**Тема. Нормування та оцінювання стану ґрунтів**

*Зміст теми:*

12.1 Нормування стану ґрунтів.

12.2 Принцип контролю забруднення ґрунтів.

12.3. Оцінювання стану ґрунтів.

12.3.1 Оцінювання небезпеки забруднення ґрунту хімічними речовинами.

12.4 Санітарні та біологічні показники оцінювання стану ґрунтів.

12.5 Класифікація ґрунтів за впливом хімічних забруднюючих речовин.

12.6 Гігієнічне оцінювання ґрунтів населених пунктів.

*Ключові терміни:* забруднення, показники, нормування, оцінювання, гранично допустима концентрація, фонова концентрація.

**12.1 Нормування стану ґрунтів**

Існуюючі підходи щодо нормування техногенних забруднень у ґрунті, основані на оцінюванні впливу кількості забруднювача на комплекс показників за тими або іншими критеріями. Ґрунт найбільш інтенсивно акумулює забруднення, що надходять на його поверхню й, утримуючи частину з них, віддає інше контактуючим середовищам з різною енергією, що залежить від різноманітних причин. Залежно від властивостей ґрунту й сучасної динаміки ґрунтових процесів, техногенні забруднювачі, що попадають в ґрунт розкладаються, виносяться за межі ґрунтового профілю, втрачають токсичність або, навпаки, накопичуються в доступних формах, перетворюються в більш токсичні сполуки, порушують нормальне функціонування ґрунтової біоти, а отже, і всієї ґрунтової системи.

Тому поряд із вивченням стабільності речовини в різних типах ґрунтів, її впливу на мікробіоценоз, умов метаболізму, необхідно визначити ступінь і умови її міграції в навколишньому середовищі.

При санітарно-гігієнічному нормуванні забруднюючих речовин враховуються показники шкідливості: транслокаційний – лімітуючий перехід нормованої забруднюючої речовини в рослину; міграційний водний – лімітуючий перехід нормованої забруднюючої речовини у водне середовище; міграційний повітряний – лімітуючий перехід нормованої забруднюючої речовини в повітря; загальний санітарний – визначає здатність ґрунту до самоочищення.

У всіх випадках експериментального розроблення гранично допустимих концентрацій (ГДК) у ґрунті забруднювачів лімітуючим показником була транслокація (перехід) речовини з ґрунту у рослини.

Якщо для певної речовини не встановлено ГДК, то для нормування використовують значення фонових концентрацій цієї речовини.

**12.2 Принцип контролю забруднення ґрунтів**

Принцип контролю забруднення ґрунтів – перевірка відповідності концентрацій забруднюючих речовин установленими нормами і вимогами у вигляді ГДК або фонових концентрацій.

При контролі забруднення ґрунтів хімічні речовини відповідно до ГОСТ 17.4.2.01–83 «Охорона природи. Ґрунти. Класифікація хімічних речовин для контролю забруднень» за ступенем небезпеки поділяють на три класи:

 1 клас – високо небезпечні;

 2 клас – помірно небезпечні;

 3 клас – мало небезпечні.

Показники, за якими встановлюють клас небезпеки речовин наведені в табл. 12.1.

Таблиця 12.1 – Критерії класів небезпечності хімічних речовин у ґрунтах

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показник | Норма для класів небезпеки | | |
| 1 клас | 2 клас | 3 клас |
| Токсичність, ДЛ50, мг/кг | < 200 | 200–1000 | > 1000 |
| Персистентність у ґрунті, міс. | > 12 | 6–12 | < 6 |
| ГДК, мг/кг | < 0,2 | 0,2–0,5 | > 0,5 |
| Міграція | Мігрують | Слабо мігрують | Не мігрують |
| Персистентність у рослинах, міс. | > 3 | 1–3 | < 1 |
| Вплив на харчову цінність сільськогосподарської продукції | Сильний | Помірний | Немає |

Зроблено орієнтовний розподіл речовин за класами небезпеки. Так, з пестицидів до 1–го класу віднесені атразин, ДДТ, метафос та інше, до 2–го – карбофос, нітрафен, хлорофос й інше, до 3–го – дилор, полікарбацин та інше.

Із речовин, що потрапляють у ґрунт із викидами, скидами, відходами, до 1–го класу віднесені миш’як, кадмій, ртуть, селен, цинк, фтор, бенз(а)пірен; 2–го – бор, кобальт, нікель, молібден, сурма, хром; 3–го – барій, ванадій, вольфрам, марганець, стронцій, ацетофенон.

Забруднення ґрунтів, як і інших середовищ, є комбінованим, у зв’язку із чим при хімічному контролі забруднення виникає необхідність виділити пріоритетні забруднювачі речовини, що підлягають контролю у першу чергу. При визначенні пріоритетних забруднюючих речовин ураховують класи небезпеки речовин. У випадку відсутності можливості обліку всього комплексу хімічних речовин, що забруднюють ґрунт, оцінювання здійснюють за найнебезпечнішими речовинами, тобто речовинами, що належать до більш високого класу небезпеки.

**12.3. Оцінювання стану ґрунтів**

Оцінювання стану ґрунтів може проводитись залежно від їх змін природно-техногенними процесами та за ступенем забрудненості.

У першому випадку використовуються ґрунтові критерії (табл. 12.2), що відображають погіршення властивості ґрунтів. Ґрунтово-ерозійні критерії пов’язані як з природними екологічними процесами, так і з антропогенною діяльністю людини, що прискорює процес деградації ґрунтового покриву.

Таблиця 12.2 – Оцінювання стану ґрунтів залежно від їх змін природно-техногенними геологічними процессами

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показник | Зона екологічного стану | | | |
| екологічної норми | екологічного ризику | екологічної кризи | екологічного лиха |
| Вміст гумусу, % від початкового | > 90 | 90–70 | 70–30 | < 30 |
| Площа вторинно засолених ґрунтів, % | < 5 | 5–20 | 20–50 | > 50 |
| Глибина змитості ґрунтових горизонтів, % ґрунтового профілю | < 10 | 10–30 | 30–50 | > 50 |
| Площа підґрунтових порід, % від загальної площі | < 5 | 5–10 | 10–25 | > 25 |
| Площа повітряної ерозії,% | < 5 | 10–20 | 20–40 | > 40 |

**12.3.1 Оцінювання небезпеки забруднення ґрунту хімічними речовинами**

У цілому, під час оцінювання небезпеки забруднення ґрунту хімічними речовинами враховують такі положення:

1) небезпека забруднення тим вища, чим більший фактичний рівень вмісту (С) контрольованих у ґрунті речовин перевищує ГДК , тобто чим більше значення коефіцієнта небезпеки К0 = С/ГДК перевищує 1;

2) небезпека забруднення тим вища, чим вищий клас небезпеки контрольованих речовин;

3) оцінювання небезпеки забруднення будь-яким токсикантом повинна проводитися з урахуванням буферності ґрунту, що впливає на рухливість хімічних елементів, що визначає їхній вплив на контактуючі середовища.

Під буферністю ґрунту розуміють сукупність властивостей ґрунту, що визначають його бар’єру функцію, яка обумовлює рівні вторинного забруднення хімічними речовинами контактуючих із ґрунтом середовищ – рослинності, поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря. Основними компонентами, що створюють буферність, є: тонко дисперсні мінеральні частки, що визначають її механічний склад; органічна речовина (гумус) і реакція середовища – рН. Небезпека забруднення тим більша при тому самому значенні К0 (коефіцієнта небезпеки), чим менше значення рН (чим кисліший ґрунт), тим менше вміст у ньому гумусу, чим легший його механічний склад. Наприклад, можна розташувати ґрунти в порядку зростання небезпеки забруднення: чорноземи – суглинок – дерновий – підзолистий ґрунт – супіщаний – дерново – підзолистий.

Систему контролю забруднення ґрунтів на основі гігієнічної регламентації (ГДК) не можна визначити досконалою. Зустрічаються певні труднощі в інтерпретації й об’єктивному оцінюванні забруднення ґрунту комплексом токсичних або інших речовин, для яких не розроблені нормативи ГДК. У цих випадках рівень хімічного забруднення порівнюють із фоновим.

Серед усіх забруднювачів ґрунту потрібно більше уваги приділяти тим речовинам, які відіграють велику роль у забрудненні біосфери, мають високу стабільність, рухливість, розчинність, тому головне значення має не валова кількість хімічних речовин у ґрунті (важких металів), а форми сполук, які існують у даному середовищі. Найбільш рухливими є хімічні елементи: хлор, бром, фтор, бром, натрій, кальцій, магній, барій.

Найбільш важливим у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва є оцінювання пестицидного забруднення ґрунтів. Прояв токсичних ефектів пестицидів та інших хімічних речовин у ґрунті й процеси їх накопичення залежать від ряду факторів: об’ємів і строків внесення, властивостей пестициду (токсичності, стійкості, здатності до кумуляції, сорбції), механічного складу й структури ґрунту, наявності органічних речовин, рН, вологості та інше.

**12.4 Санітарні та біологічні показники оцінювання стану ґрунтів**

Під санітарним станом розуміють сукупність фізико – хімічних і біологічних властивостей ґрунту, що визначають її безпеку в епідеміологічному та гігієнічному відношеннях (ГОСТ 17.4.2.01–81). У перелік контрольованих показників входять санітарно – бактеріологічні, санітарно – гельмінтологічні й санітарно – ентомологічні показники. До них належать такі:

 санітарне число (відношення азоту білкового до загального органічного азоту);

 показники концентрацій амонійного та нітратного азоту, хлоридів;

 залишкової кількості пестицидів та інших речовин (важких металів, нафти й нафтопродуктів, фенолів, сірчистих сполук), канцерогенів, радіоактивних речовин, макро – і

мікродобрив, термофільних бактерій, бактерій групи кишкової палички, патогенних мікроорганізмів, яєць і личинок гельмінтів і мух.

Перелік показників для різних видів землекористування (населених пунктів, курортів і зон відпочинку, зон джерел водопостачання, територій підприємств, сільськогосподарських угідь, лісів) відрізняється. У чистих ґрунтах організми, які характеризують санітарно-бактеріологічні показники, відсутні; їх присутність указує на специфічне органічне, фекальне й інші види забруднень.

Біологічні показники характеризують здатність ґрунту до самоочищення, що визначається насамперед активністю ґрунтової мікрофлори та ґрунтових тварин, фізико – хімічними умовами та властивостями ґрунту. Антропогенний впливи (внесення добрив, обробка пестицидами, режим меліорації й осушення), а також фактори навколишнього середовища (температура, опади, топографія території) впливають на активність ґрунтової мікрофлори та фауни. В екологічних дослідженнях ґрунтів використовують різні біологічні показники: «подих», показники целюлозо розкладаючої активності, активність ферментів (фосфатази, дегідрогенази), кількість грибів, дріжджів та інше. Як правило, застосовують кілька показників, тому що їхня чутливість до різних забруднюючих речовин істотно розрізняється. Ознакою біологічної деградації в результаті токсичного впливу є зниження рівня активності мікробної маси. Як комплексний показник забруднення ґрунту використовують показник фіто токсичності. Це тестовий інтегральний показник, який визначають за властивостями забрудненого ґрунту придушувати проростання насіння, ріст і розвиток, вищих рослин. Зниження числа проростків насіння порівняно з контролем при біотестуванні вважають показником наявності фітотоксичності ґрунту.

**12.5 Класифікація ґрунтів за впливом хімічних забруднюючих речовин**

За ступенем забруднення відповідно до ГОСТу 17.4.3.06–86 «Охорона природи. Ґрунти. Загальні вимоги й класифікація ґрунтів за впливом на них хімічних забруднюючих речовин» ґрунти поділяють на:

1) сильно забруднені;

2) середньо забруднені;

3) слабко забруднені.

Якщо ґрунт містить забруднюючі речовини в кількостях, які у кілька разів перевищує ГДК, має низьку біологічну продуктивність і сильно змінені фізико – механічні, хімічні і біологічні характеристики, у результаті чого вміст хімічних речовин у вирощуваних культурах перевищує встановлені нормативи, ґрунт відносять до **сильно забруднених**. Якщо перевищення ГДК у ґрунті є, але не викликає помітних змін її властивостей, ґрунт відносять до **середньо забрудненого**. Якщо вміст хімічних речовин не перевищує ГДК, але вище природного фону, ґрунт уважають **слабко забрудненим.**

Ранжування приводять за ГДК хімічних речовин у ґрунтах або їх фоновим вмістом (якщо ГДК не розроблено), а також за іншими показниками. Розраховують кілька показників.

Коефіцієнт концентрації забруднюючої речовини:

Кс = Сі/Сф,

де Кс – коефіцієнт концентрації хімічної речовини;

Сі – фактичний вміст хімічної речовини в ґрунті;

Сф – середня фонова концентрація хімічної речовини у розглянутому районі.

Замість фонової концентрації можна використовувати величину ГДК, у цьому випадку визначається коефіцієнт техногенного геохімічного навантаження

Кі = Сі/ГДК;

Інтегральний показник поелементного забруднення ґрунту

де Ксі – інтегральний показник поелементного забруднення ґрунту;

Сі – концентрації забруднюючих речовин, що контролюється;

Сфі – фоновий вміст забруднюючих речовин;

Коефіцієнт зворотної реакції ґрунтів на динаміку забруднення

Кр = (А–Аф)/ Аф

де А і Аф – параметри, які контролюється в забрудненій і фоновій пробах.

За ступенем стійкості до хімічних забруднюючих речовин виділяють три ранги стійкості ґрунтів:

1) дуже стійкі;

2) середньо стійкі;

3) малостійкі.

Визначено основні показники, якими характеризується ступінь стійкості ґрунту до хімічних речовин. Стійкість характеризується такими показниками: гумусовим станом ґрунту, кислотно–основними властивостями, біологічною активністю, окислювально-відновними властивостями, катіонно–обміними властивостями, рівнем ґрунтових вод, частиною речовин у розчинній формі. Короткочасну зміну властивостей ґрунтів діагностують за динамікою вологості, за рН, складом ґрунтових розчинів, подихом ґрунтів, вмістом доступних рослинам живильних речовин. Показники довгострокових змін – за 5–10 років і більше: вміст гумусу, відношення вуглецю гумінових кислот до вуглецю фульвокислот, ерозійні втрати ґрунту, структурний стан, склад обмінних катіонів, загальна лужність, кислотність, вміст солей.

**12.6 Гігієнічне оцінювання ґрунтів населених пунктів**

Оцінювання небезпеки забруднення ґрунту населених пунктів визначається:

– епідеміологічною значущістю забрудненого хімічними речовинами ґрунту;

– роллю забрудненого ґрунту як джерела вторинного забруднення приземного шару атмосферного повітря і при її безпосередньому контакті з людиною;

– значущістю ступеня забруднення ґрунту як індикатора забруднення атмосферного повітря.

Необхідність урахування епідеміологічної небезпеки ґрунту населених пунктів обумовлена тим, що зі збільшенням хімічного навантаження зростає епідемічна небезпека ґрунту. У забрудненому ґрунті на фоні зменшення представників ґрунтових мікробіоценозів (антагоністів патогенної кишкової мікрофлори) і зниження її біологічної активності відзначається збільшення позитивних знахідок патогенних ентеробактерій і геогельмінтів, що були більш стійкі до хімічного забруднення ґрунту, чим представники природних ґрунтових мікробіоценозів. Оцінювання рівня епідемічної небезпеки ґрунту населених пунктів проводиться за схемою, розробленої на основі імовірнісного перебування патогенних ентеробактерій і ентеровірусів. Критерієм епідемічної безпеки є відсутність патогенних агентів у досліджуваному об'єкті (табл. 12.3).

Оцінювання небезпеки забруднення ґрунту на основі ГДК мають ряд недоліків:

1) не враховуються ефекти накопичення забруднюючої речовини у результаті переходу з одного середовища в інше, при переміщенні по трофічному ланцюгу, а також процеси трансформації при міграції;

2) санітарно-гігієнічні норми застосовуються у разі, коли вторинні природні процеси не є визначальними, що обмежує можливості їх використання;

3) підходи орієнтовані на напівлетальні дози, а потім граничні концентрації; залежності доза – час – ефект, на підставі яких розробляються ГДК, близькі між собою в діапазоні високих доз та істотно розрізняються в діапазоні низьких доз;

4) ГДК встановлюються в експерименті переважно на пацюках і мишах, які найбільш стійкі до токсикантів, а тому можливість екстраполяції їх на організм людини дуже сумнівна.

Оцінювання рівня хімічного забруднення ґрунтів як індикатора несприятливого впливу на здоров'я населення проводиться за показниками, розроблених при сумісних геохімічних і геогігієнічних дослідженнях навколишнього середовища міст.

Таблиця 12.3 – Оцінювання епідемічної небезпеки ґрунтів населених пунктів

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Категорія забруднення | Об’єкт | Показник забруднення (клітини/г. ґрунту) | | | | |
| кишкові палички | ентеро–кокки | патогенні ентеро-бактерії | ентеро-віруси | гельмін-ти |
| Чиста | Зони підвищеного ризику: дитячі садки, ігрові майданчики, зони санітарної охорони водойм | 1 – 9 | 1 – 9 | – | – | – |
| Забрудне-на | 10 і вище | 10 і вище | + | +  \_ | +  \_ |
| Чиста | Санітарно-захисні зони | 1 – 99 | 1 – 99 | \_ | \_ | \_ |
| Забрудне-на | 100 і вище | 100 і вище | + | + | + |

У випадку полікомпонентної техногенної аномалії розраховується сумарний показник забруднення за формулою

де n – число компонентів, які враховуються.

Оцінювання небезпеки забруднення ґрунту комплексом металів за Zc проводиться за оціночною шкалою (табл. 12.4). Градації оціночної шкали розроблені на основі вивчення показників стану здоров'я населення, що проживає на територіях з різним рівнем забруднення ґрунтів.

Таблиця 12.4 – Орієнтована шкала оцінювання небезпеки забруднення ґрунтів за сумарним показником забруднення (Z)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Категорія забруднення ґрунтів R | Величина  ( Z ) | Зміни показників здоров'я населення у вогнищах забруднення |
| Припустима | Менше 16 | Найбільш низький рівень захворюваності дітей і мінімальна частота функціональних відхилень |
| Помірно небезпечна | 16–32 | Збільшення загальної захворюваності |
| Небезпечна | 32–132 | Збільшення загальної захворюваності, числа дітей, які часто хворіють, дітей із хронічними захворюваннями, порушеннями функціонального стану серцево-судинної системи |
| Надзвичайно небезпечна | Більше 128 | Збільшення захворюваності дитячого населення; порушення репродуктивної функції жінок (збільшення токсикозу вагітності, числа передчасних пологів, мертвонароджуваності, гіпотрофій немовлят) |

**Висновки**

При санітарно-гігієнічному нормуванні забруднюючих речовин враховуються показники шкідливості: транс локаційний, міграційний водний, міграційний повітряний, загальний санітарний.

При розробці ГДК у ґрунті забруднювачів лімітуючим показником є транслокація речовини з ґрунту у рослини.

Якщо для певної речовини на встановлено ГДК, то для нормування використовують значення фонових концентрацій цієї речовини.

При контролі забруднення ґрунтів хімічні речовини поділяють на три класи: 1 клас – високо небезпечні, 2 клас – помірно небезпечні, 3 клас – мало небезпечні.

Оцінювання стану ґрунтів може проводитись залежно від їх змін природно-техногенними процесами та за ступенем забрудненості.

Небезпека забруднення тим вища, чим більше фактичний рівень вмісту контрольованих у ґрунті речовин перевищує ГДК; чим вищий клас небезпеки контрольованих речовин.

Оцінювання небезпеки забруднення будь-яким токсикантом повинно проводитися з урахуванням буферності ґрунту, що впливає на рухливість хімічних елементів, що визначає їхній вплив на контактуючі середовища.

За ступенем забруднення ґрунти поділяють на: сильно забруднені, середньо забруднені, слабко забруднені.

За ступенем стійкості до хімічних забруднюючих речовин виділяють три ранги стійкості ґрунтів: дуже стійкі, середньо стійкі, малостійкі.

**Питання для самоперевірки**

1. Назвіть та охарактеризуйте показники, що враховуються при санітарно-гігієнічному нормуванні забруднюючих речовин у ґрунті.

2. Які показники використовуються для нормування забруднень ґрунту хімічними речовинами?

3. Сформулюйте принцип контролю забруднення ґрунтів.

4. Наведіть класифікацію хімічних речовин за ступенем небезпеки.

5. Які показники стану ґрунтів вживаються при визначенні зони екологічного стану?

6. За якими показниками проводиться оцінювання небезпеки забруднення ґрунту хімічними речовинами?

7. Що таке буферність ґрунту? Яке її значення при нормуванні забруднення?

8. Що розуміють під поняттям «санітарний стан ґрунтів»?

9. Наведіть формулу інтегрального показника поелементного забруднення ґрунту.

10. Наведіть класифікацію грунтів за ступенем стійкості до хімічних забруднюючих речовин та за ступенем забруднення.