випаровування з поверхні ґрунту і транспірація) та відкладення солей у кореневмісному шарі ґрунту. Для уникнення або зменшення засолення ґрунтів необхідно застосовувати комплекс агротехнічних і гідромеліоративних заходів, які включають дренаж, планування, капілярну та експлуатаційну промивку ґрунтів, вирощування культур-освоювачів після капітального промивання тощо.

Охорона ґрунтів від забруднення пестицидами

Пестициди - це хімічні засоби боротьби з шкідливими організмами: комахами (інсектициди), хворобами (фунгіциди), бур'янами (гербіциди) та ін. До пестицидів також належать речовини для передзбирального видалення з рослин листя (дефоліанти) і для підсушування рослин (дисиканти).

Застосування пестицидів перш за все спрямоване на зменшення шкідливих організмів і підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Адже, за даними Л.Д. Воронова (1977), збитки унаслідок шкідників у середньому становлять 14 %, хвороб - 12 % і бур'янів - 9 %.

Одним із негативних результатів застосування пестицидів в агроєкологічному аспекті є можливість порушення існуючої

рівноваги чисельності видів у конкретних популяціях. В результаті хімічних обробок гинуть не тільки шкідливі організми, але й багато корисних видів. А зникнення їх з агроєкосистеми може призвести до значних змін у характері функціонування екосистеми загалом. Під впливом пестицидів, які надходять в

агрофітоценози, може змінюватись склад шкідливих комах і кліщів, при цьому на зміну одних шкідливих організмів приходять інші.

Водночас, як показує багаторічна практика, застосування пестицидів у світі є складовою частиною сучасної технології вирощування сільськогосподарських культур, без застосування яких не можна одержати необхідні для населення продукти харчування. У зв'язку з цим багато дослідників і практиків висловлюються проти скорочення або повної відмови від використання хімічних засобів захисту рослин.

Незважаючи на це, треба пам'ятати, що систематичне застосування пестицидів у землеробстві призводить до того, що вони стають постійним екологічним чинником, який змінює і формує макро- і мікробоценози.

Важливою екологічною характеристикою пестицидів є їх здатність мігрувати у профілі ґрунту і створювати тим самим небезпеку забруднення ґрунтових вод.

Перистентність пестицидів у ґрунті залежить від застосовуваної дози і форми їх внесення, адсорбційної здатності, повторності обробок, розподілу препарату у ґрунті, типу ґрунту, добавок до пестицидів різних речовин, його рН, температури, вологості, комбінації пестицидів тощо.

У процесі вирішення питання ефективного і безпечного для навколишнього середовища застосування пестицидів реалізуються різні підходи. Постійно удосконалюють асортимент пестицидів за рахунок включення до них менш токсичних і перистентних препаратів, розробляють і впроваджують у практику нові технології та заходи, які дозволяють знизити вміст в об'єктах навколишнього середовища залишків недостатньо "екологічних" за своїми характеристиками пестицидів і їх негативний вплив на агрофітоценози, тварин та людей.

Важливу роль у зниженні і запобіганні негативних наслідків інтенсивного застосування пестицидів у землеробстві відіграє контроль за вмістом їх залишків в об'єктах навколишнього середовища, рослинницькій продукції, кормах і продуктах харчування рослинного походження. Облік результатів контролю за залишками пестицидів дозволяє істотно знизити або усунути повністю негативні наслідки застосування пестицидів.

Одним із шляхів вирішення проблеми забруднення ґрунту пестицидами є удосконалення їх асортименту. Найбільш перспективними пестицидами в цьому відношенні можуть бути органічні сполуки фосфору, похідні аліфатичних карбонових кислот, похідні карбамінової та тіокарбамінової кислот.

Для запобігання нагромадження стійких пестицидів у ґрунтах необхідно ширше чергувати пестициди з урахуванням їх перистентності диференційовано для різних ґрунтово-кліматичних зон.

Для захисту ґрунту від забруднення удосконалюють способи застосування пестицидів. В останні роки значно скоротилось використання пороховидних препаратів і збільшився асортимент у вигляді емульсії і змочуваних порошків, які застосовуються шляхом обприскування, а також препаратів у вигляді гранул.

Знизити фітотоксичність залишків гербіцидів можуть також внесені у ґрунт різні речовини, які впливають на гербіциди. Такий вплив, зокрема, має активоване вугілля. Використання його в дозі від 150 до 600 кг/га істотно знижує або повністю усуває фітотоксичну дію залишків гербіцидів на картоплі, цукрових буряках тощо.

Охорона ґрунтів від забруднення мінеральними добривами

Сучасне землеробство базується на широкому використанні мінеральних добрив як основного засобу підвищення родючості ґрунту й одержання високих урожаїв сільськогосподарських культур. Проте, надмірне, недостатньо обґрунтоване їх використання призводить до забруднення ґрунту, а також накопичення їх у продовольчих товарах, кормах, поверхневих і підґрунтових водах.

Враховуючи це, потрібний чіткий контроль за правильним їх використанням. Наприклад, застосування добрив можна регламентувати агротехнічними і санітарно-гігієнічними нормативами, нормою добрив на одиницю площі, співвідношенням поживних елементів для окремих культур, строками і способами внесення тощо.

Так, інститутом ґрунтознавства та агрохімії (ІГА) УААН розроблено рекомендації щодо еколого-токсикологічного регламентування використання добрив, згідно з якими передбачається вносити не більше 140 кг/га азоту під озиму пшеницю (160 кг/га у випадку зрошення), 100-під озиме жито і ярий ячмінь, 120-під кукурудзу (180 кг/га у випадку зрошення), 65 - під гречку, 75 - під просо, 170-під рис, 160-під цукрові буряки, 120-під картоплю, 90 - під тютюн, 60 - під огірки і столові буряки та моркву.

Одночасно рекомендується збалансувати азотні добрива фосфорними і калійними, а в окремих випадках і мікроелементами.

Для запобігання нагромадження нітратів у рослинах азотні мінеральні добрива треба вносити частинами у строгій відповідності до потреб сільськогосподарських культур за основними етапами органогенезу на підставі даних ґрунтово-рослинницької діагностики. Одночасно доведено, що недоцільно застосовувати деякі азотні добрива на дуже кислих ґрунтах, а також на територіях першого поясу зони санітарної охорони централізованого водопостачання, на мерзлоталому ґрунті.

Значно зменшити надлишок нітратів у ґрунті та рослинах можна за рахунок поєднаного внесення органічних і мінеральних добрив, соломи, сидерації.

Забруднення ґрунту зумовлене не тільки кількістю внесених мінеральних добрив, але й низькою культурою хімізації землеробства, використанням недосконалих технологій вирощування сільськогосподарських культур, а також застосуванням примітивних машин.

Причиною забруднення ґрунту часто є використання як хімічних меліорантів побічних продуктів промислових підприємств (особливо цементних, сірчаних і металургійних заводів), що містять велику кількість баластових речовин, більшість з яких є токсичними. Наприклад, для меліорації солонців часто використовують фосфогіпс як відходи хімічної промисловості. Проте до цього треба ставитись обережно, тому що у фосфогіпсі міститься фтор, який дуже шкідливий для рослин і тварин.

