

ОХОРОНА ҐРУНТІВ І ВІДТВОРЕННЯ ЇХ РОДЮЧОСТІ

ОХОРОНА ҐРУНТІВ І ВІДТВОРЕННЯ ЇХ РОДЮЧОСТІ

Навчальний посібник



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**Забалуєв В. О., Балаєв А. Д., Тараріко О. Г.,
Тихоненко Д. Г., Дегтярьов В. В., Тонха О. Л.,
Піковська О. В., Гавва Д. В., Жернова О.С., Козлова О. І.**

За редакцією докторів сільськогосподарських наук, професорів
В. О. Забалуєва та В. В. Дегтярьова

ОХОРОНА ҐРУНТІВ І ВІДТВОРЕННЯ ЇХ РОДЮЧОСТІ

Навчальний посібник
для підготовки фахівців освітнього ступеня «магістр»
у вищих навчальних закладах III–IV рівнів акредитації
спеціальності 201 «Агрономія»
освітньо-наукової програми «Агрохімія і ґрунтознавство»

Видання друге, змінене і доповнене

Харків – 2017

УДК 631.4: 631.83:378(075)

*Затверджено Міністерством освіти і науки України
як посібник для студентів вищих навчальних закладів
(Лист № 1/11_20799 від 31.12.2013 р.)*

Рецензенти:

*Надточій П. П., доктор сільськогосподарських наук, професор
Бикін А. В., доктор сільськогосподарських наук, професор
Величко В. А., доктор сільськогосподарських наук, професор*

Охорона ґрунтів і відтворення їх родючості: навч. посібник
/ [Забалуєв В. О., Балаєв А. Д., Тараріко О. Г., Тихоненко Д. Г.,
Дегтярьов В. В., Тонха О. Л., Піковська О. В., Гавва Д. В.
Жернова О. С., Козлова О. І.]. – Вид. 2-ге (змін. і доповн.) / за ред.
д-рів с.-г. н, проф. В. О. Забалуєва та В. В. Дегтярьова. – Х.: Стиль-
издат, 2017 – 348 с.

ISBN

Узагальнено і систематизовано інформацію про ґрунт як природно-історичне тіло, фактичний стан і необхідність його охорони. На основі узагальнення світового і вітчизняного досвіду показані сучасні уявлення про деградаційні процеси у ґрунтах, запропоновані інноваційні технології відтворення родючості ґрунтів за різних систем і інтенсивності використання. Значна увага приділяється профілактичним заходам запобігання деградаційним процесам і необхідності моніторингу ґрунтів.

Розраховано для студентів вищих аграрних закладів III–IV рівнів акредитації за спеціальністю «Агрономія» ОС «магістр», фахівців з ґрунтознавства, агрохімії, меліорації, агрономії, землекористування, екології і інших природничих наук з метою формування теоретичних знань і практичних навичок з раціонального ґрунтовикористання.

УДК 631.4: 631.83:378(075)

© Забалуєв В. О., Балаєв А. Д., Тараріко О. Г.,
Тихоненко Д. Г., Дегтярьов В. В., Тонха О. Л.,
Піковська О. В., Гавва Д. В., Жернова О. С.,
Козлова О. І., 2017

ISBN

© Національний університет біоресурсів і
природокористування України, 2017

© Харківський національний аграрний
університет ім. В. В. Докучаєва, 2017

ЗМІСТ

Вступ	6
Розділ 1. Предмет і завдання дисципліни	
«Охорона ґрунтів і відтворення їх родючості»	13
1.1. Предмет, завдання та методологічні засади охорони ґрунтів	13
1.2. Види деградації ґрунтового покриву та соціальні аспекти його охорони	14
1.3. Сучасний стан і завдання охорони ґрунтів в Україні	22
1.4. Національна програма охорони ґрунтів України	24
1.5. Загальна характеристика ґрунтового покриву України, його структура, фізико-хімічні та агрохімічні властивості ґрунтів	45
<i>Питання для самоконтролю</i>	48
Розділ 2. Ґрунт як об'єкт охорони	49
2.1. Поняття про земельні та ґрунтові ресурси	49
2.2. Сучасний стан земельних і ґрунтових ресурсів світу	50
2.3. Ґрунтовий покрив планети та його використання	54
2.4. Ступінь і розповсюдження деградаційних процесів ґрунтів у світі	54
2.5. Основні принципи міжнародної ґрунтової хартії	58
2.6. Стратегії виживання людства	59
<i>Питання для самоконтролю</i>	63
Розділ 3. Родючість ґрунтів	64
3.1. Історичні погляди на сутність родючості ґрунтів	64
3.2. Визначення поняття «родючість ґрунту»	74
3.3. Фактори і закономірності природної родючості ґрунтів	77
3.4. Категорії ґрунтової родючості, їх суть і коротка характеристика	78
3.5. Щодо «еталону родючості»	80
3.6. Окультурення ґрунтів	81
3.7. Закон «спадаючої родючості ґрунтів» та його критика	82
3.8. Показники родючості ґрунтів	83
<i>Питання для самоконтролю</i>	84
Розділ 4. Системні основи охорони ґрунтів	85
4.1. Поняття про природні системи	85
4.2. Принципи організації систем	86
4.3. Екосистема: поняття, ознаки, класифікація	89
4.4. Поняття про геоекосистеми	90
4.5. Ґрунт як термодинамічна система	91

4.6. Структурні рівні організації ґрунтових систем	93
4.7. Екологічні функції ґрунту	100
4.8. Стійкість ґрунту до зовнішніх впливів	102
4.9. Методи досліджень стану ґрунтів і ґрунтового покриву	105
<i>Питання для самоконтролю</i>	107
Розділ 5. Проблема деградації земель та ґрунтів	108
5.1. Основні поняття і термінологія	108
5.2. Причини прояву деградаційних процесів у ґрунтах	111
5.3. Типологія деградацій ґрунту	115
5.4. Критерії та діагностичні параметри оцінювання ступеня деградації ґрунтів	121
5.5. Чинники деградації ґрунтів	124
5.6. Стійкість ґрунтів до деградації	132
<i>Питання для самоконтролю</i>	135
Розділ 6. Ерозія ґрунтів та заходи щодо попередження її прояву	136
6.1. Історія наукових досліджень по ерозії ґрунтів	136
6.2. Загальні поняття про ерозію ґрунтів	140
6.3. Фактори і умови розвитку ерозійних процесів	147
6.4. Класифікація та діагностика еродованих ґрунтів	159
6.5. Ґрунтово-ерозійне районування України	161
6.6. Оцінка факторів, що зумовлюють водну ерозію ґрунтів	166
6.7. Основні протиерозійні заходи, їх характеристика	170
6.8. Польові та розрахункові методи визначення втрат ґрунту	187
<i>Питання для самоконтролю</i>	189
Розділ 7. Агрофізичні деградації ґрунтів	190
7.1. Причини та наслідки переущільнення ґрунту	190
7.2. Знеструктурення орних ґрунтів	197
7.3. Запобігання агрофізичних деградацій	199
<i>Питання для самоконтролю</i>	201
Розділ 8. Дегуміфікація орних ґрунтів	202
8.1. Органічна частина ґрунту – складна багатокomпонентна система	203
8.2. Фактори і умови гумусонакопичення	206
8.3. Агрономічне значення гумусу	207
8.4. Вміст і запаси гумусу в різних ґрунтах	208
8.5. Кількісні зміни гумусу в процесі сільськогосподарського використання ґрунтів та шляхи запобігання процесам дегуміфікації	209
8.6. Причини дегуміфікації ґрунтів	213
8.7. Баланс гумусу	221

8.8. Забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунтах	227
<i>Питання для самоконтролю</i>	229
Розділ 9. Біологічна та агрохімічна деградація ґрунтів	231
9.1. Деградація мікробіоценозу ґрунту	231
9.2. Загальні і специфічні реакції ґрунтового мікробіоценозу на антропогенну деградацію ґрунтів	232
9.3. Ґрунтова кома, токсикоз та виснаження ґрунтів	235
9.4. Біологічний кругообіг речовин за застосування добрив	236
9.5. Екологічна роль азотних добрив	243
9.6. Забруднення ґрунтів внаслідок надлишку або нестачі поживних речовин	245
<i>Питання для самоконтролю</i>	247
Розділ 10. Охорона ґрунтів від хімічного та радіаційного забруднення	248
10.1. Загальні уявлення про забруднюючі речовини	248
10.2. Види забруднюючих речовин, джерела їх надходження у ґрунт	250
10.3. Заходи із запобігання забруднення ґрунтів і їх ремідація	259
10.4. Меліорація та використання радіаційно забруднених ґрунтів	264
<i>Питання для самоконтролю</i>	268
Розділ 11. Відновлення родючості рекультивованих ґрунтів	269
11.1. Причини утворення порушених земель	269
11.2. Рекультивація техногенно порушеного ґрунтового покриву	270
11.3. Управління ґрунтогенезом в техноземах, сформованих гірськими породами	281
<i>Питання для самоконтролю</i>	283
Розділ 12. Моніторинг ґрунтового покриву	284
12.1. Поняття про моніторинг ґрунтового покриву	284
12.2. Діагностичні показники властивостей ґрунтів для їх моніторингу	289
12.3. Використання результатів екологічного моніторингу у практиці землеробства	290
<i>Питання для самоконтролю</i>	296
Предметний покажчик	297
Рекомендована література	345

ВСТУП

Ґрунтовий покрив України надзвичайно різноманітний. За матеріалами великомасштабних обстежень 1957-1961 рр. було виділено понад 800 видів ґрунтів, серед яких переважають чорноземи опідзолені, типові, звичайні та південні – загальна їх частка перевищує 60 %. Значне поширення також мають лучно-чорноземні і лучні (7,2 %), сірі лісові (6,3 %), дерново-підзолисті і дернові опідзолені (6,0 %), темно-сірі опідзолені (4,7 %), темно-каштанові і каштанові солонцюваті (3,1 %), торфові (1,4 %). Ґрунти дуже різноманітні за властивостями: вміст гумусу в орному шарі змінюється від 0,6-1,5 % у дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах до 5,0-6,0 % у чорноземах типових важкосуглинкових і легкоглинистих, запаси гумусу у профілі – від 30-60 т/га до 550-600 т/га, потужність гумусованого профілю – від 15-25 см до 120-150 см і більше. У цілому ґрунти України мають агроґрунтовий потенціал ефективної родючості для одержання понад 60 млн т зерна, але для його реалізації необхідно не допускати погіршення стану ґрунтового покриву. Після закінчення великомасштабного дослідження і його коригування ґрунтовий покрив зазнав змін, оцінити його реальний стан можливо лише за умови повторного великомасштабного обстеження.

Ґрунти України досить добре вивчено, але це не стало на заваді інтенсивного розвитку процесів деградації. Біля третини орної території еродовано, втрачено 30 % органічної речовини, майже всі орні ґрунти у підорному шарі ущільнені, помітно знижуються запаси поживних речовин, численні негаразди спостерігаються на меліорованих землях.

Україна має амбіції стати провідною аграрною державою з великим експортним потенціалом сільськогосподарської продукції. І для цього є багато сприятливих передумов, але перед цим треба вирішити чимало проблем.

Надмірне розширення площі ріллі, у тому числі на схилових, малопродуктивних, деградованих і заплавних землях, допущене у минулі роки, призвело до порушення екологічно збалансованого співвідношення сільськогосподарських угідь, лісів та водойм, що негативно позначилося на стійкості агроландшафтів і зумовило несприятливі наслідки техногенного навантаження на екосферу.

Найбільш істотним чинником зниження продуктивності ґрунтів

і зростання деградації агроландшафтів є водна ерозія ґрунтів і втрата вологи з поверхневим стоком. Щороку від ерозії втрачаються мільйони тон ґрунту, у тому числі рухомих форм азоту, фосфору і калію. Втрати продукції землеробства від ерозії і посушливості схилових місцеположень перевищують 9-12 млн т зернових одиниць щороку.

Загальна площа сільськогосподарських угідь, які зазнають згубного впливу водної ерозії та арідності схилів земель, становить 13,3 млн га (32 %), у тому числі 10,6 млн га орних ґрунтів. У складі схилових ґрунтів налічується 4,5 млн га із середньо- та сильнозмитими та ксероморфними ґрунтами, у тому числі 68 тис. га повністю втратили гумусовий горизонт.

Досить інтенсивно розвиваються процеси лінійного розмиву та яругоутворення. Площа яруг становить 140,3 тис. га, а їх кількість перевищує 500 тис. Окремі яружно-балкові системи мають інтенсивність ерозії, що перевищує середні показники у 10-20 разів.

Процесам вітрової ерозії піддається понад 6 млн га ґрунтів, а в роки з пиловими бурями – до 20 млн га.

На якісному стані ґрунтових ресурсів відбиваються також і інші негативні чинники (засоленість, солонцюватість, перезволоженість, надмірна арідність, яка дуже подібна до опустелювання, тощо).

Зокрема, середньо- та сильносолонцюваті ґрунти займають 0,5 млн га сільськогосподарських угідь, а засолені – 1,7 млн га (4,1 %). Крім того, 1,9 млн га сільськогосподарських угідь займають перезволожені, 1,8 млн га – заболочені і 0,6 млн га – кам'яністі ґрунти. Ґрунти з підвищеною кислотністю становлять більше 8 млн га, сільськогосподарських угідь, з яких на середньо- і сильнокислі припадає 4,4 млн га.

Інтенсивне сільськогосподарське використання ґрунтів призводить до зниження родючості через їх переущільнення (особливо чорноземів), втрати грудкувато-зернистої структури, водопроникності й аераційної здатності з усіма негативними екологічними наслідками, що звідси випливають.

Останнім часом посилилися процеси деградації ґрунтового покриву, які зумовлені техногенним забрудненням. Найбільшу небезпеку для навколишнього природного середовища становить забруднення ґрунтів радіонуклідами, важкими металами, збудниками хвороб.

В Україні протягом останніх років домінувала незбалансована дефіцитна система землеробства. Як наслідок, ґрунти втратили значну

частину гумусу та поживних речовин, і ці процеси не припиняються. Невеликі дози внесення гною і мінеральних добрив не забезпечують відтворення родючості ґрунтів. Врожаї останніх років – здебільшого результат вичерпування винятково природної родючості, результат збіднення потенційної її частини. Зберігати і надалі такий підхід до родючості неприпустимо, бо це призведе до подальшого загострення проблеми.

За результатами останнього туру агрохімічного обстеження (2006-2010 рр.), ґрунти України мають, в основному, середній і підвищений вміст гумусу. Порівняно з даними обстеження 1996-2000 рр. уміст гумусу в ґрунтах знизився на 0,04-0,09 %. Низький і дуже низький вміст гумусу мають ґрунти піщаного та супіщаного гранулометричного складу, які розповсюджені переважно в зоні Полісся. Особливо їх багато у Волинській (87 %), Житомирській (61,4 %), Чернігівській (47,1 %) і Рівненській (44,9 %) областях. Великі площі з низьким умістом гумусу є також у Львівській, Чернівецькій, Донецькій, Закарпатській та Київській областях. Ці ґрунти потребують першочергового застосування органічних добрив, збільшення посівних площ багаторічних трав та сидератів.

Згідно з матеріалами агрохімічного обстеження ґрунтів, понад 40 % орних ґрунтів потребують систематичного вапнування.

Таким чином, у структурі земельного фонду України значні площі займають ґрунти з незадовільними властивостями (деградовані та інші малородючі ґрунти). За розрахунками ДП «Головний науково-дослідний інститут землеустрою», площа їх у складі ріллі перевищує 6,5 млн га, або 20 % площі. За даними інших установ (ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського, ННЦ «Інститут землеробства НААН»), площа деградованих і малородючих ґрунтів складає понад 8 і навіть біля 10 млн га. Прямі щорічні втрати від використання таких земель у ріллі (тобто, різниця між вартістю валового продукту та затратами на його отримання) досягають в цілому по Україні близько 400 млн грн.

На якісний стан земельних ресурсів та цілого ряду об'єктів галузей економіки істотно впливають гідрометеорологічні та небезпечні екзогенні геологічні процеси і явища (селі, зсуви, обвали, карст, просідання ґрунту, абразія, руйнування берегів водосховищ тощо), які поширені більш як на 50 % території, у тому числі карсту – 37,6 %, зсувів – 0,3 %. На 17 % території розвиваються процеси підтоплення.

Деградація в Україні розглядається переважно як результат нераціональних агротехнологій і підкреслюється підвищена схильність чорноземних ґрунтів до деформації (внаслідок, як правило, низької вихідної щільності будови перед обробітком навесні) і впливу вологи (внаслідок слабкої стійкості мінералів смектитового типу, які домінують у мінералогічному складі глинистої фракції ґрунтів).

Проблема загострилася внаслідок припинення (фактично з 1991 р.) дії державної й обласних програм охорони земель. За основними параметрами програм до кінця 80-х рр. були досягнуті вагомі результати. Однак у наступні роки обсяги робіт з підвищення родючості ґрунтів зменшилися до мінімальних величин.

Деградація ґрунтів в Україні підсилюється внаслідок недооцінки реальної загрози, що формує це явище для сьогодення й особливо майбутніх поколінь, відсутності механізмів виконання законів про охорону ґрунтів, незбалансованого й науково необґрунтованого землекористування. Для подолання деградації потрібна переорієнтація всіх шарів суспільства, широка просвітницька діяльність, активна пропаганда знань, поступове формування нового відношення до ґрунту. Сьогодні, коли активізуються настрої на користь скасування мораторію, не слід забувати про таку проблему, як деградація ґрунтів.

Наслідком деградації ґрунту є його нездатність виконувати основні функції, насамперед **екологічну** (бути середовищем існування і забезпечувати функціонування екологічних систем), **виробничу** (забезпечувати оптимальні едафічні умови для росту і розвитку культурних рослин, отримання високих стабільних врожаїв з безпечними якісними показниками фітопродукції); **санітарно-епідемічну** (забезпечувати безпечні, комфортні для життя для людини умови середовища).

На сучасному етапі розвитку суспільство починає опановувати розуміння необхідності зміни економічних пріоритетів на еколого-соціальні. У широких колах обговорюється проблема раціонального використання природних ресурсів, сталого розвитку, який залежить насамперед від стабільності функціонування біосфери загалом та її окремих складових. Такі ж тенденції починають запроваджуватись й у ґрунтознавстві: агротехнологічний напрям використання ґрунтів, який потребує обґрунтування можливості зростання урожайності і підвищення якості сільськогосподарської продукції, все частіше доповнюється екологічно орієнтованими обґрунтуваннями необхідності охорони і відтворення родючості ґрунту, його здатності

виконувати екологічні функції, без чого неможливе стабільне існування біосфери і людини. Тому раціональне, науково обґрунтоване поєднання економічних та екологічних чинників здатне забезпечити стабільний сталий розвиток не лише людського суспільства, але й біосфери у цілому.

Об'єктом особливої охорони кожної держави є ґрунтовий покрив – один з найважливіших природних ресурсів, найцінніший компонент земельних ресурсів, головне джерело отримання продуктів харчування та сировини, найцінніше надбання нашої держави.

У сільськогосподарському виробництві ґрунт є основним об'єктом праці і засобом виробництва продовольчої і сировинної продукції та кормів для тваринництва. Тому за сільськогосподарського використання ґрунтового покриву все більшого значення набуває проблема їх охорони, під якою розуміють комплекс правових, організаційних, економічних, технологічних та інших заходів, спрямованих на раціональне використання ґрунтів, їх захист від шкідливого антропогенного впливу, відтворення та підвищення родючості, збереження екологічної цінності природних і набутих якостей.

На сучасному етапі розвитку суспільства охорона ґрунтів є надзвичайно важливим чинником забезпечення продовольчої та екологічної безпеки кожної країни. Тому Законом України «Про охорону земель» передбачено здійснення контролю за динамікою показників родючості ґрунтів, обмеження використання деградованих, малопродуктивних, техногенно забруднених земельних ділянок, а також науково необґрунтоване інтенсивне використання орних угідь (надмірне насичення сівозмін інтенсивними сільськогосподарськими культурами, застосування окремих агротехнологічних операцій ґрунторуйнівного спрямування та ін.).

Головною метою охорони ґрунтів і відтворення їх родючості є забезпечення гарантованої продовольчої безпеки держави шляхом раціонального використання ґрунту як основного засобу аграрного виробництва, виявлення, дослідження та впровадження заходів щодо запобігання та усунення негативних явищ у сучасному розвитку деградаційних процесів у ґрунтах, забезпечення екологічної стійкості агроландшафтів, збільшення продуктивності сільськогосподарських культур і, як наслідок, одержання стабільного прибутку аграрних підприємств, зміцнення їх фінансово-економічного стану, підвищення добробуту сільського населення.

Родючість ґрунтів є об'єктом важливого охоронного значення,

вимагає жорстокого регламентування їх використання з метою запобігання розвитку деградаційних процесів. Заходи з охорони та відтворення родючості ґрунтів потребують сучасного наукового і інформаційного забезпечення, що базуються на:

- формуванні інтелектуальної бази знань у галузі охорони родючості ґрунтів та ґрунтоощадних агротехнологій;
- підготовці фахівців з ґрунтознавства і охорони ґрунтів;
- сучасних методах визначення і діагностики ґрунтових властивостей і ґрунтових процесів, у т.ч. експрес-методів;
- даних моніторингу ґрунтів земель сільськогосподарського призначення з використанням геоінформаційних систем (ГІС) і даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ);
- формуванні національного і регіональних банків даних про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення;
- створенні інформаційно-аналітичної системи для розроблення науково обґрунтованих рекомендацій щодо прийняття рішень про запобігання та ліквідацію наслідків деградаційних процесів у ґрунтах;
- плануванні ґрунтозахисних та інших заходів у сфері охорони родючості ґрунтів;
- розробці і удосконаленню нормативно-правової бази з охорони ґрунтів і їх раціонального еколого безпечного використання.

Охорона ґрунтів від деградацій – суспільно важлива багатокритеріальна проблема з багатьма аспектами: еколого-біосферними, агротехнологічними, економічними, правовими, естетичними і морально-етичними. Вивчення навчальної дисципліни «Охорона ґрунтів і відтворення їх родючості» допоможе гармонізувати стосунки між агросферою і природним середовищем, розробляти нові підходи і принципи ґрунтоощадних агротехнологій виробництва продукції рослинництва з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, мінімізувати витрати енергетичних і матеріальних ресурсів, здійснювати ґрунтозахисні і ґрунтовідновлювальні заходи, їх прогнозування, планування, реалізацію та моніторинг з метою раціонального використання і охорони земель незалежно від форм власності і господарювання.

Основними завданнями вивчення навчальної дисципліни «Охорона ґрунтів і відтворення їх родючості» є здобуття відповідного обсягу теоретичних, методологічних знань та практичних навичок з оцінювання та прогнозування стану ґрунтового покриву, раціонального використання ґрунтів, збереження та відтворення їх родючості. Навчальна дисципліна є логічним продовженням

поглиблення знань з ґрунтознавства, землеробства, екології, меліорації, агрохімії та інших природничих і агрономічних дисциплін, озброює майбутніх фахівців-ґрунтознавців знаннями не лише експлуатації ґрунту як основного засобу сільськогосподарського виробництва, а й уміти вчасно діагностувати початкові стадії деградаційних процесів, передбачати можливі наслідки, розробляти і виконувати заходи щодо їх запобігання.

РОЗДІЛ 1.

ПРЕДМЕТ І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

«ОХОРОНА ҐРУНТІВ І ВІДТВОРЕННЯ ЇХ РОДЮЧОСТІ»

1.1. Предмет, завдання та методологічні засади охорони ґрунтів

Охорона ґрунтів – це комплекс заходів щодо збереження цілісності ґрунтового покриву і родючості ґрунтів.

Виникнення проблеми охорони ґрунтів пов'язане з тим, що будучи компонентами дуже тонко збалансованих природних екосистем та знаходячись в динамічній рівновазі з усіма іншими компонентами біосфери, в умовах використання людиною в різноманітній господарській діяльності або внаслідок посередніх впливів, ґрунти часто втрачають свою природну родючість, деградують або навіть повністю руйнуються. Зрозуміло, що деградація ґрунтів і ґрунтового покриву має місце там, де діяльність людини може бути визначена як нераціональна, екологічно не обґрунтована, яка не відповідає природному біосферному потенціалу конкретної території.

Протягом століть, а в деяких регіонах навіть тисячоліть, людина використовує ґрунти досить ефективно, не тільки не руйнуючи їх, а навіть підвищуючи їх родючість або перетворюючи у родючі угіддя природно дуже низькородючі землі. У той же час, за історію людської цивілізації було незворотно зруйновано і втрачено більше продуктивних ґрунтів, ніж тепер розорюється в усьому світі. Дві третини, якщо не три чвертини, усіх сучасних орних ґрунтів зазнають в тому чи іншому ступені різних деградаційних процесів, а щорічні незворотні втрати орних земель світу досягають 6-7 млн га, з яких близько 1 млн га відокремлюється для несільськогосподарського використання, а 5-6 млн га покидається внаслідок деградації і перетворюється у пустелю (Ковда В.А., 1981).

Охорона ґрунтів – це найгостріша глобальна проблема сьогодення, з якою безпосередньо пов'язана проблема забезпечення продуктами харчування населення планети, число якого з кожним роком зростає. Охорона ґрунтів – не самоціль. Охорона і

використання ґрунтів – єдине ціле; це система заходів, яка спрямована на захист, якісне поліпшення і раціональне використання земельних фондів. Охорона ґрунтів необхідна для збереження і примноження родючості ґрунтів, для підтримання стійкості біосфери.

За визначенням В. В. Докучаєва, *ґрунт є результат сукупної дії шести чинників ґрунтоутворення – клімату, ґрунтоутворних порід, рельєфу місцевості, живих організмів та діяльності людини, які проявляються в часі та просторі*. Зрозуміло, що зміна одного з чинників спричиняє ту чи іншу зміну властивостей ґрунтів. В. В. Докучаєв був стихійним матеріалістом-діалектиком і своє вчення про ґрунт інтуїтивно побудував на основі законів діалектичного матеріалізму про взаємозв'язок явищ в природі. Ідеї В. В. Докучаєва були розвинуті в працях вчених: у вченні В. І. Вернадського про біосферу, у вченні В. І. Сукачова про біоценологію. Ці ідеї розвинуті В. А. Ковдою та його учнями у вченні про ґрунт як компонент біосфери.

Охорона ґрунтів, як і охорона природи, припускає два роди діяльності: перший – розробка наукових знань, які забезпечать обґрунтування і розробку відповідних практичних заходів; інший – практичне втілення в життя наукових розробок.

Охорону ґрунтів слід розглядати як єдину систему заходів, спрямовану на захист, якісне поліпшення і раціональне використання земельних фондів нашої країни і планети в цілому.

1.2. Види деградації ґрунтового покриву та соціальні аспекти його охорони

У вік науково-технічного прогресу посилився вплив на ґрунти антропогенних факторів. В орних ґрунтах поряд з позитивними змінами, які забезпечують сучасний рівень ефективної родючості, відбувається ряд *негативних процесів*. Так, у районах інтенсивного землеробства значного поширення набули *руйнівні процеси водної та вітрової ерозій*. Все більші площі сільськогосподарських угідь забруднюються важкими металами, метаболітами пестицидів, а останнім часом і радіонуклідами. Значних розмірів набули процеси дегуміфікації, декальцинації, вторинного підкислення, підтоплення, засолення та осолонцювання. Багато ґрунтів мають підвищену щільність, втратили агрономічно цінну структуру, здатність

*нагромаджувати та утримувати вологу. Наслідком цих негативних явищ є деградація ґрунтів і **втрата ними родючості**.*

Екологічні наслідки деградації ґрунтів та зниження їх якості особливо загострилися в умовах перехідного періоду від державної до ринкової економіки внаслідок *використання земель як єдиного засобу існування в умовах виживання за рахунок природної родючості ґрунтів, без компенсації витрат.*

Під впливом деградації погіршується також якість ґрунтів. Нарада НАТО стосовно якості ґрунтів відносно екологічно стійкого розвитку сільського господарства і екологічної безпеки у країнах ЦСЄ (жовтень, 1987 р., Польща) визначили *поняття «якості ґрунтів» як їх здатність забезпечувати вирощування безпечної та поживної продукції рослинництва, що безперервно підтримується тривалий час, без шкідливої дії на оточуюче середовище.* Це можна найкраще зрозуміти з *контексту функції ґрунту, що розглядається як сума продуктивності та екологічної стійкості.* Останнє визначається як здатність ґрунту через дію ґрунтових процесів відновлюватись після порушень, викликаних зовнішніми або внутрішніми стресами.

Отже, під *деградацією ґрунтів* слід розуміти *погіршення властивостей, родючості і якості ґрунту внаслідок впливу природних або антропогенних факторів.* У більш широкому розумінні поняття **деградація ґрунтів** включає в себе як погіршення основних якісних показників родючості без помітних ознак руйнування або зникнення генетичних ознак ґрунтів, так і фізичне руйнування ґрунтових горизонтів аж до втрати ґрунтом не лише своїх функцій як середовища існування, а й повного фізичного зникнення як біокосного природно-історичного тіла.

Коротка характеристика основних видів антропогенної деградації ґрунтів наведена в табл. 1.1. Як бачимо, причин деградації багато, вони різні у різних природних і соціально-економічних умовах. Але кінцевий результат завжди однаковий: втрата гумусу або зниження родючості та якості ґрунтів.

З усіх видів деградації, якщо оцінювати їх у світових масштабах, **найбільш поширеною і шкідливою є ерозія ґрунтів.** За свідченнями М. С. Кузнецова та Г. П. Глазунова (1999), у документах конференції ООН з оточуючого середовища і розвитку (1992 р., Ріо-де-Жанейро) **ступінь деградації ґрунтового покриву Землі оцінювався так:**

- крайній ступінь деградації – 1 %, □ помірний – 46 %,
- сильний – 15 %, □ легкий – 38 %.

Одночасно **найбільш поширеними видами деградації є:**

*Розділ 1. Предмет і завдання дисципліни
«Охорона ґрунтів і відтворення їх родючості»*

- водна ерозія – 56 %,
- вітрова – 28 %,
- хімічна деградація – 12 %,
- фізична – 4 %.

1.1. Характеристика найбільш поширених видів антропогенної деградації ґрунтів

(Гнатенко О. Ф., Петренко Л. Р., Капитик М. В. та ін., 1998)

Причина деградації	Показники погіршення властивостей ґрунтів	Морфологічні ознаки погіршення ґрунтів
1	2	3
ВОДНА ЕРОЗІЯ		
Нераціональна господарська діяльність (повсюдне розорювання земель, вирубка лісів, інтенсивний випас худоби, промислове будівництво тощо); прямолінійна організація території, застосування на схилі землях рівнинної агротехніки (полицевої оранки, обробітку і посівів вздовж схилів, вирощування просапних культур)	Змив верхнього шару ґрунту; втрати дрібнозему; зменшення ґрунтової товщі; втрати гумусу і поживних речовин; несприятливі зміни структурного, мікроагрегатного та грануло-метричного складу; зниження потенційної родючості	Поява на поверхні ґрунту вимоїн, розмивів, ярів; зменшення або повна втрата верхнього гумусово-аккумулятивного горизонту; вкорочення профілю; наближення до поверхні внутрішньогрунтових горизонтів; освітлення, побуріння верхнього генетичного горизонту
ДЕФЛЯЦІЯ		
Повсюдне розорювання земель, невідповідність способів обробітку і технологій вирощування сільськогосподарських культур, тривалий час відсутність рослинності, переосушення земель, втрата ґрунтами протиерозійної здатності (дегуміфікація, розпилення структури тощо)	Знесення вітром дрібнозему, зменшення ґрунтової товщі, зміни мікроагрегатного гранулометричного складу ґрунтів, втрати гумусу і поживних речовин, падіння родючості, утворення наносів дрібнозему і похованих ґрунтів.	Вкорочений ґрунтовий профіль, зменшення або повна втрата верхнього гумусового і перехідних горизонтів, наявність наносів дрібнозему

1	2	3
ДЕГУМІФІКАЦІЯ		
Недостатнє внесення органічних добрив; інтенсивний обробіток ґрунту; необґрунтоване поглиблення орного шару; відчуження з поля нетоварної частини врожаю; внесення високих доз фізіологічно-кислих мінеральних добрив; підсилення процесів ерозії та дефляції; необґрунтована структура посівних площ; недостатні площі посівів багаторічних трав тощо.	Зменшення вмісту і запасів гумусу в ґрунті; зниження протиерозійної стійкості, падіння потенційної та ефективної родючості	Освітлення верхнього гумусово-аккумулятивного горизонту; розпилення структурних окремоностей; ущільнення ґрунту
КИСЛОТНА ДЕГРАДАЦІЯ (ДЕКАЛЬЦИНАЦІЯ)		
Кислі атмосферні опади; тривале внесення фізіологічно-кислих мінеральних добрив; низький рівень застосування органічних добрив та хімічних меліорантів	Зміни у складі ґрунтового вбирного комплексу; підвищення умісту обмінних катіонів H^+ та Al^{3+} ; втрати гумусу; зниження рН ґрунту	Освітлення верхнього горизонту ґрунту; поява борошністої крем'янки на структурних окремоностях; зниження лінії скипання від 10 % HCl
ВТОРИННЕ ОСОЛОНЦЮВАННЯ		
Тривале зрошення слабо мінералізованими лужними водами, які містять вільну соду або мають несприятливе співвідношення між натрієм і сумою кальцію та магнію у сольовому складі	Содонагромадження (карбонати та бікарбонати натрію і магнію); зміни в складі увібраних катіонів; накопичення обмінного натрію; втрати гумусу; підвищення рН ґрунту	Освітлення верхнього горизонту; поява брилистості, алітизація горизонтів; підвищення щільності та твердості, здатності до набрякання; поява глянце-вих плівок на гранях структурних окремоностей
ВТОРИННЕ ЗАСОЛЕННЯ		
Підняття рівня мінералізованих підґрунтових вод вище критичного; полив мінералізованими водами	Соленогромадження (сульфати, хлориди натрію, магнію, кальцію)	Вицвіти солей на поверхні ґрунту або поверхні структурних окремоностей; утворення ґрунтової кірки та брилистої структури

*Розділ 1. Предмет і завдання дисципліни
«Охорона ґрунтів і відтворення їх родючості»*

продовження табл. 1.1

1	2	3
АГРОФІЗИЧНА ДЕГРАДАЦІЯ		
Повсюдне застосування глибокої полицевої оранки без урахування генетичних особливостей ґрунтів; застосування важкої техніки, колісних тракторів на сільськогосподарських роботах; недостатня кількість органічних добрив; порушення технологій вирощування сільськогосподарських культур	Втрата агрономічно цінної структури; розпилення ґрунту; утворення плужної підпошви; зниження водопроникності; ущільнення; погіршення водно-повітряного режиму; зменшення протиерозійної здатності; зниження родючості	Поява брилистості; наявність плужної підпошви; підвищена щільність орного шару; застоювання води на поверхні ґрунту після опадів; утворення кірки
ПІДТОПЛЕННЯ ПРІСНИМИ ВОДАМИ (ЗАБОЛОЧУВАННЯ)		
Підтоплення земель; підняття рівня прісних підґрунтових вод вище критичних значень	Збільшення вологості ґрунтів; оглеєння генетичних горизонтів; оторфовування рослинних решток; розвиток відновних процесів	Високий рівень підґрунтових вод; застоювання води на поверхні ґрунту; алітизація; поява ознак оглеєння генетичних горизонтів; утворення оторфованого горизонту на поверхні ґрунту
ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ		
Забруднення навколишнього середовища промисловими викидами і відходами	Нагромадження в ґрунтах важких металів; втрата гумусу; погіршення агрегатного стану ґрунтів, водного і повітряного режимів; падіння біологічної активності; втрата протиерозійної здатності	Не явні руйнування ґрунтових агрегатів; розпилення ґрунтів

Антропогенна деградація часто протікає за певним типом генезису ґрунтів: опідзолення, осолонцювання, засолення тощо.

Посилюючи ці природні процеси, вона відрізняється великою швидкістю трансформації морфологічних ознак, складу і властивостей ґрунтів. Наслідком цих процесів є втрата потенційної та ефективної родючості. Відзначені зміни відбуваються за короткий період часу, що не властиво нормальним процесам ґрунтоутворення.

В окремих випадках, внаслідок деградації, ґрунти можуть бути віднесені до нижчого ступеня генетичної класифікації, або іншого класу за гранулометричним складом, мірою кислотності, лужності тощо. Деградовані ґрунти інколи, зберігаючи зовнішні морфологічні ознаки будови, набувають стільки незадовільних властивостей, що взагалі стають непродуктивними. До таких, наприклад, відносяться ґрунти забруднені радіонуклідами, важкими металами, нафтою, отрутохімікатами. Повністю деградовані забруднені ґрунти з поверхні набувають вигляду «техногенної пустелі» позбавленої рослинності.

Для вибору найбільш ефективних заходів поліпшення або підтримання властивостей ґрунтів у сприятливому інтервалі значень необхідно визначити **ступінь їх деградації**. Для цього використовують **діагностичні критерії ступеня деградації** (табл. 1.2).

1.2. Діагностичні критерії деградації ґрунтів

(Гнатенко О. Ф., Петренко Л. Р., Капшик М. В. та ін., 1998)

Показники	Ступінь деградації ґрунтів, недобір врожаю, %			
	Слабкий, до 10	Середній, 10-50	Сильний, 50-90	Повний, 90-100
Водна ерозія і дефляція				
Відсутні генетичні горизонти	Змито або дефльовано ½ Н чи НЕ	Змито або дефльовано понад ½ або весь Н чи НЕ	Змито або дефльовано Н, НР чи НЕ, і частково Рн чи І	Змито або дефльовано Н, НР, Рн чи НЕ, Е, І
Дегуміфікація				
Зменшення вмісту гумусу, % від похідного	до 20	20-40	40-60	> 60
pCa	2,4-2,6	2,6-2,8	2,8-3,0	> 3,0
aCa ²⁺ , мг-екв/л	8-5	5-3	3-1	< 1
Вміст обмінних катіонів, мг-екв на 100 г ґрунту:				
Ca ²⁺	15-10	10-5	5-2,5	< 2,5
Mg ²⁺	3-2	2-1	1-0,5	< 0,5
Сума обмінних катіонів, мг-екв на 100 г ґрунту	20-15	15-10	10-5	< 5

*Розділ 1. Предмет і завдання дисципліни
«Охорона ґрунтів і відтворення їх родючості»*

продовження табл. 1.2

Вторинне підкислення				
pH _{KCl}	5,5-5,0	5,0-4,5	4,5-4,0	< 4,0
H _T , мг-екв на 100 г ґрунту	3-4	4-5	5-6	> 6
Вторинне підлуження (осолонцювання)				
Вміст обмінного натрію, % від МКО	1-3	3-6	6-10	> 10
pH водний	7,5-8,0	8,0-8,5	8,5-9,0	> 9,0
Вміст Na ₂ CO ₃ у водній витяжці, %	0,01-0,05	0,05-0,10	0,10-0,30	> 0,30
Співвідношення aNa/√aCa	0,5-1,5	1,5-3,0	3,0-6,0	> 6,0
Вторинне засолення				
Вміст сухого залишку (%) у водній витяжці при типі засолення:				
Хлоридно-содовий і содово-хлоридний	0,15-0,25	0,25-0,40	0,40-0,60	> 0,60
Сульфатно-содовий і содово-сульфатний	0,15-0,25	0,25 0,50	0,60-0,70	> 0,70
Хлоридний	0,15-0,30	0,30-0,50	0,50-0,80	> 0,80
Сульфатно-хлоридний	0,20-0,50	0,50-0,60	0,60-1,00	> 1,00
Хлоридно-сульфатний	0,25-0,40	0,40-0,70	0,70-1,20	> 1,20
Сульфатний	0,30-0,60	0,60-1,00	1,00-2,00	> 2,00
Агрофізична деградація				
Структурно-агрегатний склад, %:				
повітряно-сухі агрегати розміром 0,25-10 мм	75-60	60-50	50-30	< 30
водостійкі агрегати розміром понад 0,25 мм	45-35	35-25	25-15	< 15
Рівноважна щільність, г/см ³ :				
піщані та супіщані	1,3	1,3-1,5	1,5-1,7	> 1,7
суглинкові та глинисті	1,4	1,4-1,6	1,6-1,8	> 1,8
Водопроникливість за першу годину, мм	100-50	50-30	30-10	< 10
Виснаження ґрунту поживними речовинами				
Вміст поживних речовин, мг/кг ґрунту:				
Азот легкогідролізуємий за:				
Тюрнім-Кононовою	40-30	30-20	20-10	< 10
Корнфілдом	150-100	100-50	50-25	< 25
Рухомі фосфати за:				
Кірсановим	50-25	25-15	15-5	< 5

Чиріковим	50-20	20-10	10-5	< 5
Мачигінім	15-10	10-5	5-3	< 3
Обмінний калій за:				
Кірсановим	80-40	40-20	20-10	< 10
Чиріковим	40-20	20-10	10-5	< 5
Мачигінім	200-100	100-50	50-25	< 25
Забруднення важкими металами				
Валовий вміст металів, мг/кг ґрунту				
кадмій	1-2	2-5	5-10	> 10
нікель	100-150	150-300	300-600	> 600
цинк	150-200	200-500	500-1000	> 1000
мідь	100-150	150-250	250-500	> 500
свинець	100-150	150-500	500-1000	> 1000
ртуть	1-2	2-5	5-10	> 10
Забруднення пестицидами				
Вміст пестицидів у ґрунті	1–2 ПДК	2-5 ПДК	5-10 ПДК	> 10 ПДК
Забруднення нафтою				
Вміст бітумізованих речовин, % від маси ґрунту	До 1	1-2,5	2,5-3,7	3,7-5,0
Сульфатно-хлоридний сухий залишок, %	-	-	До 1	Понад 1
Підтоплення прісними водами (заболочування)				
Рівень ґрунтових вод, см	250-150	180-120	120-60	З поверхні
	Глеюванті	Глейові	Сильноглейові	Болото, повне водо- насичення; наявність торф'яного горизонту, оглешення в усьому профілі
Коефіцієнт заболочування, K=Fe/Mn	7-10	10-30	> 30	
Забруднення радіонуклідами				
Вміст ^{137}Cs Ку*км ⁻²	До 40	40-80	> 80	

1.3.Сучасний стан і завдання охорони ґрунтів в Україні

У нашій країні охороні природи і навколишнього середовища приділяється велика увага. Питання охорони сільськогосподарських угідь, боротьби з ерозією ґрунтів, захисту їх від зсувів, обвалення, засолення, заболочування, підтоплення та зсушення, охорони водних джерел тощо знайшли відображення в Постановах Верховної Ради України в Основному Законі нашої держави – Конституції України. Так, у статті 13, 14 і 16 Конституції України зазначено:

Стаття 13. Земля, її надра, атмосферне повітря, водні та інші природні ресурси, які знаходяться в межах території України, природні ресурси її континентального шельфу, виключної (морської) економічної зони є об'єктами права власності Українського народу. Від імені Українського народу права власника здійснюють органи державної влади та органи місцевого самоврядування в межах, визначених цією Конституцією.

Кожний громадянин має право користуватися природними об'єктами права власності народу відповідно до закону.

Власність зобов'язує. Власність не повинна використовуватись на шкоду людині і суспільству. Держава забезпечує захист прав усіх суб'єктів права власності і господарювання, соціальну спрямованість економіки. Усі суб'єкти права рівні перед законом.

Стаття 14. Земля є основним національним багатством, що перебуває під особливою охороною держави.

Право власності на землю гарантується. Це право набувається і реалізується громадянами, юридичними особами та державою виключно відповідно до закону.

Стаття 16. Забезпечення екологічної безпеки і підтримання екологічної рівноваги на території України, подолання наслідків Чорнобильської катастрофи – катастрофи планетарного масштабу, збереження генофонду Українського народу є обов'язком держави.

В Законі України «Про охорону навколишнього природного середовища» та доповненнях до нього в 1996 та 1998 рр. відмічається:

Стаття 1. Завдання законодавства про охорону навколишнього природного середовища.

Завданням законодавства про охорону навколишнього природного середовища є регулювання відносин у галузі охорони, використання і відтворення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки, запобігання і ліквідації негативного впливу

господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище, збереження природних ресурсів, генетичного фонду живої природи, ландшафтів та інших природних комплексів, унікальних територій та природних об'єктів, пов'язаних з історико-культурною спадщиною.

Стаття 3. Основні принципи охорони навколишнього природного середовища

Основними принципами охорони навколишнього природного середовища є:

а) пріоритетність вимог екологічної безпеки, обов'язковість додержання екологічних стандартів, нормативів та лімітів використання природних ресурсів при здійсненні господарської, управлінської та іншої діяльності;

б) гарантування екологічно безпечного середовища для життя і здоров'я людей;

в) запобіжний характер заходів щодо охорони навколишнього природного середовища;

г) екологізація матеріального виробництва на основі комплексності рішень у питаннях охорони навколишнього природного середовища, використання та відтворення відновлюваних природних ресурсів, широкого впровадження новітніх технологій;

д) збереження просторової та видової різноманітності і цілісності природних об'єктів і комплексів;

е) науково обґрунтоване узгодження екологічних, економічних та соціальних інтересів суспільства на основі поєднання міждисциплінарних знань екологічних, соціальних, природничих і технічних наук та прогнозування стану навколишнього природного середовища;

є) обов'язковість екологічної експертизи;

ж) гласність і демократизм при прийнятті рішень, реалізація яких впливає на стан навколишнього природного середовища, формування у населення екологічного світогляду;

з) науково обґрунтоване нормування впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище;

й) безоплатність загального та платність спеціального використання природних ресурсів для господарської діяльності;

і) стягнення плати за забруднення навколишнього природного середовища та погіршення якості природних ресурсів, компенсація шкоди, заподіяної порушенням законодавства про охорону навколишнього природного середовища;

ї) вирішення питань охорони навколишнього природного середовища та використання природних ресурсів з урахуванням ступеня антропогенної зміненості територій, сукупної дії факторів, що негативно впливають на екологічну обстановку;

й) поєднання заходів стимулювання і відповідальності у справі охорони навколишнього природного середовища;

к) вирішення проблем охорони навколишнього природного середовища на основі широкого міждержавного співробітництва.

Стаття 5. Об'єкти правової охорони навколишнього природного середовища

Державній охороні і регулюванню використання на території Української РСР підлягають: навколишнє природне середовище як сукупність природних і природно-соціальних умов та процесів, природні ресурси, як залучені в господарський обіг, так і не використовувані в народному господарстві в даний період (земля, надра, води, атмосферне повітря, ліс та інша рослинність, тваринний світ), ландшафти та інші природні комплекси.

Особливій державній охороні підлягають території та об'єкти природно-заповідного фонду Української РСР й інші території та об'єкти, визначені відповідно до законодавства Української РСР.

Державній охороні від негативного впливу несприятливої екологічної обстановки підлягають також здоров'я і життя людей.

1.4. Національна програма охорони ґрунтів України

Найважливішою умовою збереження біосфери, нормального рослинного покриву і продуктивності сільського господарства є постійна турбота про охорону ґрунту, його структуру і властивості, здійснення системи заходів з підвищення родючості. Багато країн – таких як США, Німеччина, Франція, Канада, Китай, – вже прийшли до розуміння того, що охорона ґрунтів, боротьба з деградацією і забрудненням можуть ефективно проводитись тільки на державному рівні.

Ключовим принципом державної політики є неприпустимість такої дії на ґрунти, що приводить до погіршення його якості, до деградації, забруднення і руйнування. У рішеннях всесвітніх конференцій з навколишнього середовища і розвитку (1992 р., Ріо-де-Жанейро, 2002 р., Йоганесбург) визначено, що охорона і раціональне використання ґрунтів повинні стати центральною ланкою політики, оскільки стан ґрунтів визначає характер життєдіяльності людства і

вирішальним чином впливає на довкілля.

Охорона ґрунтів повинна стати важливою задачею, бо без збереження ґрунтів і за умови втрати ними здатності виконувати екологічні, санітарно-гігієнічні і господарські функції неможливо забезпечити розвиток держави.

Ґрунти України досить добре вивчено, але це не стало перешкодою для інтенсивного розвитку процесів деградації. Більш третини орної території еродовано, втрачено 30 % органічної речовини, приблизно 40 % орних ґрунтів ущільнено у підорному шарі, помітно знижуються запаси поживних речовин, численні проблеми спостерігаються на меліорованих ґрунтах.

Метою створення Національної програми охорони ґрунтів України є призупинення ґрунтово-деградаційних процесів, зокрема дегуміфікацію, ерозійні явища, збіднення ґрунтів на поживні елементи. Окрім того, треба відвернути екологічні ризики, що створюються за рахунок підкислення, засолення, осолонцювання, зменшення біорізноманіття, забруднення. Обов'язково треба покращити природне середовище, умови праці та життя сільського населення, і взагалі, привабливість агросфери, особливо для молоді.

Мета Програми: сприяння реалізації державної політики, спрямованої на збалансоване використання та охорону ґрунтів, створення екологічно безпечних умов проживання населення та ведення господарської діяльності, збереження ландшафтного і біологічного різноманіття, захист ґрунтів від виснаження, деградації, забруднення, відтворення та збереження їхньої родючості, усунення негативних явищ у розвитку ґрунтових процесів, стабілізацію виробництва сільськогосподарської продукції та забезпечення продовольчих потреб держави, а також визначення оптимальних обсягів робіт і відповідних витрат, необхідних для розв'язання цих проблем.

Національну програму охорони ґрунтів України (Програму) бажано гармонізувати з «Європейською ґрунтовою політикою», документом ЄС, спрямованим на охорону ґрунтів та затвердженим у 2002 р., базові принципи якої наступні:

- незалежність від форми власності на землю;
- моніторинг на єдиних засадах;
- районування території з виокремленням ґрунтів «hot spots» (з несприятливими властивостями для впровадження першочергових ґрунтозахисних заходів);
- упровадження ґрунтозахисних землеробських технологій

(мінімальна, консервативна, нульова, підтримувальна, точна, органічна, тощо);

- сприяння фермеру в разі дотримання ним ґрунтоохоронних стандартів;

- ухвалення ґрунтозахисних законодавчих актів, директив, декларацій, хартій.

Більш ніж десять років функціонування «Європейської ґрунтової політики» були спрямованими на розвиток моніторингу на єдиних засадах, районування території в більшості країн з виокремленням ґрунтів з несприятливими властивостями, упровадження ґрунтозахисних землеробських технологій, активізацію суспільства і ухвалення ряду законодавчих актів. Досвід охорони ґрунтів, накопичений в Європі, особливо з методичних аспектів моніторингу, опрацювання новітніх способів використання ґрунтів (консервативного, підтримувального, мінімального, нульового), суспільної державної підтримки їх впровадження, має бути використаний в Україні.

Реалізація Програми повинна забезпечити:

- раціональне використання та збереження ґрунтів як найважливішого компонента агроєкосистеми;

- застосування ґрунтозахисних технологій при здійсненні господарської і інших видів діяльності;

- своєчасне виявлення негативних змін стану ґрунтів;

- наукову обґрунтованість заходів з охорони ґрунтів;

- поступовий перехід на збалансоване землекористування;

- гласність, повноту та достовірність інформації про стан ґрунтів, про обсяги застосованих заходів з охорони ґрунтів;

- участь громадськості у прийнятті рішень у галузі охорони ґрунтів; невідворотність відповідальності за шкоду, спричинену ґрунтам.

Необхідність розроблення Програми зумовлена визнанням того, що:

- системна економічна криза охопила також і сферу використання ґрунтових ресурсів;

- незадовільний екологічний стан ґрунтових ресурсів є однією з головних причин погіршення якості навколишнього природного середовища;

- розв'язання проблем у сфері використання та охорони ґрунтів належить до пріоритетних напрямів державної політики у проведенні соціально-економічних реформ, у тому числі земельної реформи;

- реформування господарського комплексу повинне проводитися з достатнім гарантуванням екологічної безпеки населення, відновленням стану навколишнього природного середовища, у тому числі якісного стану земель.

Основними стратегічними завданнями Програми є забезпечення пріоритету вимог екобезпеки у процесі використання ґрунтів, гармонійне поєднання господарської діяльності з охороною довкілля, підвищення родючості ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення, захист ґрунтів від ерозії та створення на цій основі умов зростання обсягів виробництва сільськогосподарської продукції для зміцнення продовольчої безпеки країни.

Основними завданнями Програми є:

- проведення аналізу стану використання та охорони ґрунтів з урахуванням використання ресурсів біосфери, яке забезпечує її відтворення, функціональну рівновагу та еволюцію як базу соціально-економічного розвитку суспільства;

- призупинення процесів деградації ґрунтів і падіння їхньої родючості;

- створення сучасних систем ґрунтозахисного землеробства з елементами біологізації;

- проведення хімічної меліорації ґрунтів і застосування добрив у науково обґрунтованих обсягах;

- впровадження заходів щодо відтворення родючості ґрунтів на техногенно забруднених землях сільськогосподарського призначення;

- формування національного, регіональних і місцевих банків даних про якісний стан ґрунтів і забезпечення функціонування інформаційно-аналітичної системи щодо відвернення негативних процесів та ліквідації їх наслідків, планування ґрунтозахисних та інших заходів.

Програма спрямована на забезпечення продовольчої безпеки країни шляхом:

- запобігання деградаційним процесам ґрунтового покриву та мінімізації їх наслідків, зокрема на землях сільськогосподарського призначення шляхом впровадження ґрунтозахисних технологій та інших заходів щодо охорони родючості ґрунтів;

- поетапного відновлення екологічно збалансованого співвідношення земельних угідь у зональних системах землекористування, у тому числі зменшення розораності земельного фонду та збільшення лісистості території;

- здійснення консервації деградованих, малопродуктивних та

техногенно забруднених земель;

- резервування земель для природно-заповідного та іншого природоохоронного, оздоровчого, рекреаційного та історико-культурного використання;

- пріоритетності екологічної безпеки та дотримання екологічних вимог охорони ґрунтів у процесі землевпорядкування територій;

- обмеження вилучення (викупу) особливо цінних ґрунтів, зокрема сільськогосподарського призначення, для несільськогосподарських потреб;

- пріоритетності здійснення превентивних заходів щодо ґрунтів, які ще не зазнали деградації чи зазнали її незначною мірою;

- першочергового виділення фінансових ресурсів для здійснення запобіжних заходів на найбільш напружених деградаційних територіях;

- застосування економічних важелів впливу на суб'єктів землекористування, зокрема за впровадження ґрунтозахисних технологій та інших заходів щодо охорони родючості ґрунтів;

- удосконалення системи моніторингу земель і ґрунтів;

- удосконалення системи управління використанням та охороною ґрунтів.

Програма спрямована також на виконання Україною міжнародних зобов'язань в рамках Конвенції Організації Об'єднаних Націй про боротьбу з опустелюванням у тих країнах, що потерпають від серйозної посухи та/або опустелювання, особливо в Африці.

Визначення оптимальних напрямів реалізації Програми. У зв'язку з інтенсивним використанням ґрунтового покриву України швидко змінюється, усе більшої актуальності набувають процеси деградації. Тому контроль змін і на його базі формування відповідних програм з призупинення деградації та відтворення родючості ґрунтів – надактуальна задача. В рамках цієї задачі для України особливе значення мають проблеми призупинення втрат гумусу у ґрунтах, подолання їх збіднення, відновлення біорізноманіття, з організації протиерозійних робіт, відновлення хімічної та гідротехнічної меліорації, впровадження заходів з попередження техногенного забруднення.

Призупинення падіння гумусу і досягнення його бездефіцитного балансу. Головними напрямками, які дозволять призупинити дегуміфікацію ґрунтів є: впровадження у виробництво ґрунтоохоронних сівозмін з оптимальним співвідношенням культур, а також за рахунок розширення площ під багаторічними травами,

особливо бобовими, вирощування проміжних культур і сидератів, заміна чистих парів зайнятими; застосування агротехнічних заходів, які сприяють більшому надходженню з ґрунту органічних речовин у вигляді кореневих і післяжнивних решток; створення умов для більш ефективної гуміфікації органічних матеріалів, що надходять до ґрунту через застосування відповідних агротехнічних і агрохімічних заходів; застосування торфу, сапропелю, ставкового мулу й інших вуглецевмісних матеріалів. У зв'язку з відсутністю органічних добрив в аграрному секторі України (з 2008 р. їх внесено лише 0,5 т/га сівозмінної площі), особливого значення набуває налагодження випуску нового покоління орґано-мінеральних біоактивних добрив на природній основі. Оптимізація гумусоутворення можлива через застосування біологічних препаратів, що сприяють високій целюлозолітичній активності розкладання рослинних решток і обмеженню розвитку шкідливих бактерій і міксоміцетів.

Збагачення ґрунтів поживними речовинами. Серед заходів, які спрямовано на збагачення ґрунтів поживними речовинами, головним є відновлення щорічного обсягу застосування мінеральних добрив до рівня 150-160 кг/га д.р. З метою підвищення окупності мінеральних добрив потрібно змінити технології їх застосування, а саме використовувати їх або в рядки під час сівби, або локально під час допосівної культивуації та крім того – у підживлення в період вегетації рослин. При цьому окупність внесених добрив приростами врожаїв збільшиться у 2-3 рази. Важливим заходом також є обов'язкове застосування мікродобрив, або мінеральних добрив, збагачених на мікроелементи. Необхідно водночас реалізувати можливості Волино-Подільських, Харківських, Донецьких, Вінницьких і Одеських родовищ фосфоритів для зменшення дефіциту виробництва фосфорних добрив.

Захист ґрунтів від ерозії. Для підвищення ефективності протиерозійних заходів необхідно змінити стратегію «боротьби з ерозією ґрунтів» на стратегію «управління ерозійно-аккумулятивними процесами». В цьому плані першочерговим є скорочення частки ріллі до 40-50 %. За умови виведення з обробітку біля 8,6 млн га малопродуктивних і деградованих земель співвідношення ріллі й екологостабільних угідь оптимізується, а інтенсивність ерозійних процесів різко зменшиться. Не менш важливим є розширення мінімальних і, особливо, нульових способів обробітку ґрунту. В Україні їх можна впровадити на мільйонах гектарів. Поряд з цими вирішальними проти деградаційними заходами необхідно

використовувати і традиційні протиерозійні агротехнічні заходи, такі, як щільовання, смугове розміщення культур і докорінне поліпшення кормових угідь.

Меліорація кислих і солонцевих ґрунтів. У сучасних економічних умовах відновлювати традиційну технологію суцільної хімічної меліорації недоцільно через її високу витратність та збитковість. Зараз потрібні принципово нові підходи до вирішення проблем меліорації кислих і солонцевих ґрунтів з обов'язковим переходом на ресурсозбережувальні технології. З економічних причин хімічну меліорацію слід здійснювати на кислих і солонцевих ґрунтах, що добре піддаються цьому заходу, оскільки витрати на підвищення їхньої родючості окупаються швидше і не потребують додаткових витратних заходів. На перших етапах відродження хімічної меліорації кислих ґрунтів в Україні найбільш доцільно проводити «підтримувальне» вапнування, яке спрямоване на гальмування процесів підкислення ґрунтів. За цією технологією на кожен гектар вносять не 5-6 т вапна, а лише 1-1,5 т. На солонцевих комплексах, де плями солонців не становлять більше 25-30 %, гіпсування ґрунтів слід проводити не суцільно, а контурно. За неможливості застосування контурного гіпсування, меліоранти слід вносити на весь масив, але у точних нормах, розрахованих для конкретного типу ґрунту, що забезпечує ресурсозбереження до 60 %. Обов'язково треба відновити глибоку плантажну оранку, ефективність і тривалість післядії якої дуже значні порівняно з хімічною меліорацією. У масштабах країни використання запропонованих ресурсозбережувальних технологій дозволить заощадити енергетичні та матеріальні ресурси на 50-60 % та підвищити продуктивність кислих і солонцевих земель на 35-40 %. Окремим і дуже важливим ланцюгом ресурсозбережувальних технологій на кислих і солонцевих ґрунтах є фітомеліорація. Вона включає підбір і розміщення в сівозмінах сільськогосподарських культур, толерантних до кислої/лужної реакції ґрунтового середовища. Ґрунти, що непридатні для меліорації, доцільно вилучити із сільськогосподарського використання для їх ренатуралізації.

Реконструкція зрошувальних і осушувальних систем. Для подолання кризової ситуації на масивах меліорованих земель необхідно вивести з використання землі з незадовільним еколого-меліоративним станом, на землях із задовільним еколого-меліоративним станом реконструкцію зрошувальних і осушувальних систем слід виконувати лише за здійснення заходів з попередження або мінімізації негативного впливу зрошення/осушення на ґрунти та

агроландшафти. Необхідно здійснити комплексну реконструкцію систем, впровадити прогресивні системи землеробства, які забезпечать економічну ефективність використання та екологічну стабільність меліорованих агроландшафтів.

Впровадження заходів з попередження техногенної деградації ґрунтів. З метою запобігання розвитку деградаційних процесів на ґрунтах, які забруднені важкими металами, необхідно впроваджувати технологічні заходи з детоксикації ґрунтів. Серед них найбільш доступні землекористувачам – локальне внесення мінеральних добрив, використання залізовмісних меліорантів, внесення вапна, проведення фітомеліорації. Застосування цих заходів на забруднених ґрунтах дозволить попередити розвиток техногенної деградації і гарантуватиме одержання рослинницької продукції, яка відповідає санітарно-гігієнічним вимогам.

Оптимізація біологічного стану ґрунтів. Заходи, спрямовані на використання природного біологічного потенціалу ґрунту, є значним внеском у розв'язання проблем збереження родючості ґрунтів у цілому, і у пошук додаткових джерел оптимізації живлення сільськогосподарських культур зокрема. На біологічно активних ґрунтах сільськогосподарські культури забезпечуються комплексом типових для даного ботанічного виду мікроорганізмів, одержують повноцінне живлення, а отже реалізують свій генетичний потенціал щодо врожайності. Таким чином, оптимізацію біологічного стану ґрунтів необхідно проводити за такими напрямками:

- комплексне та системне обстеження біологічного стану ґрунтів різних природно-кліматичних зон України;
- організація агроекологічного та проблемно-орієнтованого моніторингу з обов'язковим мікробіологічним компонентом;
- формування інформаційно-аналітичної бази даних щодо стану ґрунтової мікробіоти в сучасних природних і агроценозах для прогнозування спрямованості мікробіологічних процесів та запобігання біодеградації у ґрунтах;
- нормативне забезпечення контролю за рівнем допустимого антропогенного навантаження на ґрунтові біологічні системи та розробка відновлювальних агротехнологій з максимальним використанням природного мікробіологічного потенціалу ґрунту;
- організація мережі інформаційно-консультативної діяльності з метою широкого запровадження у виробництво інноваційних мікробних біотехнологій.

У розвинутих країнах спостерігається зростання уваги до

біопрепаратів, що зумовлено гострою необхідністю отримання біологічно повноцінних та безпечних продуктів харчування, а також біологічного оздоровлення агроценозів. Їх розробляють усі країни світу – виробники зерна (zareєстровано та виготовляється понад 300 біологічних засобів захисту, які випускають більше 80 компаній). Увага до біопрепаратів обумовлена ще й щорічним зростанням на 15 % виготовлення нових синтетичних органічних продуктів, які продовжують забруднювати агроценози, що значно знижує їхню біологічну продуктивність. У світовій практиці застосування біопрепаратів враховує дві принципові переваги: збільшення продуктивності рослин без витрат невідновлювальних ресурсів і відсутність шкідливих викидів у природне середовище. Біопрепарати придатні для використання на будь-якому етапі розвитку рослини, а також під час зберігання, коли застосування хімічних засобів значно обмежено санітарними вимогами.

Програмою передбачено такі види охорони ґрунтів сільськогосподарського призначення:

- захист ґрунтів від ерозії, заболочення, вторинного засолення, зсувів, переущільнення, забруднення промисловими, у тому числі біологічними патогенними агентами, радіоактивними та хімічними речовинами;

- рекультивація порушених ґрунтів та земель;
- поліпшення сільськогосподарських ґрунтів;
- створення полезахисних лісосмуг, інших ґрунтозахисних лісонасаджень.

Удосконалення системи моніторингу ґрунтів. З метою забезпечення збирання, оброблення, збереження та аналізу інформації про стан ґрунтових ресурсів, прогнозування його змін та розроблення науково обґрунтованих рекомендацій, для прийняття ефективних управлінських рішень передбачено формування національного, регіональних та місцевих банків даних про якісний стан ґрунтів, забезпечення функціонування інформаційно-аналітичної системи щодо відвернення негативних процесів і ліквідації їх наслідків, планування ґрунтозахисних та інших заходів.

Проведення моніторингу ґрунтових ресурсів в Україні буде узгоджено з головними ознаками європейського моніторингу ґрунтів, що передбачає:

- незалежність від відомчого впливу;
- доступність у населення до інформації про стан ґрунтів;
- просту 2-ланцюгову структуру (регіональна лабораторія –

центр);

- широкий перелік індикаторних показників;
- особливий статус постійних спостережних ділянок;
- періодичну атестацію аналітичних лабораторій, приладів і кадрів;
- сувору відповідальність за достовірність отриманої інформації;
- однотипну методологію виконання робіт, скоординовану з іншими компонентами довкілля.

Першочерговими заходами удосконалення державної системи моніторингу ґрунтів та їх родючості є:

- пріоритетне запровадження геоінформаційних технологій та використання уніфікованих процедур і методів збирання, накопичення, оновлення, зберігання, оброблення, користування та розповсюдження отриманої інформації;
- використання матеріалів дистанційного зондування Землі;
- оновлення системи (мережі опорних пунктів) моніторингу ґрунтів на принципах її раціонального розміщення та репрезентативної щільності з урахуванням ґрунтів опорних пунктів наукових установ, навчальних закладів і проектних організацій (ґрунтових, агрохімічних, ерозійних, меліоративних, геоботанічних, інженерно-геологічних тощо), на яких проводиться спеціальний, кризовий та науковий моніторинг і комплекс досліджень з визначення якісного стану ґрунтів і розроблення прогностичних моделей і ґрунтозахисних технологій;
- створення мережі ділянок з еталонними ґрунтами;
- впровадження систем глобального позиціювання для оперативного визначення точного географічного положення ділянок прояву негативних процесів;
- інформаційна взаємодія між суб'єктами державної системи моніторингу ґрунтів.

Реалізація у Програмі моніторингу, що вже став ознакою цивілізованості у багатьох країнах, крім виробничих аспектів, передбачає гармонізацію та включення створеної національної мережі спостережень до міжнародних мереж і надання їм відповідного статусу.

Створення Служби охорони ґрунтів, що повинна перебрати на себе усі зобов'язання, що впливають із Закону України «Про охорону земель» та інших законів і стати центральним виконавчим органом, що відповідає за стан земельних ресурсів країни. Наявні в країні служби, які мали скласти основу нової системи контролю й

управління земельними ресурсами (землевпорядна, охорони родючості ґрунтів, екологічна, санітарно-епідеміологічна) працюють розрізнено, виконують вузькі потреби відомств. Значною частиною земельних ресурсів (під лісами, відомств, запасу, гірських територій, населених пунктів) об'єктивно управляти ще важче, бо тут нема майже ніяких матеріалів про ґрунти.

Служба здійснюватиме програмне, методичне, правове та нормативне забезпечення моніторингових і ґрунтово-агрохімічних обстежень, створюватиме та контролюватиме хід виконання ґрунтоохоронних програм, буде брати активну участь у просвітницько-виховній ґрунтоохоронній роботі (щорічно видаватиме бюлетень про стан ґрунтів, створюватиме та постійно оновлюватиме веб-сайт, підтримуватиме науково-публіцистичну діяльність, співпрацюватиме з громадськими екологічними та ґрунтоохоронними товариствами, надаватиме їм методичну допомогу тощо).

Реалізація будь-яких об'єктивних механізмів контролю стану ґрунтів (як основи наступного їх оптимального управління) неможлива на базі застарілих підходів.

Основними шляхами реалізації Програми є:

- *удосконалення існуючих і розроблення нових більш дієвих законів про охорону ґрунтів і їхню родючість.* Зокрема, потрібно прийняти нові закони України: «Про ґрунти та їх родючість», «Про моніторинг ґрунтів», «Про екологічно чисті ґрунти», «Про особливо цінні і зникаючі ґрунтові об'єкти», «Про вивід деградованих і малопродуктивних ґрунтів з ріллі і їх консервацію», «Про страхування земель» і інші. Кожна гілка влади, як на державному так і місцевому рівні повинна бути відповідальною за раціональне використання, охорону та захист ґрунтів. Влада систематично в межах своєї просторової компетенції повинна тримати питання охорони і родючості ґрунтів у полі свого зору: контролювати стан, приймати адекватні управлінські рішення, залучати фінансові ресурси для їх здійснення, а в разі необхідності, карати порушників, привертати увагу засобів масової інформації, організовувати освітянську та виховну роботу. Таку саму відповідальність повинні мати власники земель. Вони не повинні родючі землі використовувати не за призначенням, захаращувати ґрунти. Особливо уважно і згідно регламентам необхідно поводитись з відходами, які здатні погіршувати ґрунти, рослини, водні джерела;

- *підняття рейтингу проблеми захисту і відтворення ґрунтів в суспільстві.* Необхідно, щоб держава імплементувала Програму,

надала їй статусу національної, довела її до кожної області, району, сільгосппідприємства, віднайшла кошти для фінансування (за рахунок земельного податку і за рахунок коштів землекористувачів). Програма повинна стати базою для опрацювання та впровадження заходів збереження унікального ґрунтового покриву, який має Україна. Дії державних органів влади зверху донизу треба підпорядкувати вирішенню Програми. Цьому ж повинна сприяти діяльність політичної еліти суспільства, вищої, середньої і нижньої ланок керівництва;

- *оновлення кадастрової, картографічної та аналітичної інформації про ґрунти в зв'язку з достатньо швидким розвитком деградаційних процесів.* В Україні обстеження ґрунтових ресурсів ведеться за методикою і даними, головним чином, обстеження ґрунтів 1957-1961 рр. Але ця методика і матеріали застаріли. Україна не має сучасних карт, і, як наслідок, усі матеріали, що базуються на їх основі (зонування, районування, бонітети, різноманітні агротехнічні рекомендації тощо) потребують оновлення. Тому треба переглянути як методику складання картографічної і аналітичної документації, так і самі матеріали. На новому етапі вивчення ґрунтового покриву, обстеження ґрунтів з метою складання нових карт і уточнення генетичної приналежності ґрунтів не повинні бути відірвані від агрохімічної паспортизації, як це склалося в Україні протягом десятиліть;

- *приведення у відповідність вимогам часу стану наукового забезпечення проблеми раціонального землекористування, особливо проблеми подолання деградації земель, а саме: задіяти геоінформаційні, дистанційні, автоматизовані комп'ютерні й інші сучасні технології – для забезпечення обґрунтованих просторових рішень, ідентифікації деградаційних явищ, особливо ерозії, протидеградаційної організації сільськогосподарської території, нових методів упорядкування інформації у вигляді баз даних і експертних автоматизованих систем з розширеними можливостями довідкового обсягу;*

- *залучення всіх верств суспільства до оволодіння максимумом знань про ґрунти і необхідності їх охорони.* Треба збільшити обсяги й якість викладання ґрунтознавства і охорони ґрунтів у школах, технікумах, інститутах, університетах, видати відповідні підручники для різних категорій споживачів інформації. Деградацію земель слід розглядати як результат несприятливого стану суспільства, не гармонізованих зв'язків між різними його шарами, як результат

недостатніх знань і невміння організувати відповідну роботу;

- *створення асоціацій як способу активізації громадянського суспільства на підтримку новітніх ґрунтозахисних технологій відповідно до дій, що здійснюються у європейських країнах з метою підтримки новітніх ґрунтозахисних технологій землеробства, або у Бразилії, Аргентині й Австралії (нульового обробітку), або у Португалії, Іспанії і Італії (протиерозійних заходів), або у Швейцарії і Данії (екологічно чистого землеробства);*

- *створення мережі консультаційних і навчальних центрів з метою запобігання деградації земель. З цією метою розгорнути освітянську діяльність у засобах масової інформації, особливо по телебаченню, організувати у всіх природно-сільськогосподарських зонах демонстраційні заходи, конференції, фахові і популярні видання, буклети, газети. Тематика, пов'язана з охороною земель, повинна стати найважливішою. В умовах України, де фактично не існує служби впровадження подібно до extension service, як це має місце у розвинутих країнах заходу, такі заходи вкрай необхідні;*

- *в умовах приватної власності на землю значно зростає роль громадської підтримки, яка забезпечується за рахунок участі організацій, спілок, засобів масової інформації. Громадські організації (наукові товариства, союзи товаровиробників, різні фонди екологічного, правового й інших спрямувань) як атрибут цивільного демократичного суспільства практично не впливають на вирішення питань раціонального використання та збереження ґрунтового покриву як найважливішого національного надбання України. Треба активізувати зусилля органів державної і місцевої влади, а також власників землі та землекористувачів на охороні земель, підвищенні культури землеробства, якості еколого-виховної роботи, впровадженні заходів з меліорації ґрунтів, виконанні протиерозійних, агротехнічних, культуртехнічних заходів, створенні полезахисних лісових смуг. Програма повинна передбачати розширення робіт у регіонах, формування базових господарств (зразків захищених територій);*

- *зменшення розриву між наукою, владою і суспільством, точніше між ґрунтознавцями, які розроблюють рекомендації із захисту ґрунтів, менеджерами, які повинні створювати умови для їх впровадження, і агросферою, яка повинна активно сприймати наукові рекомендації. З цього ж випливає необхідність опрацювання механізмів взаємодії між різними верствами суспільства;*

- *активізація міжнародної співпраці з метою розробки*

ефективної стратегії захисту ґрунтів від деградації. Форми співпраці можуть бути різними: гармонізація методів оцінки деградації, спільні проекти, обмін фахівцями, реалізація освітянських програм. Головне тут – виявити найбільш цінний досвід різних країн у вивченні деградованих земель, їх реабілітації та зробити його надбанням для України.

Використання та охорона ґрунтів, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи. Необхідність проведення захисних заходів у межах Волинської, Житомирської, Київської, Рівненської, Черкаської, Чернівецької та Чернігівської областей, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи, буде зберігатися до 2050 року. Без цього неможливо забезпечити отримання сільськогосподарської продукції, яка відповідає санітарним нормам.

Загальна площа ґрунтів, що знаходяться в зоні радіоактивного забруднення, становить 534,5 тис. га, з них лісів 253,6 тис. га, забруднених сільськогосподарських земель, що не використовуються – 126,7 тис. га.

В найкоротші строки необхідно провести уточнювальне радіоекологічне обстеження ґрунтів сільськогосподарського призначення.

Передбачається консервація радіоактивно забруднених сільськогосподарських угідь, на яких неможливе одержання сільськогосподарської й іншої продукції, продуктів харчування, що відповідають державним і міжнародним допустимим рівням вмісту радіоактивних речовин (за винятком угідь, на яких здійснюються заходи згідно інших цільових програм) шляхом залуження та залісення з метою захисту басейну р. Дніпро, моніторингу стану природного середовища, утримання земель у належному санітарному стані.

Особливий статус серед територій, які зазнали радіаційного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи, має зона відчуження та відселена частина зони безумовного (обов'язкового) відселення (259,8 тис. га). До зони відчуження віднесено більше половини території Поліського та Іванківського районів (з урахуванням колишнього Іванівського району) Київської області, а також частину території Овруцького та Народицького районів Житомирської області.

Зазначені ґрунти виведені з господарського обігу, відмежовані від суміжних територій і віднесені до категорії радіаційно

небезпечних земель, які згідно Земельного кодексу України відносяться до категорії земель іншого призначення. На цих землях, у тому числі на землях колишнього лісового та водного фондів і колишніх сільгоспугідь, неможливе одержання сільськогосподарської й іншої продукції, продуктів харчування, що відповідають державним та міжнародним допустимим рівням вмісту радіоактивних речовин. Діяльність на цих територіях, у тому числі і з використанням вказаних ґрунтів можлива лише за наявності спеціального дозволу, виданого в порядку, визначеному Кабінетом Міністрів України.

На радіоактивно забруднених ґрунтах передбачено здійснення наступних обов'язкових заходів запобігання винесенню радіонуклідів з території зон і радіоактивному забрудненню навколишнього середовища, зокрема, шляхом підтримки природного залуження та лісовідновлення, а також з метою захисту басейну р. Дніпро тощо, моніторингу стану ґрунтів та нерадіаційних компонентів ґрунтів, утримання земель у належному санітарному стані. Передбачається здійснення заходів на цих територіях щодо збереження ділянок, які мали статус заказників у доаварійний період та проведення досліджень з метою можливого виділення нових природоохоронних об'єктів. Забороняється будь-яка інша діяльність, яка не забезпечує режим радіаційної безпеки.

Використання зазначених ґрунтів здійснюється відповідно до Закону України «Про правовий режим територій, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи», інших законодавчих актів.

Етапи виконання Програми

Програма виконується у два етапи.

На першому етапі виконання Програми – 2016-2020 рр. – передбачається:

- створення нормативно-правової та нормативно-технічної бази як передумов для раціонального землекористування, забезпечення продовольчої безпеки та економічної стабільності держави;
- здійснення заходів щодо удосконалення організаційного забезпечення раціонального використання та охорони ґрунтових ресурсів на загальнодержавному рівні;
- розроблення зональних, регіональних і обласних програм раціонального використання та охорони ґрунтів;
- розроблення систем ґрунтозахисного землеробства з елементами біологізації;
- забезпечення припинення деградації ґрунтів на найбільш

ерозійно небезпечних територіях;

- створення державної служби моніторингу і охорони родючості ґрунтів та її територіальних органів;

- започаткування ґрунтового обстеження, картографування ґрунтів та оброблення отриманої інформації;

- проведення геоботанічного обстеження сільськогосподарських угідь;

- здійснення контролю відтворення й охорони родючості ґрунтів на підставі даних агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення та результатів моніторингу ґрунтів;

- впровадження ресурсозберезувальних технологій використання агрохімікатів;

- проведення моніторингу та комплексної оцінки техногенно забруднених ґрунтів сільськогосподарського призначення та агрохімічних заходів щодо відтворення їх родючості;

- розроблення механізму формування та ведення національного, регіональних та місцевих банків даних про якісний стан ґрунтів і забезпечення функціонування інформаційно-аналітичної системи щодо відвернення негативних процесів та ліквідації їх наслідків, планування ґрунтозахисних та інших заходів;

- розроблення та впровадження економічних механізмів землекористування;

- організація моніторингу виконання Програми.

На другому етапі – 2021-2025 роки – планується завершити здійснення заходів, передбачених Програмою, зокрема:

- удосконалення нормативно-правової та нормативно-технічної бази;

- здійснення заходів щодо удосконалення організаційного забезпечення раціонального використання та охорони ґрунтових ресурсів на загальнодержавному рівні;

- забезпечення припинення деградації ґрунтів на найбільш деградованих територіях;

- завершення геоботанічного обстеження сільськогосподарських угідь та узагальнення його результатів;

- стабілізація процесів відтворення родючості ґрунтів та досягнення бездефіцитного балансу поживних речовин;

- продовження ґрунтового обстеження;

- стимулювання робіт, пов'язаних з відтворенням та охороною родючості ґрунтів.

Механізм виконання Програми.

Організаційне забезпечення. Для забезпечення виконання заходів і завдань, пов'язаних з охороною родючості ґрунтів, на місцевому рівні розробляються і затверджуються в установленому порядку місцеві програми охорони родючості ґрунтів, у яких передбачаються першочергові заходи, спрямовані на вирішення таких питань:

На регіональному рівні – науково-методичне, програмне й організаційне забезпечення, створення та ведення регіональних інформаційних баз даних про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення; проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення та моніторингу ґрунтів; ведення польових дослідів, камеральних і аналітичних робіт; розроблення та реалізації заходів щодо відтворення та охорони родючості ґрунтів; оцінки стану родючості ґрунтів; підготовки та подання держадміністраціям узагальненої інформації про стан ґрунтової родючості, просвітницької, виховної та кваліфікаційної діяльності.

На районному рівні – систематичний контроль якості землекористування, змін родючості ґрунтів, технологій вирощування культур; створення зразків екологічнобезпечних і ефективно функціонуючих територій (полів для демонстрації ґрунтозахисних технологій); консультативна діяльність, надання допомоги землекористувачам з розроблення планів з охорони ґрунтів і контролю за її виконанням; просвітницька та виховна діяльність із землевласниками та землекористувачами.

Нормативне забезпечення.

Для виконання Програми необхідно розробити та забезпечити реалізацію відповідних нормативно-правових актів, зокрема підготувати проект постанови Кабінету Міністрів України щодо встановлення нормативних документів із стандартизації в галузі охорони земель та відтворення родючості ґрунтів.

Необхідно також розробити та затвердити нормативи в галузі охорони та відтворення родючості ґрунтів рекомендації щодо:

- оптимального співвідношення земельних угідь;
- якісного стану ґрунтів;
- гранично допустимого забруднення ґрунтів;
- показників деградації земель та ґрунтів.

Крім того, передбачається розробка інших нормативів, зокрема:

- організаційно-методичних, в яких визначаються основні

загальні положення використання та охорони ґрунтів;

- технологічних навантажень у процесі використання сільськогосподарських угідь (хімічні, механічні, меліоративні, оцінні);

- гірничо-технічних, якими регламентується проведення рекультивації порушених земель;

- режимних, які стосуються зон особливого режиму землекористування, де забороняється чи обмежується певна господарська чи інша діяльність.

Передбачається впровадження сертифікації ґрунтів земельних ділянок, а також технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Наукове забезпечення.

Для виконання Програми необхідно забезпечити збалансоване поєднання фундаментальних і прикладних досліджень за такими напрямками:

- еколого-економічне обґрунтування різних видів господарської діяльності та визначення пріоритетних напрямів їх забезпечення ґрунтовими ресурсами;

- створення системи оцінки раціонального використання та охорони ґрунтів на принципах взаємодії суб'єктів власності і користування та створення сталого землекористування;

- удосконалення методології та методики оптимізації землекористування у сучасних умовах;

- розроблення класифікації ґрунтів за придатністю для використання та генетичної класифікації ґрунтів;

- створення автоматизованої системи збирання, збереження та використання інформації про кількісний та якісний стан ґрунтових ресурсів і оцінки ґрунтів для оперативного отримання інформації, потреб прогнозування, планування та проектування;

- планування, прогнозування й організація раціонального використання та охорони ґрунтів з дослідженням екологічних і економічних чинників;

- обґрунтування та встановлення природоохоронних обмежень щодо використання ґрунтів та формування екомережі;

- проведення (удосконалення) природно-сільськогосподарського, еколого-економічного, ґрунтово-ерозійного та інших видів районування ґрунтів;

Пріоритетне значення буде надано науковим дослідженням у галузі охорони родючості ґрунтів з таких проблем:

- ведення регіональних довготривалих дослідів з діагностики, еволюції й управління ґрунтовою родючістю у регіонах з метою удосконалення технологій застосування агрохімікатів, зокрема добрив і хімічних меліорантів;
- розробка сучасної генетичної класифікації ґрунтів;
- наукове обґрунтування нових ресурсозберезувальних технологій охорони родючості ґрунтів, у тому числі удобрення, хімічної меліорації;
- удосконалення концепції моніторингу стану ґрунтів і ґрунтової родючості, опрацювання програмних, технічних та інших методів, у тому числі дистанційних засобів, геоінформаційних систем, багатофункціональних баз даних, сучасних підходів до одержання, передачі, акумулювання, обробітку і картографування інформації;
- створення сучасних методик обстеження ґрунтів із застосуванням методів дистанційного зондування Землі;
- розширення нормативно-правової бази для виконання робіт з охорони родючості ґрунтів;
- удосконалення та стандартизація методів дослідження ґрунтів і ґрунтової родючості;
- вивчення причин, механізмів, масштабів, інтенсивності деградацій ґрунтової родючості та розроблення засобів щодо її усунення;
- розроблення удосконалених принципів і методів природно-сільськогосподарського, еколого-агрохімічного і екологічного районувань ґрунтів сільськогосподарського призначення;
- регламентація методів, технологій та технічних засобів біологічного землеробства;
- удосконалення методів екологічної реабілітації техногенно забруднених ґрунтів сільськогосподарського призначення;
- використання геоінформаційних систем і даних дистанційного зондування Землі для оцінки та контролю продуктивності ґрунтів України.

Кадрове забезпечення Програми полягає у збереженні наукового потенціалу, підвищенні його кваліфікації, зокрема через аспірантуру та докторантуру наукових установ відповідного профілю, впровадженні стажування спеціалістів у аналогічних службах інших держав. Передбачається також підготовка ґрунтознавців для проведення ґрунтового обстеження.

Фінансове забезпечення.

Фінансування заходів Програми передбачається здійснювати за

рахунок коштів державних, місцевих бюджетів, інвестицій та інших джерел, не заборонених Законом. Фінансування програми та її складових здійснюватиметься з урахуванням заходів, які фінансуються в рамках чинних державних, регіональних і галузевих програм та проектів, що реалізуються, фондів охорони навколишнього природного середовища у складі бюджетів усіх рівнів, коштів міжнародних програм, за відшкодування втрат сільськогосподарського і лісогосподарського виробництва, за економічне стимулювання раціонального використання та охорони ґрунтів.

Для реалізації Програми необхідно задіяти кошти з фондів, які утворюються за рахунок сплати податків землекористувачами. Треба відновити дію Закону України «Про плату за землю», який прийнято ще у 1996 році, але кожного року Верховна Рада його дію тимчасово призупиняла. Якби закон діяв і водночас було переглянуто дуже низькі ставки податків, скорочено перелік пільговиків, що не сплачують податок, а також запозичено частину коштів з великих населених міст (саме тут збирається 80 % земельного податку), то можна створити фонд об'ємом приблизно у 28-30 млрд грн, що достатньо для реалізації найбільш актуальних питань програми.

Крім цього, держава повинна турбуватися про власників землі, які дбайливо відносяться до ґрунтів, і за власні кошти впроваджують заходи з охорони та підвищення їх родючості. Необхідно розробити систему їх стимулювання, яка повинна передбачати:

- повну або часткову компенсацію витрат з реалізації заходів, спрямованих на поліпшення якості ґрунтів та охорону земель;
- тимчасове звільнення сільгоспвиробника від плати за земельні ділянки, на яких здійснено заходи з поліпшення якості ґрунтів та охорони земель за власний рахунок;
- надання пільгових кредитів, субсидій, повного або часткового відшкодування відсотків за кредит.

Все це дозволить задіяти значну кількість коштів у відновлення родючості ґрунтів і підвищення їх продуктивності.

Потреба в коштах і джерелах фінансування для забезпечення обсягів заходів і завдань, передбачених Програмою, визначена відповідно до чинного законодавства. Розрахунки здійснено відповідно до вимог законів України «Про охорону земель», а також Бюджетного кодексу України та податкового законодавства. Питомі показники вартості обсягів заходів визначені за нормативами і даними, що фактично склалися.

За рахунок коштів державного бюджету здійснюється:

- розроблення планів використання й охорони ґрунтів;
- реалізація заходів щодо запобігання деградації ґрунтів;
- рекультивація земель;
- будівництво та реконструкція протиерозійних гідротехнічних і протизсувних споруд;
- створення нових і реконструкція існуючих захисних лісонасаджень;
- моніторинг ґрунтів;
- ґрунтове обстеження;
- агрохімічна паспортизація земель сільськогосподарського призначення;
- створення національного, регіональних та місцевих банків даних про якісний стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення;
- геоботанічні обстеження ґрунтів сіножатей та пасовищ;
- економічне стимулювання здійснення заходів щодо використання та охорони і родючості ґрунтів;
- науково-дослідні роботи в галузі охорони і родючості ґрунтів;
- інформаційне забезпечення виконання Програми;
- наукове забезпечення здійснення заходів Програми та кадрове забезпечення.

За рахунок часткового фінансування з державного або місцевого бюджетів здійснюється:

- внесення мінеральних добрив і мікродобрив (у разі наявних можливостей);
- внесення органічних добрив;
- хімічна меліорація (вапнування, гіпсування);
- посів сидеральних культур (у разі наявності можливостей).

За рахунок часткового фінансування з місцевого бюджету здійснюється:

- внесення мінеральних добрив;
- внесення мікродобрив;
- добування і внесення торфу та сапропелю (у разі наявності можливостей);
- використання бактеріальних препаратів та регуляторів росту рослин (у разі наявності можливостей);
- хімічна меліорація (вапнування, гіпсування);
- посів сидеральних культур.

За рахунок коштів землевласників і землекористувачів частково

або повністю здійснюється:

- проведення культуртехнічних робіт;
- протиерозійні агротехнічні заходи;
- залуження деградованих і малопродуктивних орних земель;
- поліпшення стану сіножатей та пасовищ.

За рахунок часткового фінансування за кошти землевласників і землекористувачів здійснюється:

- унесення мінеральних добрив та мікродобрив;
- добування і внесення торфу та сапропелю;
- використання бактеріальних препаратів та регуляторів росту рослин;
- хімічна меліорація (вапнування, гіпсування);
- посів сидеральних культур.

Програмою передбачено врахування потенційних і заподіяних ризиків від наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру і, насамперед, вилучення сільськогосподарських і лісгосподарських угідь, впливу на рекреаційні об'єкти та об'єкти природно-заповідного фонду, що потребує вжиття надзвичайних заходів з боку держави.

Загальна вартість усього комплексу робіт на 10 р. (з урахуванням вартості мінеральних добрив) за цінами 2015 р. становить 603,128 млрд грн, з яких 11,099 млрд грн – кошти державного бюджету й місцевих бюджетів, середньорічний загальний обсяг фінансування становить 60,313 млрд грн. Без вартості мінеральних добрив загальний обсяг фінансування проекту Програми за 10 р. дорівнює 53,128 млрд грн (середньорічний – 5,313 млрд грн), у тому числі за рахунок коштів:

- державного та місцевих бюджетів – 11,099 млрд грн, що становить 20,9 % (середньорічний – 1109,9 млн грн);
- за рахунок землевласників і землекористувачів – 42,029 млрд грн, що становить 79,1 % (середньорічний – 4202,9 млн грн).

1.5. Загальна характеристика ґрунтового покриття України, його структура

Площа України становить 60,4 млн га. Територія її простягається із заходу на схід від 22 до 40° східної довготи на 1300 км, а з півночі на південь – від 52 до 45° північної широти – майже на 900 км. Розміщується вона у трьох природних зонах – Поліссі, Лісостепу і Степу Східно-Європейської рівнини. До її меж

*Розділ 1. Предмет і завдання дисципліни
«Охорона ґрунтів і відтворення їх родючості»*

входять також частина Карпат, Кримський півострів.

У табл. 1.3 наведено дані щодо розподілу земельних ресурсів України у розрізі областей з умовним визначенням ґрунтово-кліматичних зон. Сільськогосподарські угіддя України становлять 69 % усієї земельної площі, а орні землі – 81 % загальної площі сільськогосподарських угідь.

**1.3. Загальна земельна площа та
площа сільськогосподарських угідь України, тис. га**

Область і зона	Загальна земельна площа (територія)	Загальна площа в користуванні і сільського господарства	Усі сільсько- господарські угіддя в користуванні сільського господарства	У тому числі		
				рілля	сіножаті	пасовища
Волинська	2014	1504	1050	663	161	195
Житомирська	2981	2113	1617	1275	155	159
Закарпатська	1275	624	415	188	78	112
Івано-Франківська	1393	517	498	400	55	29
Львівська	2183	1536	1262	865	147	228
Рівненська	2005	1257	897	660	103	122
Чернігівська	3192	2555	2077	1502	304	246
По Полісся	15043	10106	7816	5571	1003	1091
Вінницька	2651	2349	2038	1773	51	158
Київська	2894	2024	1703	1431	117	111
Полтавська	2875	2503	2177	1832	152	162
Сумська	2384	2016	1715	1344	185	164
Тернопільська	1382	1182	1055	895	48	96
Харківська	3141	2669	2412	1971	111	288
Хмельницька	2063	1793	1568	1313	128	84
Черкаська	2092	1627	1421	1278	51	62
Чернівецька	810	586	473	337	40	66
По Лісостепу	20292	16749	14562	12174	883	1191
Республіка Крим	2695	2005	1772	1215	2	397
Дніпровська	3192	2760	2509	2129	20	301
Донецька	2652	2302	2030	1669	25	271
Запорізька	2719	2444	2243	1920	75	203
Кропивницька	2459	2251	2043	1797	26	191
Луганська	2668	2251	1881	1414	59	384
Миколаївська	2463	2193	1997	1698	7	249
Одеська	3331	2896	2563	2066	49	330
Херсонська	2841	2188	1958	1752	11	153
По Степу	25020	21290	18996	15660	274	2479
Усього по Україні	60355	48145	41374	33407	2160	4761

Ґрунтовий покрив дуже різноманітний. Номенклатура ґрунтів, яка прийнята при великомасштабному ґрунтовому обстеженні, нараховує близько 650 видів, а з обліком різновидностей – 4000 таксономічних ґрунтових одиниць.

Площі окремих груп ґрунтів у абсолютних і відносних показниках і ступінь їх розораності наведені у табл. 1.4. Найбільш поширені серед орних земель – чорноземи (типові, звичайні, південні), які становлять 60,6 %. Друге місце займають сірі лісові ґрунти – 21,3 %. Разом ці ґрунти складають основний фонд орних земель країни.

1.4. Площі основних ґрунтів України і ступінь їх розораності

Назва ґрунтів	Площі ґрунтів		Площі оранки		
	тис. га	%	тис. га	% загальної	% оранки
Дерново-підзолисті супіщані і глинисто-піщані	1573,0	3,5	1015,0	64,5	3,5
Дерново-підзолисті оглеєні	1916,9	4,3	1140,7	59,5	3,6
Сірі лісові	7924,0	17,8	6719,1	84,8	21,3
Чорноземи типові на лесах	6272,2	14,1	5731,4	91,4	18,1
Чорноземи звичайні на лесах	10395,0	23,4	8760,0	84,3	27,7
Чорноземи південні переважно на лесах	6237,9	14,1	4662,4	74,7	14,8
Лучно-чорноземні переважно на лесах	1124,9	2,5	700,7	62,3	2,2
Темно-каштанові й каштанові на лесах	1489,9	3,4	1241,0	83,3	3,9
Лучні переважно на алювії	1936,1	4,4	663,0	34,2	2,1
Болотні, торфово-болотні і торфовища	2061,8	4,6	78,5	3,8	0,2
Солонці і осолоділі	537,8	1,2	256,1	47,6	0,8
Дернові	1627,1	3,7	396,3	24,4	1,3
Буроземні, дерново-буроземні	956,4	2,2	192,7	20,1	0,6
Коричневі гірські, гірськолучні	41,8	0,1	7,2	17,2	0,02
Виходи порід та зольники	311,0	0,7	21,6	6,9	0,1
Разом	44406	100,0	31586,3	71,7	99,9

Згідно з агроґрунтовим районуванням, проведеним на підставі великомасштабного ґрунтового обстеження, Україна чітко розподіляється на такі агроґрунтові зони:

Українське Полісся – зона змішаних лісів, дерново-підзолистих типових і оглеєних ґрунтів;

Лісостеп – зона чорноземів типових і сірих лісових ґрунтів;

Степ – зона чорноземів звичайних і південних; сухостепова зона темно-каштанових і каштанових ґрунтів;

зона буроземних ґрунтів Українських Карпат;

зона ґрунтів Гірського Криму.

Результати великомасштабного ґрунтового обстеження свідчать, що в Україні еродовано 11,3 млн га сільськогосподарських угідь, з яких 8 млн га рілля.

Площі земель з визначеною крутістю схилів розподіляються таким чином: 0-1,3° – 78 %, 1,3-3° – 17 %, 3-6° – 0,9 %, 6-12° – 2,1 %, 12-20° – 1,8 %, 20° – 0,2 %.

Слід зазначити, що у складі земель з малими схилами значну частку мають землі рівнинного Полісся і посушливої Чорноморсько-Азовської низовини, які часто пошкоджуються вітровою ерозією У важливих сільськогосподарських районах центрального Степу і Лісостепу понад 1,2 млн га орних земель розташовано на надто небезпечних у ерозійному відношенні схилах, від 5 до 15°.

В Україні слабоеродовані ґрунти становлять 7,7 млн га (17,4 %), середньоеродовані – 2,6 (5,9 %), сильно еродовані – 0,9 (2,2 %), намиті – 0,8 млн га (1,9 %).

Питання для самоконтролю:

1. Що вивчає дисципліна «Охорона ґрунтів і відтворення їх родючості»?

2. Назвіть основні завдання та методологічні засади охорони ґрунтів.

3. Які основні види деградації ґрунтового покриву?

4. Дайте характеристику найбільш поширених видів деградації ґрунтів.

5. Сучасний стан і завдання охорони ґрунтів в Україні.

6. Національна програма охорони ґрунтів України.

7. Загальна характеристика ґрунтового покриву України, його структура, фізико-хімічні та агрохімічні властивості ґрунтів.

РОЗДІЛ 2. ҐРУНТ ЯК ОБ'ЄКТ ОХОРОНИ

2.1. Поняття про земельні та ґрунтові ресурси

Широко вживаний термін «ресурси» (*ressources*) використовують для позначення будь-яких матеріальних чи нематеріальних об'єктів або засобів, які необхідні для задоволення потреб, досягнення мети чи вирішення проблеми. Найбільш часто розрізняють *матеріальні, трудові і природні ресурси*. Під *природними ресурсами* розуміють сукупність об'єктів і систем живої і неживої природи, що оточують людину і використовуються нею у процесі суспільного виробництва для задоволення матеріальних і культурних потреб. Природні ресурси є компонентами навколишнього середовища, серед якого головне місце належить земельним ресурсам.

Земельні ресурси характеризуються площею території та її якісними характеристиками: кліматом, рельєфом, ґрунтовим покривом і комплексом інших природних умов. З точки зору сільськогосподарського використання усі земельні ресурси поділяють на *продуктивні, малопродуктивні і непродуктивні*. До *продуктивних* відносять орні угіддя, сади і плантації, луки і пасовища, ліси й чагарники; до *малопродуктивних* – засолені, заболочені, опустелені, кам'янисті та ін.; до *непродуктивних* – забудовані і порушені людиною землі, піски, яри, льодовики і інші категорії.

Поняття «земельні» та «ґрунтові» ресурси близькі, але не тотожні. Під *земельними ресурсами* розуміють всю фізичну поверхню Землі, придатну для проживання людини, яку вона використовує або може використати на певному рівні розвитку продуктивних сил суспільства для будь-яких видів діяльності.

Ґрунтові ресурси – це вся сукупність родючих ґрунтів (природні, антропогенно перетворені або штучно сконструйовані ґрунтові системи) на певній території, які використовуються або можуть бути використані людиною в якості засобу виробництва.

Земельні і ґрунтові ресурси мають *спільні риси*: вони не здатні переміщатися в просторі і обмежені певними розмірами суші; їх практично неможливо замінити іншими ресурсами; вони мають відповідну споживчу цінність. Ґрунтові ресурси є складовою частиною земельних ресурсів, але не вичерпуються цим поняттям. Термін «ґрунтові ресурси», більш вузький за суттю поняття, ніж

«земельні ресурси», який включає не тільки ґрунти, але і підґрунтя, місцеві води, рельєф, рослинність та інші компоненти, розташовані в межах визначених земельних ділянок. Ґрунтові ресурси відносяться до категорії вичерпних, але поновлюваних ресурсів.

Головною властивістю ґрунтових ресурсів є природна родючість ґрунтів, яка визначає рівень продуктивності земель в сільському і лісовому господарстві. Окрім того, ґрунтові ресурси виконують важливі екологічні функції: служать буфером і фільтром для забруднювачів, умовою збереження біорізноманіття, відіграють важливу роль у кругообігу води і геохімічних циклів хімічних елементів, регулюванні парникових газів. Якісний стан ґрунтових ресурсів як засобу виробництва визначається характером їх експлуатації (системи землеробства та окремі елементи агротехнологій, меліорації), рівнем розвитку науки і техніки, енергетичними затратами.

2.2. Сучасний стан земельних і ґрунтових ресурсів світу

На початку третього тисячоліття земельний фонд (площа суші) планети Земля становить 149 млн км². Земельний фонд (без Антарктиди) становить 133,9 млн км² (13,4 млрд га), або 26,3 % загальної площі земної кулі, у тому числі: орні землі (рілля, сади, плантації) – 1,45 млрд га (10,3 %); луки й пасовища – 3,2 млрд га (24 %); ліси й чагарники – 4,1 млрд га (31 %); малопродуктивні землі (болота, пустелі, льодовики) – 4 млрд га (3 %); антропогенні забудови (площі під житлові й промислово-господарські об'єкти, транспортні комунікації та ін.) – 0,4 млрд га (3 %).

У середньому на кожного жителя планети Землі доводиться 2,3 га земної поверхні суші, у тім числі ріллі – 0,24 га, пасовищ – 0,6 га.

Щорічно у світі на різні суспільні потреби, а також внаслідок опустелювання, засолення, ерозії, техногенного забруднення і розробки корисних копалин відчужується близько 25 млн га сільськогосподарських угідь, що еквівалентно втратам щорічних харчових ресурсів для 84 млн людей.

Структура світового земельного фонду відображає характер використання земель. Найціннішою категорією є оброблювані землі (рілля), їх частка складає близько 11 % від загальної площі, але вони забезпечують майже 90 % необхідних людям продуктів харчування.

2.1. Сільськогосподарська освоєність суші планети

Континенти (частини світу)	Площа суші		Площа сільськогосподарських угідь		
	млн га	%	млн га	% від світової площі с.-г. угідь	с.-г. освоєність, %
Азія	3085,4	22,9	1268,5	28,6	41,1
Африка	2963,6	22,6	1076,5	20,4	36,3
Європа	2649,1	19,7	649,7	13,8	24,5
Південна Америка	2137	15,3	639,3	13,6	29,9
Північна Америка	1752,9	13,1	615,9	13,1	35,1
Австралія і Океанія	849,1	6,4	481,5	10,2	56,7
У світі всього	13437,1	100	4731,4	100	35,2

2.2. Розораність території та сільськогосподарських угідь

Частини світу	Площа ріллі, млн га	% від загальної світової площі ріллі	% від площі континенту (частини світу)	Розораність сільськогоспо дарських угідь, %
Азія	499,0	35,6	16,2	39,3
Європа	294,1	21,3	11,1	45,3
Південна Америка	268,2	19,4	12,6	42,0
Африка	174,9	12,6	5,9	16,2
Північна Америка	225,6	10,2	5,5	15,6
Австралія і Океанія	57,9	4,2	6,8	12,0

2.3. Площа ріллі країн найбільших виробників продукції рослинництва

Країни	Загальна площа, млн га	% від загальної площі земної поверхні	Площа ріллі, млн. га	% від світової площі ріллі
США	962,9	7,2	179,0	13,0
Індія	328,7	2,4	169,9	12,3
Росія	1707,5	12,6	127,9	9,3
Китай	959,8	7,1	124,2	9,0
Канада	997,1	7,4	45,6	3,3
Україна	60,4	0,5	33,1	2,4
Франція	55,1	0,4	18,3	1,3
Німеччина	35,7	0,2	11,8	0,85
Італія	30,1	0,2	8,3	0,6
Велика Британія	24,3	0,17	6,4	0,46
Японія	37,8	0,2	3,9	0,21
У світі всього	13437,1	100	1379,1	100

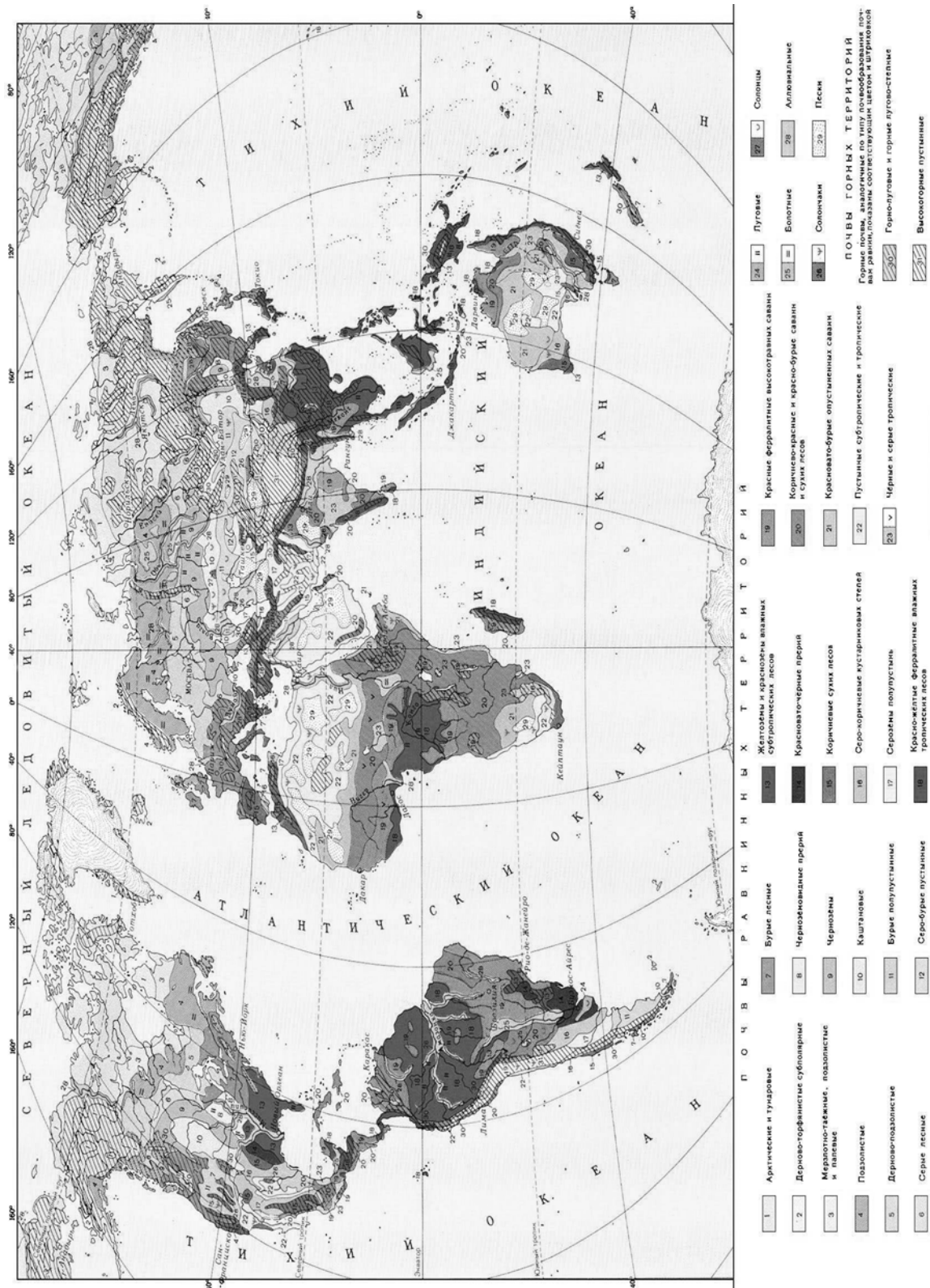


Рис. 2.1. Ґрунтовий покрив планети та його використання

На Євразію припадає 59 % світової ріллі, на Північну та Центральну Америку – 15 %, на Африку – 15 %, на Південну Америку – 8 %, на Австралію – 3 %.

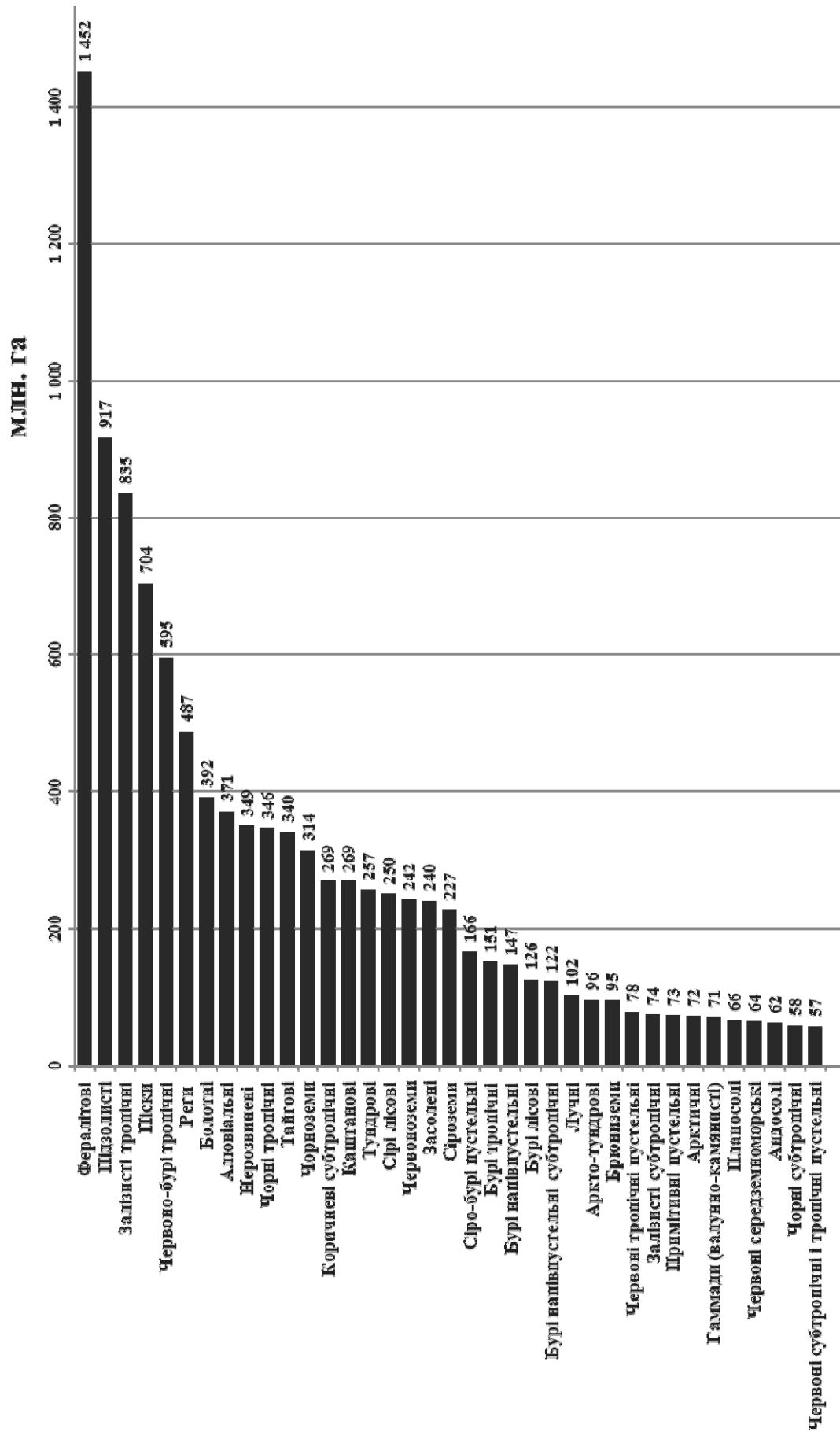


Рис. 2.2. Ґрунтові ресурси рівнинних територій світу

У посушливій зоні знаходиться близько 80 % світової ріллі. Можливість подальшого розширення площі ріллі шляхом використання нових територій потребує значних витрат (вирубка лісів, будівництво зрошувальних систем, транспортування врожаю), але не гарантує високих врожаїв.

2.3. Ґрунтовий покрив планети та його використання

Головні резерви розширення площ ґрунтів для орних угідь зосереджені в субтропічному і тропічному поясах. Чималі потенційні можливості розширення орних земель є і в помірному поясі. Об'єктами освоєння є, перш за все, дерново-підзолисті і заболочені ґрунти, зайняті малопродуктивними сіножатями, пасовищами, чагарниками, дрібноліссям.

Основними факторами, що обмежують освоєння земель під рілля, є, в першу чергу, геоморфологічні (крутизна схилів, пересіченість рельєфу) і кліматичні. Північна межа сталого землеробства лежить у смузі 1400-1600° суми активних температур. У Європі ця межа проходить по 60-й паралелі, в західній і середній частинах Азії – по 58° північної широти, на Далекому Сході – на південь від 53° північної широти.

Освоєння і використання земель в несприятливих кліматичних умовах вимагає чималих матеріальних витрат і не завжди є економічно виправданим. Окрім того, розширення площ орних земель повинно враховувати екологічні та природоохоронні аспекти.

2.4. Ступінь і розповсюдження деградаційних процесів ґрунтів у світі

У результаті нераціонального землекористування людство за історичний період свого розвитку вже втратило від 1,5 до 2 млрд га раніше продуктивних земель, тобто більше, ніж вся сучасна площа орних угідь. Й у наші дні внаслідок деградації ґрунту через природні процеси і нераціональну господарську діяльність людини зі світового сільськогосподарського використання щорічно вибуває в середньому 8-10 млн га, які перетворюються у невіддя, пустелі (у т.ч. й техногенні) або використовуються під забудову.

За найбільш загальними уявленнями, зменшення родючості ґрунтів нині спостерігається на 30-50 % усієї поверхні суші. При таких темпах деградації ґрунтовий покрив планети, як вважають деякі

вчені, може бути повністю виснажений вже через 100 років. Особливо великі втрати ґрунту зафіксовано у країнах, що розвиваються з швидко зростаючою чисельністю населення і недосконалими агротехнологіями. У результаті, за оцінкою ООН, тільки прямі втрати від деградації ґрунтів щорічно складають близько 40 млрд доларів США.

Загальна площа деградованих земель особливо значна в Азії, Африці і Південній Америці. Однак їх питома частка найбільшою є у Європі. Високі показники, що перевищують середньосвітовий рівень в Центральній Америці, Азії і Африці.

Серед видів деградації в усіх регіонах світу переважає водна ерозія. Найбільша частка і дуже високий ступінь деградації у Центральній Америці і Африці. Що ж до факторів деградації, в Африці та Австралії на першому місці є перевипасання худобою, в Азії та Південній Америці – збезлісення, а в Північній і Центральній Америці та Європі – нераціональне землеробство.

2.4. Показники деградацій ґрунтового покриву у світі

Показник	Частини світу, континенти							Весь світ
	Північна Америка	Центральна Америка	Південна Америка	Європа	Австралія	Азія	Африка	
Загальна земельна площа, млн. га	1885	306	1768	950	882	4256	2966	13013
Деградовані ґрунти внаслідок антропогенного впливу, млн. га	95	63	243	219	103	747	494	1964
% від загальної площі	5,0	20,0	13,7	23,1	11,7	17,6	16,7	15,1
Найбільш поширені види деградацій (% деградованої площі):								
• водна ерозія	63	74	50,6	52,3	81	59	46	55,6
• вітрова ерозія	36	7	17,2	19,3	16	30	38	27,9

У багатьох країнах світу прикладаються зусилля щодо раціонального використання земельного фонду, його збереження і удосконалення еколого-безпечної структури землекористування. У регіональному і глобальному аспекті їх все більш координують

спеціалізовані органи ООН – Організації Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури (ЮНЕСКО), Продовольча і сільськогосподарська організація ООН (ФАО) та ін.

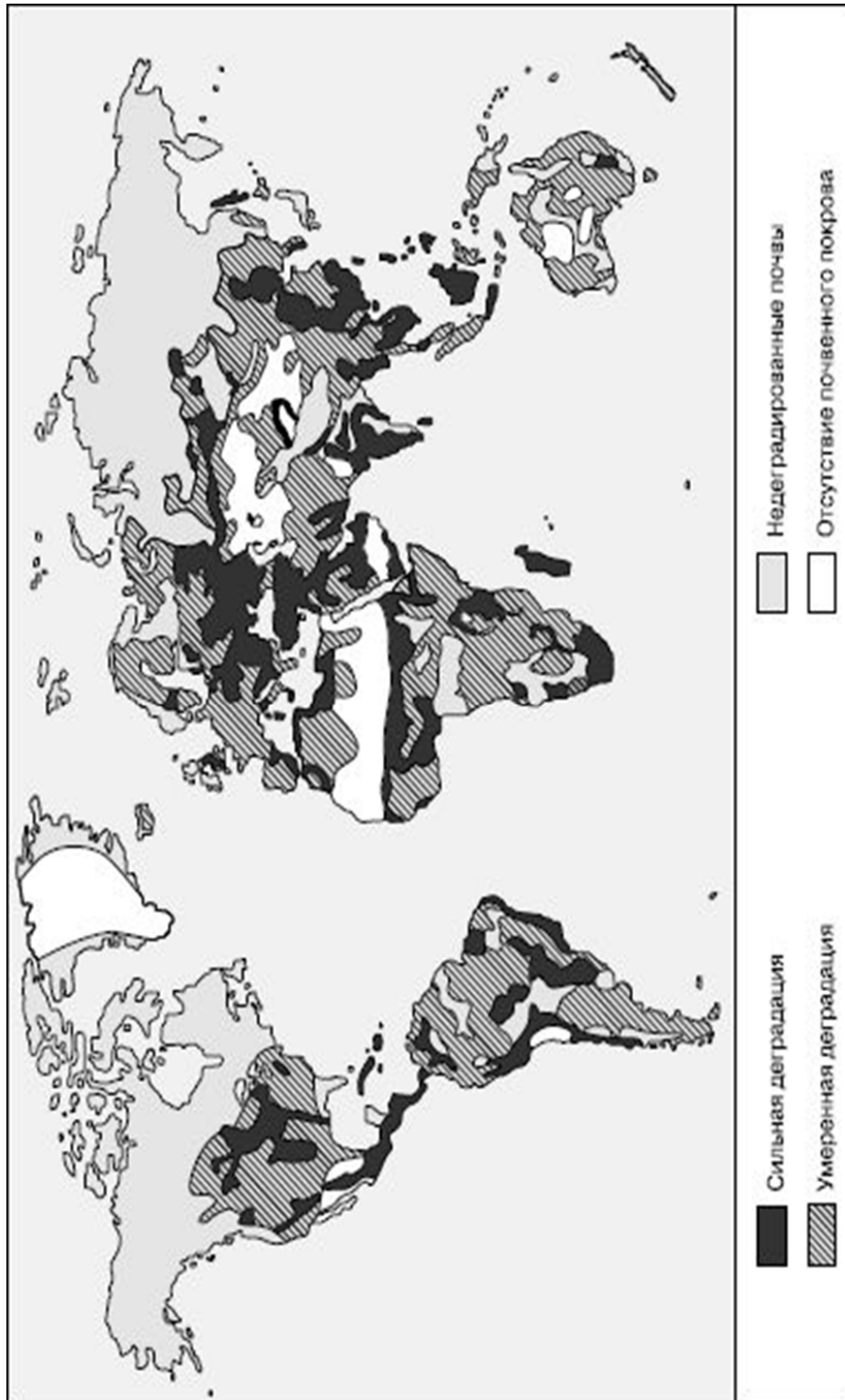
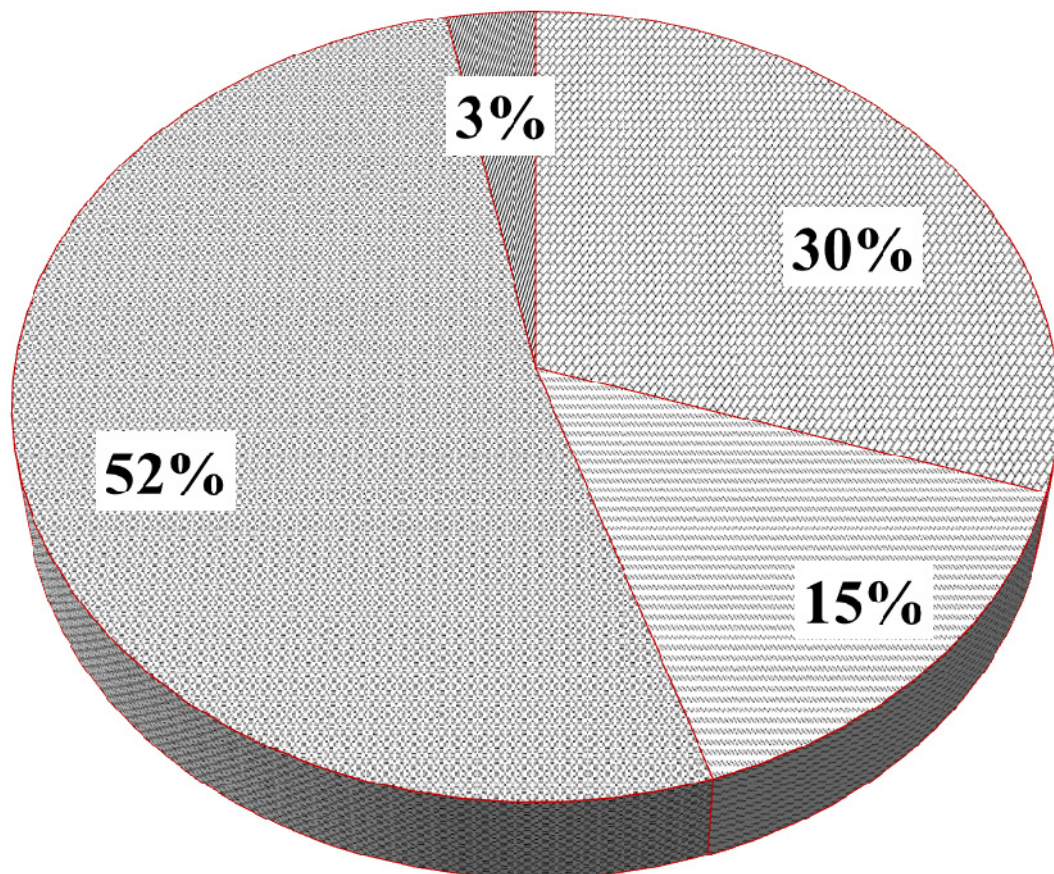


Рис. 2.3. Ступінь і розповсюдження деградованих земель і ґрунтів у світі



- ґрунти без суттєвих антропогенних трансформацій
- природні ґрунти
- антропогенно змінені ґрунти
- антропогенно створені ґрунти

Рис. 2.4. Співвідношення природних і антропогенно змінених ґрунтів світу

В усіх міжнародних деклараціях та угодах з проблем використання та охорони ґрунтів, зокрема таких, як Всесвітня ґрунтова хартія, Основи світової ґрунтової політики, Хартія Європейської асоціації охорони ґрунтів, міжнародні громадські організації (*ISTRO* – Міжнародна організація з обробітку ґрунту, *ESSC* і *ESCO* – товариства з охорони ґрунтів, *IUSS* – Міжнародний союз ґрунтознавців, «*Soil and Society*» – «Ґрунт і суспільство», *ICLEI SOIL NETWORK* – Асоціація провінцій Європи), що об'єдналися з метою здійснення акцій на захист ґрунтів, підкреслюється значення ґрунтів як особливого надбання людства, раціональним використанням та

охороною якого мають займатися всі люди на Землі для сучасних і прийдешніх поколінь.

2.5. Основні принципи міжнародної ґрунтової хартії

Міжнародна асоціація інституцій прогресивних досліджень висунула гасло «Врятуйте наші ґрунти». У зв'язку з прогресуючою деградацією ґрунтів виникло питання про необхідність створення всесвітньої ґрунтової хартії, яка базується на таких *принципах*:

1. Серед головних ресурсів, які використовує людство, є ґрунтові ресурси, експлуатація яких не повинна викликати їх деградацію або руйнування, адже життя людини залежить від їх невичерпної продукційної здатності.

2. Визнаючи основоположну роль ґрунтових ресурсів для життя і добробуту людей, а також для економічної незалежності країн; визнаючи швидко зростаючі потреби людства у продуктах харчування, важливо, щоб питання раціонального землекористування, підтримки і підвищення продуктивності ґрунтів та охорони ґрунтових ресурсів розглядалися як першорядні.

3. Під деградацією ґрунтів розуміється часткове або повне зниження продуктивності ґрунту, кількісне, якісне (або те й інше) у результаті таких процесів, як водна та вітрова ерозія ґрунтів, заболочування, засолення, виснаження запасів поживних речовин, необхідних для рослин, погіршення структури ґрунту, опустелювання і забруднення.

4. Деградація ґрунтів безпосередньо впливає на сільське господарство та лісорозведення, знижуючи врожайність і порушуючи водний режим річок; інші галузі економіки, як середовище загалом, включаючи промисловість і торгівлю, також нерідко відчують серйозні наслідки деградації ґрунтів, яка проявляється у вигляді паводків або замулення річок, гребель і портів.

5. Уряди країн несуть основний тягар відповідальності за те, щоб програми землекористування включали заходи, що забезпечують найбільш раціональне використання земель, підтримання та підвищення їх продуктивності протягом тривалого часу і збереження родючих ґрунтів.

6. Землекористувачі і широка громадськість повинні бути поінформовані про необхідність і засоби підвищення продуктивності ґрунтів та їх охорони. Особливу увагу слід приділяти програмам освіти, поширення передового досвіду та навчання працівників

сільського господарства на всіх рівнях.

7. Землі, придатні для різноманітного використання, слід експлуатувати максимально гнучко, щоб не позбавити надовго, якщо не назавжди, потенційних землекористувачів можливості працювати на них. Несільськогосподарське використання земель повинно бути організоване з таким розрахунком, щоб максимально уникнути виведення якісних ґрунтів із сільськогосподарського використання або їх постійної деградації.

8. Охорону ґрунтів необхідно включити в плани щодо освоєння земель, передбачаючи відповідні витрати в бюджетах планів розвитку.

Прийняття викладених принципів вимагає здійснення *заходів*:

1. Розробити політику розумного землекористування з урахуванням придатності земель для різних видів їх використання, зважаючи на потреби країни.

2. Врахувати принципи раціонального землекористування та охорони ґрунтових ресурсів при розробці відповідного законодавства з питань природних ресурсів.

3. Створити механізми для спостереження та нагляду над роботами із землеустрою та охорони ґрунтів, а також для координації зусиль організацій, що беруть участь в експлуатації земельних ресурсів країни з тим, щоб забезпечити найбільш раціональний вибір з можливих варіантів.

4. Зробити оцінку нових і вже експлуатованих земель з точки зору їх придатності для різноманітного використання, а також оцінку можливого ризику деградації ґрунтів.

5. Здійснити на всіх рівнях програми освіти, навчання та поширення позитивного досвіду в галузі використання і охорони ґрунтів.

6. Прагнути до створення соціально-економічних умов та організаційної структури, що сприяють раціональному використанню та охороні ґрунтових ресурсів.

2.6. Стратегії виживання людства

На початку третього тисячоліття людське суспільство зіткнулося з проблемою вибору стратегії виживання. В історичному минулому йому теж доводилося радикально перебудовувати свій спосіб життя. Людство, як частина біосфери, має виняткове становище на планеті. На відміну від інших живих організмів, воно не

має власної екологічної ніші, його ніша – це вся планета. Тому людство взаємодіє з біосферою як з єдиним цілим. Для власного розвитку та збереження воно повинно вписуватися у природні цикли біосфери як екологічної ніші, яку воно займає.

Монопольне становище в біосфері Людина зайняла не відразу. За М. М. Мойсеевим, розвиток всього живого протікає за загальним законом: якщо якийсь вид у екологічній ніші стає монополістом, він тим самим порушує рівновагу в цій ніші. Радикальне порушення природного кругообігу речовин в екологічній ніші призводить до двох варіантів можливих наслідків. Відповідно до одного з них, вид-монопольст деградує, в результаті чого втрачає своє монопольне становище, можливо, навіть гине. Згідно з іншим варіантом, сама екологічна ніша під впливом виду-монопольста стихійним чином настільки глибоко змінюється, що веде до якісної зміни і її мешканця. У виду-монопольста з'являються нові риси (біологічні і суспільні), які дозволяють йому адаптуватися до нових умов життя. Тому цей вид може зберегти своє монопольне становище на певний час до настання нової кризи. Історія розвитку людства підтверджує правильність цієї теорії.

Первісна людина, як і інші живі організми, мала свою екологічну нішу, добуваючи засоби і ресурси для існування полюванням. Однак, 10-12 тис. років тому, удосконалюючи знаряддя полювання, створивши металюну зброю та опанувавши вогнем, людина виділилася з біосфери. Вона значно розширила свою екологічну нішу, ставши у ній монополістом, але тим самим заклавши основи першої загальнопланетарної екологічної кризи. Знищивши великих тварин, що складали основу харчування, люди стали на межі загибелі. Населення планети скоротилося в цей час принаймні в 10 разів. Щоб вціліти і не зникнути, як інші біологічні види, людина докорінно змінила свій спосіб життя – зайнялася землеробством, скотарством, стихійно створивши тим самим нову екологічну нішу. На таку перебудову людині потрібні були століття.

Після неолітичної кризи людина стала жити за іншими, ніж інші живі істоти, законами. Вона стала активно втручатися в кругообіг речовин, залучати до господарського використання речовини, накопичені колишніми біосферами: викопні вуглеводні, залізо та інші корисні копалини; створювати штучні біогеохімічні цикли хімічних речовин.

Сьогодні людина дісталась до тих енергетичних ресурсів, які з'явилися на Землі в найбільш ранній період її існування як небесного

тіла – до запасів ядерної енергії. Одним із свідчень колосального монополізму людини і його протиставлення природі може бути гасло В. І. Мічуріна, у якого ще недавно було так багато прихильників: «Ми не можемо чекати милості від природи, взяти у неї її багатства – наше завдання».

Сьогодні є всі підстави стверджувати, що людство стоїть на порозі нової кризи. Зараз, коли люди озброєні потужними засобами виробництва і масового знищення, стихійний загальнопланетарний процес неприпустимий. У цих умовах стихійне створення нової екологічної ніші неминуче супроводжуватиметься боротьбою за природні ресурси, які життєво необхідні людям, що може призвести до їх масової загибелі.

Людині, приреченій на монополізм на нашій планеті, необхідно перебудувати свою екологічну нішу, свій спосіб життя, затвердити нову мораль, створити такі норми поведінки, які приведуть у відповідність діяльність людства з розвитком біосфери. Про це ще в 1937-1938 рр. писав В. І. Вернадський у книзі «Наукова думка як планетне явище».

Стихійному процесу людина повинна протиставити свідому альтернативу. Фахівці розглядають ряд полярних варіантів. Один полягає у створенні цілком штучної цивілізації на нашій планеті чи поза нею, яка буде незалежною від стану біосфери. У таких умовах життя людини буде визначатися власно створеними умовами. Ідея про автотрофність людства висловлювалася ще К. Е. Ціолковським. Теорія ця зовсім недавно сприймалася як ідеалістична, адже людина є часткою біосфери і поза біосфери існувати навряд чи зможе. Але успіхи, досягнуті за останні десятиліття в галузі космонавтики, засобів зв'язку, комп'ютерної техніки та генної інженерії дозволяють по-іншому ставитися до можливостей Людини.

Згідно з іншою ідеєю, людина повинна зуміти вписатися в століттями створені природні цикли речовин на планеті, намагаючись їх не порушувати. Але шлях «назад до Природи» сьогодні теж малоймовірний. Сучасна людина не відмовиться від завоювань технічного прогресу. Неможливо уявити добровільне зниження існуючого рівня споживання енергії суспільством, навіть незважаючи на загрозу повної втрати її невідновлюваних джерел. Сьогодні, для того щоб Людина могла вписатися в уже існуючі геохімічні цикли, потрібно споживання енергії скоротити не менше, ніж у 10 разів. Це припущення ґрунтується на тому, що сучасні потреби людства в енергії можуть бути покриті за рахунок відновлюваних джерел енергії

лише на 10-12 %.

Екологічні проблеми людства мають загальнопланетарний масштаб, вони не знають кордонів і не є вузьконаціональним явищем. Обговоренню проблем стійкості планети, збереження і виживання її мешканців була присвячена Міжнародна конференція ООН з навколишнього середовища та розвитку, яка проходила в 1992 році в Ріо-де-Жанейро. Конференцією було визнано, що одна з найважливіших екологічних проблем сучасного розвитку суспільства полягає в надмірно високому рівні його споживання. Про це свідчать такі цифри. Три чверті найважливіших природних ресурсів планети споживається країнами, в яких проживає лише одна чверть населення Землі. Чверть населення планети, жителів високорозвинених і багатих країн, споживає 48 % зернових культур, заліза і сталі – 80 %, хімікалій – 85 %, автомобілів – 92 %, мінеральних добрив – 60 %, паперу – 81 %, міді та алюмінію – 86 % від загальної їх кількості, виробленої у світі. Використовуючи в середньому 75 % світових енергоресурсів, багаті країни викидають у навколишнє середовище 70-80 % усіх вироблених планетою відходів. Співвідношення використання природних ресурсів між багатими і бідними країнами від року в рік змінюється на користь багатих країн: у 1960 р. воно становило 20:1, на початку третього тисячоліття – 60:1. У зв'язку з цим висловлюється ідея про запобігання екологічної катастрофи на планеті шляхом зниження рівня споживання багатими країнами природних ресурсів. Наприклад, національна програма «Стійкі Нідерланди» декларує:

- не можна споживати більшу кількість поновлюваних джерел сировинних матеріалів (сільськогосподарські культури, ліс, риба), чим можна їх отримати, не завдаючи шкоди екології;
- невідновлювані сировинні матеріали можна використовувати тільки в замкнених циклах;
- обсяг забруднення хімічними речовинами не повинен перевищувати величини, з якими може впоратися навколишнє середовище (це стосується, наприклад, забруднення діоксидом вуглецю).

Проблема загалом виглядає важкою. По-перше, тому що для створення екологічної рівноваги необхідне зниження обсягів виробництва, а економічні інтереси вимагають його підвищення. По-друге, подібного роду плани неминуче пов'язані з перерозподілом природних ресурсів, що само по собі має велику небезпеку для людства.

Час, що минув після конференції в Ріо-де-Жанейро, показав, що світ поки що не здатний створити економіку, яка гарантувала б безпеку навколишнього середовища. Людство ні економічно, ні духовно не готове до вирішальної перебудови свого способу мислення та дії. Для цього людина повинна змінити, перш за все, сама себе, свою життєву філософію, свої потреби, свої інститути. Збереження біосфери можливе за умови спільної еволюції біосфери і людини, так званої коеволюції, яка вимагає від людини нових принципів життя, докорінної перебудови самого його буття, зміни стандартів та ідеалів.

Питання для самоконтролю:

1. Поняття про земельні та ґрунтові ресурси
2. Сучасний стан земельних і ґрунтових ресурсів світу
3. Ґрунтовий покрив планети та його використання
4. Ступінь і розповсюдження деградаційних процесів ґрунтів у світі
5. Основні принципи міжнародної ґрунтової хартії
6. Стратегії виживання людства

РОЗДІЛ 3. РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ

Ріст і розвиток сільськогосподарських культур обумовлений не тільки наявністю в достатній кількості чинників життя рослин, але й тими умовами, в яких вони ростуть, які найбільш повно визначають використання рослинами цих чинників. Усі ці умови можна розділити на три групи: ґрунтові, тобто властивості й режим конкретних ґрунтів, окремих ґрунтових наділів, на яких вирощуються сільськогосподарські культури; агрометеорологічні – температура, кількість атмосферних опадів і їх розподіл в окремі пори року; організаційно-господарські – забезпеченість технікою і іншими матеріально-технічними ресурсами, кваліфікація фахівців, дотримання агротехнологічних вимог тощо. Кожна із цих трьох груп умов може бути визначальною в одержанні кінцевої продукції вирощуваних культур у вигляді її врожаю. Але якщо враховувати те, що середні багаторічні кліматичні умови є характерними для даної місцевості і землеробство ведеться на високому чи середньому рівні агротехніки, то стає очевидним, що визначальним чинником у формуванні врожаю є ґрунтові умови, властивості й режими (водний, повітряний, поживний) ґрунтів.

3.1. Історичні погляди на сутність родючості ґрунтів

З глибокої давнини люди знали, що оточуючий їх світ володіє дивною властивістю, яку було названо родючістю. Найбільш помітно, найбільш близько і зрозуміло людям проявляв цю властивість ґрунт, якому своїм існуванням і розвитком зобов'язаний рослинний і тваринний світ. Він є необхідною умовою для життя рослин, тварин, людини.

Вирощуючи сільськогосподарські культури, люди звернули увагу на те, що врожай, вирощений з насіння однієї і тієї ж рослини, виявляється не однаковим на різних земельних ділянках. Ще в глибині віків знали про те, що існують різні ґрунти і навчилися за зовнішніми ознаками визначати на яких ділянках можливо за менших затрат праці одержати більший врожай. Такими ознаками були, перш за все, склад і потужність розвитку природної рослинності, забарвлення ґрунту, грубизна забарвленого в темні відтінки ґрунтового профілю, характер більш глибоких, підстеляючих верхні

шари ґрунту, горизонтів.

Доброта, любов до ґрунтів, турбота про них передбачає, перш за все, збереження і підвищення їх родючості. Наша країна має багато сільськогосподарських угідь з самими різнорідними ґрунтами. Це величезне багатство, загальнонародне надбання. Головна і надзвичайна особливість ґрунту – його родючість.

Що ж таке родючість ґрунту? Під родючістю слід розуміти здатність ґрунту задовольняти потреби рослин в елементах живлення, воді, забезпечувати їх кореневі системи повітрям і теплом. Живлення, вода, повітря, тепло – найголовніші складові родючості ґрунтів. Вони завжди виступають разом. Ґрунт вважається родючим, якщо рослини на ньому не страждають від холоду або перегріву, а кореневі системи одержують в потрібній кількості елементи живлення, воду, не зазнають нестачі кисню повітря ґрунту. Нестача або надлишок навіть одного з складових компонентів родючості обмежує можливості одержання врожаю (Вальков В. Ф., 1983).

У давні часи письменники, поети, філософи сутність родючості ґрунту (землі) пов'язували зі стихіями, сутність життя – з землею, вогнем і теплом, з акумуляцією будь-яких речовин в рослинах.

Що ж необхідно для рослин? Відповідь на це питання змінювалась протягом останніх двох з половиною століть залежно від розвитку виробничих сил і пов'язаних з ними успіхів науки.

Арістотель розглядав неорганічну природу як умову існування рослин і розділяв ґрунти на родючі і «безплідні». Вчені давніх часів стверджували, що живлення рослин пов'язане зі вживанням «жиру» ґрунту, який і надає їм родючість (Возникновение и развитие химии с древних времен до XVII века, 1980). Дія добрив на врожай рослин пояснювалась збільшенням вмісту «жиру» у ґрунтах (Прянішніков Д. М., 1936). Як відмічає В. А. Ковда (1973), в іранській літературі XI століття рівень родючості визначався ступенем розвитку рослинного покриву. Бернард Паліссі (1563) пояснював ріст рослин дією солей, які містяться в землі. Він писав, що «сіль» є основа життя і росту усіх рослин. Гній, який вивозять на поля, не мав би ніякого значення, як би не містив солі, яка залишається після розкладу сіна та соломи. Глаубер (1650) визначив, що селітра є головною поживною речовиною.

Роккерт (1790) прийшов до висновку, що для живлення рослин необхідні всі речовини, які містяться в їх організмі, а кількість поживних речовин у ґрунті обумовлює родючість та придатність ґрунтів для тих чи інших культур. Лавуазьє (1775-1780) на основі

хімічних аналізів відмічав, що «рослини поглинають матеріали, які необхідні для своєї організації, з повітря, яке їх оточує, з води, взагалі з мінерального царства» (Прянішніков Д. М., 1936).

М. В. Ломоносов вважав, що рослини одержують живлення з повітря (Ліновський Я. О., 1846). У першій половині ХІХ ст. Теєр, узагальнивши погляди своїх попередників (Деві, Берцеліуса, Годзери, Кюльбеля та ін.), прийшов до висновку, що рослини живляться гумусом. Родючість ґрунту, за Теєром, залежить власне цілком від гумусу, так як, крім води, він являє собою єдину речовину ґрунту, здатну бути їжею для рослин (Прянішніков Д. М., 1936). Незважаючи на популярність гумусової теорії живлення, багато вчених не вважало її узагальнюючою. Так, Бусенго вказував на роль азоту в родючості ґрунту і на необхідність внесення гною, який містить азотисті речовини, для поновлення родючості. Він писав, що виснажуюча дія спрямована переважно на азотисту речовину, яка складає частину «поживних соків» ґрунту. Для поновлення у ґрунті ступеня родючості, яким від характеризувався для сівби, слід вносити з гноєм еквівалентну кількість азотистих речовин (Прянішніков Д. М., 1936).

Шпренгель висловив думку про те, що для живлення рослин необхідні не тільки «перегнійні кислоти», але й ще, щонайменше, 12 неорганічних елементів: сірка, фосфор, калій, кремній та ін. (Лібих Ю., 1936). Погляди Шпренгеля стали основою для переходу від гумусової теорії живлення рослин до мінеральної. Шпренгель першим звернув увагу на необхідність повернення у ґрунт мінеральних речовин, які виносяться з урожаєм. «Повітря залишається завжди однаковим за своїм складом, але не можливо цього сказати про ґрунт; тому необхідна компенсація втраченого ним, причому завжди слід звертати більше уваги та так звані мінеральні речовини, ніж на кисень, вуглець і водень, так як ці останні рослини знаходять і в повітрі; що ж стосується азоту, то він повинен також бути внесений у зв'язаній формі, так як більшість рослин не мають здатності притягувати достатньо азоту листям з повітря» (Цит. за Д. М. Прянішніковим, 1936).

У 40-ві роки минулого століття німецький вчений Ю. Лібих (1936) висунув теорію мінерального живлення рослин, згідно якої родючість залежить від кількості мінеральних поживних речовин, які містяться у ґрунті в доступному для рослин стані.

Довгі роки в багатьох країнах світу родючість вимірювалась запасом поживних речовин у ґрунті. Зароджувались і розвивались

різні системи землеробства, розроблялись певні сівозміни для поновлення родючості ґрунтів, повернення поживних речовин, боротьби з виснаженням ґрунту, ґрунтостомленням.

Один з корифеїв землеробської науки В. Р. Вільямс звертав увагу на залежність родючості ґрунту не тільки від вмісту поживних речовин, а й від запасів вологи. Під родючістю він розумів здатність ґрунту забезпечувати життєві потреби рослин у воді і живленні.

Спостереженнями і дослідженнями великого вченого агронома-ґрунтознавця П. А. Костичева (1937) встановлено, що ґрунт, який знаходиться під покривом багаторічних бобових і злакових трав, стає більш пухким, водопроникливим, містить більші запаси води, в ньому активніше розвиваються мікробіологічні процеси, покращується якість доступних для рослин поживних речовин тощо. На цій підставі В. Р. Вільямс (1949) почав розвивати вчення про родючість ґрунту. Він вважав, що родючість являє собою процес, який протікає безперервно у ґрунті як обов'язковий наслідок взаємозв'язку, взаємодії і взаємозалежності чотирьох факторів: геологічної зміни гірських порід, розвитку наземних рослинних формації, зміни під їх впливом клімату відповідних широтних зон і дії виробничої діяльності людини. Вільямс В. Р. стверджував, що родючість ґрунту знаходиться у взаємозалежності з конкретними видами рослин і тільки вони мають можливість засвоювати з ґрунтів (або субстратів) елементи живлення за певних умов середовища. Він зауважував, що врожаї можуть безперервно зростати, якщо одночасно діяти на весь комплекс умов, в яких розвивається сільськогосподарська рослина; ґрунт, який декілька років знаходиться під покривом багаторічної рослинності (бобових і злаків), стає більш родючим (Вільямс В. Р., 1948).

На підставі цього В. Р. Вільямс ставить питання не тільки про відновлення, а й підвищення родючості ґрунту. Він запропонував нові травопільні сівозміни, по новому пояснюючи їх значення.

Питання вивчення зміни родючості ґрунтів під впливом добрив на різних етапах розвитку землеробства в різних країнах вирішувались по-різному. В Америці вивчення використання добрив пов'язували з пізнанням гранулометричного складу і механічних властивостей ґрунту, які впливають на врожайність. У гірських країнах – з вивченням геологічних умов місцевості. У країнах Європи (Германія) – з пізнанням хімічного складу ґрунтів. У Росії за сімдесят років до Ю. Лібіха російський вчений-агроном А. Т. Болотов (1952) пропонував широко використовувати не тільки органічні, а й

мінеральні добрива. Окрім гною і компостів, добривами пропонувались попіл, листя дерев, гіпс, вапно, селітра, поживні рештки, ставковий і болотний мул, торф, зелені добрива (заорювання зеленого гороху, маку, суріпки, гречки) тощо. Загальним було те, що на ґрунт дивились як на кору вивітрювання, вмістилище поживних речовин, «комору» найголовніших елементів – азоту, фосфору, калію. Американські, голландські, німецькі і деякі інші агрохіміки і ґрунтознавці притримуються таких поглядів і сьогодні (Грінченко О. М., 1984).

Німецька агрикультурхімія в минулому розглядала ґрунт як «комору» поживних речовин і по суті користувалась теорією виносу і повернення. У Германії в свій час виконувалось багато хімічних аналізів для визначення потреби ґрунту в тому чи іншому елементі живлення. Багато хімічних аналізів було зроблено і в Росії. Але, на жаль, вони не дали відповіді на питання, скільки і яких добрив потребує ґрунт. Практика сільського господарства, а також досліди з рослинами ясно показали, що прямої залежності між вмістом поживних елементів у ґрунті і його родючістю немає. Родючість ґрунту залежить від дії багатьох взаємопов'язаних факторів і умов. В. Д. Панніков (1969) підкреслював, що врожай формується під впливом не якого-небудь одного фактору, а всієї їх сукупності.

Численними дослідженнями встановлено, що сам ґрунт не залишається в незмінному вигляді навіть протягом одного сільськогосподарського року, що він постійно змінюється. З одного боку, причиною такої змінності є ґрунтові мікроорганізми, які живуть, розмножуються, вмирають, змінюючи величину і якість поживних елементів, які доступні рослині. З іншого боку, ґрунт є для рослин середовищем, тому не слід забувати біологічної єдності організму і середовища, єдності рослини з ґрунтом, який його живить, та дії рослини на ґрунт.

О. Н. Соколовський (1956) ставить питання: «... що називати родючістю ґрунту і родючими ґрунтами?». Відповідаючи на нього автор відмічає, що родючими будуть ті ґрунти, які дають все необхідне для росту і розвитку рослин, а значить, і для забезпечення високого рівня врожаю і тим самим для високого виробництва праці у землеробстві.

Таким чином, родючість ґрунту виступає як явище статички і динаміки ґрунтових процесів, які поєднуються з динамікою росту і розвитку рослин. Тому думка про те, що взаємовідношення між ґрунтом і рослиною залишаються незмінними, що властивості ґрунту

можливо раз і назавжди охарактеризувати на основі елементарних аналізів, є невірною.

Що ж потребує рослина від ґрунту? На це питання дається наступна відповідь: 1) рослина з ґрунту одержує воду; 2) рослина одержує з ґрунту мінеральні та, може й, деякі органічні (так звані ростові) речовини. Але ж для нормального використання вказаних речовин і води необхідно: 1) щоб у ґрунті був кисень, який потрібно для дихання коренів рослин і мікроорганізмів; 2) щоб температура ґрунту відповідала потребам рослин і була достатня для розвитку в ньому мікробіологічних процесів; 3) щоб у ґрунті не було умов для утворення шкідливих для рослин хімічних сполук (кислот, лугів, шкідливих газів, органічних токсинів); звичайно вони не утворюються, якщо ґрунт містить достатньо вапна для нейтралізації кислот і добре провітрюється; 4) щоб коренева система мала необхідний для свого розвитку об'єм ґрунту (Соколовський О. Н., 1956).

Родючість ґрунту, впливаючи на ріст і розвиток рослин, у свою чергу, тісно пов'язана з життям рослин і діяльністю мікроорганізмів, змінюючись разом з ними. Родючість залежить від хімічних і біодинамічних процесів, які відбуваються у ґрунті, а останні, в свою чергу, залежать від температури ґрунту, вологості його і аерації. З цими ж факторами пов'язані і процеси утворення у ґрунті шкідливих для рослин речовин.

О. Н. Соколовський відмічає, що взаємозв'язок між рослиною і ґрунтом виступає як складне динамічне явище, до якого не можливо підходити як до чогось нерухомого. Для регулювання цього взаємозв'язку між рослиною і ґрунтом, для підвищення родючості ґрунту необхідно враховувати це явище в усій його багатогранності, враховуючи всебічні властивості ґрунту, умови його походження і розвитку. Ґрунтові фактори родючості діють завжди і всюди, але в кожному конкретному випадку вирішальним, ведучим є один або група факторів, на які і слід певним чином діяти (Соколовський О. Н., 1956).

За О. М. Грінченко, природними факторами родючості ґрунту є гранулометричний склад материнської породи, вміст гумусу, хімічний склад ґрунту, структурність, водно-повітряний і тепловий режими, будова профілю, рослинність і мікробіологічна активність. Усі ці природні фактори взаємообумовлені і знаходяться у взаємозв'язку. Природна родючість характеризується комплексом взаємопов'язаних механічних, фізичних, хімічних, фізико-хімічних і

біологічних властивостей, які обумовлюють життєдіяльність рослинних організмів.

Як тільки людина починає використовувати ґрунт в господарських цілях, він стає засобом виробництва. Людина господарською діяльністю впливає на розвиток і спрямованість ґрунтотворних процесів, а відповідно, і на родючість ґрунтів. Родючість ґрунту проявляється у величині врожаю культурних рослин. Це і є ефективна родючість ґрунту. Її рівень залежить не тільки від природної родючості ґрунту, а в більшій мірі від процесу і характеру сільськогосподарського використання і культури землеробства.

Професор П. А. Костичев і академік В. Р. Вільямс, уточнюючи визначення поняття «ґрунт», вказували на одну з найважливіших властивостей – здатність ґрунту активно взаємодіяти з кореневими системами рослин, забезпечувати їх врожай, тобто володіти родючістю. В. Р. Вільямс (1949) писав про ґрунт так: «Коли ми говоримо про ґрунт, ми розуміємо пухкий поверхневий горизонт суші земного шару, здатний виробляти врожай рослин. Поняття про ґрунт і його родючість нероздільні. Родючість – суттєва властивість, якісна ознака ґрунту, незалежно від ступеня її кількісного прояву. Поняття про родючість ґрунту ми протиставляємо поняттю про безплідний камінь, або іншими словами, поняттю про масивну гірську породу».

А. М. Каштанов, О. М. Ликов, І. С. Каурічев (1983) вважають, що родючість – це складна інтегральна властивість ґрунту, яка характеризується в кінці кінців масштабом і характером обміну речовин і енергії між ґрунтом і культурними рослинами, з одного боку, а також між ґрунтом і підґрунтям, атмосферою, поверхневими і ґрунтовими водами, ґрунтовими мікроорганізмами і тваринами, з іншого. Взаємодія ґрунту і культурних рослин – найважливіша умова ґрунтотворення і розвитку родючості орних ґрунтів. Речовинну основу родючості утворюють ґрунтові процеси троякого роду: процеси перетворення, процеси акумуляції і процеси трансформації. Розвиток названих процесів у ґрунті визначається трьома групами факторів родючості: біологічними, агрофізичними і агрохімічними. До біологічних факторів відносяться: вміст і склад органічних речовин ґрунту, ґрунтова біота і чистота ґрунту від бур'янів, шкідників і хвороб. До групи агрофізичних факторів слід віднести гранулометричний склад ґрунту, структуру і будову орного шару, грубизну орного шару і гумусового горизонту. Групу агрохімічних факторів родючості складають вміст і режим поживних речовин, а

також лужно-кислотні і поглинальні властивості ґрунту (Цит. за В. Ф. Вальковим, 1992, С. 8).

Вальков В. Ф. (1977) притримується точки зору, що родючість виражається в двох формах: у вмісті елементів живлення, гумусу, властивостях ґрунту і їх кількісних показниках, а також в продуктивності конкретних рослин – урожаї. Він вважає, що родючість характерна для всіх ґрунтів, але вона відносна, так як різні ґрунти не можуть бути оптимальними для росту і розвитку усіх рослин. Причому властивості ґрунту не завжди співпадають з продуктивністю природних угруповань, тобто бідні ґрунти бувають субстратом для високопродуктивних біоценозів. Тому поняття родючість для природних умов втрачає, на думку В. Ф. Валькова, агрономічний зміст. За об'ємом природної біомаси не завжди можливо охарактеризувати агрономічний рівень родючості. Під час окультурювання властивості ґрунтів змінюються до якогось рівноважного стану в певній системі землеробства або сівозміни, які формують різні рівні родючості. Зі зміною складу культур у сівозміні трансформується і ґрунтова родючість. Ступінь зміни природних властивостей залежить від екологічної подібності або відокремлення біоценозів і агроценозів.

В. Ф. Вальков (1992) вважає, що родючий ґрунт повинен мати наступні якості:

1. Відповідати за своїми властивостями екологічним особливостям культур, які вирощуються;
2. Мати в доступній формі необхідні для рослин поживні речовини;
3. Володіти оптимальним і сталим запасом вологи;
4. Бути достатньо пухким і структурним, забезпечувати вільний і глибокий розвиток кореневої системи рослин, а також бути повітряно-і водопроникливим;
5. Володіти оптимальною теплоємністю і теплопровідністю, бути достатньо теплим для забезпечення життєдіяльності відповідних рослин;
6. Сприймати, накопичувати, зберігати та одночасно і рівномірно надавати рослинам воду, поживні речовини, забезпечувати рослинам умови повітряно-теплого і окислювально-відновного режимів.

Потенційна родючість ґрунту ефективно реалізується в урожаї тільки за умови високої культури землеробства, за умови чуйного відношення до ґрунту. Тому з ефективною родючістю нерозривно

пов'язані вірний і своєчасний обробіток ґрунту, чистота його від бур'янів, шкідників, отрутохімікалій тощо.

Нікітін Б. О. (1985, 1986) пропонує виділяти три типи родючості, виходячи з їх походження: природну, штучну і змішану. Природна родючість характерна для тих біогеоценозів або їх частин, які ніколи не зазнавали дію людини. Рівень природної родючості він пропонує визначати врожайністю рослин в перші роки після освоєння цілих ділянок. Штучна родючість формується людиною за певної комбінації факторів родючості. Змішаною (тобто природно-штучною) родючістю володіють всі орні ґрунти. Діяльність людини видозмінила тут більшість факторів родючості, і, перш за все, ґрунтові.

На сучасному етапі інтенсифікації землеробства, як вважають Т. О. Грінченко і О. А. Єгоришин (1984), важливою проблемою є не тільки одержання максимальних врожаїв культур, а і забезпечення їх стабільності, що потребує збереження родючості і подальшого її підвищення. О. Г. Чагіна та ін. (1986) виділяють у сучасному землеробстві дві протилежні тенденції: зростання ефективної родючості і спад потенційної родючості. Автори досить обґрунтовано відмічають, що такого роду ситуація маскує витрату «запасу міцності» ґрунтів і, у зв'язку з цим, дуже небезпечна.

Т. Н. Кулаковська (1982) поряд з загальноприйнятим поняттям родючості пропонує ввести більш широке поняття продуктивності ґрунтів, яка залежить, крім родючості, від погодних умов, генетичних особливостей рослин і агротехнічних факторів. Інтенсивне землеробство вона розглядає як розширене відтворення родючості ґрунтів.

І. С. Рабочев та І. Є. Корольова (1983) разом з природною і ефективною (існуючою) родючістю виділяють також потенційну ефективну родючість – можливу, більш високу, ніж природна, яка забезпечується прикладанням праці і матеріальних засобів. Розширене відтворення ґрунтової родючості вони уявляють як безперервний процес збільшення ефективної і потенційної родючості в умовах високого рівня культури землеробства.

Один з найважливіших факторів підвищення продуктивності землеробства і родючості ґрунтів, як підкреслює О. О. Берестецький (1984), – біологічний, точніше активність і спрямованість біологічних процесів у ґрунті. В інтенсивному землеробстві, за його дослідженнями, посилюється роль мікроорганізмів у фіксації атмосферного азоту, руйнуванні пестицидів і знищення фітопатогенних мікроорганізмів у ґрунті.

Таким чином, в умовах інтенсивного землеробства значення факторів як ефективної, так і природної родючості в значний мірі зростає.

Біологічний аспект родючості в інтенсивному землеробстві набуває особливого значення і як фактор стабілізації та саморегулювання ґрунтових процесів.

Як підкреслюють Л. Л. Шишов і Д. М. Дурманов (1985), ґрунт звичайно розглядається як більш-менш пасивний субстрат, в той же час гомеостаз ґрунту, як і в інших складних системах, підтримується тут за рахунок лабільності окремих параметрів. Між тим, як стверджує М. Gorny (1985), гомеостаз у ґрунті або в екосистемах визначається, в першу чергу, комплексом біологічних факторів.

У системі ґрунт – рослина важливу, а часто і вирішальну, роль відіграє коренева система, яка здійснює зворотні зв'язки між ґрунтом і рослинним організмом. Оцінка родючості ґрунтів визначається комплексом їх властивостей і режимів, критерієм яких є, перш за все, стан коренів. Marty J. (1983) показує, що любі зміни ґрунтових факторів в першу чергу діють розвиток і активність кореневої системи рослин. Разом з тим, самі кореневі системи здійснюють значний вплив на хід і спрямованість ґрунтових процесів. У зв'язку з цим, В. А. Ковда (1973) підкреслює, що метаболізм коренів рослин, фауни і мікроорганізмів створює своєрідні біохімічні умови у ґрунті. Під час цього накопичуються антибіотики, з'являються гормональні активізуючі сполуки, виділяються і накопичуються ензими, такі, як каталаза, уреаза, сахараза, інвертаза, які спрямовують і прискорюють реакції гідролізу, бродіння, окислення і відновлення.

У зв'язку з використанням енергетичного підходу при оцінці ефективності функціонування біогео- і агроценозів В. М. Володіним (1989) запропонована ідея про родючість ґрунту як його здатність в конкретних умовах забезпечити оптимальний режим зв'язування рослинами сонячної (світлової) енергії. Він виділяє дві форми родючості: потенціальну і реальну. Перша визначається енергетичним потенціалом ґрунту, який здатний проявлятися в оптимальних для фотосинтезу умовах навколишнього середовища. Друга характеризується ступенем прояву потенціальної родючості в конкретних умовах.

Зарубіжні дослідники притримуються практично тих же поглядів на родючість, що і вітчизняні. В одному з визначень пропонується розуміти під родючістю об'єктивну якість ґрунту на основі його фізичних, хімічних і біологічних властивостей бути

середовищем для рослин, які на ньому вирощуються, та посередником в забезпеченні водою і поживними речовинами (Рюбензам Е., Рауе К., 1969), в іншому родючість розглядають як природну стійку здатність до створення урожаю рослин (Кларр Е., 1967). Вважають, що природна родючість є функцією вмісту у ґрунті органічних речовин і зв'язаної з цим мікробіологічної діяльності (Schmalfuss K., 1969). Rusch H. P. (1968) уявляє родючість ґрунту як його оптимальну здатність (завдяки наявності макромолекулярної енергії) до відновлення наземного життя за рахунок збереження або перетворення відмираючих субстанції і повного забезпечення живлення рослин необхідним комплексом низькомолекулярних речовин. Він вважає, що родючість не виражається в конкретних показниках, тому що вона лише біолого-функціональна здатність ґрунту. Т. Кант (1988) пропонує замінити поняття родючості на «здоров'я ґрунту», яке включає біологічний, фізичний і хімічний стан. Значна частина досліджень за кордоном в останні роки мало торкається теоретичних проблем родючості і більше уваги приділяє задачам її регулювання (Reboul C., 1984; Manojlovic S., 1986; Preuschen G., 1986 та ін.).

Родючість уявляють і як загальнопланетарну властивість біосфери, частину якої складає родючість ґрунту (Вернадський В. І., 1926, 1978; Нікітін Б. О., 1981, 1986; Федоров В. М., 1985). Ґрунт оцінюється як одна з підсистем біосфери, яка входить до складу геоплосфери. Остання охоплює частину «плівки життя» (за В. І. Вернадським, це шар в декілька десятків метрів, який включає ґрунти та приземний шар атмосфери). Під родючістю біосфери (екосистеми) розуміють такий стан її ланцюгів, при якому спостерігається розвиток живих організмів, що проявляється у збільшенні біомаси відносно до зародку життя (насіння). Ґрунт як підсистема біогеоценозу характеризується наявністю лише деяких факторів життя рослин, і лише їх стан і визначає родючість ґрунтів. Ефективна родючість проявляється через урожайність рослин.

3.2. Визначення поняття «родючість ґрунту»

На різних стадіях розвитку суспільно-економічних формацій у свідомості людини поняття про ґрунт і його родючість були невіддільними одне від одного. Родючість завжди уявлялась як найбільш цінна властивість ґрунту, що забезпечує існування рослин, тварин і людей на Землі. В міру накопичення знань з ґрунтознавства і

агрономії, все більше пояснювалося питання, які чинники (чи елементи) формують родючість ґрунту.

Родючість ґрунту формується в результаті природного ґрунотворного процесу, в основі якого лежить малий біологічний кругообіг речовини і потоків енергії. Родючість ґрунту формується також під впливом господарської діяльності як результат його окультурення при сільськогосподарському використанні.

В. І. Вернадський зазначав, що завдяки космічним випромінюванням біосфера отримує нові, незвичайні і невідомі для земних речовин властивості. Речовина біосфери стає активною, збирає і розподіляє отриману у формі випромінювання енергію, перетворює її в енергію земного середовища, здатну виконувати роботу.

До цього часу ми користуємось визначенням поняття «родючість», яке дав В. Р. Вільямс, за яким *під родючістю розуміють здатність ґрунтів задовольняти потреби рослин в елементах живлення, воді, забезпечувати їх кореневі системи достатньою кількістю повітря, тепла і сприятливим фізико-хімічним середовищем для нормального росту і розвитку.*

До факторів родючості ґрунту відносять елементи зольного та азотного живлення, воду, повітря і частково тепло – так звані земні умови росту і розвитку рослин. До умов родючості відносять сукупність властивостей та режимів ґрунту (фізичні, фізико-хімічні властивості, наявність токсичних речовин та ін.). Є й так звані космічні фактори родючості, не зв'язані з ґрунтом, але такі, що дуже впливають на урожайність – сонячне тепло і світло, які обумовлюють інтенсивність фотохімічних реакцій у ґрунті.

Таким чином, ґрунт як «материнський організм» використовує енергію Сонця, елементи живлення навколишнього середовища, трансформує їх у процесі складних біофізико-хімічних процесів і забезпечує рослини всім необхідним.

Рівень родючості ґрунту визначається різними показниками температурного, водно-повітряного, поживного, фізико-хімічного, біологічного, біохімічного, сольового, окислювально-відновного режимів.

Схема розвитку і відтворення родючості ґрунту досить складна. До її складу входять фактори життя рослин як космічні, так і земні. Тепло – частково космічний, а частково – земний фактор. Те ж можна сказати і про воду та повітря. Світло – космічний фактор, а елементи живлення – земний. Усі ці фактори, значною мірою впливають на

найважливіші показники родючості ґрунтів, серед яких виділяють:

- фізичні – гранулометричний склад, щільність, пористість, теплові, водні, повітряні, також фізико-механічні властивості;

- хімічні – гумусовий стан, мінералогічний та ваговий хімічний склад, вміст рухомих форм макро- та мікроелементів, наявність токсичних речовин

- фізико-хімічні – окисно-відновний потенціал (ОВП), реакція ґрунту (рН), ємність катіонного обміну (ЄКО), сума та склад увібраних основ, ступінь насиченості основами

- біологічні – кількість та склад мікроорганізмів, здатність ґрунту до нітрифікації та азотфіксації, інтенсивність розкладу целюлози, «дихання» ґрунту, ферментативна активність та фітосанітарний стан.

Не для всіх властивостей та режимів ґрунту виявлені кількісні показники (чи градації оцінок), що дозволяють розробити чітку класифікацію параметрів родючості відповідно вимог до культурних рослин. Але можна стверджувати, що родючість проявляється як результат складної взаємодії і поєданого впливу різних властивостей та режимів ґрунту і що різні рослини мають неоднакові вимоги до цих властивостей та режимів, тобто родючість завжди має відносний характер.

Щоб оцінити (кількісно) родючість ґрунту за всім цим розмаїттям показників, що вимірюються різними показниками (мг, м-екв., мм, % та ін.) слід провести якісну оцінку (бонітування) ґрунту.

Окремі режими та властивості ґрунту тісно залежать один від одного, так що виділити окремо і оцінити кожен з них дуже важко. Режим елементів живлення є результатом складних перетворень мінералів ґрунту, трансформації його органічної частини, активності різних груп мікроорганізмів та фауни ґрунту, впливу реакції середовища, динаміки окислювально-відновних процесів, температурного, водно-повітряного режимів та ін. У свою чергу, будь-який режим, наприклад окислювально-відновний, залежить від вмісту і складу органічної речовини, фізичних властивостей ґрунту, гідротермічних та інших екологічних чинників, інтенсивності мікробіологічних процесів.

Агрофізичні показники ґрунту залежать, насамперед, від умісту гумусу, його групового та фракційного складу, хіміко-мінералогічного та гранулометричного складу ґрунту, його фізико-хімічних властивостей і т. д.

Тісний зв'язок між факторами та умовами родючості вимагає від

агронома вміння передбачати можливі зміни окремих властивостей та режимів ґрунту внаслідок застосування таких заходів як обробіток, меліорація, внесення добрив та ін. При виділенні окремих категорій, форм, видів родючості слід розуміти як різні аспекти оцінки однієї і тієї ж суті. Найчастіше серед них виділяють два: 1) біологічну та 2) економічну (господарську) оцінку родючості ґрунту.

Біологічна оцінка родючості полягає в кількісному визначенні загальної (біологічної) продуктивності рослин на даному ґрунті. Ця оцінка показує, на скільки даний ґрунт здатний забезпечити продуктивність фотосинтезу.

Економічна оцінка родючості базується на його бонітуванні, тобто відносній оцінці (в балах) тих властивостей ґрунту, які більш-менш тісно корелюють з урожайністю сільськогосподарських культур. Окрім того, до уваги беруться й інші показники, що дають змогу оцінити ґрунт, а на його основі і землю, як основний засіб виробництва в сільському господарстві.

3.3. Фактори і закономірності природної родючості ґрунтів

Сучасне ґрунтознавство розглядає ґрунтову родючість як функцію ґрунтогенезу, здатність ґрунту до одночасного забезпечення рослин ресурсами і умовами для їх нормального росту і розвитку.

У зв'язку з тим, що ознакою родючості ґрунту є величина врожаю, яка обумовлюється сукупністю властивостей здатних забезпечувати рослини всім необхідним, О. М. Грінченко зобразив їх у вигляді шестикутника, у кожному з кутів якого стоїть один із факторів, всі вони зв'язані між собою: гумус; гранулометричний склад; будова профілю і щільність; хімічний склад: водно-повітряний і температурний режими; рослинність і мікробіологічна активність.

Тільки врахування всієї сукупності факторів дає можливість підвищувати врожай. Дія лише на один з факторів родючості на певному етапі призводить до зниження врожаю. Дослід, проведений у Німеччині (дослід Вольні), враховує дію на рослини трьох факторів – світла, води і живлення, при одночасному кількісному збільшенні яких, прибавка врожаю не зменшувалася. З цих прикладів випливає надзвичайно важливий висновок, сформульований В. Р. Вільямсом: з метою підвищення родючості ґрунту необхідно одночасно подіяти на всі фактори життя і росту рослин. Все це характеризує ґрунт з природно-наукових позицій.

Водночас, у характеристиці ґрунту необхідно врахувати і

соціально-економічний аспект. Як тільки ґрунт починають використовувати для вирощування культурних рослин, здатність його забезпечувати рослини всім необхідним визначається не тільки природними властивостями, але й характером впливу на нього людини. Останній визначається соціально-економічними умовами суспільства.

Проблему родючості не можна розглядати з відривом від обґрунтування теорії земельної ренти, яка зобов'язана своїм походженням суспільству, а не ґрунту.

3.4. Категорії ґрунтової родючості, їх суть і коротка характеристика

У підручниках та наукових працях із землеробства, ґрунтознавства та агрохімії зустрічаємо різні формулювання понять категорій, видів, груп ґрунтової родючості: природна, первинна, актуальна, потенційна, штучна, культурна, відносна, порівнювальна, дійсна, абсолютна, ефективна, економічна. Деякі поняття ототожнюються: родючість природна або потенційна; відносна або порівняльна; ефективна або економічна. У зв'язку з тим, що родючість ґрунту формується під дією природних і соціально-економічних факторів, вона належить до розряду природних і економічних категорій. О. М. Грінченко (1984) вважав за необхідне виділити і використовувати у господарській діяльності три категорії ґрунтової родючості: природну, ефективну і економічну.

Природна родючість ґрунту. Ґрунт як природно-історичне тіло володіє визначеною родючістю, яка називається «природною родючістю». Вона є результатом розвитку ґрунтотворних процесів, які призвели до утворення даного ґрунту як природного тіла, до якого не доторкалась рука людини. Вона притаманна лише цілиним землям. Характеризується комплексом взаємопов'язаних механічних, фізичних, хімічних, фізико-хімічних і біологічних властивостей, які обумовлюють життєдіяльність рослинних організмів. Водночас, рослинність і мікроорганізми також діють на зміну і напрямок ґрунтових процесів, а, отже, і на родючість ґрунту.

Ефективна родючість ґрунту. Як тільки людина починає використовувати ґрунт (землю) з господарською метою, він стає засобом виробництва. Людина господарською діяльністю (обробітком та іншими технологічними процесами) впливає на розвиток і зміну родючості ґрунту; його родючість проявляється у величині врожаю

культурних рослин. Цю категорію виділяють як ефективну родючість, її рівень залежить не тільки від природної родючості ґрунту, але й більше від процесу і характеру сільськогосподарського використання та культури землеробства. Застосування засобів обробітку, добрив, меліоративних заходів проявляється і на напрямку ґрунтотворення: змінюється природна родючість, створюється її штучний ступінь. Але це не нова категорія родючості, а та сама природна родючість, яка за допомогою штучних заходів набуває більш високого ступеню розвитку. Штучний ступінь родючості і природна родючість зв'язані між собою і впливають на врожайність. Ефективна родючість та її новий штучний ступінь тісно зв'язані з розвитком соціально-економічних умов. Звідси випливає необхідність виділення категорії економічної родючості ґрунту.



Рис. 3.1. Чинники, що обумовлюють рівень ґрунтової родючості
(за О. М. Грінченком)

Економічна родючість ґрунту. У підручниках і працях деяких учених економічна родючість як категорій не виділяється, вона ототожнюється з поняттям «ефективна родючість». Це поняття «економічна родючість» доцільно виділяти як окрему категорію ґрунтової родючості, адже в суспільному виробництві ґрунт виступає предметом і знаряддям праці. У процесі застосування праці, знарядь і знань, при правильному ставленні ґрунт поліпшується; при цьому змінюється природна і підвищується ефективна родючість, перетворюючись в економічну, яка реалізується у визначеній кількості споживчих вартостей.

Економічна родючість ґрунтується на здатності землеробства, зумовленій соціально-економічними факторами, використовувати і підвищувати природну родючість ґрунту. З розвитком науково-технічного прогресу і виробничих сил суспільства створюються умови правильного використання земельних ресурсів і підвищення природної та економічної родючості ґрунту.

3.5. Щодо «еталону родючості»

У навчальній і науково-популярній літературі для підтвердження могутності і багатства наших ґрунтових ресурсів широко вживається міф, що у Міжнародному бюро мір і ваги (м. Севр, передмістя Парижу) поряд з іншими еталонами зберігається й моноліт чорноземного ґрунту як еталон родючості. Необхідно внести ясність щодо цього питання на основі відомих історичних фактів.

Перше – щодо місця відбору моноліту. На Паризькій всесвітній виставці у 1898 р. В. В. Докучаєв експонував колекцію ґрунтів, серед яких центральне місце займав «цар ґрунтів» – монолітний куб чорнозему зі сторонами в одну сажень (близько 2 м) об'ємом близько 8 м³. Зразок був відібраний на території сучасного Панінського району Воронезької області (Росія), а для його транспортування залізницею у Францію була обладнана спеціальна відкрита платформа. Тому є недоречною дискусія щодо географічного місця відбору цього експонату, адже деякі автори некоректно приписують цей факт різним географічним регіонам чорноземної зони («магдалинівський», «полтавський», «харківський» і ін.).

Друге – щодо «еталону ґрунту» і його місцезнаходження. Після закриття виставки на експонат претендували Національний музей Франції, університет у Сорбонні, інші інститути та наукові товариства

Франції. Тому була навіть пропозиція розділити цілісний моноліт чорнозему на частини. Однак експонат все ж вирішили зберегти цілісним. І дістався він університету в Сорбонні, де й зберігався до 1968 р., однак під час студентських заворушень був зруйнований. У запасниках Національного агрономічного інституту Франції знайшлися лише його фрагменти, найбільший з яких має розміри лише 30-60 см.

3.6. Окультурення ґрунтів

Родючість ґрунту є такою властивістю, яка здатна до відтворення і в природних умовах, і при сільськогосподарському використанні ґрунту.

Відтворення родючості може бути розширеним, простим неповним.

Розширене відтворення родючості це поліпшення сукупності властивостей ґрунту, які впливають на його родючість.

Просте – це відсутність помітних змін сукупності властивостей ґрунту, які впливають на його родючість.

Неповне – це погіршення властивостей ґрунту, які впливають на його родючість. Це широко розповсюджене як у світі, так і у нашій країні, явище має негативні наслідки в природному й соціально-економічному відношеннях.

Зниження родючості ґрунту відбувається за рахунок трьох основних процесів:

- антропогенна деградація (ерозія, викликана людиною, вторинне засолення, вторинне заболочення);
- виснаження ґрунту (зменшення запасів гумусу, поживних речовин тощо);
- стомлення ґрунту (накопичення в ньому різних токсичних елементів, викликаних неправильними сівоzmінами, надлишком хімічних засобів тощо).

Для підвищення ефективної і природної родючості треба впроваджувати науково обґрунтовані системи землеробства, що може забезпечити окультурення ґрунтів.

Під **окультуренням ґрунтів** розуміють систематичне використання заходів щодо підвищення їх родючості із урахуванням генетичних властивостей, вимог сільськогосподарських культур, тобто формування ґрунтів із більш високим рівнем ефективної й потенційної родючості. В. В. Докучаєв (1883), порівнюючи ґрунт з

породистим конем, зазначав, що нещадна експлуатація та голодний раціон обов'язково викличуть виснаження навіть найсильнішої тварини, тобто найродючішого ґрунту.

Окультурення ґрунту – це екологічна реорганізація всіх компонентів біогеоценозу, що призводить до антропогенної зміни ґрунтових режимів під потреби однієї рослини. Таке штучне обмеження біорізномайття в агроценозі робить подібні екосистеми нестійкими. Саме тому ґрунти агроценозів потребують прискіпливої уваги та бережливого ставлення. При окультуренні ґрунтів розрізняють такі стадії:

1. Стадія різкої невідповідності ґрунтових властивостей і агроценозів. Розвивається в початковий період освоєння ґрунтів. Відбувається досить інтенсивна зміна ґрунтових властивостей. Запаси гумусу різко змінюються.

2. Стадії поступових змін ґрунтових властивостей настають по мірі зрівнювання невідповідності ґрунтових властивостей і вимог агроценозів.

3. Стадія рівноваги «ґрунтови властивості – агроценози». На цій стадії збагачення ґрунту за рахунок рослинних решток, винесення добрив і життєдіяльності агроценозів компенсується мінералізацією і відчуженням речовин з урожаєм.

3.7. Закон «спадаючої родючості ґрунтів» та його критика

Вчення про ґрунтову родючість склалося у процесі розвитку вчення про земельну ренту. Іншим аспектом, у якому розвивалося це вчення, була боротьба з мальтузіанською «теорією» народонаселення і законом «спадаючої родючості ґрунту», сформульованих у XVIII ст. французьким економістом А. Тюрго у книзі «Роздуми про створення та розподіл багатств» (1766). Згідно цього закону, *«кожне вкладання праці і засобів виробництва на одній і тій самій ділянці землі дає все меншу і меншу прибавку врожаю»*.

«Теорія» мала багато прибічників на початку XX ст. і в Україні та Росії, оскільки за її допомогою можна пояснити причини зубожіння людей, затушовуючи при цьому роль соціальних умов. Але закон спадаючої родючості ґрунту має лише відносне й умовне застосування до тих випадків, коли техніка, засоби виробництва залишаються без змін. Головною тезою його прибічників є лише відносне й умовне застосування до вказаних випадків; воно зводиться до того, що якби наступні вкладення праці і капталу до землі давали

не зменшену, а однакову кількість продукту, тоді навіщо було б взагалі розширяти площі, які обробляються. Якщо ж збільшення фактору родючості ґрунту супроводжується, завдяки розвитку науки і техніки, підвищенням технічного рівня у сільському господарстві, то закон спадаючої родючості ґрунту зовсім не справджується в тих випадках, коли техніка прогресує, поліпшуються засоби виробництва.

3.8. Показники родючості ґрунтів

Показники родючості ґрунтів використовуються органами виконавчої влади з питань земельних ресурсів, екології, аграрної політики як основа для визначення категорії якості земель, контролю за їх використанням та охороною, для моніторингу стану ґрунтів та їх родючості, а також придатності для різних способів використання.

Рівень родючості ґрунтів враховується при наданні земельних ділянок у користування, вилученні з господарського обігу та зміні характеру та режиму використання, визначенні придатності земель до вирощування певних сільськогосподарських культур, оцінці сучасного стану ґрунтів.

Основою об'єктивних даних щодо географічних, генетико-морфологічних, агрохімічних, агрофізичних та інших характеристик складу та властивостей ґрунтів конкретної земельної ділянки, її визначення для вирощування певних сільськогосподарських культур є земельний кадастр і агрохімічна паспортизація земель, результати яких відображують як: технічний паспорт; паспорт ґрунту; агрохімічний паспорт земель сільськогосподарського призначення.

Для встановлення якісної оцінки ґрунтового покриву конкретної земельної ділянки, окрім еколого-агрохімічної оцінки ґрунту, вираженої у відповідних балах, визначають також його агрофізичні показники, забруднення важкими металами, залишками пестицидів, радіонуклідами та іншими токсинами антропогенного походження із урахуванням класу загрози. Визначають також прогнозування змін, потребу в заходах з охорони і відтворення родючості. Для визначення якісних характеристик ґрунту використовують:

- матеріали великомасштабного обстеження ґрунтів та їх коригування (нариси, ґрунтові карти);
- матеріали детального агрохімічного обстеження ґрунтів;
- матеріали гідрогеолого-меліоративної служби Держводгоспу України з вивчення меліоративного та еколого-меліоративного стану земель (зрошуваних і осушених);

- результати польових дослідів з добривами, проведених агрохімічною службою України;

- дані агрохімічного паспорту земель сільськогосподарського призначення, який характеризує сучасний стан родючості ґрунту та ступінь його забруднення токсичними агрохімікатами, важкими металами, радіонуклідами.

Згідно ДСТУ 4362 :2004 «Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів» рівень родючості ґрунту оцінюється за такими показниками:

- агрофізичні характеристики (потужність гумусованого шару ґрунту; гранулометричний склад; щільність складення ґрунту; структурно-агрегатний склад; максимально можливі запаси продуктивної вологи в метровому шарі);

- агрохімічні показники (вміст гумусу; вміст поживних речовин і мікроелементів);

- фізико-хімічні властивості (реакція ґрунтового розчину; склад поглинутих катіонів; забруднення ґрунтів важкими металами, залишками пестицидів і радіонуклідами; катіонно-аніонний склад водної витяжки та ступінь засолення ґрунтів - для солонцевих, засолених і зрошуваних земель).

Питання для самоконтролю:

1. Основні етапи вивчення родючості ґрунтів
2. Що включає в себе поняття «родючість ґрунту»?
3. Фактори і закономірності природної родючості ґрунтів
4. Категорії ґрунтової родючості, їх суть і коротка характеристика
5. Що розуміють під поняттям «еталон родючості»
6. Окультурення ґрунтів
7. Закон «спадаючої родючості ґрунтів» та його критика
8. Показники родючості ґрунтів

РОЗДІЛ 4. СИСТЕМНІ ОСНОВИ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ

4.1. Поняття про природні системи

Різноманіття біосфери охоплює неживу і живу природу, простір і час, передбачає їх функціонування в рамках єдиних законів природи. При вивченні структури та принципів функціонування природних систем користуються системним і еволюційним підходами. Прогрес науки в розвитку цього напрямку визначився лише після широкого розповсюдження ідей і уявлень про динаміку відкритих систем, про самоорганізацію відкритих систем, про динамічні відкриті системи.

Кожен окремий об'єкт, предмет або явище можна розглядати як певну цілісність – систему. Всяка система (грец. «*systema*» – ціле, складене з частин) складається з певної кількості елементів (компонентів), які знаходяться у зв'язках і відношеннях один з одним і утворюють певну цілісність.

Поняття організації природних систем включає структурну, процесну (функціональну), часову (хронологічну) і просторову організації. Головною ознакою системи є взаємозв'язок і взаємодія компонентів у межах цілого, причому ступінь взаємодії компонентів у системі може бути різною. Кожен компонент системи виконує свою функцію. Взаємозв'язки між компонентами у межах системи називають внутрішніми зв'язками. Природним системам властиві також зовнішні зв'язки з іншими системами або їх окремими компонентами. Прикладом зовнішніх зв'язків може бути надходження сонячного світла, необхідного для існування біоти. Окрім того, з ґрунту рослини отримують воду та поживні речовини, тобто здійснюють зв'язок із довкіллям. Тому природні системи вважаються відкритими. Характерними ознаками системи є:

- кожна система складається щонайменше з трьох компонентів;
- компоненти системи взаємодіють між собою;
- система працює як єдине ціле;
- система має властивості і характерні якості, які відсутні у її компонентів;
- для роботи системи необхідна енергія.

Все різноманіття матеріальних систем світу складається з трьох основних типів: системи неживої природи; системи живої природи; суспільно-соціальні системи. Окрім цього виділяють також біокосні

системи (динамічні природні системи з взаємовідношенням організмів і оточуючого їх абіотичного середовища – біогеоценоз, екосистеми) та системи біологічні, яким притаманні саморегуляція, саморозвиток, самовідтворення. Біологічні системи мають різну складність (від макромолекули до одночасної сукупності живих організмів); володіють, з одного боку, властивістю цілісності, з іншого – компонента системи у складі структурно-функціональних ієрархічних рівнів організації.

4.2. Принципи організації систем

За обсягом і кількістю компонентів системи поділяють на *прості і складні*. Системи вважають *простими*, якщо в них входить незначна кількість компонентів, тому взаємовідношення між ними піддається математичному моделюванню і виведенню універсальних законів. *Складні* системи мають велику кількість компонентів, а отже, і значну кількість зв'язків між ними. Тому закономірності функціонування складних систем вивчити і моделювати набагато важче, ніж простих. Труднощі вивчення таких систем обумовлені також наявністю емерджентних властивостей, тобто властивостей, не притаманних кожному окремому її компоненту, а стає наслідком їх взаємодії і цілісності системи. До складних систем відносяться усі біологічні системи, включаючи всі структурні рівні їх організації від клітини до популяції.

На відміну від закритих (ізольованих), *відкриті* системи обмінюються з навколишнім середовищем енергією, речовиною та інформацією. *Біологічні системи – завжди відкриті системи*, умовою існування яких є внутрішньо контрольований обмін речовиною, енергією й інформацією з навколишнім середовищем і надходження зовнішнього, відносно них, потоку енергії. У неорганічній природі системи обмінюються із зовнішнім середовищем, яке також складається з різних систем і мають певні запаси енергії і речовини. У соціальних і біологічних системах, окрім обміну енергією і речовиною, відбувається ще й обмін інформацією, зокрема при передачі генетичної інформації.

Ступінь організованості або безладу всякої системи характеризує ентропія – чим більший показник ентропії, тим більший хаос. Згідно другого закону термодинаміки, всі природні процеси відбуваються зі збільшенням ентропії. У стані рівноваги вона максимальна, тому всі процеси здійснюються з витратою енергії і

збільшенням безладу. При зростанні ентропії посилюється безлад у системі. Ентропія замкнутої системи, яка не обмінюється з оточуючим середовищем ні енергією ні речовиною, постійно зростає. Тому такі системи еволюціонують у бік збільшення в них безладу, хаосу і дезорганізації, поки не досягнуть точки термодинамічної рівноваги, в якій будь-яка робота стає неможливою.

Згідно з другим законом термодинаміки усі природні процеси є незворотними і можуть здійснюватися лише зі збільшенням безладу, тобто у бік теплового рівноважного стану.

У відкритих системах також є ентропія, оскільки в них відбуваються незворотні процеси, але вони в цих системах не накопичується, як в закритих, а виводиться у навколишнє середовище. Оскільки ентропія характеризує ступінь безладу у системі, можна стверджувати, що відкриті системи існують за рахунок запозичення енергії із зовнішнього середовища.

Самоорганізація систем притаманна усім складним відкритим системам. Тому весь навколишній світ є сукупністю різноманітних самоорганізованих процесів, які служать основою будь-якої еволюції. У процесі самоорганізації систем можуть виникати нові (емерджентні) властивості і стани.

Виділяють такі основні принципи самоорганізації систем:

1. Відкритість. Адже замкнута (ізолювана) система відповідно до другого закону термодинаміки в кінцевому підсумку повинна прийти в стан, що характеризується максимальною дезорганізацією.

2. Відкрита система повинна знаходитися достатньо далеко від точки термодинамічної рівноваги. Якщо система перебуває у точці рівноваги, вона має максимальну ентропію і тому не здатна до будь-якої організації: у цьому положенні досягається максимум її самодезорганізації. Якщо ж система розташована поблизу від точки рівноваги, то з часом вона наблизиться до неї і перейде в стан повної дезорганізації.

3. Якщо принципом впорядкування для ізолюованих систем є еволюція в бік збільшення їх ентропії або посилення безладу (принцип Больцмана), то фундаментальним принципом самоорганізації є, навпаки, виникнення та посилення порядку через флуктуації (випадкові відхилення системи від деякого середнього положення, стану), які виправляються і самоліквідуються системою. Однак у відкритих системах завдяки посиленню неврівноваженого стану амплітуди цих відхилень з часом можуть зростати і врешті-решт призвести до «розхитування» колишнього порядку і виникнення

нового. Цей процес зазвичай характеризують як принцип організації порядку через флуктуації. Оскільки флуктуації носять випадковий характер (а саме з них починається виникнення нового порядку і структури), поява нового завжди пов'язана з дією випадкових факторів.

4. На відміну від принципу негативного зворотного зв'язку, на якому ґрунтується управління та збереження динамічної рівноваги систем, виникнення самоорганізації спирається на діаметрально протилежний принцип – позитивний зворотний зв'язок, згідно з яким зміни, що з'являються в системі, не усуваються, а, навпаки, накопичуються і посилюються, що і призводить врешті-решт до виникнення нового порядку і структури.

5. Процеси самоорганізації, як і переходи від одних структур до інших, супроводжуються порушенням симетрії. Процеси самоорганізації, пов'язані з незворотними змінами, призводять до руйнування старих і виникнення нових структур.

6. Самоорганізація може початися лише в системах з достатньою кількістю взаємодіючих між собою елементів, які мають певні критичні розміри. В іншому випадку ефекти від синергетичної взаємодії будуть недостатніми для прояву колективної поведінки елементів системи і тим самим виникнення самоорганізації.

7. Вирішальним фактором самоорганізації є утворення позитивного зворотного зв'язку системи та середовища. При цьому система починає самоорганізовуватися і протистояти тенденції її руйнування середовищем. Становлення самоорганізації визначається також характером взаємодії випадкових і необхідних чинників системи та оточуючого її середовища.

8. Самоорганізація може мати і переломні моменти – точки біфуркації. Поблизу точок біфуркації в системах спостерігаються значні флуктуації; роль випадкових факторів різко зростає. У переломний момент самоорганізації принципово невідомо, в якому напрямку буде відбуватися подальший розвиток: стане стан системи хаотичним, чи вона перейде на новий, більш високий рівень впорядкованості та організації. У точці біфуркації система мов би визначається з вибором того чи іншого шляху розвитку і відповідної організації. У точці біфуркації навіть незначна випадкова флуктуація може започаткувати нову організацію системи у певному (часто не прогнозованому, несподіваному або навіть малоймовірному) напрямку, одночасно унеможливаючи при цьому розвиток в інших напрямках.

Отже, самоорганізація систем ґрунтується на принципі позитивного зворотного зв'язку, згідно з яким зміни, що з'являються в системі, не усуваються, а навпаки – накопичуються і посилюються, що призводить до виникнення нової структурної організації системи.

4.3. Екосистема: поняття, ознаки, класифікація

Екосистема (екологічна система) – складна ієрархічна структура організованої матерії, в якій при об'єднанні компонентів у більші функціональні одиниці виникають нові якості, відсутні на попередньому рівні. Екосистема є відкритою термодинамічною системою, що існує за рахунок надходження з навколишнього середовища енергії та речовини і має здатність до саморозвитку та саморегуляції. Екосистемі властиві ознаки складних відкритих систем:

- *емерджентність* – виникнення нових властивостей за рахунок взаємодії її окремих елементів. Якісно нові, емерджентні властивості екологічного рівня, не можна передбачити, виходячи з властивостей компонентів, що становлять цей рівень.

- *сукупність* як сума властивостей кожної окремої системи, тобто наявність сукупних властивостей (наприклад, народжуваність для популяції – сума індивідуальної плодючості особин виду).

- *гетерогенність* (принцип різноманіття) – система не може складатися з абсолютно ідентичних елементів.

За ступенем антропогенної трансформації екосистеми поділяють на:

- *природні* – у промислово розвинутих країнах екосистем не захоплених людською діяльністю майже не залишилося, окрім заповідників;

- *антропогенно-природні* – лісові насадження, луки, ниви, хоча й складаються виключно майже з природних компонентів, але створені і регулюються людьми;

- *антропогенні* – переважають штучно створені антропогенні об'єкти і окрім людей можуть існувати лише окремі види організмів, що пристосувалися до цих специфічних умов.

До екологічних факторів відносять будь-які умови середовища, які здатні прямо чи опосередковано впливати на живі організми та характер їх взаємовідносин. За характером походження виділяють три основних групи екологічних факторів:

1. *Абіотичні* – зумовлюються дією неживої природи і

поділяються на: кліматичні (температура, світло, сонячна радіація, вода, вітер, кислотність, солоність, вогонь, опади); орографічні (рельєф, нахил схилу, експозиція); геологічні тощо;

2. *Біотичні* – дія одних організмів на інші, включаючи всі взаємовідносини між ними;

3. *Антропогенні* – вплив на живу природу життєдіяльності людини.

За характером дії екологічні чинники поділяють на стабільні і змінні. *Стабільні* не змінюються протягом тривалого часу (земне тяжіння, сонячна радіація, склад атмосфери та інші), зумовлюють загальні пристосування організмів до певного середовища. *Змінні* чинники з часом змінюють свої характеристики. Їх поділяють на закономірно змінні – періодичність добових і сезонних змін зумовлюють певну циклічність і випадково змінні, які об'єднують біотичні, абіотичні і антропогенні фактори, дія яких повторюється без певної періодичності (коливання температури, дощ, вітер, град та інші).

Екологічні фактори класифікують також за часом (еволюційні, історичні, сучасні), періодичністю (періодичні і неперіодичні), походженням (космічні, абіотичні, біотичні, природно-антропогенні, техногенні, антропогенні), середовищем виникнення (атмосферні, водні, геоморфологічні, фізіологічні, генетичні, екосистемні), характером (інформаційні, фізичні, хімічні, енергетичні, біогенні, комплексні, кліматичні), об'єктом впливу (індивідуальні, групові, видові, соціальні), ступенем впливу (летальні, екстремальні, обмежуючі, турбуючі, мутагенні, тератогенні), умовами дії (залежні, незалежні), спектром впливу (вибіркової чи загальної дії).

4.4. Поняття про геоекосистеми

Геоекосистема – це однорідна ділянка оболонки Землі з однотипними фізико-географічними умовами, певною сукупністю організмів, характерним для неї речовинно-енергетичним обміном та (існуючим не потенційним) видом господарського використання. У межах геоекосистеми компоненти природи перебувають у системному взаємозв'язку і як певна цілісність взаємодіють з іншими системами (літосферою, гідросферою, біосферою і атмосферою) і людським суспільством.

Усі природні компоненти геосистеми (рельєф, гірські породи, приземний шар атмосфери, води, ґрунти, рослинний і тваринний світ)

перебувають у постійному взаємозв'язку і розвитку. Поняття «геосистема» охоплює весь ієрархічний ряд природних географічних одиниць – від географічної оболонки до її елементарних структур.

Виділяють три основні рівні організації геосистем: планетарний, регіональний і локальний (місцевий). Планетарний рівень представлений географічною оболонкою Землі. До геосистем регіонального рівня відносять великі і складні за будовою структури географічної оболонки – фізико-географічні зони, сектори, країни. Під системами локального рівня розуміють відносно прості геосистеми, урочища місцевості та ін., з яких складаються регіональні геосистеми.

4.5. Ґрунт як термодинамічна система

Всі фізичні і хімічні процеси в природі відбуваються із зменшенням енергії до такого стану, поки не досягається рівновага, при якій вільна енергія системи стає мінімальною, а ентропія – максимальною. Тому вільна енергія – це корисна енергія, а ентропія є мірою енергії, яку вже не можна використовувати. Е. Шредінгер (1972) стверджував, що кожен процес, явище, подія які відбуваються в природі, свідчать про збільшення ентропії в тій частині Всесвіту, де це має місце.

Живий організм також безперервно збільшує свою ентропію – виробляє позитивну ентропію і, таким чином, наближається до небезпечного стану максимальної ентропії, який являє собою смерть. Організм може уникнути цього стану, тобто залишатися живим, лише за умови постійного вилучення з навколишнього середовища негативної ентропії.

Таким чином, Е. Шредінгер розглядав загальний ентропійний баланс як зростання позитивної ентропії, виробленої всередині організму, і негативної ентропії, що надходить з навколишнього середовища. Цей висновок покладено в основу рівняння балансу ентропії в термодинаміці незворотних процесів, згідно з яким загальна зміна ентропії системи може бути позитивною і обумовлювати деградацію системи, і негативною, якщо зовнішнє середовище має вільну енергію, здатну компенсувати збільшення ентропії системи, тобто містить елементи упорядкованості організації системи.

Ентропія та вільна енергія взаємопов'язані: збільшення ентропії при незворотному процесі супроводжується зменшенням кількості

вільної енергії. Всі природні процеси, і в тому числі процеси вивітрювання і ґрунтоутворення, є незворотними з позицій термодинаміки. Це пов'язано з тим, що природні процеси протікають із певними швидкостями і при кінцевих різницях між силами, що діють на систему і їй протидіють, процеси супроводжуються втратами енергії в результаті наявності тертя, випромінювання, теплопередачі, дифузії тощо.

За визначенням В. А. Ковди (1973), з точки зору термодинаміки ґрунт є відкритою багатофазною системою, яка характеризується незворотними термодинамічними процесами, інтенсивність і спрямованість яких визначаються умовами і факторами ґрунтоутворення. Тому ґрунт характеризується властивостями, притаманними кожній системі:

1. Ґрунтові тіла мають істинні або довільні межі.
2. Енергія і речовина може входити (вводиться) у ґрунт ззовні і виводиться (вилучається) за його межі.
3. Ґрунт має шляхи для перенесення і перетворення енергії.
4. У межах тіла ґрунту речовина і енергія може переміщатися з одного місця в інше. Фізичні властивості ґрунту можуть змінюватися в результаті хімічних реакцій або у зв'язку зі зміною стану.
5. Ґрунти, як відкриті системи, прагнуть зберегти динамічну рівновагу або стійкий стан, при якому швидкість матеріальних та енергетичних надходжень відповідає швидкості їх втрат, а вже накопичена енергія і речовина прагнуть залишатись постійними.
6. За зміни швидкості матеріальних та енергетичних надходжень і втрат ґрунт, як відкрита система, прагне досягти нового стану динамічної рівноваги. Період зміни, необхідний для встановлення нового стану рівноваги, є перехідним станом. Період часу, необхідний для досягнення нової динамічної рівноваги, залежить від чутливості системи.
7. Накопичення енергії й речовини змінюється залежно від швидкості їх потоків.
8. Чим вища здатність до накопичення енергії й речовини в межах системи, тим нижча чутливість системи.

За визначенням О. О. Роде (1959), ґрунтоутворний процес є сукупністю явищ перетворення і переміщення речовин і енергії у верхній частині кори вивітрювання.

Особливої уваги заслуговує використання в аналізі закономірностей функціонування ґрунтових систем другого закону термодинаміки, який можна сформулювати наступним чином: «Будь-

яке перетворення однієї форми енергії в іншу супроводжується зменшенням кількості доступної енергії, оскільки частина енергії при цьому перетворюється в тепло і розсіюється». Тому за будь-якого перетворення енергії коефіцієнт корисної дії не може досягти 100 %.

Сучасний рівень знань про процес ґрунтоутворення з термодинамічної точки зору ще не дозволяє визначати енергетичний баланс системи ґрунт-рослина з високою точністю. Можливість оцінити енергетичний баланс на певних стадіях ґрунтогенезу дозволить визначати його інтенсивність і прийоми регулювання.

4.6. Структурні рівні організації ґрунтових систем

Елементи системних уявлень містилися в теорії ґрунтознавства вже на початку його виникнення: вчення В. В. Докучаєва про ґрунт як природне тіло, про горизонтну будову ґрунтів. М. М. Сибірцев запропонував вивчати ґрунт як ґрунтову масу (суміші, агрегати, розчини, гази, біогеологічні та інші процеси) і як ґрунтове геофізичне утворення (ґрунтове тіло, що складається з генетичних горизонтів). П. С. Коссович ввів поняття «ґрунтовий покрив», встановив закономірності просторового розміщення ґрунтів. У подальшому уявлення про зв'язки в тріаді «ґрунтова маса – ґрунтове тіло – ґрунтовий покрив» довгі роки не мало розвитку, а поняття про ґрунтову масу поступово було майже втрачено і заміщено поняттям «загальні властивості ґрунту».

Основи системного загальноструктурного підходу у ґрунтознавстві розроблено В. Г. Зольниковим, А. Д. Вороніним, Б. Г. Розановим. Ними обґрунтовано поняття структури як внутрішньої організації об'єкта, виділено систему рівнів структурної організації ґрунту: атомарний, іонно-молекулярний, елементарних ґрунтових часток, агрегатів і новоутворень, горизонтів, ґрунтового індивідууму (педону), ґрунтового покриву (рис. 4.1). Функції ґрунтів у екосистемах та біосфері розроблені Г. В. Добровольським і Є. Д. Нікітіним.

Згідно сучасних уявлень про організацію ґрунтових систем виділяють надрівень мікросвіту який є загальним для всіх природних тіл і три специфічний власне ґрунтових надрівня: ґрунтової маси, ґрунтового тіла і ґрунтового покриву.

Надрівень мікросвіту.

Надрівень мікросвіту є загальним для усіх природних об'єктів. Єдність надрівня, як відомо з фізики, забезпечується дією

електромагнітних сил. Складовими надрівня мікросвіту є:

Рівень елементарних (ядерних) часток (кларків) – первинний рівень організації матерії, прояв якого в макросвіті, у тому числі й у ґрунтах, на сучасному етапі недостатньо досліджено.

Атомний рівень представлений ізотопами близько 100 хімічних елементів і є основою матеріального світу. З цим рівнем у ґрунтах пов'язані процеси ізотопного фракціонування, радіоактивність, протонно-електронні взаємодії (pH-Eh), електричні явища.



Рис. 4.1. Організація ґрунтових систем

Кларки ґрунтів – важливий показник ґрунотворення. Відокремлені атоми в ґрунтах зустрічаються рідко, значно частіше утворюють молекули та їх сполуки.

Молекулярний рівень є основою речовинної різноманітності макросвіту. Поєднання обмеженого числа хімічних елементів утворюють близько 200 тис. природних неорганічних, 800 тис. природних органічних сполук (елементів), приблизно 2 тис. мінералів і близько 200 колоїдних сполук і систем. З цієї кількості значна частина складає власне ґрунт як природне тіло. Молекули, як і атоми, в незв'язаному стані зустрічаються досить рідко (переважно в розчинах і газах). У ґрунтах переважають іони, радикали, кристали,

асоціації тощо. З молекулярним рівнем пов'язані усі хімічні та біохімічні реакції. Він є основою хімічних процесів у ґрунтах, обумовлює стійкість і мінливість ґрунтів.

Надрівень ґрунтової маси.

Надрівень ґрунтової маси відображає внутрішню будову речовини ґрунту, його елементів, їх якісний склад та взаємне розташування. До цього надрівня віднесені такі рівні:

Фазово-речовинно-дисперсний – вихідний і найбільш складний рівень організації ґрунтових систем. Відображає основні особливості ґрунтів – фазову гетерогенність (тверда, рідка, газова, жива фази), речовинний склад кожної з фаз, дисперсність – розміри часток (індивідуумів речовини), біокосність. Міжфазові взаємодії є основою ґрунтотворення і навіть самим ґрунтотворенням.

Існування твердої, рідкої і газової фаз зумовлена властивостями атомів і молекул (їх радіусами, масами зарядів та ін.) Жива фаза, організми є результатом тривалої спільної еволюції життя, екосистем і самих ґрунтів протягом геологічної історії розвитку біосфери.

Тверда фаза представлена частками (різних фракцій) мінералів і порід вихідної ґрунтотвірної породи й відповідних педогенних утворень. Це – матриця, скелет, каркас ґрунтової маси, джерело речовини та енергії для ґрунтотворення. До твердої фази відносяться також частки органічної речовини, що розкладаються, а також гумус. Елементами рівня є частинки твердої фази, в тому числі елементарні ґрунтові частки мінеральної частини ґрунтів. Частинки твердої фази чітко поділяються на активні поверхневі й відносно інертні внутрішні зони. Дисперсність твердої мінеральної частини обумовлює дисперсність стану інших фаз.

Рідка фаза (головним чином – водні розчини) – середовище протікання хімічних реакцій і процесів, основний агент і носій міграції речовини та енергії, трансформації їх при фазових переходах. Елементи фази – індивідууми форм вологи, асоціації молекул.

Газова фаза – найбільш активний мігрант у ґрунтах, результат міграції речовини з атмосфери, земних надр, біохімічних процесів. Елементами фази є гази (вільні, розчинені, сорбовані), а також асоціації їх молекул.

Жива фаза – сукупність організмів, що мешкають в ґрунті. Їх основні функції – джерело живої автотрофної речовини, її перетворення і утворення гумусу, джерело біохімічних виділень, поглинань, перенесення речовин, біогенного кругообігу, механічних впливів і біотурбацій. Елементи фази – особини дрібних організмів,

що постійно живуть в ґрунтах.

Двоїста природа відносно ґрунтів властива корінню вищих рослин і риючим тваринам. Вони володіють властивостями як складової частини ґрунту, так і зовнішніми властивостями самотійного агента. Наявність в ґрунтах живої фази обумовлює визнання ґрунту педоекосистемою як підсистемою екосистеми. Уявлення про ґрунт як екосистему вже закріпилося в ґрунтовій зоології.

Ґрунтові процеси рівня настільки ж різноманітні, як і процеси трансформації і мінералізації органічної речовини, вивітрювання і синтез мінералів, гумусоутворення і формування мінерало-органічних структур, сорбційні процеси і ряд інших ґрунтових мікропроцесів.

Агрегатно-порово-сегрегатний рівень. Первинні частки твердої, головним чином мінеральної фази, з'єднуючись, утворюють елементи цього рівня – агрегати, пори, виникають сегрегати (ґрунтові новоутворення). Агрегування, поряд з гумусоутворенням – один з найважливіших результатів ґрунотворення. Завдяки агрегуванню стає можливою міграція речовин у ґрунті: хімічні та біохімічні реакції в розчинах, що заповнюють пори. Елементи цього рівня характеризуються не тільки специфічним складом і будовою, але і взаємним розташуванням. До елементів рівня відносять педогенні агрегати, не агреговані «мікроблоки», успадковані від гірських порід, пори різної форми і розмірів, їх рідинне і газове заповнення, колонії, плівки, асоціації організмів.

Розрізняють три підрівня, властивості й процеси в яких суттєво різняться.

Ультрамікропідрівень (колоїдний) об'єднує агрегати розмірами менше 0,001 мм волокнистої або лускатої форми. Формуються під впливом міжмолекулярних сил, головним чином за коагуляції. Пористість некапілярна, вода знаходиться в міцно зв'язаному стані. Мають педогенне або седиментаційне походження. На цьому підрівні локалізуються найбільш інтенсивні процеси вивітрювання, синтезу мінералів, утворення та закріплення гумусу, обмінні реакції, тиксотропні явища (здатність колоїдних систем розріджуватися під впливом механічної дії: струшування, розмішування, вібрації і тощо; після усунення впливу здатні переходити в колишній гелеподібний стан; спостерігаються у дисперсних, переважно піщано-колоїдних і зв'язних ґрунтах при незмінній їх вологості і температурі).

Мікропідрівень (мікроморфологічний) об'єднує елементарні ґрунтові частки розміром від 0,001 до 0,05-0,25 мм. Формується під

впливом капілярних сил, процесів, що проходять в капілярах; механо-молекулярних явищ (набухання, усадка), діяльності організмів. Агрегати можуть мати складну 2-3-рівневу будову, ділитись на групи (зерна скелета, глиниста плазма карбонатна, безкарбонатна, озалізнена, гумусова, органічні рештки, педоутворення, пори, плівки та ін.), а також типи будови за співвідношенням елементів (плазмове, пилувато-плазмове, скелетне та ін.).

Макропідрівень (розміри елементів від 0,05-0,25 мм до десятків мм) відповідає формам структури ґрунтів і ґрунтових новоутворень. Формує рух вільної вологи, гравітаційні сили, фазові переходи, явища набрякання, усадки, діяльність організмів тощо. Тип макроструктури ґрунтів має приуроченість до конкретних ґрунтів або горизонтів. Важливою характеристикою є водостійкість структурних агрегатів, які формуються переважно внаслідок хімічних, фізико-хімічних, біологічних процесів і явищ.

Процеси, що відбуваються на макропідрівні, забезпечують механізм передачі потоків речовини і енергії від ґрунтових мікропроцесів до генетичних ґрунтових горизонтів й типоморфувальним процесам.

Морфонний рівень організації ґрунтових систем було запропоновано Є. А. Корнблюмом як проміжний між агрегатним і горизонтним рівнями. Його суть полягає у виділенні візуально помітних ієрархічних і неієрархічних неоднорідностей в ґрунтовій масі, що складається з елементів попереднього рівня. На морфонному рівні виділяють такі елементи: морфон – однорідний візуально помітний елемент; поліморфон – складовий структурний елемент, що складається з однотипних (однорідних) морфонів; гетероморфони – складові елементи, що складаються з двох і більше стійких сполучень морфонів.

Утворення морфонів обумовлено літологічною неоднорідністю, діяльністю організмів, міграцією розчинів, проявом механо-молекулярних сил, накладанням процесів. Зустрічаються морфони як всередині горизонтів, так і міжгоризонтні, розсіяні по профілю.

Надрівень ґрунтових тіл.

Надрівень ґрунтових тіл відображає розшарування ґрунтової маси по вертикалі на шари-горизонти, сукупність яких утворює індивідууми – тіла з природними межами. Проявляється і в розподілі елементів ґрунтової маси.

Горизонтний рівень відображає утворення ґрунтів з гірських порід, диференціацію властивостей і процесів з глибиною,

(біоаккумулятивні, елювіальні, ілювіальні, метаморфічні, гідрогенно-аккумулятивні, турбаційні) наявність літо- та педореліктів, латеральної міграції. Ґрунтові генетичні горизонти, як правило, розташовані паралельно поверхні ґрунту.

Елементи рівня – морфони, великі педони і блоки, магістральні тріщини. Основними причинами розшарування ґрунтів на горизонти є: зосередження максимальної фітомаси в поверхневих шарах (опад, корені) та її зменшення з глибиною; нерівномірний розподіл організмів за профілем, їх міграція; процеси нагрівання-охолодження, зволоження-висихання з поверхні, послаблення цих явищ з глибиною; диференціація речовин за їх рухомістю (вертикальне хроматографування); залишкове накопичення стійких часток і сполук; літогенна і педореліктова шаруватість; латеральні внутрішньоґрунтові потоки.

Горизонтний рівень є найбільш вивченим: встановлено близько 80 процесів, що формують ґрунтові горизонти і ще більше – типів горизонтів. Цей рівень має ознаки більш високого рівня геопросторової організації ґрунтових систем.

Рівень ґрунтових індивідуумів-педонів. Сукупність геохімічно сполучених парагенетичних горизонтів утворює ґрунтовий профіль – ґрунтовий індивідуум або педон, який відособлений від сусідніх педонів вертикальними межами. Елементами рівня є генетичні горизонти, моногоризонтні морфони, мезо-макроблоки, індивідуальні ґрунтові профілі, утворені процесами, загальними для профілю. Індивідуальні профілі – гумусовий, гідрологічний, карбонатний, сольовий, турбаційний та інші – характеризуються відносно незалежністю внаслідок обумовленості одним або групою тісно пов'язаних процесів.

До наскрізних процесів можна віднести міграцію вологи, теплообмін і деякі інші. Зв'язки між горизонтами можуть бути від сильних до слабких. За відсутності або дуже слабких зв'язках між горизонтами профіль може бути реліктовим. Стан педонів відносно зовнішніх впливів може бути стійким і нестійким. Педони з нестійкими станами вивчаються в рамках ґрунтових сукцесій. Зовнішніми міжрівневими зв'язками педонів є латеральний поверхневий, внутрішньоґрунтовий, а також атмосферне перенесення. Педони є носіями функції родючості ґрунтів.

Надрівень ґрунтового покриву.

Сукупність безлічі тривимірних ґрунтових тіл, покриваючи більшу частину поверхні суші, утворюють ґрунтовий покрив –

ґрунтовий геопростір. Його дослідження – завдання географії ґрунтів. Організація ґрунтового покриву поліієрархічна. Виділяють три рівня організації ґрунтового покриву: топологічний (ґрунтових комбінацій); зонально-регіональний; педосферний.

Топологічний рівень (рівень ґрунтових комбінацій) відображає зв'язки ґрунтових тіл один з одним, а також з мікро- і мезорельєфом та ґрунотворними гірськими породами. Граничний найменший структурний елемент рівня – педон – не є, однак, об'єктом картографування. Основним елементом рівня, за В. М. Фрідландом, слід вважати елементарний ґрунтовий ареал (поліпедон) як сукупність подібних педонів з обмеженою амплітудою властивостей.

Елементами рівня ґрунтового покриву є також ґрунтові комбінації – ареали з регулярно повторюваним розташуванням двох або більше різних елементарних ґрунтових ареалів. За зв'язками між елементарними ґрунтовими ареалами виділяють групи ґрунтових комбінацій – ланцюги, ряди і ланцюги-ряди; за розмірами і контрастністю відмінностей елементарних ґрунтових ареалів у складі ґрунтових комбінацій виділяють класи (комплекси, плямистості, поєднання, варіації, мікромозаїки мозаїки, мікроташети і ташети).

Механізмами внутрішніх зв'язків між елементами ґрунтових комбінацій і причинами диференціації ґрунтового покриву є міграція речовин, обумовлена елементами мікро- й мезорельєфу. М. О. Глазовська виділила 12 типів ґрунтового-геохімічних комбінацій. Їх закономірні регулярні чергування, притаманні різним формам рельєфу, називають ґрунтовими мікрорайонами, або ґрунтовими мікроландшафтами.

Розвиток ґрунтового покриву на топологічному рівні в масштабах геологічного часу тісно пов'язаний з геолого-геоморфологічними тілами-формами і являє єдиний процес літоморфопедогенезу. Взаємодія елементарних ґрунтових ареалів між собою та іншими компонентами ландшафту і з ландшафтом в цілому є важливою складовою геосистемної організації.

Зонально-регіональний рівень. Закономірності розповсюдження ґрунтів можна віднести до трьох основних груп: геолого-геоморфологічної (макроструктура ґрунтового покриву); біокліматичної (провінційність, фаціальність, зональність, біокліматичні області, сектори, пояси); історико-еволюційно-генетичної. Ієрархії зонально-регіонального рівня організації ґрунтового покриву знайшли відображення у ґрунтового-географічному районуванні. Основою зонально-регіонального рівня організації

ґрунтового покриву є ґрунтовий район, який являє собою регулярні сполучення мікрорайонів.

Ґрунтосферний (педосферний) рівень є найвищим у організації ґрунтового геопростору. Його виділення обумовлене глобальними функціями ґрунтового покриву в біосфері. Найголовнішими з них є функції: середовище життя, включаючи етнологічну функцію; біогенне накопичення хімічних елементів і регулювання біогенного та геологічного кругообігу речовини; регулювання складу атмосфери, гідросфери, теплового режиму, процесів седиментації.

Елементами цього рівня є ґрунтовий покрив континентів і великих островів, а в їх межах – території поширення основних біомів, з властивими їм великими надтиповими групами ґрунтів. Зв'язки між елементами рівня слабкі і роззосереджені. Обмін речовиною та енергією відбувається через атмосферу. Зв'язки педосфери з іншими сферами відображені у глобальних функціях ґрунтів. Хронометричною організацією педосфери є геологічні періоди в історії Землі.

Зовнішні умови.

Зовнішнє середовище є необхідною умовою існування функціонуючих систем. Відносно ґрунтів воно виступає і як єдине ціле і у вигляді окремих явищ та чинників. Дослідження взаємодії ґрунтів і середовища – предмет екології ґрунтів та вчення про фактори ґрунтоутворення. Серед факторів і явищ зовнішнього середовища найменш вивчено безпосередній вплив на ґрунтотворення фізичних полів (магнітних, електричних), космічних частинок і ін.

4.7. Екологічні функції ґрунту

Ґрунт є основним засобом і об'єктом праці в землеробстві та інших галузях сільського господарства, які напряду чи опосередковано базуються на використанні потенційних можливостей ґрунтової родючості. Окрім продукційної, ґрунти виконують ще й глобальні та соціально-економічні функції:

1. Забезпечення життя на Землі. Ґрунт є наслідком життя й одночасно умовою його існування, середовищем й умовою існування рослинності, тварин і мікроорганізмів. Забезпечуючи потреби вищих рослин у живленні, створює фітомасу, яка використовується тваринами, мікроорганізмами, людиною;

2. Забезпечення постійної взаємодії «великого геологічного» та «малого біологічного» кругообігу (циклів) речовин на земній

поверхні. Потрапляючи на поверхню землі, первинні гірські породи вивітрюються. У верхній частині кори вивітрювання формуються ґрунти, завдяки акумуляції гумусу і елементів живлення. З ґрунту вони використовуються рослинами і через ряд трофічних циклів знову повертаються у ґрунт. Цей процес отримав назву «малого біологічного кругообігу речовин». З ґрунту елементи частково виносяться опадами в гідрографічну сітку, у Світовий океан, де дають початок утворення нових осадових порід, які можуть або вийти знову на поверхню, або метаморфізуватись. Це і є «великий геологічний кругообіг речовин».

3. Регулювання хімічного складу атмосфери й гідросфери. O_2 , C, N, H у різній формі беруть участь у синтезі органічної речовини рослинами, перетворюючись у ґрунті, особливо під впливом ґрунтової фауни й мікроорганізмів. Газова фаза ґрунтів знаходиться в стані постійної взаємодії з атмосферним повітрям, віддаючи в нього CO_2 , NH_3 , NO, N_2 , H_2S , метан, водяні пари, поглинаючи гази й особливо – кисень. Кругообіг води на земній кулі охоплює і ґрунтову вологу. Ґрунтовий покрив отримує атмосферну вологу й через випаровування та транспірацію віддає її знову в атмосферу. Водні властивості ґрунту визначають у значній мірі процеси руху води, її стікання і випаровування. Поверхневий стік і ґрунтові води є основними джерелами живлення рік, морів, океанів. З водою в них надходять мінеральні та гумусові речовини. Отже, хімізм річок пов'язаний з хімізмом ґрунтового покриву;

4. Регулювання біосферних процесів, зокрема щільності життя на Землі, шляхом динамічного відновлення ґрунтової родючості;

5. Акумуляцію активної органічної речовини й пов'язаної з нею хімічної енергії на земній поверхні. Ґрунтовий покрив є важливою умовою фотосинтетичної діяльності рослин, які акумулюють колосальну кількість сонячної енергії, зв'язаної у масі рослинної органічної речовини. Рослинність наземних ґрунтів акумулює в рік $\sim 0,5 \cdot 10^{15}$ кВт/годин енергії шляхом фотосинтезу (В. А. Ковда, 1973). Система ґрунт – рослина – тварина в житті людства є, і ще тривалий час буде, головним постачальником трансформованої енергії Сонця для потреб людства.

Виконуючи соціально-економічну функцію, визначне місце і роль займає ґрунт **у житті й діяльності людини.** Ґрунт в сільському господарстві виступає як основний засіб виробництва. Даний засіб відрізняється від промислових, по-перше, своєю обмеженістю. Це зобов'язує зберігати і постійно поліпшувати його як засіб

сільськогосподарського виробництва, що досягається завдяки другій особливості ґрунту – його незношуваності. Всі промислові засоби виробництва в міру їх використання зношуються і замінюються новими, на відміну від ґрунту, який за умов правильного використання поліпшується, тобто систематично відтворює та підвищує родючість.

4.8. Стійкість ґрунту до зовнішніх впливів

Стійкість ґрунтів до зовнішніх впливів характеризується взаємодоповнюючими аспектами: реакцією ґрунту безпосередньо під час впливу, а також можливістю повернення в початковий стан після припинення впливу.

Під стійкістю ґрунту розуміють його здатність тривалий час зберігати склад, структуру, функціонування, просторове положення в умовах відносно незначних змін факторів ґрунтоутворення, а також відновлювати основні якісні характеристики свого вихідного стану.

Ґрунт постійно знаходиться в динамічно нестійкому стані, що ускладнює прогнозування його подальшої поведінки. Тому важливо завчасно виявляти впливи, що викликають нестійкий стан ґрунтів, насамперед, напрямок, характер і ступінь змін, що обумовлюють їх еволюцію. Ґрунту, як складній системі з ієрархічними рівнями будови (компонентів, агрегатів, горизонтів, ґрунтових індивідуумів, ґрунтових комбінацій) внаслідок їх якісних особливостей необхідні окремі критерії оцінки стійкості кожного рівня організації до зовнішніх впливів. При цьому необхідно враховувати обидва аспекти стійкості – резистентний (збереження ґрунту) і регенераційний (відновлення).

У загальній схемі стійкості ґрунтів до зовнішніх впливів виділяють такі *основні механізми*:

1. Можливість порівняно швидкої заміни одного компонента іншим для виконання однієї і тієї ж функції ґрунту за рахунок різноманітності мінеральних компонентів, гумусових речовин і продуктів їх взаємодії, біорізноманіття ґрунтового ценозу;

2. Прояв механічної міцності, пружності, еластичності компонентів твердої фази ґрунту і структурних зв'язків між ними;

3. Адсорбція, іонний обмін, низька розчинність багатьох сполук, вбирання і утримання живими організмами, тобто вбирна здатність ґрунту;

4. Знешкодження впливу речовин і організмів, що надходять у

ґрунт завдяки фізичному опору, хімічній інактивації, біологічному знезараженню;

5. Відносна ізоляція деяких компонентів ґрунту за рахунок наявності інших його компонентів, що характеризуються пониженими коефіцієнтами тепло-, масо- і енергопереносу;

6. Здатність ґрунту видаляти легкорозчинні сполуки за межі профілю завдяки вертикальному і горизонтальному промиванню;

7. Діяльність живих організмів, спрямована на підтримку певних умов свого існування;

8. Активні ґрунтові процеси, що підтримують і періодично оновлюють склад, властивості та будову ґрунту.

Загальну схему стійкості ґрунтів М. Б. Хітров (2003) доповнив такими уточненнями:

- інертність окремих компонентів ґрунту як здатність не взаємодіяти із зовнішніми хімічними агентами;
- стійкість компонентів ґрунту як здатність зберігати тривалий час свій склад і властивості за хімічних і біохімічних впливів;
- відносна стабільність (сталість) основних груп твердих компонентів ґрунту (мінеральних, органічних і орґано-мінеральних), а також видового складу мікробіоценозу і зооценозу за невеликих коливань зовнішніх впливів;
- живучість ценозу ґрунтових організмів як здатність зберігати структуру і характер функціонування угруповань;
- сталість комплексу якісних ознак ґрунту (система горизонтів і їх властивості) протягом тривалого періоду часу;
- збереження свого положення в просторі;
- буферність як здатність ґрунту підтримувати відносну постійність окремих характеристик за незначної зміни свого складу;
- пригнічення впливу речовин і організмів, що надходять у ґрунт завдяки фізичному опору, хімічній інактивації, біологічному знезараженню;
- надійність функціонування ґрунту в складі геосистеми;
- здатність ґрунту до відновлення складу, структури та функціонування після порушення вихідного стану;
- збереження ґрунтового покриву як компонента геосистеми в конкретному ландшафті; в більш широкому плані – збереження педосфери на планеті Земля.

В. І. Кірюшин (2000) вказує на істотні відмінності понять стійкості ґрунтів у природних ландшафтах і агроландшафтах. Для природного ландшафту вважається важливим збереження

саморегульованого функціонування геосистеми загалом, тоді як під стійкістю агроландшафту розуміють здатність підтримувати задані виробничі та соціальні функції. З прагматичної точки зору стійкість таких природних ландшафтів, як солонцеві, солончакові, заболочені і т.п. не має агрономічного сенсу, але вона впливає на стійкість аналогів, перетворених в агроландшафти шляхом меліорації. Чим більше відрізняються вимоги сільськогосподарських культур від агроекологічних умов вихідного ландшафту, тим більше необхідно витрат енергії на підтримання заданих параметрів функціонування створених агроландшафтів, що позначається на надійності цих систем.

Кількісні оцінки стійкості конкретних ґрунтів до конкретних впливів згруповані у такі напрямки:

- 1) традиційні генетичні на основі властивостей ґрунтів;
- 2) за критичними навантаженнями;
- 3) за найбільш чутливими до впливів властивостями ґрунтів;
- 4) на основі аналізу адекватних нелінійних математичних моделей ґрунтових процесів.

Стійкість ґрунтів до хімічного забруднення визначається умістом і якісним складом гумусу, грубизною гумусового горизонту, гранулометричним складом, вмістом карбонатів, складом і вмістом глинистих мінералів, ємністю катіонного обміну (ЄКО), біологічною активністю ґрунтів, грубизною ґрунтового профілю, складом і властивостями материнської породи, рівнем ґрунтових вод, вмістом розчинних форм забруднюючих сполук і хімічних елементів, що обумовлює їх доступність для рослин, а також здатність мігрувати.

Самовідновлення (самоочищення) ґрунту відбувається значно повільніше, ніж атмосфери та гідросфери. Воно реалізується за допомогою випаровування, вимивання, гідролізу, окислення, поглинання хімічних елементів рослинами та мікроорганізмами. Санітарно-епідеміологічна оцінка дається на підставі спостережень за життєдіяльністю мікроорганізмів.

Самовідновлення забруднених важкими металами ґрунтів процес надто повільний і може тривати десятки і сотні років. Велика роль при цьому належить живій речовині ґрунту: мікроорганізми розкладають більшість органічних полютантів до простих нетоксичних сполук. Мікроорганізми здатні руйнувати металоорганічні сполуки (ціаніди) і змінювати окислювально-відновний статус металів (наприклад, відновлюючи Hg^{2+} до Hg^0) і тим самим знижувати прояв металотоксикозу.

У разі забруднення ґрунтів важкими металами їх рухомість суттєво залежить від активності ґрунтової біоти, можливості утворювати леткі сполуки, колоїдні та іонні розчини і активно мігрувати, або навпаки, закріплюватися за рахунок сорбції на поверхні клітинних стінок і акумуляції в мікробних клітинах. За підвищення рухомості хімічних елементів-забруднювачів, прискорюється відновлення (очищення) ґрунтів.

Утворення хелатних сполук металів з мікробними метаболітами – продуктами розкладання рослинних решток – посилює їх міграцію з водою і в той же час підвищує акумуляцію рослинами. Стійкість хелатів з металами визначається властивостями останніх і зменшується в ряді: Pb, Cu, Ni, Co, Zn, Cd, Fe, Mn, Mg. Тимчасове закріплення важких металів мікроорганізмами і переведення їх у малорухомі сполуки знижує металотоксикоз ґрунту, але його самоочищення сповільнюється.

При збільшенні вмісту важких металів у ґрунті різко зростає їх акумуляція у біомасі. Поступове видалення важких металів із ґрунту без забруднення суміжних середовищ технологічно реалізується шляхом *фіторе mediaції* – використання рослин-акумуляторів металів, біомасу яких видаляють із забрудненої ділянки (Д. Г. Звягінцев та ін., 2002) і потім інактивують (переводять у недоступні рослинам сполуки). Слід визнати неможливість значної адаптації живих організмів до забруднення важкими металами та неможливість провести повну детоксикацію забрудненого ґрунту. Єдиною альтернативою залишається різке обмеження, а в подальшому – припинення забруднення біосфери металами за одночасної ремедіації вже забруднених природних об'єктів.

4.9. Методи досліджень стану ґрунтів і ґрунтового покриву

У дослідженнях, пов'язаних з охороною ґрунтів, використовується широкий комплекс методів, прийнятих в ґрунтознавстві. Суть основних методів викладається нижче.

Профільний метод полягає у вивченні ґрунту з поверхні на всю глибину його профілю послідовно по генетичних горизонтах аж до материнської породи і порівнянні досліджуваних властивостей. Метод дозволяє оцінити ґрунтові режими і розвиток ґрунтоутворного процесу.

Морфологічний метод – візуальне вивчення ґрунтового профілю неозброєним оком (макроморфологічний) або за допомогою

лупи і бінокюляра (мезоморфологічний), або за допомогою мікроскопу (мікроморфологічний). Морфологічний аналіз ґрунту є початковим етапом всіх ґрунтових досліджень. Профільний і морфологічний методи розроблені В. В. Докучаєвим.

Порівняльно-географічний метод реалізується шляхом порівняння ґрунтів і відповідних факторів ґрунтоутворення в їх історичному розвитку і просторовому поширенні, що дозволяє робити висновки про генезис ґрунтів і закономірності їх географії.

Методи ґрунтових монолітів і лізиметрів базуються на принципах фізичного моделювання процесів у ґрунтових колонках (монолітах) з непорушеним складенням та на стічних майданчиках. У монолітах вивчають переміщення ґрунтових розчинів, обмін іонів тощо, а на стокових майданчиках – поверхневий і внутрішньо ґрунтовий стік, ерозію ґрунтів.

Метод ґрунтових ключів базується на детальному генетико-географічному аналізі невеликих репрезентативних ділянок – ключів і інтерполяції одержаних таким шляхом результатів на більші площі території з однотипною структурою ґрунтового покриву. Метод дозволяє вивчати ґрунти з економією коштів та часу.

Метод ґрунтово-режимних спостережень полягає у вимірюванні величини певних параметрів (температури, вологості, вмісту гумусу, хімічних елементів і т. п.) в одному і тому ж ґрунті протягом тривалого часу (сезон, рік, декілька років) через задані проміжки часу. Цей метод є основним при будь-якому моніторингу, в тому числі й біосферному.

Балансовий метод, як і попередній, застосовують для вивчення кінетики ґрунтоутворення. Він базується на обліку зміни умісту води, солей, гумусу і т.п. або енергії в одиниці об'єму ґрунту за певний період часу.

Польові дослідження ґрунтів здійснюються експедиційними і стаціонарними методами. Сюди відносяться рекогносцирувальні маршрути, картографування ґрунтового покриву в заданому масштабі, багаторічні режимні спостереження на спеціальних стаціонарах в заповідниках і дослідних станціях, багатфакторні польові експерименти з вивчення родючості та меліорації з використанням лізиметрів та стічних майданчиків.

Аерокосмічні методи (дистанційне зондування землі) – ґрунтуються на інструментальному і візуальному використанні фотографій земної поверхні, отриманих у різних діапазонах спектра з різної висоти, а також прямому дослідженні з літаків і космічних

апаратів спектральної відбивної або поглинаючої спроможності ґрунту. Ці методи дозволяють досліджувати не лише географію ґрунтів, але й динаміку ряду важливих параметрів – вологості, щільності, вмісту солей і гумусу.

Метод ґрунтових витяжок (водних, сольових, кислотних, лужних, спиртових та ін.) заснований на гіпотезі про екстракції з ґрунту у контрольованих умовах взаємодії певних сполук або групи сполук. Метод широко використовується при вивченні міграції хімічних елементів і солей.

Аналітичні методи (фізичні, фізико-хімічні, хімічні та біологічні) досить широко використовуються у ґрунтознавстві для визначення речовинного складу ґрунтів. Ці методи, а також мікроморфологічний, фізичного та математичного моделювання ґрунтових процесів, інструментальна обробка фактичних матеріалів і даних досліджень застосовуються в лабораторних умовах.

Радіоізотопні методи застосовуються для вивчення процесів міграції тих чи інших елементів і їх сполук у ґрунтах і екосистемах з використанням мічених атомів (радіоактивних ізотопів).

Питання для самоконтролю:

1. Дайте визначення поняття «система»
2. Розвиток уявлень про організацію ґрунтових систем.
3. Характеристика організації ґрунтових систем
4. Мікросвіт як надрівень організації ґрунтових систем
5. Надрівень ґрунтової маси: фазово-речовинно дисперсний, поровое-сегрегатно-агрегатний, морфони;
6. Надрівень ґрунтового тіла – рівні горизонтний, педон;
7. Охарактеризуйте надрівень ґрунтового покриву – рівні топологічний, зонально-регіональний, педосферний.
8. Рівні охарактеризовані діючими в них силами, що складають елементами, їх розмірами, функціями (процесами внутрішніх та зовнішніх зв'язків) елементами хроноорганізації.
9. Організації ґрунтових систем як взаємодія між окремими рівнями,
10. Ґрунтові процеси на різних рівнях організації.
11. Ґрунтознавство з позицій організації ґрунтових систем.

РОЗДІЛ 5. ПРОБЛЕМА ДЕГРАДАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ ТА ҐРУНТІВ

5.1. Основні поняття і термінологія

Загальнонауковий термін «деградація» (лат. *degradatio*) вживається для визначення процесів поступового погіршення, зменшення та навіть повної втрати корисних характеристик об'єкта чи явища протягом певного проміжку часу внаслідок зовнішніх впливів. Разом з тим, поняття «деградація ґрунту» до теперішнього часу не має чіткого загальноприйнятого визначення. Найбільш часто під цим терміном розуміють процеси поступового погіршення, зменшення або повної втрати властивостей ґрунту, що визначають рівень продуктивності та якості рослинної продукції, а також комфортності існування ґрунтової біоти. Нижче наведені тлумачення терміну «деградація ґрунтів» з різних джерел, які за смисловим змістом близькі, однак мають певні відмінності:

- сукупність процесів, обумовлених діяльністю людини, які зменшують здатність ґрунтів до підтримки життя людей (Guidelines for General Assessment, 1988);
- сукупність природних і антропогенних процесів, що призводять до кількісного та якісного погіршення складу та властивостей ґрунтів, а також до зниження природно-господарської значущості (Методика определения размеров ущерба... 1994);
- процес, що знижує на кількісному та/або якісному рівні реальну і/або потенційну здатність ґрунту виробляти продукти (товари) або послуги (GLASOD, 1979);
- зміни у функціонуванні ґрунтової системи, та/або у складі та будові твердої фази, та/або регуляторної функції ґрунтів, що має результатом відхилення від екологічної норми і погіршення параметрів, важливих для функціонування біоти і людини (М. Герасимова та ін., 2000);
- процеси і результати зміни їх властивостей й природних режимів, які у сукупності призводять до зміни функцій ґрунту як елемента екологічної системи та зниження ґрунтової родючості. Деградованими вважаються ґрунти, в яких стійкі негативні процеси антропогенного або природного характеру призвели до зниження продуктивності або якості продукції і, відповідно, підвищення витрат на відновлення засобів виробництва» (Снакин та ін., 1992).

- викликаний людиною процес погіршення та/або втрати властивостей та якості ґрунту (в межах елементарного ґрунтового ареалу), результат якого сприяє збільшенню витрат різного роду ресурсів (енергетичних, сировинних, інформаційних тощо) для досягнення раніше одержуваної кількості та якості продукції та/або збільшення обмежень на подальшу діяльність людини. Таке ж визначення може бути застосовано і до поняття «деградація ґрунтового покриву, якщо мова йде про ґрунтові комбінації, а не лише про ґрунтові тіла (Карманов, Булгаков, 1998);

- результат негативних (з точки зору людини) змін будови, складу і елементів функціонування ґрунтів, викликаних антропогенними процесами (Лебедева, Тонконогов, 2002);

- ненавмисний наслідок землеробства, який виражається в несприятливій зміні властивостей ґрунтів порівняно з їх оптимальним станом, необхідним для вирощування рослин, що розпочинається з розорювання цілинних ґрунтів (Красеха, 2004);

- викликаний людиною процес погіршення або втрати властивостей і якостей ґрунту, результат якого сприяє збільшенню обмежень подальшої діяльності людини (Хитров, 1998).

Дегградація ґрунтів, як правило, сприяє збільшенню витрат різного роду ресурсів (енергетичних, сировинних, інформаційних тощо) для досягнення раніше одержуваної кількості і якості продукції та/або збільшення обмежень на подальшу діяльність людини. Таке ж визначення може бути застосоване і до поняття «деградації ґрунтового покриву» і «деградації земель», але тоді мова буде йти не про елементарний ґрунтовий ареал (ЕґА), а про ґрунтові комбінації.

Наведені формулювання терміну дегградації ґрунту висвітлюють цей процес з економічної, екологічної та соціальної сторін. У деяких визначеннях відсутні вказівки на кінцевий етап дегградації, тобто не зрозуміло, чи призведе він до руйнування ґрунтового тіла, чи обмежиться лише певною зміною характеристик. За іншими визначеннями усі орні ґрунти можливо віднести до дегградованих. Однак існують численні приклади, коли значні площі староорних земель не втратили природних властивостей і продовжують зберігати високу продуктивність. Окрім того, оптимізація агрохімічних і агрофізичних властивостей здатна забезпечити високий рівень штучної родючості ґрунтів, які вже суттєво втратили свої генетичні ознаки.

У сучасному ґрунтознавстві поняття «*деградація ґрунтів*» та «*деградація ґрунтового покриву*» розглядається із суто

антропоцентричних позицій, тобто з позицій зручності і благополуччя людини і оточуючого його природного середовища. Це – важливий методологічний аспект, оскільки для ґрунтів як складних біокосних систем їх деградація в наведеному вище розумінні не є деградацією з точки зору загальної теорії систем, тобто втрати елементів і спрощення структури цієї системи аж до її зникнення.

Близькі за проявом процесу, обумовлені природними змінами факторів ґрунтотворення (поступовими або катастрофічними), прийнято відносити до *еволюції ґрунтів* як розділу ґрунтознавства. Причому, такі зміни факторів ґрунтогенезу можуть викликати як негативні, так і позитивні зміни у ґрунтах, тому буде не вірно характеризувати їх як деградаційні.

Разом з тим, в останні десятиріччя стало зрозуміло, що антропогенний вплив здатний змінювати деякі так звані природні фактори ґрунтотворення в глобальному та геологічному аспекті (наприклад, глобальні зміни клімату, зміни складу поверхневих порід, зміни рельєфу на великих територіях, зміни видового складу і рівня продуктивності біоти), все частіше розрізняють терміни «антропогенна еволюція» та «антропогенна деградація» ґрунтів.

На сучасному етапі під *антропогенною деградацією ґрунтів* розуміють їх вторинні зміни, зумовлені діяльністю людини, які супроводжуються втратою родючості (частковою або повною) або є причиною знищення (псування, руйнування) ґрунтів і/або ґрунтового покриву. Часткова втрата родючості може бути відновлена, однак повне знищення ґрунтів має незворотний характер і обумовлює загибель або глибоку деградацію ландшафту, тобто деградацію його основних елементів – рослинного і тваринного світу, ґрунтових і поверхневих вод, ґрунтотворних порід і т.д. Ця небезпека особливо актуальна для індустриальних і ландшафтних і сільськогосподарських угідь інтенсивного використання.

При характеристиці деградації ґрунту застосовують такі поняття: «*ступінь деградації ґрунту*» – рівень вираженості деградації ґрунту загалом до фіксованого моменту часу, «*швидкість деградації ґрунту*» – швидкість зміни ступеня деградації ґрунту, «*вид деградації ґрунту*» – група процесів погіршення властивостей та якості ґрунту, що має однакові загальні механізми здійснення і спектр результатів впливу.

За розповсюдженістю деградації ґрунтового покриву поділяють на:

- *суцільні* – охоплюють значні території (загальнопланетарні,

континентальні, декілька ґрунтово-кліматичних зон). На орних угіддях України найбільшого розповсюдження набула дегуміфікація, знеструктурування і переущільнення орного шару.

- *регіональні* – розповсюджені у межах окремих ґрунтово-кліматичних зон або адміністративних одиниць. Найбільш поширеними в Україні є ерозія, кіркоутворення, брилуватість, радіонуклідне забруднення, засолення, осолонцювання, підкислення, підлугування.

- *локальні* (імпакті) – мають місце на незначних земельних ділянках навколо підприємств, транспортних магістралей, окремих меліоративних систем, населених пунктів і ін. об'єктів (забруднення важкими металами, замулення, намівання, алюмінізація, озалізнення, окарбоначення, ґрунтовтома, геоекоаномалії).

За *швидкістю змін* деградаційні кризові явища можуть бути бурхливими (наслідки аварій, гідротехнічні катастрофи, геоекоаномалії), швидкими (ерозія) або повільними (дегуміфікація, переущільнення, тощо); за *екологічними наслідками* – помірними (вихідний стан ґрунту може бути відновлено); значними (ґрунти не зворотно зруйновані, або антропогенно перетворені або знов сформовані з новою якістю і властивостями); побічні (відчувається суттєвий вплив на інші компоненти біосфери – водні ресурси, повітря, літосферу); за *економічними наслідками* – зменшення продукційного потенціалу і погіршення якості ґрунтів; ускладнення і зниження ефективності виробництва; додаткові витрати на меліоративні заходи і рекультивацію зруйнованих земель.

5.2. Причини прояву деградаційних процесів у ґрунтах

Найважливішою причиною деградаційних змін є невідповідність антропогенних заходів використання генетичним особливостям ґрунтів, їх властивостям і режимам, а також умовам природного формування.

Деградаційні зміни в ґрунтах не є детермінованими, які неминуче наступають за будь-якого антропогенного впливу. Втрата стійкості ґрунтів під впливом діяльності людини і, як наслідок, їх деградація, відбувається лише за неадекватного застосування тих чи інших способів впливу на ґрунти. Неадекватними є такі антропогенні впливи на ґрунти, які не враховують умови їх генезису і структурно-функціональної організації як природних тіл призводять до погіршення фізичного, хімічного та біологічного стану ґрунтів

(рис. 5.1). Природні та вторинні процеси також можуть викликати небезпечні деградаційні зміни.



Рис. 5.1. Основні види антропогенного впливу на ґрунти

Природні ґрунти є стійкими у тих термодинамічних та геохімічних умовах, які визначили їх формування. Але вони стійкі до тих меж, доки не піддаються спрямованому неадекватному антропогенному впливу. Тому при залученні ґрунтів в той чи інший вид господарського використання не можна застосовувати заходи, які здатні вивести їх зі стійкого стану (наприклад, зміна гідротермічного режиму шляхом гідромеліоративних заходів; зміна агрохімічних і агрофізичних властивостей ґрунтів за інтенсивного господарського використання тощо). Нерозуміння цієї принципової умови раціонального ґрунтового використання є причиною широкого розповсюдження і досить різноманітного прояву антропогенних деградацій ґрунтів. Тому виникла необхідність їх систематизації з метою розробки системи заходів щодо їх профілактики, захисту і відновлення.

М. Заславський (1979) сформулював поняття «ґрунторуйнівні процеси» як процеси та явища, що знижують родючість ґрунтів, погіршують умови сільськогосподарського використання земель, збільшують ерозійну небезпеку і інтенсивність ерозії, тобто, руйнують ґрунтовий покрив. Усі ґрунторуйнівні процеси розділені на 4 групи:

1. процеси, прояв яких не може бути припинено людиною (землетруси, виверження вулканів, різні схилкові процеси і т.п.);

2. процеси, інтенсивність яких більшою чи меншою мірою визначаються антропогенним фактором (зсуви, селі, ерозія ґрунтів, дефляція, пірогенна деградація тощо);

3. процеси, викликані антропогенними факторами (термокарст, вторинне засолення, пересушування торфовищ тощо);

4. власне антропогенні процеси (забруднення ґрунтів токсичними речовинами, затоплення родючих ґрунтів при будівництві водосховищ, деградація ґрунтів при геологорозвідувальних роботах та експлуатації родовищ корисних копалин, дегуміфікації орних ґрунтів і багато інших).

Окрім антропогенних, існують природні ендегенні і екзогенні процеси, які в тій чи іншій мірі призводять до виникнення деградаційних явищ у ґрунтах і ґрунтовому покриві. Це повільне тектонічне опускання або повільне тектонічне підняття території, землетруси, виверження вулканів і гейзерів, вихід термальних вод, вивітрювання порід, крип (дефлюкція), куруми, коразія, екзарація, нивація, термокарст кліматичний, солефлюкція, пучення підґрунтя, морозобійні тріщини, наземні пали, затоплення земель під час проходження тайфунів, цунамі і припливів, каменепаді, карстові та суфозійні явища, заболочування у зв'язку із змінами термічних умов, засолення ґрунтів (не пов'язане зі зрошенням). У цю групу можна віднести також ті процеси, які більшою чи меншою мірою залежать від діяльності людини, але проявляються і природним шляхом: снігові лавини, зсуви, осипи, абразія річкових берегів, паводки та деякі інші.

За *тривалістю і поступовістю настання* негативних змін у ґрунтах виділяють два основних прояви деградації:

1. Накопичення деградаційних ознак до критичного стану, коли процеси стають незворотними. Такі зміни у ґрунтах фактично є повільною катастрофою, що обумовлена усією сформованою системою експлуатації природних ресурсів та ґрунтів в тому числі, загальною культурою природокористування.

Тенденція до накопичення деградаційних ознак стану ґрунтів спостерігається сьогодні практично на 80 % площі орних земель. Така «накопичувальна» деградація відбувається за тривалої інтенсивної експлуатації ґрунтів як постійного технологічного ресурсу в технологіях сільського, лісового та деяких інших виробництв, де основним достоїнством ґрунту вважається властивість самооновлюватися завдяки природному потенціалу ґрунтів.

2. Часткове або повне руйнування ґрунтового тіла як передбачуваний неминучий етап промислових технологій природокористування, що здійснюється протягом порівняно короткого проміжку часу і призводить до моментального руйнування природних об'єктів і ґрунтів в тому числі. Такий прояв деградації (руйнування, псування) має локальний характер і небезпечний, головним чином, швидкістю і повнотою прояву. Як правило, причини і ступінь руйнування ґрунтів є очевидними і мають ознаки катастрофічного характеру. Це стосується виробництв несільськогосподарського напрямку, коли ґрунти неминуче руйнуються відповідно до прийнятих технологій природокористування – відкриті розробки корисних копалин, будівництво, різного роду звалища та сховища відходів, урбанізація, магістральний трубопровідний транспорт тощо.

Деградація ґрунтів у більшості випадків відбувається переважно за комбінованого впливу природних і антропогенних факторів. При цьому антропогенний вплив створює передумови для різкої активізації природних впливів. Розмежувати вплив природних і антропогенних факторів деградації часто буває досить складно.

Здатність ґрунтів протистояти ґрунторуйнівним процесам визначається їх стійкістю до деградації. Розрізняють *потенційну стійкість до деградації* – здатність ґрунтів протистояти різним видам природно-антропогенних впливів. Визначається їх складом і властивостями, наявністю або відсутністю чинників, що захищають ґрунт від деградації. *Фактична стійкість до деградації* визначається динамічною величиною, яка залежить від чергування циклів стану ґрунтів різної тривалості: перебування ґрунтів під трав'яною рослинністю (або під лісом), чергування культур у сівозміні, зміна водного режиму навесні і влітку, тощо.

Можливість відновлення властивостей ґрунтів, змінених (або втрачених) в процесі деградації називають *оборотністю деградації ґрунтів*. Ця характеристика залежить насамперед від виду та ступеня деградації ґрунтів. Так, з окисленням або збідненням ґрунту

елементами живлення рослин можна впоратися у відносно швидкі терміни і без великих витрат. Однак усунення наслідків водної або вітрової ерозії, злитизації ґрунту при нераціональному зрошенні, дегуміфікації є складними, вартісними і тривалими процесами. За високих ступенів деградації повне відновлення профілю і родючості ґрунту, його нормальне функціонування в найближчій перспективі стає неможливим.

Отже, причиною деградацій ґрунту є динамічні зміни певних елементарних ґрунтових процесів – їх прискорення, уповільнення або спотворення. Результатом деградацій ґрунту є порушення функціонування певних функцій у тріаді: елементарні ґрунтові процеси – деградація – біосферно-екологічні функції.

5.3. Типологія деградацій ґрунту

Складність і неоднозначність типології деградацій ґрунтів пов'язана зі значною кількістю чинників, що їх обумовлюють, а також з великим різноманіттям ґрунтових відмін. Ці обставини створюють проблеми виділення еталонів ґрунтів для класифікаційних і діагностичних ознак, за якими можливо визначити тип і ступінь деградації. На сьогодні немає єдиної думки щодо універсальної класифікації деградацій ґрунту.

І. А. Крупенніков (2011), пропонуючи концепцію типології небезпечних явищ і процесів у ґрунтах зазначає, що об'єднання усіх видів погіршення їх стану одним терміном – «деградація» – є неправомірним, і запропонував вживати цей термін у множині – «деградації» ґрунтів, які об'єднав у 5 типів: хімічні (10 видів), фізичні (8 видів), біологічні (8 видів), профільні (10 видів), географічні і загальнобіосферні. Ним запропоновано також виявляти деградації, які раніше практично не фіксувалися, наприклад, зсувна деградація, мочариста, радіонуклідна, девертебрата (зменшення чисельності або зникнення в ґрунті хребетних тварин), деензиматична (зменшення активності ензимів) та ін. Псування і порушення ґрунту (і ґрунтового покриву) може бути пов'язане також із надходженням на його поверхню сторонніх абіотичних наносів, що погіршує продукційну функцію ґрунту.

Традиційний підхід до проблеми виділення ґрунтово-деградаційних процесів І. А. Крупенніков оцінює як констатуючий і пропонує весь комплекс проблем (типізацію деградацій, їх оцінку, спряженість, можливість і способи подолання) будувати на двох

Розділ 5. Проблема деградації земель та ґрунтів

концепціях та їх поєднанні: елементарних ґрунтових процесів (за І. Герасимовим); біосферно-екологічних функцій ґрунтів (за В. І. Вернадським, В. А. Ковдою, Г. М. Добровольським і Є. Нікітіним).

Разом з тим, В. В. Медведєв (2004) деградації ґрунтів пропонує диференціювати за типами, в основу визначення яких покладено провідний процес, що обумовлює негативні зміни у ґрунті (табл. 5.1).

5.1. Типологія деградацій ґрунтів (за В. В. Медведєвим та ін., 2004)

Тип деградації	Суть процесу, що обумовлює деградацію ґрунт	Види деградацій
Фізична	Руйнування, переміщення, відкладення частинок ґрунту або внутрішнє їхнє перегруповування, спрощення будови і мікробудови ґрунту; негативні зміни водного, повітряного та температурного режимів	Ерозії (водна, вітрова, іригаційна, агротехнологічна), переущільнення, знеструктурування, брилоутворення, пилоутворення, відкладання пилу, кіркоутворення, замулення, намітання, заплівання, асфальтування, абразія, аридизація
Хімічна	Акумуляція або втрата хімічних елементів та речовин	Забруднення ґрунту твердими, газоподібними і рідкими речовинами природного або техногенного походження; засолення; алюмінізація, озалізнєння, окарбоначення за осушення
Фізико-хімічна	Негативні зміни у процесі підкислення, підлуження, обміну іонів у колоїдних системах, окисно-відновних умов, осолонцювання	
Біологічна	Негативна трансформація складу і кількості живих організмів, що населяють ґрунт; накопичення токсинів	Ґрунтовтома, дегуміфікація (у т.ч. спрацювання торфовищ),
Геоєкоаномалії	Руйнування ґрунтів під дією аномальних геологічних або кліматичних чинників	Сейсмічність, неотектонічні рухи земної кори, селі, снігові лавини, осипи, вітровали, мочари, зсуви, карст, поди, соляні купола, підтоплення

Кожен з визначених процесів деградації характеризують за розповсюдженістю (якісна і кількісна оцінка), екологічними й

економічними наслідками, інтенсивністю (швидкістю) змін, а також схильністю ґрунтів до подальших деградаційних змін.

Фізичні деградації виражаються у погіршенні комплексу фізичних властивостей ґрунту і розвиваються всюди, де застосовуються надмірні навантаження механічного, хімічного, фізико-хімічного, водного або біологічного характеру. Фізична деградація може бути обумовлена також різними природними факторами і розвиватися в умовах природних біогеоценозів в результаті зміни кліматичних умов, природних процесів вивітрювання, денудації, ерозії, опустелювання тощо.

Фізичні деградації ґрунтів можуть обумовлюватись різного роду катастрофічними процесами природного та антропогенного характеру. Крайнім ступенем фізичної деградації є повне знищення ґрунту як природного тіла, аж до стану гірської породи або (в ландшафтному плані) до стану девастрованої (безжиттєвої) пустелі.

Механічні порушення ґрунту, що призводять до фізичного руйнування всього ґрунтового профілю або його частини, можуть бути викликані різними формами природних і антропогенних впливів з широким спектром дії і різною реакцією на них кожної конкретної ґрунтової відміни.

Для оцінки фізичних деградаційних процесів у ґрунтах В. В. Медведєв пропонує використовувати інтегральний показник – *індекс фізичного стану ґрунту*, для розрахунку якого використовують показники щільності будови, структурно-агрегатного складу, найменшої вологості, пористості, діапазону активної вологи. Для кожного із названих показників розраховують співвідношення між фактичними і теоретично оптимальними (щодо вимог рослин) параметрами, за якими і визначають індекс фізичного стану ґрунту як середню геометричну величину.

Найбільш поширеним видом фізичної деградації ґрунту є ерозія – сукупність взаємопов'язаних процесів відриву, перенесення і відкладення ґрунту (іноді материнської і підстилаючої породи) поверхневим стоком тимчасових водних потоків і вітром (Кузнецов, Глазунов, 1996, Світличний, 2009). Поширення ерозійних процесів на поверхні Землі набуває катастрофічного характеру. Причини поширення ерозії ґрунтів досить різноманітні. Їх можна розподілити за п'ятьма групами так званих факторів ерозії: кліматичні, топографічні, ґрунтові, біогенні та антропогенні.

При аналізі впливу чинників ерозії ґрунтів на інтенсивність ерозійних процесів слід мати на увазі, що вона залежить від

співвідношення еродуючих впливів потоку води і крапель дощу (або вітрового потоку) і здатності ґрунту чинити опір цим діям, тобто від її протиерозійної (або протидефляційної) стійкості.

Величини еродуючого впливу водного і повітряного потоків залежать насамперед від їх швидкостей. Так, швидкість водного потоку визначається глибиною, ухилом і шорсткістю русла, а в разі повітряного потоку – величинами баричного градієнта і шорсткості поверхні. У свою чергу, протиерозійна і протидефляційна стійкість ґрунтів залежить від розміру водостійких агрегатів і грудкуватості сухого ґрунту, а також від зчеплення їх один з іншим. Безпосередній вплив на інтенсивність ерозійних процесів обумовлюють наступні фактори:

- *кліматичні* – інтенсивність і тривалість дощу або сніготанення, температура повітря, швидкість, напрямок і час прояву вітру;
- *топографічні* – довжина, крутизна, форма, експозиція і розчленованість схилів, площа водозбору і глибина місцевого базису ерозії, характер рельєфу (горбиста, наявність вітрових коридорів тощо);
- *властивості ґрунту* – водопроникність, протиерозійна стійкість (здатність ґрунту чинити опір змиваючій дії води або здувній дії вітру), що залежить від водостійкості структури, міжагрегатного зчеплення і щільності агрегатів;
- *біогенні чинники* – створення ґрунтовими безхребетними мережі нірок і пор, оструктурення ґрунтів, захисна роль рослинності, що виявляється у зниженні швидкості вітру і впливу на температурний і водний режим ґрунту.

Вплив господарської діяльності людини на процеси ерозії важко переоцінити. Дія цього фактора проявляється опосередковано, через інші чинники ерозії ґрунтів. У процесі господарської діяльності людина докорінно змінює співвідношення факторів ерозії ґрунтів, причому остаточний ефект цього впливу буває несприятливим, що супроводжується прискоренням розвитку ерозії ґрунтів.

Прискорена ерозія ґрунтів в сучасних умовах найчастіше буває наслідком нераціональної господарської діяльності. Її причинами можуть бути як відсутність науково обґрунтованих рекомендацій з раціональної господарської діяльності, так і невиконання наявних рекомендацій.

Хімічні деградації обумовлюють зміну багатьох ґрунтових властивостей внаслідок різних причин природного та антропогенного походження. Усі фактори та причини хімічної деградації поділяють

на *дві групи*. *Перша* з них охоплює зміни у ґрунтах, викликані недосконаліми, науково необґрунтованими агротехнологічними і меліоративними процесами, *друга* обумовлена хімічним забрудненням ґрунтів промисловими виробництвами, функціонуванням транспорту та поселеннями людини. Незважаючи на складність та певну умовність такого поділу, це дозволяє виявити причини і механізми хімічної деградації, а отже, і заходи боротьби з ними.

Біологічні деградації (деградації біологічних властивостей ґрунтів). Процеси деградації біологічних властивостей ґрунтів пов'язані з визначальною роллю ґрунтової біоти в функціонуванні ґрунтів. Ґрунтові організми забезпечують здійснення багатьох екологічних функцій ґрунтів, у тому числі певні етапи кругообігу біогенних елементів, вони ж підтримують у ґрунті гомеостаз за багатьма його властивостям. За будь-яких видів деградації ґрунтів першими на них реагують саме організми. З одного боку вони прагнуть, завдяки зміні своєї активності, підтримати рівновагу, з іншого – першими страждають від порушень.

Комплекс ґрунтових організмів (біота) більш стійкий функціонально, ніж структурно. Тому, в першу чергу, порушується біорізноманіття, відбувається його збіднення, йде перегруповання популяцій, змінюються домінуючі види. Деякі види взагалі зникають, можуть з'являтися і нові види, часто шкідливі. При дії деградаційних факторів розрізняють *чотири зони* за різними змінами складу біоти: зона *гомеостазу* з нормальним складом організмів; зона *стресу* з перебудовою в кількісних співвідношеннях видів, але без зміни якісного складу; зона *розвитку* резистентних організмів; зона *репресії*.

Збереження стабільності і нормального функціонування біоти забезпечується величезним мікробним пулом, що відрізняється як різноманітним загальним запасом мікроорганізмів (мікробної біомасою), так і величезним якісним розмаїттям (мікробним генофондом), оснащеним тисячами ферментів, тобто здатним проводити тисячі біохімічних реакцій, які не можуть проходити суто хімічним шляхом або йдуть вкрай повільно.

У складі пулу більшість організмів знаходиться в стані анабіозу і виходить з нього у разі необхідності проведення корекції у функціонуванні біоти. Зі зменшенням пулу мікроорганізмів і його різноманітності відбуваються і функціональні порушення, наприклад, здатності до азотфіксації, гумусо- і структуроутворення,

гіпертрофуються такі функції, як швидкість розкладання органічної речовини, нітрифікаційна і денітрифікаційна здатність. З'являються нові негативні властивості, наприклад, поява потенційних патогенів, алергенів і фітопатогенів, утворюються фітотоксини. У деяких випадках спостерігається деградація мікробного комплексу через забруднення його сторонніми неґрунтовими організмами, наприклад, фекальними або мікробами з мікробіологічних виробництв (антибіотиків, білково-вітамінних концентратів, ферментів і деяких хімікатів).

Ґрунтові організми страждають від усіх видів деградації. За вітрової або водної ерозії ґрунтів вони частково або майже повністю зникають, причому для їх відновлення потрібне відновлення самого ґрунту. Ґрунтові організми особливо різко реагують на деградацію хімічного стану ґрунтів. Будь-які хімічні зміни ведуть до зміни біоти. Особливо сильно позначається забруднення важкими металами, пестицидами, підкислення ґрунтів, зменшення вмісту гумусу тощо. У всіх випадках відбувається деградація комплексу ґрунтових організмів. Однак організми є і потужним чинником боротьби з хімічною деградацією ґрунтів, так як вони можуть очищати ґрунт від нафти і пестицидів, сприяти утворенню орґано-мінеральних сполук, що містять важкі метали і або сприяти пересуванню їх вниз по ґрунтовому профілю, або зв'язування їх у плівки та агрегати, де вони не можуть проявляти своєї токсичної дії. Здатність мікроорганізмів до метилювання важких металів і деяких інших елементів призводить до їх видалення з ґрунту у вигляді летючих сполук. Ґрунтові організми здатні руйнувати всі шкідливі природні органічні сполуки і більшість токсичних штучних органічних речовин.

Фізична деградація ґрунтів, особливо ущільнення і руйнування ґрунтової структури, а також зміна водного режиму призводить до розбалансування мікробіологічних процесів, панування анаеробних умов, розвитку денітрифікації, утворення токсичних речовин, корінної зміни ґрунтової біоти.

Таким чином деградація біологічних властивостей ґрунтів завдає небезпечної і багатосторонньої екологічної шкоди як для ґрунтів, так і для біосфери в цілому.

Деградація під впливом гідрологічного фактору. Гідрологічний фактор деградації ґрунтів обумовлений несприятливою трансформацією їх водного режиму, викликаного неадекватним застосуванням гідротехнічних, меліоративних, шляхо-будівельних і інших індустриальних заходів.

Зміна водного режиму може викликати заболочування (у тому числі вторинне), засолення, прискорене розкладання органічної речовини, пірогенне знищення осушених торф'яних ґрунтів, інтенсивне вилучення з кореневмісного шару гумусових речовин, міді, магнію, заліза, алюмінію, марганцю, збільшення грубизни підзолистого горизонту, посилення процесів оглеєння, ущільнення і дезагрегування ґрунтів та інші деградації. Ці явища призводять до зміни морфології ґрунтового профілю, впливають на інтенсивність тих чи інших елементарних ґрунтових процесів і, як наслідок цього, змінюють класифікаційне положення ґрунтів, структуру ґрунтового покриву і, отже, знижують родючість ґрунтів.

5.4. Критерії та діагностичні параметри оцінювання ступеня деградації ґрунтів

Для найбільш розповсюджених видів деградацій – водної і вітрової ерозії, дегуміфікації, знеструктурення, пилоутворення, брилоутворення, переущільнення, забруднення, засолення, підкислення, геоеканомалій і деяких інших розроблено нормативні оцінки. У той же час багато видів деградацій поки ще не мають параметризованих критеріїв.

У табл. 5.2 наведені параметри здебільшого відповідають ґрунтам середнього і важкого гранулометричного складу, що переважають в Україні, за винятком Полісся. Конкретні нормативи, незважаючи на певну динаміку фізичних параметрів ґрунтів протягом сезону і у багаторічному циклі, свідчать про стан ґрунтів. Нормативи подано у двох вимірах – для індивідуальних та інтегральних показників.

Діагностика прояву ерозії базується на теоретичному допущенні, що кризова ерозійна ситуація виникає у випадках, коли швидкість руйнування ґрунту перевищує швидкість ґрунтоутворення. Наприклад, якщо швидкість ґрунтоутворення (не точна величина) досягає 2,0-2,5 т/га щорічно, то за більших величин ерозії відповідно й почнеться необоротне руйнування ґрунту. Тому саме ці величини втрат ґрунту доцільно використовувати для діагностики прояву ерозії.

Проте у критеріях і діагностичних параметрах кризових явищ у ґрунтовому покриві України показник інтенсивності середньорічних втрат ґрунту складає 10-15 т/га, що не дозволяє об'єктивно оцінити загрозу ерозії і тому потребує корегування.

5.2. Критерії і діагностичні параметри кризових явищ у ґрунтовому покриві (для умов України, за В. В. Медведєвим та ін., 2008)

Тип деградації	Вид деградації	Показник	Діагностичні параметри
1	2	3	4
Фізична	Знеструктурення	Фактор дисперсності	8–10 і вище
	Переуцільнення	Рівноважна щільність будови орного шару, г/см ³	> 1,4
	Ерозія водна	Інтенсивність середньорічних втрат ґрунту, т/га	10–15
	Ерозія вітрова	Показник ерозії ґрунтів (залежно від величини поверхневого зливового стоку), %	15-20
		Перевищення потенційно можливих втрат ґрунту над нормою ерозії з урахуванням періодичності процесів, разів	> 50
	Забруднення радіонуклідами	Повторюваність та інтенсивність посух за періодами вегетації; зниження ГТК	1,5-3,5; 0,2-0,3
		Cs ¹³⁷ , Кі/км ² Sr ⁹⁰ , Кі/км ²	5-15 і вище 1-3 і вище
Хімічна	Забруднення залишками пестицидів	ГДК у ґрунті й у рослинах	1,1-1,5 і вище
	Забруднення важкими металами	ГДК у ґрунті, валові форми	1,1 і вище
		ГДК у ґрунті, рухомі форми	2 і вище
		ГДК у рослинах, валові форми	2 і вище
		ГДК у рослинах, рухомі форми	1,1 і вище
		Кларки, валові форми у ґрунтах	5-6 і вище
	Підкислення (декальцинація)	pH _{KCl} , Δ	0,8-1,0
Фізико-хімічна	Вторинна солонцюватість (за зрошення)	pNa-0,5p Ca	0,4-0,8
		aNa aCa	> 3,0
		Уміст натрію від суми поглинутих катіонів, %	6–10 і вище
	Дегуміфікація мінеральних ґрунтів	Щорічне зменшення вмісту гумусу, %	> 1,0
Біологічна	Спрацювання торфовищ (за осушення)	Щорічне зменшення вмісту органічної речовини, т/га	> 20,0

1	2	3	4
Геоєко-аномалії	Сейсмічність	Землетрус з інтервалом 10-30 р., бал	7
	Рух земної кори	Підняття чи опускання за рік, мм	6-8
	Селі	Кількість протягом 5-10 років	1
	Осипи	Потужність, см	30
	Вітровали	Кількість протягом 5-10 років	1
	Мочари	Площа від сільгоспугідь, %	> 10
	Активні зсуви	Площа, що піддається зсуву, %	5 і вище
	Карст	Площа, що піддається карсту, %	7 і вище
	Поді, западини	Площа від сільгоспугідь, %	10-20
	Соляні куполи	Площа сильнозасолених ґрунтів, %	15
	Підтоплення	Підтоплена площа, %	10 і вище

Більш надійні діагностичні параметри встановлено для хімічної і фізико-хімічної деградацій. У той же час параметри біологічної деградації потребують уточнення. Для гірських регіонів і окремих масивів актуальними є геоєкоаномалії, які недостатньо вивчаються, неякісно картографуються і майже не враховуються у господарській діяльності.

Орієнтовні кількісні та якісні оцінки деградаційних і кризових явищ у ґрунтовому покриві України узагальнені у табл. 5.2, 5.3.

5.3. Діагностичні критерії деградації ґрунтів (на прикладі України)

Показники	Одиниці виміру	Показники ґрунтових властивостей (з урахуванням зонального місцеположення)
1	2	3
Еродованість (змитість та дефльованість)	Ступінь еродованості ґрунтів	середньо- та сильнозмиті, дефльовані, розмиті лінійною ерозією
Скелетність	Вміст уламків гірських порід розміром понад 3 мм	більше 20% від об'єму ґрунту (у 30-см шарі)
Легкий гранулометричний склад	Вміст фізичної глини (часток, діаметром менше 0,01 мм), %	а) у Поліссі – до 5; б) у Лісостепу – до 10; в) у степовій зоні і південних районах Лісостепу (крім Західного) – до 20.

1	2	3
Важкий гранулометричний склад	Вміст фізичної глини (часток, діаметром менше 0,01 мм), %	у Прикарпатті – понад 50, у інших зонах, провінціях: а) на лесових породах – понад 75; б) на нелесових породах – понад 60
Гумусованість	Вміст гумусу, % від ваги ґрунту	а) на Поліссі – менше 0,6; б) у Лісостепу – менше 1,5; в) у Степу – менше 2,0
Реакція ґрунтового розчину	Показник рН	у всіх зонах: а) до 4,0; б) понад 8,0
Вміст рухомого алюмінію	мг/екв. на 100 г ґрунту	понад 3,0
Вміст увібраного натрію	% від суми увібраних основ	а) для автоморфних ґрунтів – понад 5; б) для напівгідроморфних і гідроморфних ґрунтів – понад 10
Засолення	Вміст від маси ґрунту у перерахунку на токсичні солі, %	понад 0,4
Карбонатність	Вміст карбонатів, % від маси	CaCO ₃ більше 30
Фізична деградація	Щільність складення, г/см ³	а) понад 1,5 – для суглинкових і глинистих ґрунтів; б) понад 1,9 – для супіщаних і піщаних ґрунтів
Хімічне забруднення	Гранично допустима концентрація (ГДК)	перевищення ГДК більш як у 4 рази
Радіаційне забруднення	Щільність забруднення, Кі/км ²	Cs-137 більше 15 Sr-90 більше 3

5.5. Чинники деградації ґрунтів

Основні чинники, що викликають деградації ґрунтів, об'єднані у дві основні групи: *природні і антропогенні* (рис. 5.2). До *природних* належать: площинна і лінійна ерозія, вітрова ерозія, зсуви, селеві потоки, осипи, суфозійні процеси, карст, землетруси, вулкани, засолення, заболочення, кислотність, перезволоження. Основними *антропогенними* чинниками є: отрутохімікати, пестициди, радіонукліди, стічні води, спрацьовані торфовища, засміченість, забур'яненість, дегуміфікація, агротехнічна ерозія, іригаційна ерозія та інші.

Рис. 5.2. Класифікація чинників деградації земель

125

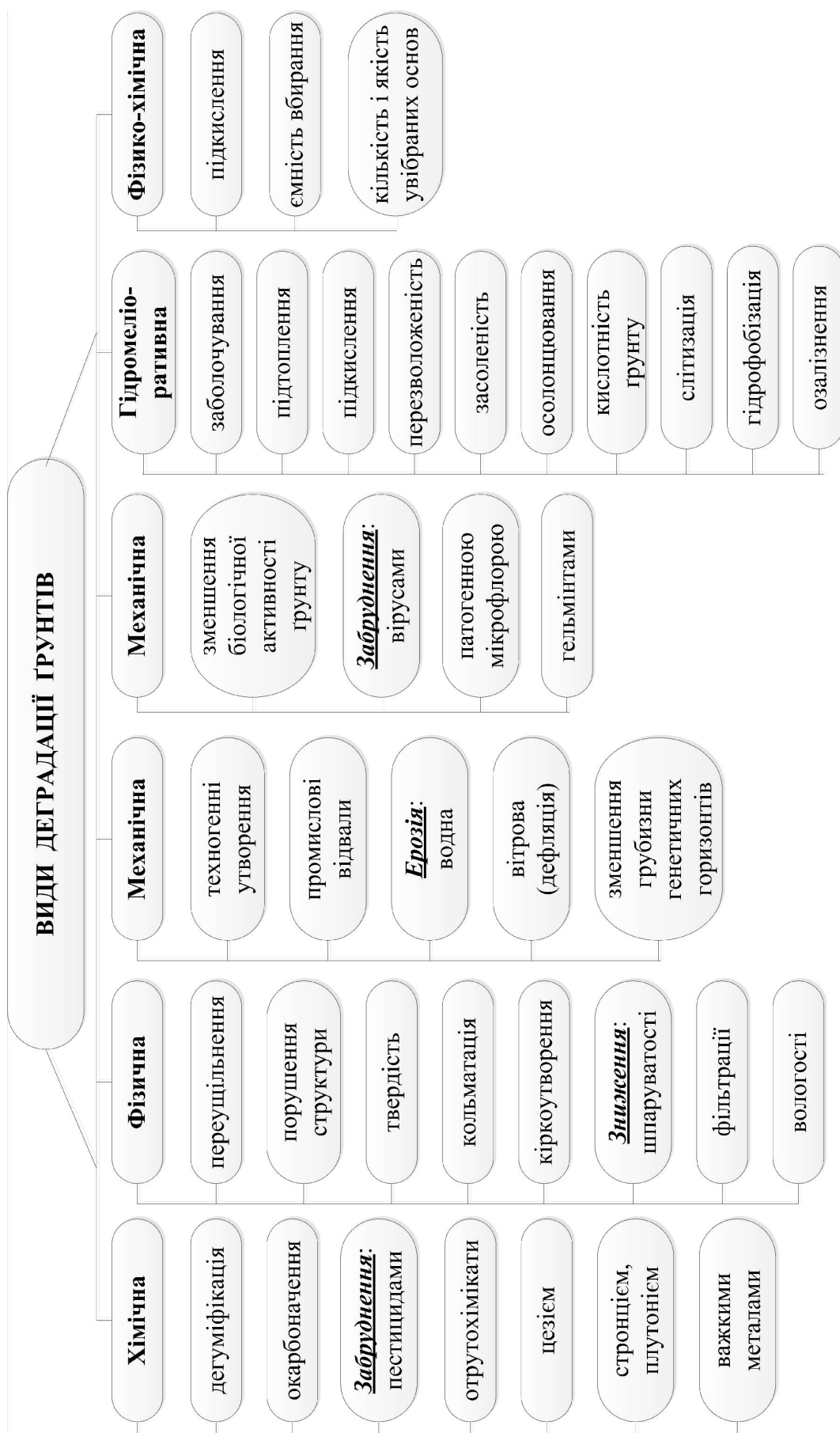


Рис. 5.3. Класифікація видів деградації ґрунтів

Хімічна деградація проявляється у зміні характерного для певного типу ґрунту якісного і кількісного складу хімічних речовин і зумовлена порушенням норм внесення мінеральних добрив, меліорантів, пестицидів, а також техногенними викидами. Хімічними забруднювачами є важкі метали, які надходять у ґрунт з мінеральними добривами, хімічними меліорантами та за рахунок повітряного переносу, і пестициди та продукти їх метаболізму. До хімічної деградації можна віднести і дегуміфікацію, тобто зменшення вмісту гумусу у ґрунті через незбалансоване внесення органічних добрив і надходження до ґрунту органічних решток.

Фізична деградація характеризується порушенням структури ґрунтів, переущільненням кореневмісного шару внаслідок недосконалої обробки земель. Проявом цього виду деградації є кольматація, кіркоутворення, порушення структури. Результатом погіршення водно-фізичних властивостей ґрунтів є зниження фільтраційної здатності, шпаруватості та аерації, утворення «ущільненої підшви».

Механічна деградація ґрунтів в основному діагностується за порушенням цілісності ґрунтового покриву. Вона спричиняється водно- та вітроерозійними процесами, під впливом яких зменшується грубизна гумусового шару аж до повного руйнування ґрунту, ґрунтотворних та підстилаючих порід (дефльовані, змиті та розмиті ґрунти, виходи порід). До цього виду деградації ґрунтів можна віднести і техногенні утворення: промислові відвали, рекультивовані землі, а також постійне винесення поживних елементів ґрунту з урожаєм сільськогосподарських культур.

Біологічна деградація діагностується за показниками фітосанітарного стану ґрунту: забруднення вірусами, патогенною мікрофлорою, гельмінтами. Внаслідок цих процесів, пов'язаних з біологічною деградацією, відбувається погіршення фітосанітарного стану ґрунту, зменшення його біологічної активності. Можливе також накопичення токсичних для рослин і тварин речовин. Найчастіше причинами, які викликають біологічну деградацію, є недотримання чергування культур в сівозмінах, застосування у високих дозах хімічних засобів захисту рослин, порушення водного, теплового і повітряного режиму ґрунту внаслідок його неправильної обробки. Ще одним негативним проявом цього виду деградації є уповільнення процесів гумусоутворення і прискорення мінералізації ґрунту, що значно зменшує його родючість.

Гідромеліоративна деградація земель меліоративного фонду

Розділ 5. Проблема деградації земель та ґрунтів

(осушених і зрошуваних). Її діагностують за ознаками підтоплення, заболочення, підкислення, злитизації, засолення, осолонцювання, спрацювання торфового шару, озалізнення, гідрофобізації органогенних та переосушення легких мінеральних ґрунтів.

Фізико-хімічна деградація ґрунтів зумовлюється змінами в реакції ґрунтового середовища, ємності вбирання ґрунтом, кількісним та якісним складом увібраних основ.

Для визначення різних видів деградованих ґрунтів розроблені основні діагностичні критерії, що характеризують ступінь деградації ґрунтів. Принципом встановлення оцінних показників для деградованих ґрунтів є кількісне порівняння природно-господарської значущості деградованих ґрунтів і їх недеградованих аналогів.

Критерієм встановлення оціночних показників для деградованих ґрунтів є визначення і вираження в кількісних величинах значущості відхилень у властивостях деградованих ґрунтів, що визначають їх природно-господарську значущість, відхилень у властивостях відносно до аналогічних недеградованих ґрунтів(табл. 5.4).

5.4.Стан ґрунтового покриву і можливості господарського використання земель відповідно до їх природно-господарської значущості

Рівень втрати природно-господарської значущості ґрунту	Стан ґрунтового покриву і можливості господарського використання земель
Нульовий	Відсутність ознак несприятливих екологічних наслідків і обмежень ефективного господарського використання
Слабкий	Первинні ознаки пригнічення окремих ланок біоценозів, зниження продуктивності агроценозів. Використання земель для продовольчого виробництва без обмежень
Середній	Природні біоценози сильно пригнічені або відсутні. Використання земель для виробництва продовольчої продукції малоефективне через знижену родючість ґрунтів і часто неповноцінну якість продукції
Високий	Обмеженість існування штучних насаджень. Недоцільність використання земель для виробництва продовольчої продукції через низьку родючість ґрунтів і незадовільну якість продукції
Катастрофічний	Біопродуктивність земель надто низька. Обмеженість використання території для існування людини і розміщення виробництв життєзабезпечення

Оцінка природно-господарської значущості земель проводиться за рівнем участі ґрунтового покриву в забезпеченні існування і функціонування екосистем у даному ландшафті (екологічний критерій) і за можливістю ефективного використання земель в системі землекористування (господарський критерій).

Для оцінки міри деградації ґрунтів і земель пропонується використати градації показників стану ґрунтів, характерні для окремих типів деградації і уніфіковані за рівнями втрати природно-господарської значущості земель, наведеними в табл. 5.4. У випадку, якщо різні типи деградації мають аналогічні показники, визначення їх значень проводяться для діагностики кожного типу деградації з урахуванням специфіки конкретного процесу відповідно до переліку можливих типів деградації.

Деградація ґрунтів і земель за кожним показником характеризується п'ятьма ступенями:

- 0 – недеградовані (непорушені);
- 1 – слабкодеградовані;
- 2 – середньодеградовані;
- 3 – сильнодеградовані;
- 4 – дуже сильнодеградовані (зруйновані).

Визначення ступенів деградації здійснюється за табл. 5.5.

5.5. Оціночні показники для визначення ступеня деградації ґрунтів і земель

<i>Показник</i>	<i>Ступінь деградації</i>				
	0	1	2	3	4
1	2	3	4	5	6
Основні показники					
Грубизна абіотичного (неродючого) наносу, см	<2	2-10	10-20	20-40	>40
Глибина провалів відносно поверхні (без розривів суцільності), см	<20	20-40	40-100	100-200	>200
Зменшення вмісту фізичної глини, % від вихідного	<5	5-15	15-25	25-32	>32
Збільшення рівноважної щільності будови орного шару ґрунту, % від вихідного	<10	10-20	20-30	30-40	>40
Стабільна структурна (міжагрегатна, без урахування тріщин) пористість, см ³ /г	>0,2	0,1-0,2	0,05-0,1	0,02-0,05	<0,02
Текстурна пористість (внутрішньоагрегатна), см ³ /г	>0,3	0,25-0,3	0,2-0,25	0,17-0,19	<0,17

продовження табл. 5.5

1	2	3	4	5	6
Коефіцієнт фільтрації, м/добу	>1,0	0,3-1	0,1-0,3	0,01-0,1	<0,01
Кам'янистість, % покриття	<5	6-15	16-35	36-70	>70
Зменшення грубизни ґрунтового профілю (А + В), % від вихідного	<3	3-25	25-50	50-75	>75
Зменшення запасів гумусу в профілі ґрунту (А+В), % від вихідного*	<10	10-20	20-40	40-80	>80
Площа оголеної ґрунтотвірної або підстилаючої (D) породи, % від загальної площі	0-2	3-5	6-10	11-25	>25
Глибина розмивів відносно поверхні, см	<20	20-40	40-100	100-200	>200
Розчленованість території ярами, км/км ²	<0,1	0,1-0,3	0,3-0,7	0,7-2,5	>2,5
Дефляційний нанос неродючого шару, см	<2	2-10	10-20	20-40	>40
Площа рухливих пісків, % від загальної площі	0-2	2-5	5-10	10-25	>25
Загальний уміст токсичних солей у гумусовому орному шарі, %					
• за участю соди	<0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,5	>0,5
• для інших типів засолення	<0,1	0,1-0,25	0,25-0,5	0,5-0,8	>0,8
Збільшення токсичної лужності при переході нейтрального типу засолення в лужний, мг-екв/100 г ґрунту	<0,7	0,7-1	1-1,6	1,6-2	>2
Збільшення вмісту обмінного натрію, % від ЄКО:					
для ґрунтів, які містять <% натрію	<1	1-3	3-7	7-10	>10
для інших ґрунтів	<5	5-10	10-15	15-20	>10
Збільшення вмісту обмінного магнію, % від ЄКО:	<40	40-50	50-60	60-70	>70
Піднімання прісних ґрунтових вод до глибини, м:					
у гумідній зоні (мінералізація <1 г/л)	>1,0	0,8-0,6	0,6-0,8	0,3-0,6	<0,3
у степовій зоні (мінералізація <3 г/л)	>4	3-4	2-3	1-2	<1
Піднімання рівня мінералізованих (>3 г/л) ґрунтових вод до глибини, м	>7	5-7	3-5	2-3	<2
Тривалість затоплення (поверхневого перезволоження, місяців)	<3	3-6	6-12	12-18	>18
Накопичення торфу, мм/рік	<1	1-2,5	2,5-10	10-40	>40
Додаткові показники					
Втрати ґрунтової маси, т/га на рік	<5	5-25	25-100	100-200	>200

продовження табл. 5.5

1	2	3	4	5	6
Збільшення площі середньо- та сильноеродованих ґрунтів, % на рік	<0,5	0,5-1	1-2	2-5	>5
Площа природних кормових угідь, виведених з землекористування (без рослинності, % від загальної площі)	<10	10-30	30-50	50-70	>70
Проективне покриття пасовищної рослинності, % від зонального	>90	71-90	51-70	10-50	<10
Швидкість росту площі деградованих пасовищ, % на рік	<0,25	0,25-1	1-3	3-5	>5
Збільшення площі рухливих пісків, % на рік	<0,25	0,25-1	1-2	2-4	>4
Збільшення площі засолених ґрунтів, % на рік	0-0,5	0,5-1	1-2	2-5	>5

Встановлення ступеня деградації ґрунтів можливе за будь-яким із запропонованих показників. За наявності двох і більше істотних змін показників оцінка ступеня деградації ґрунтів і земель здійснюється за показником, що встановлює максимальний ступінь. При виділенні високого і катастрофічного рівнів втрати природно-господарської значущості земель додатково оцінюється весь комплекс умов природного середовища загалом.

Залежно від ступеня деградації ґрунтів і земель вводиться спеціальний режим їх використання, проводиться зміна цільового призначення або їх консервація. Рекомендації щодо відновлення і використання деградованих ґрунтів і земель (або їх консервації) повинні мати аргументоване обґрунтування. При цьому можуть розглядатися декілька альтернативних варіантів.

Консервації підлягають землі третього і четвертого ступеня деградації з сильноеродованими, сильнозасоленими, сильнозаболоченими (внаслідок підтоплення або порушення екологічних вимог) ґрунтами, схильними у значній мірі до опустелювання, землі, що мають просади поверхні внаслідок видобутку корисних копалин, пасовища з сильно порушеним ґрунтово-рослинним покривалом, коли використання за цільовим призначенням земель з вказаними ознаками деградації призводить до подальшого розвитку негативних процесів, погіршення стану ґрунтів і екологічної обстановки.

Таким чином, система оцінки ступеня деградації ґрунтів є основою раціонального і економічно безпечного використання земель в умовах антропогенного тиску.

5.6. Стійкість ґрунтів до деградації

Стійкість ґрунтів до зовнішніх впливів характеризується двома взаємодоповнюючими аспектами: перший – реакцією ґрунту безпосередньо під час впливу, другий – можливістю повернення в початковий стан після припинення впливу.

Стійкість ґрунту – здатність тривалий час зберігати склад, структуру, функціонування, просторове положення в умовах відносно незначних змін факторів ґрунтоутворення, а також відновлювати основні якісні характеристики свого вихідного стану.

ґрунту, як складній системі з ієрархічними рівнями будови (компонентів, агрегатів, горизонтів, ґрунтових індивідуумів, ґрунтових комбінацій) внаслідок їх якісних особливостей потрібні окремі критерії оцінки стійкості кожного рівня організації до зовнішніх впливів. При цьому необхідно враховувати обидва аспекти стійкості – резистентну (збереження ґрунту) і регенераційні (відновлення).

Розрізняють потенційну і фактичну стійкість ґрунтів до прояву деградаційних процесів.

Потенційна стійкість до деградації визначається складом і властивостями ґрунтів, а також наявністю або відсутністю факторів, що захищають їх від розвитку негативних процесів.

Фактична стійкість залежить від чергування циклів стану ґрунтової системи різної тривалості: чергуванням культур у сівозміні, зміна режиму вологості за сезонами тощо.

Оборотність деградації ґрунтів – це реальна можливість відновлення властивостей ґрунтів, змінених або втрачених в процесі деградації. Ця важлива характеристика залежить, в першу чергу, від виду та ступеня деградації ґрунтів. Так, усунути підкислення ґрунтового середовища, збідніння доступними для рослин елементами живлення можна відносно швидко і без великих витрат; а ерозія, дефляція, дегуміфікація, злитизація вимагають виконання комплексу ресурсовитратних заходів протягом тривалого часу. За високого ступеня деградації ґрунтів відновити їх нормальне функціонування і властивий їм рівень родючості стає практично неможливим в осяжний період часу за сучасних технологій.

ґрунти і ландшафти постійно знаходяться в динамічно нестійкому стані, що ускладнює прогнозування їх подальшого розвитку. Тому важливо завчасно виявляти впливи, що викликають нестійкий стан ґрунтів, насамперед, напрямок, характер і ступінь змін, що обумовлюють їх еволюцію:

1. Можливість порівняно швидкої заміни одного компонента іншим для виконання однієї і тієї ж функції ґрунту за рахунок різноманітності мінеральних компонентів, гумусових речовин і продуктів їх взаємодії, біорізноманіття ґрунтового ценозу;

2. Прояв механічної міцності, пружності, еластичності компонентів твердої фази ґрунту і структурних зв'язків між ними;

3. Адсорбція, іонний обмін, низька розчинність багатьох сполук, вбирання і утримання живими організмами, тобто вбирна здатність ґрунту;

4. Знешкодження впливу речовин і організмів, що надходять у ґрунт завдяки фізичному опору, хімічній інактивації, біологічному знезараженню;

5. Відносна ізоляція деяких компонентів ґрунту за рахунок наявності інших його компонентів, що характеризуються пониженими коефіцієнтами тепло-, масо- і енергопереносу;

6. Здатність ґрунту видаляти легкорозчинні сполуки за межі профілю завдяки вертикальному і горизонтальному промиванню;

7. Діяльність живих організмів, спрямована на підтримку певних умов свого існування;

8. Активні ґрунтові процеси, що підтримують і періодично оновлюють склад, властивості та будову ґрунту.

Загальну схему стійкості ґрунтів М. Б. Хітров (2003) доповнив такими уточненнями:

- інертність окремих компонентів ґрунту як здатність не взаємодіяти із зовнішніми хімічними агентами;

- стійкість компонентів ґрунту як здатність зберігати тривалий час свій склад і властивості за хімічних і біохімічних впливів;

- відносна стабільність (сталість) основних груп твердих компонентів ґрунту (мінеральних, органічних і органо-мінеральних), а також видового складу мікробіоценозу і зооценозу при невеликих коливаннях зовнішніх впливів;

- живучість ценозу ґрунтових організмів як здатність зберігати структуру і характер функціонування угруповань;

- сталість комплексу якісних ознак ґрунту (система горизонтів і їх властивості) протягом тривалого періоду часу;

- збереження свого положення у просторі;

- буферність як здатність ґрунту підтримувати відносну постійність окремих характеристик при незначній зміні свого складу;

- пригнічення впливу речовин і організмів, що надходять у ґрунт завдяки фізичному опору, хімічній інактивації, біологічному знезараженню;

- надійність функціонування ґрунту в складі геосистеми;

- здатність ґрунту до відновлення складу, структури та функціонування після збурення вихідного стану;
- збереження ґрунтового покриву як компонента геосистеми в конкретному ландшафті; в більш широкому плані – збереження педосфери на планеті Земля.

В. І. Кірюшин (2000) вказує на істотні відмінності понять стійкості природних ландшафтів і агроландшафтів. Для природного ландшафту важливим є збереження саморегульованого функціонування геосистеми загалом, тоді як під стійкістю агроландшафту розуміють здатність підтримувати задані виробничі та соціальні функції. З прагматичної точки зору стійкість таких природних ландшафтів, як солонцеві, солончакові, заболочені і т.п. не має агрономічного сенсу, але вона впливає на стійкість аналогів, перетворених в агроландшафти шляхом меліорації. Чим більше відрізняються вимоги сільськогосподарських культур від агроекологічних умов вихідного ландшафту, тим більше необхідно витрат енергії на підтримання заданих параметрів функціонування створених агроландшафтів, що позначається на надійності цих систем.

Кількісні оцінки стійкості конкретних ґрунтів до конкретних впливів згруповані у такі напрямки:

- 1) традиційні генетичні на основі властивостей ґрунтів;
- 2) за критичними навантаженнями;
- 3) за найбільш чутливими до впливів властивостями ґрунтів;
- 4) на основі аналізу адекватних нелінійних математичних моделей ґрунтових процесів.

Стійкість ґрунтів до хімічного забруднення визначається умістом і якісним складом гумусу, грубизною гумусового горизонту, гранулометричним складом, вмістом карбонатів, складом і вмістом глинистих мінералів, ємністю катіонного обміну (ЄКО), біологічною активністю ґрунтів, грубизною ґрунтового профілю, складом і властивостями материнської породи, рівнем ґрунтових вод, вмістом розчинних форм забруднюючих сполук і хімічних елементів, що обумовлює їх доступність для рослин, а також здатність мігрувати.

Самовідновлення (самоочищення) ґрунту відбувається значно повільніше, ніж атмосфери та гідросфери. Воно реалізується за допомогою випаровування, вимивання, гідролізу, окислення, поглинання хімічних елементів рослинами та мікроорганізмами. Санітарно-епідеміологічна оцінка дається на підставі спостережень за життєдіяльністю мікроорганізмів.

Самовідновлення забруднених важкими металами ґрунтів процес надто повільний і може тривати десятки і сотні років. Велика

роль при цьому належить живій речовині ґрунту: мікроорганізми розкладають більшість органічних політантів до простих нетоксичних сполук. Мікроорганізми здатні руйнувати металоорганічні сполуки (ціаніди) і міняти окислювально-відновний статус металів (наприклад, відновлюючи Hg^{2+} до Hg^0) і тим самим знижувати прояв металотоксикозу.

У разі забруднення ґрунтів важкими металами їх рухомість суттєво залежить від активності ґрунтової біоти, можливості утворювати леткі сполуки, колоїдні та іонні розчини і активно мігрувати, або навпаки, закріплюватися за рахунок сорбції на поверхні клітинних стінок і акумуляції в мікробних клітинах. За підвищення рухомості хімічних елементів-забруднювачів, прискорюється відновлення (очищення) ґрунтів.

Утворення хелатних сполук металів з мікробними метаболітами – продуктами розкладання рослинних решток – посилює їх міграцію з водою і в той же час підвищує акумуляцію рослинами. Стійкість хелатів з металами визначається властивостями останніх і зменшується в ряді: Pb, Cu, Ni, Co, Zn, Cd, Fe, Mn, Mg. Тимчасове закріплення важких металів мікроорганізмами і переведення їх у малорухомі сполуки знижує металотоксикоз ґрунту, але його самоочищення уповільнюється.

При збільшенні вмісту важких металів у ґрунті різко зростає їх акумуляція у біомасі. Поступове видалення важких металів із ґрунту без забруднення суміжних середовищ технологічно реалізується шляхом *фіторе mediaції* – використання рослин-акумуляторів металів, біомасу яких видаляють із забрудненої ділянки (Д. Г. Звягінцев та ін., 2002) і потім інактивують (переводять у недоступні рослинам сполуки). Слід визнати неможливість значної адаптації живих організмів до забруднення важкими металами та неможливість провести повну детоксикацію забрудненого ґрунту. Єдиною альтернативою залишається різке обмеження, а в подальшому – припинення забруднення біосфери металами при одночасній ремедіації вже забруднених природних об'єктів.

Питання для самоконтролю:

1. Деградація ґрунтів: основні поняття і термінологія
2. Причини прояву деградаційних процесів у ґрунтах
3. Типологія деградацій ґрунту
4. Критерії та діагностичні параметри оцінювання ступеня деградації ґрунтів
5. Чинники деградації ґрунтів
6. Стійкість ґрунтів до деградації

РОЗДІЛ 6. ЕРОЗІЯ ҐРУНТІВ ТА ЗАХОДИ ЩОДО ПОПЕРЕДЖЕННЯ ЇЇ ПРОЯВУ

В. В. Докучаєв у своїх працях і, перш за все, в книзі «Русский чернозем», розкриваючи невичерпні багатства нашої країни, вказував на вкрай незадовільне використання високородючих чорноземів, які втрачають свою родючість внаслідок змиву верхнього шару ґрунту стоком талої та зливової води, а також видування вітром.

Ерозія завдає величезної шкоди народному господарству: відбувається руйнування шляхів, господарських будівель, гребель, замулювання і заболочування водоймищ, річних заплав і русел, зниження рівня ґрунтової води, що викликає погіршення режиму річок і висушення територій. Особливо велику шкоду завдають ерозійні процеси сільському господарству: руйнуються ґрунти і цінні сільськогосподарські угіддя; частіше бувають посухи; зносяться з водою зі схилів в ріки і водоймища внесені на поля добрива; виводяться з ладу дренажні системи. За даними ННЦ «Інститут агрохімії і ґрунтознавства ім. О. Н. Соколовського» НААН України, врожайність сільськогосподарських культур на чорноземах звичайних еродованих на 20-55 % нижче (в залежності від ступеня еродованості), ніж на нееродованих.

6.1. Історія наукових досліджень з ерозії ґрунтів

Терміном «ерозія» (від латинського «*erosio*» – роз’їдання) позначається руйнуюча дія води, що випадає у вигляді дощу і тече схилом, на ґрунтовий покрив і підстилаючі породи, а також руйнування ґрунту вітром.

Терміном «іригаційна ерозія» характеризується руйнування ґрунту водою, яка подається на поле для зрошення сільськогосподарських культур.

Сучасне поняття «ерозія ґрунтів» виникло внаслідок узагальнення чисельних спостережень руйнівної дії на схилах водних потоків, що утворюються після зливи, сильного дощу або танення снігу.

Подібні з дією водних потоків і наслідки механічної «роботи» вітру, коли дрібні агрегати і часточки переміщуються у

приповерхневому прошарку повітря, а дрібні з них піднімаються на значну висоту і переносяться на великі відстані.

Ще Геродот у V столітті до н.е. писав про каламутність води в ріках Скіфії. Це саме раннє нагадування про знос мілкозему. У найдавніших письмових пам'ятках Русі неодноразово згадуються грізні явища природи, у тому числі бідкування, принесені ерозією.

М. В. Ломоносов неодноразово писав про процеси руйнування, селективному виносі і розмивах ґрунтів водами поверхневого стоку після випадання злив або дощів великої тривалості, а також про вітрову ерозію.

Вчені кінця XVIII ст. вже не тільки описували явища водної і вітрової ерозії, але і давали практичні рекомендації щодо закріплення пісків посадками дерев і чагарників, посівом трав і запобігання водної ерозії прийомами опрацювання ґрунту (борозни поперек схилу), посадками дерев і чагарників по берегах рік тощо.

У XIX ст. опубліковані праці П. А. Костичева, В. В. Докучаєва, М. М. Сибірцева, П. А. Зем'ятченського, І. В. Мушкетова, Н. А. Соколова, С. М. Нікітіна, В. Масальського, Г. Андрієвського і багатьох інших видатних учених, що займалися вивченням ерозії ґрунтів.

Роботи прогресивних землевласників (Шатілови, Ломіковський, Данилевський), а також спостереження, проведені в державних лісництвах (Велико-Анадольське, Бердянське, Донське й ін.), дозволили узагальнити ряд найважливіших питань лісорозведення в південних степах. Глибокі узагальнення і практичні рекомендації дані в працях В. В. Докучаєва («Наши степи прежде и теперь», «Русский чернозем»), А. А. Ізмайльського («Как высохла наша степь»), П. А. Костичева («Почвы Черноземной области России, их происхождение, состав и свойства»). Вони слугували науковою основою експедиції, спорядженої Лісовим департаментом під керівництвом В. В. Докучаєва.

Експедицію В. В. Докучаєва, що ставила перед собою задачу випробувати і врахувати різні засоби і прийоми ведення лісового і водного господарства в степах Росії, ми тепер оцінюємо як початок науково обґрунтованого, комплексного впливу на природні фактори, як зразок втілення наукових висновків у широкому польовому експерименті. Вона блискуче підтвердила ідеї школи В. В. Докучаєва, його соратників, учнів і послідовників. Як слідство і продовження робіт, початих експедицією В. В. Докучаєва, були експедиції М. Н. Аненкова й А. А. Тілло, у програму яких уключалися питання

зміцнення ярів (головним чином шляхом відводу талих вод у спеціальні водоймища й ін.), снігозатримання, водорегулювання і затримки талих вод.

У складі цих експедицій починав роботу А. С. Козьменко, який присвятив усе своє життя дослідженню процесів ерозії, пропаганді протиерозійних заходів і здійсненню протиерозійних робіт на полях Новосильської дослідно-яружної станції Тульської обл.

П. В. Янковський, Г. М. Висоцький, С. М. Нікітін, В. М. Борткевіч, А. Н. Шишкін, К. А. Тімірязєв, П. А. Костичев і багато інших учених випробували і рекомендували різноманітні прийоми накопичення вологи у ґрунті на схилах: оранку поперек схилу, устрій борозен, устрій валів, кротування, періодичну глибоку оранку тощо. Вони рекомендували для закріплення ярів споруджувати водозатримуючі вали, для закріплення схилів і рухливих пісків висівати трави і висаджувати чагарники.

З укрупненням сільськогосподарських підприємств були створені умови для застосування всього арсеналу засобів боротьби з ерозією, дослідження їх і масового впровадження на великих територіях.

Переважає більшість наукових установ, пов'язаних із вивченням питань землеробства і рослинництва, в тій або іншій мірі розробляють питання боротьби з ерозією ґрунтів.

Значний внесок у вивчення цієї проблеми внесли колективи Всесоюзного науково-дослідного агролісомеліоративного інституту (ВНДАЛІМІ) і Всесоюзного інституту зернового господарства.

Вивчалися ерозійні процеси в районах інтенсивного землеробства і виявлялися території, що потребують першочергового проведення протиерозійних робіт. Так, академік А. Н. Костяков (1925 р.) видав картограму ярів ЄТС. Н. А. Розов (1927 р.) дав аналіз росту ярів. Подібна робота виконана А. Ю. Кожиним щодо дослідження пісків України. На основі широких досліджень і ґрунтово-ерозійного обстеження під керівництвом С. С. Соболева (1939-1941 рр.) була складена перша ґрунтово-ерозійна карта ЄТС, а потім і всієї країни. Виявлено значне ушкодження ґрунту ерозією в Нечорноземній зоні.

Великомасштабні ґрунтово-ерозійні обстеження великих територій і повторні обстеження через 10-15-20 років дозволяють уточнити розміри ушкодження ґрунту ерозією і дають основу для розробки генеральної схеми і детальних проектів захисту ґрунтів від ерозії. Вивчення земної поверхні за допомогою космічних апаратів і

аерофотознімання допомогли спростити дослідження і підвищити точність контурів змитих ґрунтів і ярів на кольорових і спектрозональних знімках.

Вивчення процесів водної ерозії (А. М. Панков, 1934-1938 рр.), природи стійкості структури, ролі порозності, ролі активного гумусу, мулу, складу поглинального комплексу, вологості структуроутворення (В. Р. Вільямс, К. К. Гедройц, О. Н. Соколовський, Д. Г. Віленський, Н. А. Качинський і ін.), хімічних основ протиерозійної стійкості структури ґрунту (А. С. Вознесенський, А. Б. Арцруні, І. М. Горькова, І. Н. Антіпов-Каратаєв й ін.), а також розробка полімерів для штучного створення стійкої структури ґрунту (І. В. Вершинін, І. Б. Ревут і ін.) є надійною основою для розробки заходів щодо комплексного впливу на ґрунт із метою підвищення його стійкості проти змиву і видування.

Разом із розробкою теорії розвитку ярів (С. С. Соболев, 1948-1972 рр.) з'явилися конструкторські і технологічні розробки щодо закріплення ярів шляхом будівництва збірних лотків-швидкотоків (А. Д. Магомедов), потужних водозатримуючих валів типу В. М. Борткевіча, по засипанню і виположуванню ярів, механізованому терасуванню схилів тощо.

У районах із переважанням гірських територій (в Середній Азії, на Північному Кавказі, у Криму і Карпатах) широко розгорнулося вивчення ерозії і селевих потоків, створена служба спостереження і селезахисту, проведені унікальні роботи з захисту від селів міст, промислових об'єктів.

Велике наукове і практичне значення мають комплексні дослідження природи і процесів вітрової ерозії, описані в працях Г. М. Висоцького, А. В. Вознесенського, Б. Б. Полинова, С. С. Соболева, А. Г. Гаєля, В. Н. Виноградова й інших учених.

Дуже важливе значення мають розробки і впровадження ґрунтозахисної технології, а також комплексу машин і знарядь на землях, що зазнають впливу вітрової ерозії. Колектив учених, очолюваний академіком А. І. Бараєвим. Методичні розробки вчених увесь час удосконалюються. Вони сприяють більш точному обліку еродованих ґрунтів і порівнянності результатів обстеження. Усе більше значення набуває комплексне вивчення (ґрунтознавцями, агрохіміками, рослинниками, хліборобами, механізаторами, лесомеліораторами) взаємозалежних процесів і явищ руйнації ґрунтів. Розробляються способи і засоби комплексного впливу на природні

фактори і господарські умови для припинення ерозії, підвищення родючості ґрунтів.

6.2. Загальні поняття про ерозію ґрунтів

Ерозія – ворог родючості. Підраховано, що кожну хвилину на земній кулі з сільськогосподарського вжитку втрачається 44 га землі. Від ерозій людство кожен день втрачає більше 3 тис га, а всього вже втрачено більше 50 млн га родючих земель. Від змиву, розмиву і видування ґрунтів врожай усіх сільськогосподарських культур в середньому знижується на 20-40 %. Утворення на поверхні ґрунту водорійн, улоговин і ярів заважає обробітку ґрунту та знижує ефективність сільськогосподарського виробництва.

Ерозія (від лат. «*erosio*» – «роз'їдання») – *процес руйнування ґрунтів під впливом води і вітру*. Руйнування ґрунтів під впливом води називають водною ерозією, а під дією вітру – вітровою ерозією, або дефляцією. Захист ґрунтів від ерозії і боротьба з нею – найважливіша задача раціонального використання земель.

Водна ерозія є результат складної взаємодії багатьох природних факторів і господарської діяльності людини. Серед природних факторів важливими є ґрунтово-геоморфологічні (рельєф, геологічна будова, особливості ґрунтового покриву) і біокліматичні (рослинність, кліматичні і гідрометеорологічні умови), які визначають характер і розвиток рослинності, кількість опадів, силу вітрів, промерзання ґрунту, розміри поверхневого стоку талих і зливових вод.

На інтенсивність водної ерозії навесні впливає висота снігового покриву, яка змінюється від 10 см і менше в південному Степу, до 70 см і більше в Поліссі. Відповідно змінюються і запаси снігової води. Висота снігового покриву і запаси води в ньому зменшуються з південного-заходу на південний схід.

Дружна весна, швидке танення снігу призводить до інтенсивного стоку і руйнування ґрунту. Якщо при сніготаненні ґрунт уже відтанув, а наростання плюсових температур йде поступово, ерозійні процеси майже не проявляються. Коли ж ґрунти ще не відтанули дія ерозійних процесів зростає і чим інтенсивніше наростають плюсові температури тим швидше йде сніготанення і сильніше проявляються площинна і лінійна ерозія.

Втрата мільйонів тон знесеного із орних земель ґрунту починається з падіння краплин на ґрунтові агрегати. При ударі по

відкритій поверхні ґрунтового покриву краплини руйнують ґрунт, частки яких при зливах розлітаються на достатньо значну відстань – до 1 м у висоту і до 1,5 м в сторони. Подальші надходження дощової води формують потоки, які зносять відокремлені частки ґрунту в ріки, озера, водойми.

Руйнівна сила дощових крапель залежить від їх діаметру і маси. Дуже мілкі дощові краплини мають діаметр від 0,1 до 0,4 мм, середні – від 0,5 до 3-4 мм. Чим більший діаметр тим важча краплина. При зростанні діаметра краплини в 10-15 разів, енергія кожної падаючої краплини зростає в сотні тисяч разів. У табл. 6.1 показано, як пов'язані між собою розмір краплини, їх енергія і руйнівний вплив на поверхню ґрунту.

6.1. Характеристика ерозійної дії крапель води

Діаметр краплини, мм	Енергія однієї краплини, Дж	Характеристика ерозійної дії крапель
<0,2	$<1,1 \cdot 10^{-9}$	Рівномірне і поступове зволоження ґрунту
0,2-0,8	від $1,1 \cdot 10^{-9}$ до $1,4 \cdot 10^{-6}$	Поступове зволоження та слабо змучені мілкі потоки води
0,8-1,5	від $1,4 \cdot 10^{-6}$ до $2,6 \cdot 10^{-5}$	Незначне руйнування ґрунту, водяні потоки змучені
1,5-3,0	від $2,6 \cdot 10^{-5}$ до $4,7 \cdot 10^{-4}$	Сильне руйнування і розбризкування ґрунту, ущільнення його поверхні
> 3,0	$> 4,7 \cdot 10^{-4}$	Дуже сильне руйнування структури ґрунту і змучування потоків

Найбільш катастрофічними для ґрунтового покриву є зливові дощі. Їх ерозійна дія визначається не стільки кількістю води скільки інтенсивністю випадання. Інтенсивність опадів оцінюється шаром води, що випала за одну хвилину. Збільшення шару опадів за одиницю часу призводить до зростання втрат ґрунту. Шар опадів в 1 мм становить 1 л на кожний м^2 або 1000 м^3 на 1 км^2 .

Середня кількість опадів на рік в Україні характеризується такими показниками: Полісся (зона змішаних лісів) – 550-650 мм, Лісостеп – 450-650 мм, Степ – 300-450 мм, Південний берег Криму – 300-600 мм, Кримські гори – 900-1100 мм, Карпати – 1300-1500 мм.

Водна ерозія розпочинає діяти при ухилі території $0,5^\circ$. Дефляція ґрунту менше залежить від рельєфу місцевості, а більше від розпиленості ґрунту, його гранулометричного складу і швидкості вітру.

Найбільш важливими морфологічними показниками рельєфу, які впливають на швидкість ерозійних процесів, є: глибина місцевих базисів ерозії (різниця висот між вершиною вододілу і рівнем води в місцевій річці), розчленованість території яружно-балковою мережею, величина балкових водозборів, довжина і крутизна схилів.

Височини і гірські схили еродовані значно сильніше, ніж рівнинні території. Особливо сильно проявляються ерозійні процеси на Донецькому кряжі, Приазовській і Придніпровській височинах, Подільському плато і в передгірських і гірських районах Криму і Карпат. Слабо проявляються ерозійні процеси в рівнинних районах Полісся і Лісостепу, на Придніпровській і Приазовській низовинах. При збільшенні крутизни схилів еродованість ґрунтів зростає (табл. 6.2). Середні багаторічні втрати ґрунту на них перевищують 15-20 т/га.

6.2. Розповсюдження еродованих ґрунтів на схилах різної крутості і середньорічні втрати ґрунту на них, т/га

Крутизна схилів, град.	Ступінь еродованості			Втрати ґрунту з 1 га, т
	слабка	середня	сильна	
0-1	15,2	1,0	0,1	1,1
1-3	52,6	10,1	0,6	8,2
3-5	59,9	20,7	3,0	10,0
5-7	32,6	57,8	5,7	22,1
7-10	14,9	63,8	21,2	30,8
10-12	4,6	51,9	43,5	39,2
>12	—	58,4	41,6	>39,2

За експертними оцінками, щорічні втрати родючого шару ґрунту внаслідок ерозії з орних земель становлять 450-600 млн т. (табл. 6.3). З родючим шаром ґрунту щороку втрачається від 11 до 20 млн т. гумусу, 0,5-0,9 млн т. азоту, 0,4-0,7 млн т. фосфору, 0,72-1,30 млн т. калію.

Водну ерозію поділяють на *площинну*, або *поверхневу*, та *лінійну*, або *яружну*. Залежно від виду стічної води, водну ерозію також *поділяють* на ерозію, яка викликається талими, дощовими або іригаційними водами.

**6.3. Втрата родючого ґрунту з орних земель
від водної та вітрової ерозії**

Зони	Орні землі, площа млн га	Втрати родючого шару ґрунту від водної та вітрової ерозії	
		всього, млн т	середні втрати за рік, т/га
Україна, всього, у т.ч.:	33150	450-600	15,0-20,0
•Степ	15617	270-360	17,3-23,0
•Лісостеп	12013	163-217	13,5-18,1
•Полісся	5520	17-23	3,0-4,2

Поверхнева ерозія – це змивання поверхневого шару ґрунту під впливом стікаючих схилом дощової або талої води. Остання в процесі свого руху утворює мілкі струменисті розмиви, які під час чергового обробітку ґрунту зникають за рахунок поступового приорювання підорного шару ґрунту. Таким чином, внаслідок поверхневої ерозії орний шар все в меншій і меншій мірі зберігає матеріал вихідного поверхневого шару ґрунту і формується за рахунок нижче лежачих менш родючих горизонтів, а загальна грубизна ґрунтового профілю зменшується, формуються змиті ґрунти.

Механізм поверхневої ерозії пов'язаний з руйнівною ударною силою дощових крапель та з дією поверхневого стоку дощової і талої води. Краплі дощу, падаючи на поверхню ґрунту, руйнують ґрунтові агрегати на мілкі частинки і розбризкують їх в сторони. У процесі цього ґрунт дезагрегується і стає більш податливим до змиву, частина поверхневих пор замулюється, що викликає зниження водопроникливості та посилення поверхневого стоку.

Поверхневий потік води на схилі має певну кінетичну енергію, яка пропорційна масі води і швидкості її стікання. Частина енергії витрачається на руйнування (розмив) ґрунту, його окремих грудочок, а також на перенесення зруйнованого матеріалу.

Лінійна ерозія – це розмив ґрунту в глибину більш потужним струменем води, який стікає схилом. *Перші стадії лінійної ерозії* – утворення глибоких струменевих розмивів (до 20-35 см) і водоріїн (глибиною від 0,3-0,5 до 1-1,5 м). Подальший їх розвиток призводить до утворення ярів. Лінійна ерозія призводить до повного руйнування ґрунту. Про ступінь розвитку яружної ерозії частіше всього судять за часткою площі, що займають яри, або за сумарною протяжністю ярів

Розділ 6. Ерозія ґрунтів та заходи щодо попередження її прояву
на квадратний кілометр площі. В останньому випадку приймають градації:

- слабка – менше 0,25 км/км²;
- середня – 0,25 – 0,50 км/км²;
- сильна – 0,50 – 0,75 км/км²;
- дуже сильна – більше 0,75 км/км².

У гірській місцевості поряд з розвитком звичайних форм водної ерозії можуть виникати **селеві потоки**, які утворюються після бурхливого сніготанення або інтенсивних дощів. Селеві потоки (селі) рухаються з величезною швидкістю і несуть величезні кількості матеріалу у вигляді мілкозему, гальки і крупного каміння. Селі досить небезпечні, викликають великі руйнування, і боротьба з ними потребує будівництва спеціальних протиселевих споруд.

За темпами розвитку ерозії прийнято розрізняти **геологічну** (нормальну) і **прискорену** ерозію.

Геологічна ерозія – це повільний процес змиву часточок з поверхні ґрунту, який вкрито природною рослинністю. При цьому ґрунт відновлюється в ході ґрунтоутворення, і практично така ерозія шкоди не завдає.

Прискорена ерозія пов'язана з видаленням природної рослинності, невірним використанням ґрунту, внаслідок чого темпи ерозії різко зростають. Ми розглянемо особливості розвитку прискореної ерозії.

Інтенсивність прискореної ерозії може бути оцінена за наступними градаціями (за Заславським, 1983):

Для поверхневої ерозії

Градації	Середньорічний змив, т/га
незначний змив	до 0,5
слабкий змив	0,5-1,0
середній змив	1,0-5,0
сильний змив	5,0-10,0
дуже сильний змив	більше 10,0

Для лінійної ерозії

Градації	Середньорічний приріст ярів, м
слабка інтенсивність	менше 0,5
середня інтенсивність	0,5-1,0
сильна інтенсивність	1,0-2,0
дуже сильна інтенсивність	2,0-5,0
надзвичайно сильна інтенсивність	більше 5

Іригаційна ерозія – це змив і розмив ґрунту в процесі його зрошення. Вона часто спостерігається в районах зрошуваного землеробства. Іригаційна ерозія проявляється навіть при невеликих ухилах за значної величини зрошуваного струменя. При цьому вимиваються гумус і доступні для рослин елементи живлення, загалом знижується родючість ґрунту, виходить з ладу іригаційна мережа. Основні причини розмиву меліоративної мережі – слабе закріплення днища і відкосів каналів, недостатня кількість з'єднуючих споруд при армуванні каналів, підвищені ухили, недостатня інфільтраційна здатність ґрунтів, просадка ґрунтів, яка призводить до руйнування нормального профілю каналів, їх забруднення, підвищена витрата води в зрошуваних борознах або смугах.

Промислова ерозія виникає внаслідок розробок корисних копалин, особливо відкритим способом, будівництва житлових і промислових споруд, прокладки шляхів, газо- і нафтопроводів.

Механічна ерозія може виникати при широкому використанні надто важких тракторів без врахування можливої межі щорічного самовідновлення ґрунту стосовно кожної природної зони. При цьому руйнується структура ґрунту, погіршуються його водно-фізичні властивості і пригнічується біологічна активність – основний агент ґрунтоутворення.

Поля (поворотні смуги) багаторазово зазнають прикочування колесами машин, особливо при вирощуванні двох врожаїв на рік. Внаслідок ущільнення ґрунту знижується врожайність сільськогосподарських культур. Важливий засіб запобігти цим небажаним явищам – об'єднання операцій, використання мінімуму обробіток, особливо на вологих ґрунтах, збільшення ширини захвату ґрунтообробних знарядь.

Дефляція (*Deflation*) або вітрова ерозія ґрунту (*wind erosion*). Дефляція (видування) ґрунту значною мірою залежить від його гранулометричного складу, вмісту гумусу і швидкості вітру. Розрізняють зони дефляції, звідки видувається ґрунт, і зони акумуляції, де він нагромаджується. У результаті утворюються наносні ґрунти.

Найшкідливіший вид дефляції – пилові або чорні бурі, які виникають за швидкості вітру 15-17 м/с і можуть поширюватись на великі території. Пилові бурі катастрофічно знижують родючість ґрунту і завдають значних економічних збитків сільському господарству не тільки в тих місцях де вони виникають, але й в

місцях де відкладається пилова маса.

Найбільш мілкі часточки ґрунту (менше 0,1 та 0,01 мм) у вигляді повітряної суспензії переміщуються на десятки, сотні і навіть тисячі кілометрів від місця видування.

Місцева дефляція проявляється у вигляді *верхової ерозії* і *поземки*. При *верховій ерозії* часточки ґрунту підіймаються вихровим (турбулентним) рухом повітря високо вгору, а при *поземці* вони перекочуються вітром по поверхні ґрунту або переміщуються окремими стрибками на деякій висоті від ґрунту, ушкоджуючи під час цього сходи сільськогосподарських рослин.

Розрізняють наступні **способи переміщення** грудочок, мікроагрегатів і окремих механічних елементів залежно від їх розмірів (Копке, Бертран, 1962):

Форма руху ґрунтових часточок	Діаметр часточок, мм
у звішеному стані	менше 0,1
стрибкоподібна	0,1-0,5
скольжінням по поверхні	0,5-3,0

При перекочуванні грудочки труться і б'ються одна об іншу, що посилює їх руйнування і збільшує кількість більш мілких фракцій. Під час стрибкоподібного руху часточок вони від час ударів «бомбардують» більш крупні часточки, руйнуючи їх, тому зростає кількість часточок, що стрибають і рухаються у звішеному стані. Окрім того, стрибаючі часточки вибивають зі шпильової смуги (0,2-0,4 мм від поверхні) часточки менше 0,1 мм і захоплюють їх у повітряний потік. Тому в процесі дії вітру його руйнівна сила зростає.

На ґрунтах, де немає рослинності, розвиток дефляції залежить від сили вітру, гранулометричного складу і структурності ґрунту. Дефляція виникає за різної швидкості вітру залежно від гранулометричного складу і структурності ґрунту. Так, за даними О. О. Зайцевої, для легких ґрунтів Північного Казахстану дефляційно-небезпечні швидкості вітру дорівнювали 6 м/с, для важких – 10 м/с і більше.

Чим менше глинистих і муловатих частинок у ґрунті, тим гірше вони чинять опір дефляції.

Для важких ґрунтів вирішальне значення має структурність верхнього шару. Якщо більша частина цього шару складається з грудочок більше 1 мм, ґрунт практично не зазнає дефляції.

Частіше всього дефляція проявляється весною, коли ґрунт розпушений на великих площах, а сільськогосподарські культури не встигли ще розвинутися і не можуть захистити ґрунт від видування. Разом з ґрунтом під час дефляції виносяться насіння і сходи рослин, а озимі ушкоджуються внаслідок засікання, заносу їх ґрунтом і оголення вузлів кущіння. Влітку дефляції підлягають переважно чисті пари і поля, що зайняті просапними культурами.

Вирубка лісів в передгірському і гірському районах та на схилових площах інших територій, надмірний випас худоби, розорювання цілинних земель, зростання інтенсифікації обробітку ґрунту, прямолінійна організація території на орних землях супроводжується інтенсивним розвитком водної і вітрової ерозії.

Водна і вітрова ерозія наносять значної шкоди сільському господарству руйнуючи або, в короткий проміжок часу, фізично знищуючи ґрунти – основний, нічим незамінний засіб сільськогосподарського виробництва, на утворення якого природа тратить сторіччя.

6.4. Зміни властивостей чорноземів звичайних залежно від ступеня еродованості, %

Показники	Ступінь еродованості		
	слабкий	середній	сильний
Водопроникність	73	55	48
Вологосмістність	86	76	61
Уміст водостійких агрегатів	79	71	50
Щільність складення	104	109	110
Стікання води	142	152	170
Змив ґрунту	118	147	178
Уміст гумусу в орному шарі	76	61	41
Уміст рухомого фосфору	73	66	57
Уміст обмінного калію	75	57	48

6.3. Фактори і умови розвитку ерозійних процесів

Виникнення і інтенсивність ерозійних процесів визначаються сукупним впливом природних (клімат, рельєф, ґрунти, підстилаючі породи, рослинний покрив) і соціально-економічних (способи обробітку і використання земель, організація території, насиченість просапними культурами сівозмін тощо) факторів. Ерозія проявляється

при руйнуванні рівноваги між ґрунтово-рослинним покривом, стоком води і вітром.

Основними причинами ерозії чорноземів В. В. Докучаєв вважав вирубку лісу і розорювання степів. В умовах цілинного степу або лісу ерозія чорноземних ґрунтів практично не спостерігається.

Проведені обстеження показали, що ліса в Україні знаходяться в задовільному стані. Промислові рубки лісу не проводяться, площа їх навіть збільшилася за рахунок заліснення сильноеродованих схилів балок, пісків та інших земель, які не використовуються в сільському господарстві. Разом з тим, значна частина лісів, які знаходяться в власності колективних підприємств і прияружно-балочних лісосмуг перетворилася в поросль внаслідок вирубки дерев на дрова і випасу скотини. Такі ліси і лісонасадження не можуть виконувати ґрунтозахисні функції.

Іншим фактором ерозії В. В. Докучаєв вважав розорювання степів. Тепер практично розорані всі чорноземні ґрунти України, які придатні для вирощування сільськогосподарських культур за сучасного рівня механізації сільськогосподарських робіт.

За даними крупномасштабного ґрунтового обстеження розораність чорноземів України складає 84,6 %. У деяких областях (Запорізька, Херсонська, Черкаська та ін.) розораність чорноземів досягає 89-90 %. Розорюванню підлягли навіть чорноземи на схилах до 15° і більше.

Таким чином, головні фактори, які обумовлюють ерозійні процеси, мають місце і тепер, але прояв їх носить інший характер.

Головна причина розвитку ерозії – невірне користування земельною територією, особливо там, де природні умови сприяють прояву ерозійних процесів. Тому прийнято розрізняти **соціально-економічні і природні фактори й умови розвитку ерозії**.

Активний розвиток ерозійних процесів став проявлятися з моменту впливу людини на рослинний і ґрунтовий покрив у зв'язку з вирощуванням сільськогосподарських культур, експлуатацією лісів, випасанням худоби, тощо. Для того щоб виключити розвиток ерозії, необхідно проводити комплекс протиерозійних заходів, бережливо відноситись до ґрунту.

До природних умов, які впливають на розвиток ерозії внаслідок невірного господарського використання земель, відносять умови рельєфу, кліматичні умови, геологічну будову місцевості, рослинний покрив і ґрунтові умови.

Рельєф. Водна ерозія розвивається під впливом поверхневого

стоку. Тому особливе значення в її розвитку мають умови рельєфу. У рівнинних умовах з пересіченим рельєфом, передгірних і гірських областях **ступінь ерозійної небезпеки залежить від крутості, довжини, форми й експозиції схилів, типу водозбору, глибин базису ерозії та розчленування місцевості.**

Глибина місцевого базису ерозії (різниця висот між вершиною вододілу і тальвегом або рівнем ріки) – *один з вирішальних факторів водної ерозії* (Докучаєв В. В., 1949; Соболев С. С., 1958). Чим значніше вододіл перевищує рівень ріки, тим більш руйнівні потоки, що стікають схилами водозбору, тим більш потенційно нестійкі породи, з яких складається водозбір.

Ця особливість чітко виявляється в сильному розвитку ерозійних процесів на Донецькому кряжі, Приазовській та Придніпровській височині; Подільському плато, у передгірних і гірських районах Карпат і Криму, де глибина місцевого базису ерозії досягає 75-125 м і більше.

Дослідженнями М. К. Шикуди в Донбасі (1978) встановлено тісний зв'язок між глибиною місцевих базисів ерозії та еродованістю ґрунтового покриву, який можна виразити рівнянням регресії: $E = 0,2 H + 32$, де E – загальна еродованість, %; H – глибина місцевого базису ерозії, м. За його даними збільшення горизонтального розчленування на $0,1 \text{ км/км}^2$ відповідає збільшенню еродованості ґрунтового покриву на 1,3 %.

Розвиток ерозійних процесів на Україні істотно залежить також від крутості й довжини схилів.

У Степовій і Лісостеповій зонах та зоні Полісся на схилі орні землі ухилом до 3° припадає відповідно (з відхиленнями по областях) 79-99, 62-95 та 75-97 % їх загальної площі. При цьому 54 % орних земель розташовано на схилах ухилом $1-3^\circ$.

За даними Українського НДІ захисту ґрунтів від ерозії (1980), зі збільшенням ухилу схилів підвищується й коефіцієнт еродованості ґрунтового покриву, причому на схилах ухилом $1-3^\circ$ в середньому 45 %, а на схилах $3,1-5^\circ$ – 60 % площі ґрунтового покриву представлено слабоеродованими різновидами. Зі збільшенням ухилу схилів середньо- і сильнозмиті ґрунти становлять 57-63 %.

Ерозійні процеси найбільш виражені на коротких схилах (100-200 м), де середній ухил досягає найвищих значень $2,8-3^\circ$. Якщо довжина схилів 700 м і більше, то середній їх ухил зменшується до $1,50-2,08^\circ$, відповідно знижується й еродованість ґрунтового покриву.

За формою розрізняють схили прямі, випуклі, увігнуті і

ступінчасті (рис. 6.1). Прямі схили мають рівний ухил по всій довжині, тому найбільший змив спостерігається в нижній їх частині. На випуклому схилі найбільший ухил і максимальний змив мають місце також в нижній частині схилу. На увігнутому профілі найбільший змив спостерігається в верхній найбільш крутій частині схилу, а в нижній складаються умови для акумуляції матеріалу. За ступінчатого схилу складаються умови для послаблення ерозії, так як ділянки терас на схилі уповільнюють стікання води. Ґрунти південних схилів звичайно більш піддаються змиву, ніж північних.

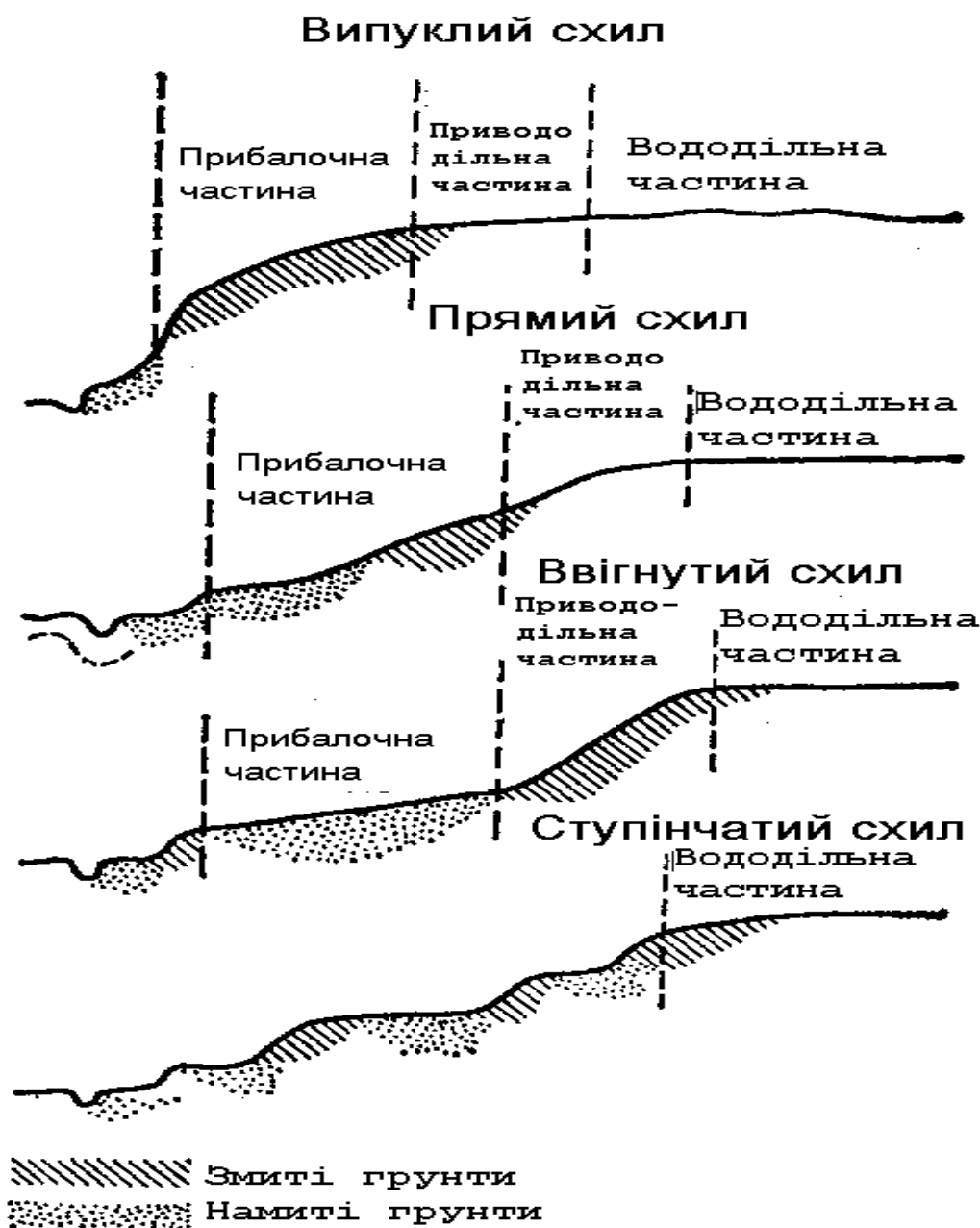


Рис. 6.1. Розташування змитих і намитих ґрунтів по профілю схилів різної форми

У Степу та Лісостепу ерозії найбільше піддаються схили північної і східної експозицій. Коефіцієнт еродованості ґрунтів на цих схилах у середньому дорівнює відповідно 1,25; 1,20. При цьому еродованість по експозиціях: північній – 66,1; східній – 59,3; південній – 59,1; західній – 45,5 %. Такі відмінності пояснюються тим, що схили північної й східної експозицій найкрутіші і найдовші (відповідно 2,58°; 2,14° та 886; 500 м). Водночас на південній експозиції – 2,01° і 550 м, на західній – 2,01° і 510 м.

Співвідношення земель на схилах за геоморфологічними і рельєфними ознаками зумовлюють різну інтенсивність ерозійних процесів і визначають диференційоване застосування ґрунтозахисних заходів.

Клімат. Кліматичні особливості будь-якого регіону є визначальним фактором процесів ґрунтоутворення й ерозії. При цьому найважливіше значення має *кількість атмосферних опадів та їх інтенсивність, швидкість вітру*. Решта кліматичних факторів впливає на ерозію ґрунтів значно менше, переважно побічно – через рослинність, біологічні і хіміко-фізичні процеси.

Опади. В Україні найбільша кількість опадів за рік випадає влітку, причому в теплий період переважають зливи. Ерозійна сила зливових опадів, що визначається їх енергетичною характеристикою, на території країни має певні особливості. Насамперед збільшення чи зменшення енергії опадів в окремих районах переважно пов'язане із впливом рельєфу. Так, райони Прикарпаття, де енергетичні характеристики опадів підвищені, перебувають під впливом місцевого циклогенезу, зумовленого орографічними та особливими термічними умовами.

У рівнинній частині Лісостепу й Степу ерозійна дія опадів в основному пов'язана з холодними фронтами, які відзначаються високою активністю. На Лівобережжі України загострення холодних фронтів відбувається під впливом Донецького кряжу, Приазовської височини і відрогів Середньо-Руської височини. Тому на фоні зменшення сумарної кінетичної енергії опадів за теплий період із заходу до південного сходу й півдня енергія зливових опадів за добу в Степу, наприклад, з вірогідністю повторення один раз за 10 років (10 %-на забезпеченість) не нижча, як у Лісостепу й на Поліссі.

Запаси води у сніговому покриві на початок весняного сніготанення, які значною мірою визначають величину стоку талих вод, і вологозабезпеченість ґрунту навесні становлять у середньому 20-40 мм з відхиленнями від 10 см у південних районах Степу до

70 см і більше в Поліссі. Висота снігового покриву і запаси води у снігові зменшуються з північного заходу на південний схід.

Вітер. Територія України є районом інтенсивних атмосферних процесів. Циркуляція повітряних мас визначає систему панівних вітрів: на заході переважають вітри західних румбів, що несуть потік повітря з Атлантики, на сході – південно-східні й південні, зумовлені наявністю Сибірського антициклону. На периферії антициклону виникають градієнтні вітри. Якщо при цьому одночасно трапляється вихід циклону з півдня, то відбувається зіткнення теплої повітряної маси з холодним вітровим бар'єром, внаслідок чого вітер посилюється до 25-30 м/с і більше.

За тривалої морозної і сухої погоди та без наявності снігового покриву такі вітри спричиняють поземку і пилові бурі, як це трапилось у січні-лютому 1984 р.

На території країни можна виділити кілька провінцій з різною вітровою активністю. *Провінція найактивнішої дефляції* знаходиться на південному сході України. Досить часте виникнення пилових бур у Донецькій та Луганській областях пояснюється умовами рельєфу, створеними своєрідними коридорами серед відрогів Донецького кряжа.

Навесні з посиленням сонячної радіації на територію України впливають суховійні південно-східні вітри. На південному сході країни щороку в травні кількість суховійних днів поступово зменшується до 1 (в Карпатах). Суховії дуже висушують верхні шари ґрунту, руйнують його структуру і спричиняють локальну дефляцію.

Температура. Цей фактор впливає передусім на характер ерозійних процесів. Зокрема, в Степу відбувається *інсоляційна ерозія*, зумовлена неоднаковим прогріванням схилів різної експозиції та ухилу (Коваль Я. М., 1955). При цьому швидше прогрівання схилів південної і східної експозиції зумовлює інтенсивніше сніготанення та значні втрати снігу на випаровування. На північних схилах сніг тане повільніше, проте з підвищенням температури повітря при товстому шарі снігу ерозійні процеси тут різко посилюються.

Внаслідок вторгнення теплих мас повітря в Степу (у відлигу) і Лісостепу (навесні) виникає адвективна ерозія.

Різкі коливання температури й вологості повітря в зимовий та ранньовесняний періоди знижують зв'язність ґрунтових агрегатів через замерзання і відтанення ґрунту, що чергуються. Руйнування водостійких агрегатів > 1 мм досягає на чорноземах важкосуглинкових 41-55 %, середньо- і легкосуглинкових – 58-80 %, а

на темно-каштанових легкосуглинкових ґрунтах – 76-85 % (Лавровський А. Б., Другова О. П., Ігуменцев О. Ф., 1983). За таких умов виникає 100 % ерозійна ситуація.

У теплий період температура таким же чином впливає на розвиток дефляції. У степових районах 67 % пилових бур у цей час виникає за температури, що перевищує 10°C. Навесні і влітку 83-87 % пилових бур відбувається за відносної вологості повітря 55 % (Білолипський В. О., 1975).

За таких умов високоефективні стерньові фони, кулісні посіви, лісосмуги, які регулюють мікроклімат і нагромадження снігу.

Рослинність. Рослинний покрив відіграє виключно важливу роль у захисті ґрунтів від ерозії. Ґрунт, що вкритий травою, як правило, не розмивається навіть у тому разі, якщо утворився яр, і навіть з самого краю обриву (Костичев П. А., 1886). Чим краще розвинутий рослинний покрив, тим слабкіше проявляється ерозія. Ґрунтозахисна роль ерозії пояснюється наступними причинами:

- корені рослин скріплюють ґрунтові часточки і, мов би своєрідна «арматура», чинять опір змиву, розмиву і розвіюванню ґрунту;

- наземний покрив рослин приймає на себе ударну силу дощових крапель, охороняючи тим самим структурні окремість ґрунту від руйнування їх падаючими дощовими краплями або сильно послаблюють їх дію;

- густа рослинність різко уповільнює швидкість поверхневого стоку, сприяючи кращому просочуванню води, а також затримує ґрунтові часточки, змиті з вище лежачих ділянок;

- дернина і підстилка, маючи високу вологоємність і добру водопроникливість, легко просочують воду і добре зберігають в мінеральному верхньому горизонті некапілярні пори, утворені ґрунтовою фауною і коренями;

- рослинність сприяє накопиченню снігу і, як слідство, послаблює промерзання ґрунту, що призводить в період весняного сніготанення до кращого просочування вологи.

Значний вплив на ерозійні процеси має тип рослинності, певні види рослин. Рослинний покрив в Україні різноманітний і розподіляється відповідно до широтної зональності на рівнині й вертикальні пояси в гірських областях (Білик Г. І., 1978). Хоча природна рослинність і зберіглася на 18,5 млн га (тобто на 30 % території), вона зазнала значних змін під впливом господарської діяльності людей.

Так, в Поліссі в порушених дубово-соснових лісах деревостан складається найчастіше тільки з сосни, берези й осики. На місцях вирубаних лісів утворились суходольні луки.

Луки Лісостепу, різнотравно-типчаково-ковилові й полинно-злакові степи степової зони, заплави річок переважно розорані, масиви Нижньодніпровських пісків майже втратили рослинність, внаслідок чого виникли умови для інтенсивного руйнування їх водою і вітром.

На нових агроландшафтах, що утворилися, необхідно раціонально вести господарство, враховуючи ґрунтозахисну й стокорегулюючу здатність вирощуваних культур у землеробських районах країни.

Характеризуючи ерозійну загрозу агрофонів, Г. І. Швебс (1956) за значенням коефіцієнтів змиву розташував їх у такий ряд:

- просапні культури (0,20);
- однорічні трави (0,10);
- багаторічні трави (0,05).

Стокорегулююча роль агрофонів також різна (табл.6.5).

6.5. Стокорегулююча роль агрофонів (за В. Д. Івановим, 1983)

Агрофон	Чорноземні ґрунти		Сірі лісові ґрунти	
	за коефіцієнтом стоку	за шаром стоку	за коефіцієнтом стоку	за шаром стоку
Зяб	1,00	1,00	1,00	1,00
Озимина	1,79	1,78	1,38	1,35
Стерня	2,00	2,10	1,55	1,56
Багаторічні трави	1,71	1,79	1,32	1,37
Цілина, перелоги, вигін	1,36	1,41	1,19	1,19

Ґрунтозахисне землеробство як система, сформована природними (ландшафтними) елементами, повинна враховувати й використовувати ґрунтозахисну й стокорегулюючу роль рослинності. Біологічні заходи захисту ґрунтів органічно пов'язані з протиерозійною організацією території і включають:

- заліснення;
- полезахисні й стокорегулюючі лісосмуги;
- докорінне й поверхнєве поліпшення пасовищ;
- ґрунтозахисні сівозміни, насичені озимими культурами й багаторічними травами;

- смугові, проміжні, буферні й кулісні посіви;
- залуговані водостоки й виположені яри.

Геологічна будова. Вплив геологічної будови території на розвиток ерозії пов'язаний з різною податливістю порід до розмиву і змиву, а також дефляції. Так, леси і лесовидні суглинки легко розмиваються і сприяють утворенню ярів. Моренні суглинки більш стійкі до змиву, ніж покровні суглинки. Флювіогляційні і давньоалювіальні відклади, маючи добру водопроникливість, стійкі до водної ерозії, але легко піддаються дефляції.

Досить ерозійно небезпечні території, складені невеликою товщею пухких відкладів і підстилаємі з глибини 30-50 см щільними породами (опока, сланці, пісковики, граніти, тощо). На таких територіях змив і дефляція верхнього пухкого шару можуть призвести до повного руйнування ґрунту.

Ґрунти. Вплив ґрунтових умов в значній мірі визначається водопроникливістю і тому тісно пов'язаний з гранулометричним складом, структурністю, грубизною гумусових горизонтів, щільністю і вологістю верхнього шару ґрунту. Ґрунти, які легко просочують вологу (структурні, легкі за гранулометричним складом, пухкі), краще протистоять водній ерозії. Всі фактори, які сприяють утворенню міцної структури, сприяють і протиерозійній стійкості ґрунтів, а погіршення структури знижує протиерозійну стійкість.

Безструктурні ґрунти з ущільненим верхнім горизонтом мають слабку протиерозійну стійкість.

Найбільш стійкі до водної ерозії чорноземи, а найменш – дерново-підзолисті ґрунти і сіроземи. Дефляції легко піддаються піщані і супіщані ґрунти, а також безструктурні суглинисті і глинисті ґрунти при пересиханні їх верхнього шару.

Ґрунтовий покрив України різноманітний. Згідно з матеріалами їх дослідження та «Атласа почв УССР» (К., Урожай, 1979), на території країни виділено близько 650 різновидів ґрунтів. Така різноманітність зумовлена як мінливістю біокліматичного потенціалу, так і видами ґрунотворних порід, рельєфом та іншими факторами.

Чітко простежуються **три ґрунтово-кліматичні пояси** – **бореальний** (помірно холодний), що охоплює Українське Полісся, **суббореальний** (помірний), що охоплює лісостепову і степову зони, та **субтропічний**, який займає невелику територію південного берега Кримського пазу.

Пояси і біокліматичні області розподілені на ґрунтові *зони, підзони, провінції та підпровінції*, генетично зумовлені фізико-

географічними (ландшафтними) параметрами. Тому **ґрунтовий покрив України строго зональний**, а його типи пов'язані з ландшафтними типами місцевості.

В **Українському Поліссі** значна різноманітність ґрунотворних порід, їх гранулометричний і мінералогічний склад, досить строкатий мезо- й мікрорельєф, а також позитивний баланс вологи і тепла зумовили складний, комплексний ґрунтовий покрив з високим ступенем диференціації виділень (середній розмір ґрунтових контурів – 20-50 га). Найпоширеніші (близько 60 % площі зони), дерново-слабо- і середньопідзолисті ґрунти переважно легкого гранулометричного складу. У заплавах річок і слабостічних пониженнях утворились лучні й дернові ґрунти (близько 20 %). До 10 % площі займають торфоболотні ґрунти й торф'яники. Невеликі площі (1,5-2 %) займають сірі й світло-сірі лісові ґрунти.

Легкий гранулометричний склад, а також порівняно незначна кількість гумусу (0,7-3,0 %) в ґрунтах Полісся зумовили їхню слабку агрегативність та низьку стійкість проти ерозійних процесів. Показник руйнування ґрунтозахисних агрегатів (більше 1 мм), як правило, становить 45-80 % і вище, що відповідає середній і сильній схильності до вітрової ерозії.

Дефляція ґрунтів тут відбувається досить часто у весняний період. Передусім еродують осушені торф'яники й ґрунти легкого гранулометричного складу.

Ґрунтові часточки переносяться навіть при порівняно малих швидкостях вітру (6-8 м/с на висоті флюгера). Інтенсивність відчуження досягає 1,2-2 т/га/год.

Водна ерозія на Поліссі зумовлена як стоком талих вод, так і зливами. Енергія останніх досягає 500-700 Дж/м², що за високої схильності ґрунтів (коефіцієнти еродованості 8-15) часто завдає відчутних збитків. Так, під час типових для зони злив з посівів цукрових буряків виноситься до 20-25 т/га ґрунту, із зяблевих фонів і посівів ярих колосових у ранній стадії розвитку 13-15, з повністю розвинених зернових і стерньових фонів (висота стерні 15-20 см) – 0,9-1,3 т/га.

У **Лісостепу** ґрунтовий покрив також досить складний і представлений в основному чотирма основними групами ґрунтів: чорноземи типові глибокі, опідзолені, реградовані і галогенні (солонцюваті й солончакові). Домінуючою ґрунотворною породою зони є лесовидні суглинки.

Гранулометричний склад вододілів (плакорів) на півночі зони легкосуглинковий, у центральній смузі – середньосуглинковий, на півдні – важкосуглинковий і легкоглинистий. Вміст гумусу – від 0,8 до 5-6 %.

Галогенні ґрунти переважно трапляються на лівобережжі зони, утворились вони на понижених слабодренуваних територіях, майже не еродують. Реградовані ґрунти (в основному темно-сірі лісові й чорноземи) характеризуються вторинним закарбоначуванням нижніх генетичних горизонтів й іноді більш високим вмістом гумусу та дещо кращими фізичними властивостями. Опідзолені ґрунти (на правобережжі світло-сірі й сірі лісові, на лівобережжі – в основному темно-сірі лісові й чорноземи) охоплюють праві еродовані береги річок.

Чорноземи типові – найпоширеніша група ґрунтів – домінують на лівобережжі і займають великі ділянки на Волинсько-Подільській і Придніпровській височинах у правобережній частині зони.

У північній і центральній смузі Лісостепу вітроерозійні процеси виявляються локально, навесні, на підвищених елементах рельєфу. Переважно ними охоплені розпорошені фони під посівами цукрових буряків і кукурудзи, внаслідок чого іноді гинуть рослини. Кількість днів з пиловими бурями – 1-8. Інтенсивність відчуження ґрунту може досягати 1-1,5 т/га/год.

У південній смузі, що прилягає до степової зони, вітрова ерозія – частіше явище (1-15 днів). Інтенсивність відчуження досягає 2,5 т/га/год.

Значно більше шкодить ґрунтовому покриву в лісостеповій зоні водна ерозія, спричинена стоком талих вод і зливами. Енергія злив – до 1500 Дж/м². Коефіцієнти еродованості коливаються від 1-1,4 (чорноземи типові середньо- й малогумусовані важкосуглинкового гранулометричного складу – еталонні ґрунти), до 8-10 (чорноземи опідзолені малогумусні легкосуглинкові). На останніх інтенсивність відчуження ґрунту може досягати 19-30 т/га під час однієї зливи.

У Степу переважають чорноземи й каштанові ґрунти. Причому тут існує чітка закономірність зміни ґрунтового покриву відповідно до підвищення посушливості клімату. Основною ґрунтотворною породою плакорних ґрунтів є леси й лесовидні суглинки.

На півночі зони сформувались різної глибини чорноземи переважно важко- й легкосуглинкового гранулометричного складу. У південному Степу поширені чорноземи південні, темно-каштанові і каштанові ґрунти.

У підзоні північного Степу виділяється Донецький кряж з чорноземами й дерновими ґрунтами на елювії різноманітних щільних порід. За новою номенклатурою дернові ґрунти називаються чорноземами короткопрофільними, оскільки їх будова подібна до будови чорноземів на лесових породах, але з коротшими генетичними горизонтами.

Геоструктурна будова Степу неоднорідна. Південна її частина розташована на Причорноморській низовині. На півночі виділяються Бесарабська, Подільська, Придніпровська височини, а також Донецький кряж.

Така будова рельєфу і характер атмосферних Процесів зумовлюють не лише зональну, але й провінційну специфіку ерозійних процесів. Усього в Степу еродовано понад 11 млн га, в тому числі більше 5 млн га зазнають вітрової ерозії.

На території Донецького кряжа, Приазовської височини і прилеглих до них районів розвинуті вітрова, водна ерозія, на території Причорноморської низовини переважають вітроерозійні процеси, у західних районах – вітрова й водна ерозія з переважанням останньої.

Водна ерозія спричиняється в основному зливами, значно менше – стоком талих вод. Енергія злив – 500-1600 Дж/м². Коефіцієнти еродованості ґрунтів – 1,1-4,5. Змив ґрунту, залежно від стану їх поверхні і властивостей, за одну зливу становить 1,5-3,5 т/га, під час найінтенсивніших злив може досягати 50-80 т/га.

Найбільш стійкими є чорноземи звичайні малогумусовані середньо- і важкосуглинкові, а також легкоглинисті (коефіцієнти еродованості 1,1-1,5) з проективним покриттям рослинністю або її рештками понад 70 %. Менш стійкими є ґрунти, що зазнали ерозії або деградували внаслідок господарського використання. Коефіцієнти еродованості в них підвищуються до 2,9-4,5.

Вітроерозійні процеси відбуваються в основному в зимово-весняний період. За останні 40 років пилові бурі різної інтенсивності зафіксовані більш як 21 раз, а локально вітрова ерозія виявляється щорічно.

Найбільш схильні до вітрової ерозії ґрунти легкого й середнього гранулометричного складу, а також ті, що не раз еродували, і розпорошені під впливом обробітки і змін вологості й температур.

Інтенсивність видування ґрунтового матеріалу досягає 2,5-3,5, а іноді й 5 т/га/год. Днів з пиловими бурями – від 5 до 25, загальна тривалість бур – 5-80 год.

Господарська діяльність людини. Ерозія ґрунтів – історичний

наслідок невірною господарського використання землі без урахування природних умов та загальних закономірностей водного режиму. У природних умовах сам процес змиву мало помітний, оскільки існує стійка рівновага між поверхневим стоком і рельєфом місцевості, тобто змив ґрунту балансується ґрунтоутворенням (Арманд Д. А., 1966).

Нині господарська, особливо землеробська, діяльність людей повністю визначає розвиток та інтенсивність ерозійних процесів. Ерозія завжди була супутником нераціонального землеробства, а також тваринництва (Кузнецов В. П., 1982).

Господарська діяльність людини позначилась на розвитку ерозійних процесів в Україні. Внаслідок неправильного використання землі утворились яри, які дуже дрениують місцевість і змінюють рослинність, що призводить до погіршення її ґрунтозахисних властивостей і посилює ерозійні процеси.

Закономірності вияву ерозії залежно від впливу людини на екологічне середовище описані в працях багатьох дослідників.

М. М. Заславський (1966) найчіткіше сформулював питання про природні фактори, як умови виникнення й розвитку ерозії ґрунтів та про господарську діяльність людей, як єдину причину сучасної ерозії. При цьому запровадження систем ґрунтозахисного землеробства виключає можливість прояву шкідливих руйнівних процесів.

6.4. Класифікація та діагностика еродованих ґрунтів.

Під час ґрунтових обстежень, складання крупномасштабних і середньомасштабних ґрунтових карт виділяють і картографують ґрунти різного ступеня еродованості, а також складають спеціальні картограми еродованих ґрунтів. При вивченні еродованих ґрунтів в польових умовах і їх картографування враховують, які горизонти знесені в наслідок розвитку водної або вітрової ерозії, за рахунок яких горизонтів утворюється орний шар і яка його родючість.

Згідно класифікації, розробленої Ґрунтовим інститутом імені В. В. Докучаєва («Класификация и диагностика почв СРСР», 1977), ґрунти які зазнають водної ерозії поділяються на слабо-, середньо- і сильно змиті.

Нижче наводимо діагностику ґрунтів різного ступеня змитості для основних типів ґрунтів.

Дерново-підзолисті та світло-сірі опідзолені ґрунти.

Слабозмиті – оранці підлягає верхня частина горизонту

ЕІ (A_2B_1), орний шар помітно освітлений і має буруватий відтінок, на поверхні ґрунту рідка сітка водоріїн; залягають на пологих схилах (ухил не більше 3°).

Середньозмиті – в оранку залучені весь або частково горизонти Е та I_1 (A_2B та B_1), забарвлення оранки буре і дуже плямисте; поверхня ґрунту розмита частою сіткою водоріїн; залягають на покатих схилах (ухил $3-5^\circ$).

Сильнозмиті – розорана середня або нижня частина горизонту I_2 (B_2), зустрічаються окремі ділянки на сильнопокатих хвилястих схилах з ухилами до $5-8^\circ$; поверхня ґрунту відрізняється бурим забарвленням з дуже виявленою брилуватістю.

Сірі і темно-сірі опідзолені ґрунти з встановленою глибиною оранки не менше 20-25 см [при вихідній грубизні гумусових горизонтів ($H_e + HE$) ($A_1 + A_1A_2$) 30 – 40 см].

Слабозмиті – гумусові горизонти змиті не більше ніж на $1/3$ вихідної грубизни, горизонт НЕІ (A_2B) в оранку не задіяний зовсім або дуже слабо; на поверхні оранки мілкі водоріїни.

Середньозмиті – гумусований шар змито більше ніж на $1/3$, в оранку залучено верхню частину горизонту Е (B_1); орний шар відрізняється буруватим відтінком.

Сильнозмиті – гумусований шар змито повністю, орний шар складає в основному горизонт Е (B) і має буре забарвлення.

Чорноземні ґрунти.

А. Чорноземи глибокі і середньо глибокі всіх підтипів з встановленою глибиною оранки не менше 22 см при вихідній грубизні гумусованих горизонтів ($H + H_p$) ($A + B_1$) > 50 см.

Слабозмиті – горизонт Н (A) змито на 30 %, орний шар не відрізняється за забарвленням від незмитих ґрунтів; на поверхні ґрунту мілкі водоріїни.

Середньозмиті – горизонт Н (A) змито більше ніж наполовину; орний шар має буруватий відтінок.

Сильнозмиті – змито повністю горизонт Н (A) і частково H_p (B_1); орний шар має бурувате або буре забарвлення, характеризується брилуватістю і здатністю до утворення кірки.

Б. Типові, звичайні і південні чорноземи з встановленою глибиною оранки не менше 20 см при потужності гумусових горизонтів до 50 см.

Слабозмиті – змито до 30 % вихідної грубизни гумусових горизонтів; в оранку залучена невелика верхня частина горизонту H_p (B_1).

Середньозмиті – гумусові горизонти змиті на 30-50 %, під час оранки значна частина або весь горизонт Нр (B_1) залучається в орний шар, останній підстиляється перехідним горизонтом НР (B_2).

Сильнозмиті – змито більшу частину гумусованих горизонтів, розорюється і частина горизонту НР (B_2), забарвлення оранки близьке до забарвлення породи.

Каштанові ґрунти.

Слабозмиті – змито до 30 % вихідної грубизни гумусованих горизонтів (Н + Нр) ($A + B_1$), в оранку залучено верхню частину горизонту Нр (B_1).

Середньозмиті – змито 30 – 50 % грубизни горизонтів Н + Нр ($A + B_1$); під час оранки значна частина або весь горизонт Нр (B_1) залучається в орний шар.

Сильнозмиті – змито більшу частину гумусованого шару, розорюється горизонт НР (B_2), забарвлення оранки наближається до забарвлення ґрунотворної породи.

Сіроземи – за ступенем еродованості орних ґрунтів з встановленою глибиною їх оранки не менше 25 см і грубизною гумусованих горизонтів до 40 см.

Слабозмиті – змито не більше половини горизонту Н (A).

Середньозмиті – змито більше ніж наполовину або повністю гумусовий шар, розорюється горизонт НР (B_2).

Сильнозмиті – змито частково або повністю горизонт Р_{hk}; розорюється нижня частина Р_{hk} або верхня частина горизонту Р (C).

6.5. Ґрунтово-ерозійне районування України

Здійснення заходів захисту ґрунтів від ерозії можливе тільки на базі районування території України за потенційною небезпекою ерозійних процесів. Районування проводять на основі кількісної та якісної оцінки факторів, що зумовлюють прояв ерозії ґрунтів.

Оцінка факторів, що зумовлюють вітрову ерозію ґрунтів.

Ймовірність прояву вітрової ерозії та її інтенсивність *залежать від стану поверхні ґрунту і наявності вітру*, який здатний рухати, відривати часточки ґрунту і втягувати їх у повітряний потік.

Аналіз умов прояву пилових бур на території України показав, що вітри ерозійно небезпечних швидкостей виникають постійно, практично в зимово-весняний період і зумовлені певними типами циркуляції атмосфери. Особливості клімату України в осінньо-зимово-весняні періоди – відлиги, заморозки, рідкі й тверді опади.

Ці зміни температури й вологості спричиняють значне руйнування агрегатів до ерозійно небезпечних розмірів.

Таким чином, **небезпека й інтенсивність вітрової ерозії визначається збігом у часі і просторі сильних повітряних потоків із властивостями ґрунтів та станом їх поверхні.**

Схильність ґрунтів до вітрової ерозії залежить від здатності захисних агрегатів руйнуватися до ерозійно небезпечних розмірів.

Коригування показників небезпеки ерозії додатково проводять за аналізами вітрового режиму і рельєфу ґрунтів згідно з розробками А. Б. Лавровського (1983).

Для кожного господарства визначають середньозважені показники оцінки ґрунтового покриву, рельєфу і кліматичних факторів, що зумовлюють вітроерозійні процеси їх наносять на картограму і за відповідними шкалами виділяють райони з різною небезпекою прояву вітроерозійних процесів (Лавровський А. Б., 1983; Лавровський А. Б., Другова О. П., 1979). Згідно з вітроерозійним районуванням СРСР (Кальянов К. С., 1976), земельні угіддя України знаходяться в **двох великих поясах** (1А і Б) потенційних можливостей розвитку вітроерозійних процесів.

Пояс 1А (можливого розвитку вітрової ерозії в окремі роки) охоплює зону Українського Полісся, західну частину Лісостепу, Карпати і Закарпаття Південна межа проходить по лінії Чернівці – Вінниця – Київ – Суми.

У Карпатах і Закарпатті вітроерозійних процесів практично немає. У західній частині Лісостепу (Львівська, Івано-Франківська, Тернопільська, Хмельницька, Чернівецька, північна частина Вінницької, південна – Рівненської і Волинської областей) вітрова ерозія – явище епізодичне, в середньому менше одного випадку на рік. Проте локальний прояв вітроерозійних процесів на підвищених елементах рельєфу спостерігається практично щорічно, особливо на зябу і посівах цукрових буряків

На елементах рельєфу, де посилюється швидкість повітряного потоку, необхідні як лісомеліоративні, так і агротехнічні заходи. На Житомирському і Чернігівському Поліссі найбільш напружений вітровий режим у весняний період. Тут досить часті локалізовані прояви вітрової ерозії Найбільше пошкоджуються ділянки осушених торфовищ і ґрунтів легкого гранулометричного складу. Ерозійні процеси починаються за і порівняно низьких швидкостях вітру – 6-8 м/с на висоті флюгера. Інтенсивність відчуження ґрунту з 1 га досягає 1,2-2 т/год.

Пояс Б – активного прояву вітрової ерозії – підрозділяється на чотири провінції: **Б_{1б1}** – Європейська лісостепова слабкої вітрової активності; **Б_{1б2}** – Українська степова помірного розвитку вітрової ерозії; **Б_{1б3}** – Українська степова вираженого розвитку вітрової ерозії; **Б_{1б4}** – Чорноморсько-Приазовська сильного розвитку вітрової ерозії ґрунтів.

Південна межа *Європейської лісостепової провінції* в межах України проходить по лінії Кишинів–Кременчук–Полтава–Харків, а південна збігається з межею поясу Р – А.

У правобережній частині провінції вітроерозійні процеси мають в основному локальний характер і проявляються в ранньовесняний період на відкритих зяблевих фонах, а також на посівах цукрових буряків і кукурудзи, викликаючи засікання рослин. Особливо небезпечні підвищені елементи рельєфу та вітроударні схили. На них, як правило, істотно збільшується швидкість повітряного потоку.

На лівобережжі в межах південно-східної частини Київської і західної та північно-західної частин Полтавської областей вирізняється район з великою небезпекою вітрової ерозії. Він характеризується не стільки підвищеним вітровим режимом, скільки високою схильністю до ерозії ґрунтового покриву. Тут поширені типові малогумусовані чорноземи легко- і середньосуглинкового гранулометричного складу, структура яких швидко руйнується під впливом обробітку і погодних змін.

Кількість днів з пиловою бурею коливається від 1 до 15. Інтенсивність відчуження ґрунту досягає 2,5 т/год. Найбільше схильні до ерозії зяблеві відкриті фони, посіви цукрових буряків, кукурудзи, а також слаборозвинутих озимих, в основному після непарових попередників (кукурудза, горох).

Українська степова провінція вираженого розвитку вітрової ерозії ґрунтів (**Б_{1б3}**) охоплює Луганську, північну частину Донецької, Харківську, Дніпропетровську, Кіровоградську, північну частину Миколаївської, північну і південно-західну частину Одеської області.

Провінція займає південні окраїни Волино-Подільської і Придніпровської височин, південну частину Придніпровської низовини і Донецький кряж. Абсолютні позначки межиріччя 100-200 м і лише на Донецькому кряжі підвищується до 250-300 м. Рельєф типовий ерозійний з частими і глибокими розчленуваннями. Межирічні простори вкриті потужним покривом лесів, а тераси рік – алювієм.

Клімат помірно-континентальний, сума активних температур

повітря 2800-3200 °С. Погодні умови кінця зими, весни і літа сприятливі для розвитку вітрової ерозії.

Чорноморсько-Приазовська провінція дуже розвинутої вітрової ерозії ґрунтів (Б₁б₄) займає Причорноморську низовину, рівнинну частину Кримського півострова і південно-західну – Приазовської височини. На захід від Дніпра рельєф хвилястий, на схід – плоский. Сухість клімату і порівняна молодість території зумовили слабку розчленованість поверхні ярами і балками. Межіріччя вкриті четвертинними лесами; у долинах рік поширені алювіальні піщано-суглинкові відклади, у заплавах, на терасах – піски. Особливо великі масиви пісків, загальною площею 200 тис. га, зосереджені на лівому березі Дніпра від Каховки до Чорного моря.

Клімат території помірно-континентальний із посушливим і жарким літом. Безморозний період триває 168 днів, річна сума опадів 300-400 мм, сума температур вище 10°C становить 3000°-3400°.

Степова зона охоплює 40 % території країни, або близько 25 млн га. Вона простяглася на 1100 км з південного заходу на північний схід і до 500 км з півночі на південь. Річні суми опадів коливаються від 500 на межі з Лісостепом до 300-250 мм на узбережжі Чорного і Азовського морів.

У геоструктурному відношенні Степ досить неоднорідний, південна частина розміщена на території Причорноморської низовини, яка на північ переходить у Бессарабську, Подільську, Придніпровську, Приазовську височини, а також Донецький кряж. Перші три мають акумулятивно-денудаційний рельєф і виходять за межі зони. Останні дві мають структурно-денудаційний рельєф і замкнуті в межах зони.

Така будова Степу і характер атмосферних процесів зумовлюють не тільки зональну, а й провінціальну специфіку ерозійних процесів.

Всього в Степу понад 5 млн га земель зазнають вітрової ерозії, причому на території Донецького кряжа і Приазовської височини та прилеглих до них районів розвинуті водна і вітрова, на території Причорноморської низовини переважають вітроерозійні процеси, у західних районах водна і вітрова ерозії.

Вітроерозійні процеси пов'язані в основному з зимово-весняним періодом. За останні 35 років пилові бурі різної інтенсивності фіксувалися 23 рази, а локальні вітроерозійні процеси проявляються практично щороку. Інтенсивність відчуження ґрунту досягає 2,5-3,5 т/га на годину, а інколи й до 5 т/га. Кількість днів з пиловою

бурею коливається від 5 до 25, а загальна тривалість 5-80 год.

Зони слабкої зумовленості вітроерозійних процесів спостерігають на південному сході і північному заході Одеської, півночі Луганської, південному заході Донецької областей, а також у передгірній частині Криму.

Дещо вища потенційна небезпека (помірна) вітроерозійних процесів у центральній частині Одеської, центральній і південній Крапивницької і південно-західній частинах Харківської областей. Тут дещо сильніший вітровий режим, хоча ґрунти мають досить високу ерозійну стійкість.

У цій зоні часто локальна ерозія проявляється на полях з просапними культурами і на зяблевих фонах після просапних.

Найнебезпечнішими у степовій зоні є райони, півдня Запорізької, Херсонської і Миколаївської областей. Тут найчастіше бувають пилові бурі високої інтенсивності. На окремих ділянках відчуження ґрунту досягає 3,5-6 т/га.

Особлива частина Степу – зона Донбасу, до якої прилягає Приазовська височина з відрогами. Тут рельєф місцевості, строкатість ґрунтового покриву, специфічність вітрового режиму зумовили велику комплексність факторів, що викликають ерозію ґрунтів. На території Луганської, Донецької, Запорізької областей є чотири райони з різною зумовленістю вітроерозійних процесів, які досить часто чергуються.

Район слабкої потенціальної небезпеки вітрової ерозії охоплює ґрунти з високою стійкістю ґрунтових агрегатів (руйнування до 20 %) і досить ослабленим вітровим режимом. Середні швидкості вітру в ерозійно небезпечний період – 3,5-3,8 м/с. Переважаючими напрямками небезпечних вітрів є східні (60-70%) і північно-східні (14-24%), тому вітрозахисні бар'єри повинні розміщуватися з півночі на південь, тобто перпендикулярно до основних ерозійних вітрів.

При проектуванні смугового розміщення сільськогосподарських культур ширину смуг необхідно зменшити з урахуванням вітрів північно-східного напрямку.

Район помірної потенціальної небезпеки вітрової ерозії ґрунтів охоплює в основному зону південних схилів Донецького кряжа, Придніпровської і Причорноморської низовини з ґрунтами слабого і середнього руйнування ґрунтозахисних агрегатів.

Середньорічні швидкості вітру коливаються в межах 4,5-5,2 м/с. Вектори вітроерозійних сил східних напрямків становлять 50-60 %, південно-східних – 7-20, на інші припадає 2,5-15 %. Вимоги до

розміщення бар'єрів такі ж, як і в першому районі.

У район середньої потенціальної небезпеки вітрової ерозії ввійшли ґрунти з середніми показниками руйнування агрегатів.

Середньорічна швидкість вітру 5,6-6,7 м/с. Вектори вітроерозійних сил східного напрямку становлять 40 %, північно-східного – 20, південні і південно-східні – 15, інших – 25 %.

У районах великої потенціальної небезпеки вітрової ерозії ґрунти із слабкою стійкістю ґрунтозахисних агрегатів (руйнування 80 %). В основному – це піщані тераси рік Сіверського Дінця, Айдару, Молочної, а також еродовані ґрунти схилів Донецького кряжа.

У долинах рік вітровий режим досить слабкий, середні швидкості вітру в ерозійно небезпечний період становлять 4,5-5 м/с. Вектори вітроерозійних сил східного напрямку – 40 %, північно-східного – 35, південно-східного – 10, на інші припадає 15 %.

На схилах Донецького кряжа режим сильніший: середні швидкості вітру за ерозійний період становлять 6,5-7 м/с. Вектори вітроерозійних сил різних напрямків з переважанням східних, північно- і південно-східних.

Вимоги до розміщення захисних бар'єрів такі ж, як і для описаних районів.

6.6. Оцінка факторів, що зумовлюють водну ерозію ґрунтів

При районуванні території за водною ерозією необхідно враховувати всі фактори й умови, що її викликають. Проте ґрунти є природним історичним утворенням, що виникли у результаті взаємодії відповідних факторів і умов ґрунтоутворення, а тому й еродовані ґрунти, в свою чергу, є інтегральним показником рельєфу, клімату, господарської діяльності людини та ін. Облік ґрунтів за ступенем еродованості при районуванні одночасно є й обліком факторів ерозії. На основі цього положення і класифікації ґрунтового покриття за еродованістю розроблена «Методика ґрунтово-ерозійного районування території» (Джамаль В. А., Шелякін М. М., 1979).

При районуванні території України виділено 36 ґрунтово-ерозійних районів, що різняться між собою ґрунтовим покритвом і ступенем його еродованості. Деякі райони не можна було об'єднати в один масив, тому виділено 37 підрайонів. Ерозійну характеристику районів і підрайонів наведено у табл.6.6.

Облік природно-кліматичних зон і підзон при ґрунтово-ерозійному районуванні дає можливість для кожного району

розробити типовий комплекс протиерозійних заходів.

6.6. Ґрунтово-ерозійне районування України

Фізико-географічні зони і підзони	Ґрунтово-ерозійні			Коефіцієнт еродованості
	провінції	райони і підрайони		
		номер	еродованість	
1	2	3	4	5
Зона мішаних лісів (Українське Полісся)	Правобережне Полісся	1	Нееродований район	1,00
		2	Дуже слабоеродований район	1,02
		3	Слабоеродований район	1,07-1,13
		3а	Ківернецький підрайон	1,07
		3б	Овруцький підрайон	1,13
Зона мішаних лісів (Українське Полісся)	Лівобережне Полісся	4	Нееродований район	1,00
		4а	Козелецько-Семенівський підрайон	1,00
		4б	Шосткінський підрайон	1,00
		5	Дуже слабоеродований район	1,01-1,05
		5а	Чернігівський підрайон	1,01
		5б	Новгород-Сіверський підрайон	1,05
	Мале Полісся	6	Слабоеродований район	1,03
	Зона Лісостепу	Західний Лісостеп	7	Нееродований район
8			Дуже слабоеродований район	1,04
9			Слабоеродований район	1,05-1,11
9а			Волинський підрайон	1,11
9б			Здолбунівський підрайон	1,05
9в			Мостисько-Летичівський підрайон	1,09
Зона Лісостепу	Західний Лісостеп	10	Середньоеродований район	1,20
		10а	Рогатинський підрайон	1,20
		10б	Кременецький підрайон	1,20
		10в	Хмельницький підрайон	1,20
		10г	Чернівецький підрайон	1,20
		11	Сильноеродований район	1,26
Зона мішаних лісів (Українське Полісся)	Правобережний центральний Лісостеп	12	Дуже слабоеродований район	1,04
		13	Слабоеродований район	1,09-1,11
		13а	Любарсько-Бершадський підрайон	1,11

продовження табл. 6.6

1	2	3	4	5
Зона мішаних лісів (Українське Полісся)	Правобережний центральний Лісостеп	13б	Обухівсько-Первомайський підрайон	1,09
		14	Середньоєродований район	1,18-1,20
		14а	Погребищенсько-Ружинський підрайон	1,19
		14б	Мурованокуриловецький підрайон	1,20
		14в	Кружопільсько-Ананьївський підрайон	1,20
Зона мішаних лісів (Українське Полісся)	Правобережний центральний Лісостеп	14г	Канівсько-Чигиринський підрайон	1,18
	Лівобережний Лісостеп	15	Неєродований район	1,00
		16	Дуже слабоєродований район	1,03
		17	Слабоєродований район	1,06-1,09
		17а	Бахмацько-Решетилівський підрайон	1,06
		17б	Краснопільсько-Валківський підрайон	1,09
Зона Степу Північно степова підзона	Правобережна північно-степова	18	Слабоєродований район	1,12
		19	Середньоєродований район	1,16-1,18
		19а	Тарутинський підрайон	1,16
		19б	Арбузинсько-Вознесенський підрайон	1,18
		20	Сильноєродований район	1,24-1,35
		20а	Великомихайлівський підрайон	1,24
		20б	Петровський підрайон	1,35
	Лівобережна північно-степова	21	Дуже слабоєродований район	1,02
		22	Слабоєродований район	1,11
		22а	Вовчансько-Бердянський підрайон	1,11
		22б	Свердловський підрайон	1,11
		23	Середньоєродований район	1,18-1,20

Продовження табл.6.6

1	2	3	4	5
		23а	Шевченківсько-Біловодський підрайон	1,18
Зона Степу Північно степова підзона	Лівобережна північно-степова	23б	Слов'янсько-Антрацитівський підрайон	1,20
		24	Сильноеродований район	
		24а	Запорізький підрайон	1,25
		24б	Перевальсько-Краснодонський підрайон	1,28
Південна степова підзона	Причорно-морська півден-ностепова	25	Дуже слабоеродований район	1,04
		26	Слабоеродований район	1,07-1,09
		26а	Ренійсько-Овідіопольський підрайон	1,09
		26б	Березансько-Білозерський підрайон	1,07
		27	Середньоеродований район	1,17
	Причорноморсько-Приазовська	28	Нееродований район	1,00
		29	Дуже слабоеродований район	1,03
Південна степова підзона	Причорноморсько-Приазовська	29а	Горностаївсько-Якимівський підрайон	1,03
		29б	Первомайсько-Ленінський підрайон	1,03
		30	Слабоеродований район	1,09-1,14
		30а	Василівсько-Приазовський підрайон	1,14
		30б	Роздольненсько-Судацький підрайон	1,09
		31	Середньоеродований район	1,22
		32	Сильноеродований район	1,28
Українські Карпати	Предкарпаття	33	Слабоеродований район	1,07
	Карпати	34	Слабоеродований район	1,06
		35	Сильноеродований район	1,25
	Закарпаття	36	Слабоеродований район	1,06
По Україні				1,00-1,35

6.7. Основні протиерозійні заходи, їх характеристика

Захист ґрунтів від ерозії складається із профілактичних заходів щодо попередження її розвитку та конкретних заходів щодо знешкодження ерозії там, де вона розвинута. Тому в ерозійно небезпечних районах, де природні умови (клімат, рельєф, властивості ґрунтів тощо) сприяють виникненню і розвитку ерозії, *землеробство повинно бути ґрунтозахисним (протиерозійним)*. Оскільки стік формується з вододілу, то протиерозійні заходи повинні охоплювати всю територію від вододілу до нижніх ділянок схилів.

Захист ґрунтів від ерозії включає систему наступних груп протиерозійних заходів:

- організаційно-господарських;
- агротехнічних;
- лісомеліоративних;
- гідротехнічних.

Організаційно-господарські заходи передбачають обґрунтування і складання плану протиерозійних заходів і забезпечення його виконання. Важливе місце тут займає підготовка даних, які визначають протиерозійну стійкість території: ґрунтова карта і картограма еродованих ґрунтів, карта рельєфу, порід тощо. На основі узагальнення матеріалу з урахуванням найбільш доцільної спеціалізації господарства складається план протиерозійної організації території. У плані передбачається конкретне здійснення вказаної вище системи протиерозійних заходів з урахуванням можливості розподілу земель господарства на наступні дев'ять категорій залежно від інтенсивності протиерозійних заходів:

А. Землі, які інтенсивно використовуються в землеробстві:

1-ша категорія – не піддані ерозії ґрунти;

2-га категорія – піддані слабкій ерозії ґрунти;

3-тя категорія – піддані середній ерозії ґрунти.

Ґрунти цих категорій використовують в польових сівозмінах.

4-та категорія – піддані сильній ерозії. Використовуються в системі спеціальних ґрунтозахисних сівозмін.

Б. Землі, які придатні для обмеженого обробітку:

5-та категорія – дуже сильно еродовані землі; відводяться під сіножаті, пасовища або виділяються у ґрунтозахисні сівозміни з 1-2 полями зернових та 5-10 полями багаторічних трав.

В. Землі, не придатні для обробітку, це переважно яружно-

балочна сітка:

6-та і 7-ма категорії – непридатні для ґрунтозахисних сівозмін і використовуються під сіножаті і пасовища з нормованим і суворо нормованим випасанням та використанням поверхневого покращення;

8-ма категорія – землі, непридатні для землеробства, але придатні для лісорозведення;

9-та категорія – «бросові» землі – урвища, схили, каменисті осипи тощо.

Агротехнічні заходи складаються з використання ґрунтозахисних властивостей самих рослин – багаторічних трав та однорічних культур, прийомів протиерозійного обробітку ґрунту, спеціальних прийомів снігозатримання і регулювання сніготанення, агрохімічних засобів підвищення родючості еродованих ґрунтів.

До *фітомеліоративних заходів* захисту ґрунтів від ерозії відносяться:

- сівозміни з багаторічними травами, спеціальні ґрунтозахисні сівозміни з підвищеним насиченням багаторічними травами на сильноеродованих і найбільш ерозійно небезпечних ділянках;

- створення буферних смуг з багаторічної і однорічної трав'яної рослинності на крутих і довгих схилах;

- ґрунтозахисні сівозміни з смуговим розміщенням культур;

- посів на парах і полях з просапними культурами буферних смуг;

- зайняті пари в районах достатнього зволоження;

- кулісні посіви на парах і по зябі, перехрестний посів;

- залуження водовідводячих улоговин до ярків і балок.

Протиерозійний обробіток ставить за мету забезпечення припинення поверхневого стоку і максимальне вбирання або найменш шкідливий відвід поверхневої води (в районах з підвищеним зволоженням).

До найважливіших прийомів протиерозійного обробітку ґрунту відносяться:

- обробіток поперек схилу (контурний обробіток);

- бороздування, обваловування та лункування зябу і парів;

- оранка з ґрунтопоглиблювачем, щілювання і кротування ґрунтів, створення ливневідводних борозн в районах з переважанням зливної ерозії, вирівнювання водоріїн і борозд.

Важливе значення мають *снігозатримання і регулювання сніготанення*: посів куліс з високостебельних рослин, валкування

снігу, використання щитів, смугове ущільнення і загорнення снігу, тощо.

Важливим агротехнічним засобом підвищення протиерозійної стійкості ґрунтів є *використання органічних і мінеральних добрив*. Культурні рослини, які вирости на здобреному ґрунті, розвивають більш розгалужену кореневу систему, більш густий надземний покрив, покращують фізичні властивості ґрунтів, що в сукупності сприяє кращому захисту його від ерозії. Потреба в добривах, особливо азотних і фосфорних, зростає зі збільшенням ступеня еродованості ґрунтів. Причому на еродованих ґрунтах ефективність добрив більш висока, ніж на нееродованих. Тому рекомендується збільшувати норми добрив порівняно з нееродованими ґрунтами: на середньоеродованих – на 20 %, а на сильноеродованих – на 50 %.

Особливе значення за використання добрив набувають заходи щодо затримання вологи: з одного боку, вбирання стокової води підвищує ефективність добрив для створення урожаю, а з іншого – виключається знесення добрив поверхневим стоком і забруднення водоймищ і рік.

У боротьбі з дефляцією ефективні агротехнічні заходи, спрямовані на підвищення і збереження вологи в ґрунті та забезпечення постійного захисту його поверхні рослинним покривом від видування. Тому агротехнічні заходи, спрямовані на боротьбу з водною ерозією, будуть послаблювати і вітрову ерозію.

Надійним, широко розповсюдженим заходом захисту ґрунтів від дефляції є безполицевий (плоскорізний) обробіток ґрунту. При такому обробітку на поверхні ґрунту залишаються стерня і пожнивні рештки, які чинять опір здуванню снігу, збільшують запаси вологи в ґрунті. Подальше збереження стерні під час сівби і розвитку рослин захищає ґрунт від весняної і ранньолітньої дефляції, а також захищає сходи рослин від засікання. Збереження стерні під час обробітку ґрунту підвищує врожайність ярої пшениці в Казахстані на 2-3 ц/га, а в посушливі роки врожаї по безполицевому обробітку подвоюються і навіть потроюються.

Спеціальним прийомом по боротьбі з водною і вітровою ерозією є *смугове землеробство*, основу якого складають ґрунтозахисні сівозміни з смуговим розміщенням культур, тобто чергування смуг однорічних рослин зі смугами ерозійностійких культур та багаторічних трав. На легких ґрунтах, які дуже піддаються вітровій ерозії, смуги трави і однорічних культур роблять не ширше 50 м; на ґрунтах, більш стійких до видування, ширина смуг ерозійностійких

культур і багаторічних трав може бути 50-100 м, а однорічних культур – 100-150 м.

Окрім відмічених прийомів боротьби з дефляцією, використовують суцільне або смугове залишення стерні на високому зрізі, спеціальні посіви високостебельних культур (соняшник, кукурудза та ін.), створення шершавої поверхні оранки під час її обробітку та посіви тощо. Важливе значення мають стиснуті строки сівби ярових культур, швидка поява сходів яких і добрий розвиток забезпечують захист ґрунтів від дефляції. На випасах і пасовищах слід суворо регулювати випасання, не припускаючи руйнування дернини.

До числа агротехнічних заходів щодо боротьби з водною і вітровою ерозією перспективним є покращення фізичних властивостей ґрунту шляхом використання штучних структуроутворювачів.

Система ґрунтозахисних заходів повинна здійснюватися з урахуванням зональних особливостей землеробства і природних умов прояву ерозії.

Конкретний склад протиерозійних заходів, перш за все, визначається особливостями зволоження території, тривалістю вегетаційного періоду, умовами рельєфу, переважаючими видами ерозії та напрямком використання ґрунтів.

Так, в зонах підвищеного зволоження у системі агро меліоративних ґрунтозахисних заходів головна роль повинна належати фітомеліоративним прийомам – посівам багаторічних трав, зайнятим парам, створенню буферних смуг, а також прийомам обробітку, які забезпечують безпечний скид надлишкової вологи, і гідромеліоративним прийомам. У районах з достатнім забезпеченням атмосферною вологою ведуче значення також мають фітомеліоративні прийоми.

У зонах нестійкого зволоження з агро меліоративних заходів на першому місці повинні бути прийоми обробітку, які забезпечують затримання і вбирання вологи ґрунтом, а також лісомеліоративні заходи та прийоми затримання снігу і регулювання його танення.

У зонах недостатнього зволоження особливе значення в системі ґрунтозахисних заходів мають прийоми щодо максимального накопичення вологи, запобігання її невикористаного випаровування, покращення мікроклімату. Тому тут посилюється роль контурного і безполицевого обробітку, щільовання, мінімалізації обробітку, снігозатримання, створення гребнеподібних терас, лиманів, лісових

насаджень.

У районах зрошуваного землеробства головне значення мають способи поливу і прийоми обробітку, які виключають розвиток іригаційної ерозії.

Конкретні прийоми ґрунтозахисних заходів, окрім врахування зональних умов зволоження, повинні використовуватись також залежно від виду і ступеня прояву ерозії (поверхнева або лінійна ерозія, ерозія, яка викликається талими водами або зливами, дефляція).

Ґрунтозахисна система землеробства з контурно-меліоративною організацією території. Проблема захисту ґрунтів від ерозії найбільш ефективно вирішується за системного підходу, тобто за застосування комплексу заходів. Це положення найбільш повно реалізується в системі ґрунтозахисного контурно-меліоративного землеробства. Основні її принципи і ланки полягають в наступному:

1. Диференційоване використання орних земель на території із потенційно високою небезпекою прояву ерозійних процесів;
2. Контурна організація території сільськогосподарських угідь;
3. Застосування оптимальної структури посівних площ і сівозмін з урахуванням ґрунтово-ландшафтних факторів;
4. Перехід до ґрунтозахисних технологій обробітку ґрунту;
5. Виведення зі складу ріллі сильноеродованих та ерозійно-небезпечних земель під консервацію з послідуємим залуженням або залісненням;
6. Створення протиерозійних заходів постійної дії (валів, гідротехнічних заходів різних типів, лісосмуг, буферних смуг із багаторічних трав, залуговуваних водотоків).

Контурна організація території сільськогосподарських угідь повинна погоджуватись з протиерозійними заходами на суміжних територіях. Система протиерозійних заходів проектується і здійснюється на всій водозбірній площі починаючи від вершини водозбору (вододілу) до днища балок чи заплав річок, забезпечуючи, поряд з регулюванням поверхневого стоку, безпечне скидання у гідрографічну мережу надлишку талих і дощових вод. У зоні дії вітрової ерозії ця система землеробства передбачає і забезпечення захисту ґрунтів від руйнування потоками вітрів, а сходи сільськогосподарських культур від засікання мілкоземом.

Диференційоване використання орних земель. Диференційоване використання орних земель проводиться шляхом їх поділу на три

еколого-технологічні групи (ЕТГ). До першої ЕТГ віднесені угіддя з повнопрофільними ґрунтами, розташованими на рівнинах і схилах до 3° , характер рельєфу і якісний стан ґрунтового покриву яких дозволяє вирощувати всі культури, включаючи і просапні. У межах першої ЕТГ виділяють дві підгрупи:

1-а – рівнинні землі (схили до 1°) на яких не має обмежень у виборі напрямку обробітку ґрунту і посіву;

1-б – схиліві землі (крутизною $1-3^{\circ}$) і ділянки з ухилами до 1° в середній і нижній частині водозбору в Степовій і Лісостеповій зонах з великими водозбірними площами, на яких обов'язковий обробіток ґрунту і посів сільськогосподарських культур поперек схилів або контурно з допустимим ухилом до горизонталей місцевості.

У сівозмінах першої ЕТГ розміщують інтенсивні зерно-паро-просапні сівозміни з максимальним насиченням просапними культурами. Вирощування всіх культур доцільно здійснювати за інтенсивними ґрунтозахисними технологіями за умови бездефіцитного балансу гумусу, азоту, фосфору і калію в сівозмінах.

До другої ЕТГ відносяться землі розміщені на схилах $3-5^{\circ}$ з слабо- і середньозмитими ґрунтами. Тут, запроваджуються ґрунтозахисні зерно-трав'яні і трав'яно-зернові сівозміни, що мають високу ґрунтозахисну здатність. Розміщення парів і просапних культур на землях другої ЕТГ не допускається. Відтворення родючості ґрунтів досягається за рахунок насичення сівозмін багаторічними травами до 50 %, запровадження протиерозійних технологій обробітку ґрунту.

Для диференціації щільності протиерозійних заходів, включаючи агротехнічні, корегування ґрунтозахисних сівозмін (за ступенем насичення багаторічними травами) землі другої ЕТГ поділяються на дві підгрупи:

II-а – землі з крутизною схилів $3-5^{\circ}$ без чітко сформованих улоговин, використовуються під зерно-трав'яні сівозміни;

II-б – землі з крутизною схилів $3-5^{\circ}$ пересічені улоговинами з середньо- і сильнозмитими ґрунтами, використовуються під трав'яно-зернові сівозміни або вилучаються з обробітку і зі складу орних земель під консервацію.

До земель третьої ЕТГ відносяться схили крутизною понад $3-5^{\circ}$, з середньо- та сильнозмитими ґрунтами, а також з середньозмитими ґрунтами на елювії твердих та піщаних порід. Їх виводять з обробітку і зі складу орних під залуження або заліснення.

Контурно-смугова організація території. Найбільш надійне

забезпечення захисту земель від водної і вітрової ерозії досягається за введення і дотримання контурної організації території. Вона проектується в межах землекористування з урахуванням організації території прилеглих землекористувань, що мають суміжні єдині водозбірні площі в басейні малих рік, балок і водозборів.

Основою контурної організації території є диференційоване розмежування земельних угідь з урахуванням рельєфу і небезпеки прояву ерозійних процесів. Поля сівозмін, ділянки постійного залуження, площі під багаторічні насадження і природні кормові угіддя розміщуються відповідно ЕТГ земель.

Лінійні межі контурної організації території розміщуються поперек схилів в напрямку наближеному до горизонталей місцевості. Вони фіксуються на місцевості різними засобами постійного упорядкування території (валами різних типів, лісосмугами, буферними смугами із багаторічних трав). При цьому враховується існуюча гідрографічна мережа, у вигляді залужованих улоговин, які виконують функції водотоків по безпечному скиданню надлишку талих і зливових вод.

Контурна організація території є одним з найважливіших протиерозійних заходів постійної дії, яка зменшує інтенсивність ерозійних процесів ґрунту до 50 %, в т.ч. за рахунок виконання всіх технологічних операцій по вирощуванню сільськогосподарських культур впоперек схилу, або по контуру, тобто з наближенням до горизонталей місцевості.

Захисна роль рослинності. У природі рослини виконують основну роль у захисті ґрунту від водної і вітрової ерозії. Покритий природною трав'яною та деревно-чагарниковою рослинністю ґрунтовий покрив мінімально зазнає руйнівної шкоди крапель дощу і змиву ґрунту поверхневими водами, а розгалужена коренева система рослин підвищує протиерозійну стійкість ґрунту. Відмираючи листя і стебла рослин їх корені постійно поповнюють ґрунти органічними речовинами, сприяють накопиченню гумусу. Мікроорганізми та ґрунтова мезофауна, перероблюючи відмерлу органічну масу у доступні для підтримки життєдіяльності рослинного покриву поживні речовини розрихлюють ґрунти і підґрунтя, сприяють поліпшенню його агрофізичних властивостей, поглинанню дощових і талих вод, накопиченню вологи, створенню сприятливого водно-повітряного режиму для рослин, попередженню дії ерозійних процесів.

Внаслідок зростання питомої ваги розораних земель, збільшуються площі не покриті рослинністю. Це і поля сівозмін

зайняті чорними парами, і поля зорані на зяб після збирання врожаю в літньо-осінній період до посіву і розвитку наступних сільськогосподарських культур. На таких відкритих площах, на схилах незахищених рослинністю зростають ризики розвитку процесів водної ерозії, шкідливої дії вітрів та при проведенні обробітку ґрунту. Йде розмивання і змивання поверхневого шару ґрунту його руйнування і видування вітрами, особливо під час пилових бур, втрачаються з продуктами ерозії поживні речовини, знижується родючість ґрунтів.

Тому на парових площах, залежно від зональних природно-кліматичних умов, використовуються сидеральні пари замість чорних, застосовуються буферні смуги із багаторічних трав і куліс із високостебельних культур, смугове розміщення парів і просапних культур з культурами високої захисної здатності. Після збирання врожаю до посіву і розвитку наступної культури застосовуються поживні, післяукісні і проміжні посіви культур. В ерозійно-небезпечних агроландшафтах важливе значення відіграє рослинність полезахисних лісових смуг та інших захисних лісових насаджень.

Ґрунтозахисні сівозміни. Усі сівозміни за контурно-меліоративної системи землеробства базуються на принципах використання ґрунтозахисної ролі окремих груп культур, оптимального їх чергування у сівозміні з дотриманням допустимих періодів повернення культур на попереднє місце вирощування.

На землях першої ЕТГ з повнопрофільними та слабоеродованими ґрунтами розміщуються сівозміни, насичені, за необхідності, такими просапними культурами, як цукровий буряк, соняшник, кукурудза. Таким чином, інтенсивне землеробство локалізується на нееродованих і родючих ґрунтах плато і схилових ділянках ухилом до 3°.

На землях другої ЕТГ зі слабо- і середнозмитими ґрунтами розміщують зерно-трав'яні сівозміни з насиченням багаторічними травами, залежно від складності рельєфу до 40-60 %. Землеробство на цих землях базується на біологічних принципах, а відтворення гумусу в сівозмінах досягається переважно за рахунок багаторічних трав та рослинних решток, в т. ч. соломи.

Смугове розміщення агрофонів. Смугове або контурне розміщення посівів культур з низькою ґрунтозахисною ефективністю з посівами високої захисної здатності. Смугове розміщення посівів і посадок застосовується з метою забезпечення захисту ґрунтів від водної і вітрової ерозії та суховіїв. Застосовується воно в полях

сівозмін на схилах протяжністю понад 150-200 м і крутизною більше 2° поперек схилу або контурно. Протидефляційні смуги розміщуються перпендикулярно до пануючих вітрів.

Смуги ділять на:

а) протистокові (проти водної ерозії) – розміщуються перпендикулярно основному напрямку переміщення по схилу рідкого стоку або з допустимим відхиленням від напрямку горизонталей. Такі смуги можуть бути:

- паралельними – поперек загального схилу але не суворо за горизонталям;
- контурні – в напрямку горизонталей;
- паралельні, в основному вздовж горизонталей з певним допустимим відхиленням від них;
- контурно-паралельні з залуженням основних улоговин (водотоків).

Межі смуг проводяться вздовж горизонталей, за виключенням улоговин, які залужуються багаторічними травами.

б) протидефляційні – розміщуються перпендикулярно або з відхиленням до 30-35° до напрямку пануючих вітрів, що створюють пилові бурі. При сумісній дії водної і вітрової ерозії проводиться контурно-смугове розміщення посівів і посадок з залуженням улоговин.

Смугове розміщення посівів і посадок проводиться в двох видах:

1. Смуги однорічних трав або кормових культур чергуються зі смугами багаторічних трав;

2. Смуги зі стійких до ерозії культур, наприклад озимої пшениці, чергуються з ерозійно нестійкими агрофонами або з посівами культур, які слабо захищають ґрунт від ерозії.

При складанні сівозмін з смуговим розміщенням посівів передбачається щоб в кожному полі були смуги, покриті рослинністю або стернею культур суцільного посіву. При складанні схем чергування культур в смугах, окрім додержання правил плодозміни і розміщення культур по найбільш сприятливим попередникам передбачається додержання чергування агрофонів по порам року.

Ширина смуг корегується з урахуванням крутизни схилу, агрофону, ґрунту і кратності проходу посівних агрегатів. На схилах до 3° ширина смуг складає при чергуванні багаторічних трав з просапними не більше 60-70 м, яровими зерновими не більше 60-70 м, озимими зерновими не більше 140-150 м. При чергуванні озимих і

ярових зернових суцільного посіву з просапними ширина смуг, як правило, не повинна перевищувати 60-70 м.

Ширину смуг можна зменшувати або дещо збільшувати для того щоб узгодити її з шириною захвату посівних агрегатів; на схилах з контурним розміщенням смуг, їх краї слід залужувати щоб забезпечити захист ґрунтів на смугах, де виконуються розвороти агрегатів; при розміщенні смуг слід виходити також з того, що під культури і агрофони, які слабо захищають ґрунт від ерозії, необхідно відводити не більше половини площі схилу протягом одного сезону.

Буферні смуги із багаторічних трав. Буферні смуги в полях сівозмін, кварталах садів створюються шляхом постійного залуження багаторічними травами вузьких смуг, розташованих контурно вздовж напрямку горизонталей. Між буферними смугами розміщують основну культуру, яка передбачена у сівозміні на даному полі, кварталах садів. Такий прийом дозволяє суттєво знизити швидкість потоку води і частково затримати твердий стік, що зменшує втрати дрібнозему від ерозії. Ґрунтозахисна роль буферних смуг, створених із багаторічних трав, є ефективною лише тоді, коли вони поєднуються з іншими заходами захисту ґрунтів, такими як протиерозійний обробіток з мульчуванням поверхні пожнивними рештками або щілюванням.

Ширина буферних смуг на схилах до 3° зі суглинковими ґрунтами повинна бути не меншою 11-12 м, а на супіщаних ґрунтах – 14-16 м. Їх ширина може корегуватись шириною захвату (від 1-2 до 3-4 проходів) посівного агрегату сівалок.

Не можна проводити будь-які роботи на буферних смугах, окрім знищення бур'янів, а також необхідно слідкувати, щоб не завдати шкоди корисним ентомофагам та птахам.

Розміщення буферних смуг може змінюватись на схилах, але відсоток вкритої ними площі схилу має бути в межах 5-10 %. У розрахунках протиерозійного ефекту буферних смуг можна виходити з того, що 1 % площі схилу вкритої смугами з багаторічних трав оберігає 10 % площі яка знаходиться під основною культурою.

Захисна роль рослинних решток. На орних землях залишення на поверхні поля рослинних решток є ефективним заходом захисту ґрунтів від ерозії в осінньо-весняний період, коли поверхня поля залишається відкритою після збирання врожаю попередника до посіву наступної культури.

Рослинні рештки захищають поверхню ґрунту від водної ерозії під час сніготанення та під час зимових пилових бур. При випаданні

дощів вони амортизують кінетичну енергію крапель, відокремлення і перенос водою і вітром частинок ґрунту. Наявність рослинних решток запобігає замулюванню ґрунтових капілярів і утворенню кірки на поверхні внаслідок чого зберігається на належному рівні водопроникність ґрунту, зменшується поверхневий стік. Створені із рослинних решток невеликі перепони для поверхневого стоку сприяють зменшенню швидкості води і втрат ґрунтових часток.

У період вегетації рослин збережені рештки попередника сприяють зменшенню втрат вологи на фізичне випаровування, а зимою затримують додаткову кількість снігу, що загалом забезпечує покращення водного режиму ґрунту. Окрім того, взимку рослинні рештки зменшують глибину його промерзання, а влітку, оберігають від високих температур.

Використання захисної ролі рослинних решток в системі заходів захисту ґрунтів від водної і вітрової ерозії дає можливість забезпечувати зниження ерозійних процесів до допустимих параметрів протягом року. Залежність втрат ґрунту від ерозії в полях сівозмін від кількості рослинних решток показано на рис. 6.2.

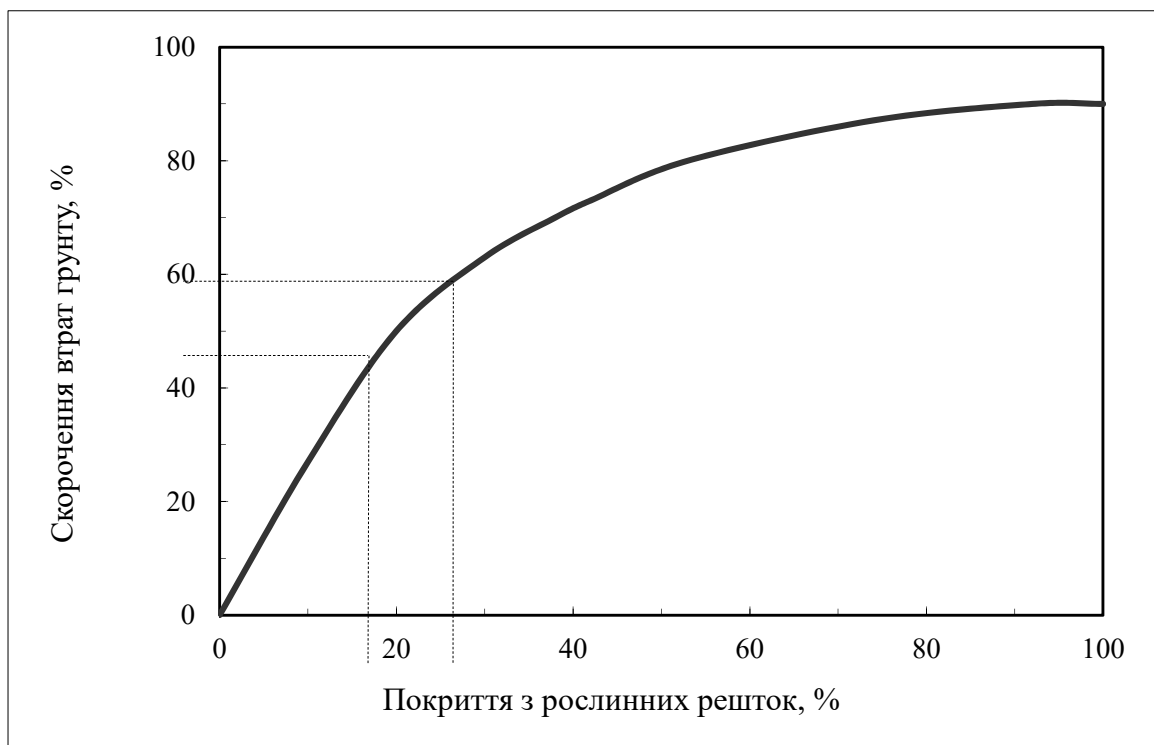


Рис. 6.2. Взаємозв'язок між скороченням втрат ґрунту і рослинними рештками на поверхні ґрунту

Ґрунтозахисними можна вважати такі агротехнічні заходи, які забезпечують після перезимівлі до посіву збереження на поверхні

поля не менше 30 % пожнивних решток. Кількість рослинних решток на поверхні ґрунту в полях сівозмін можна підвищити такими заходами:

- збільшення у сівозміні частки культур суцільного посіву і навпаки зменшення частки просапних культур;
- серед групи просапних культур зростанням частки високостебельних культур (кукурудза, соняшник) та зменшенням низькостебельних (соя, цукрові буряки, картопля);
- підвищення врожайності культур;
- проведення якомога меншої кількості операцій по обробітку ґрунту, особливо перед або під час найбільш ерозійно-небезпечних періодів (кінець весни – початок літа);
- зменшення проходів сільськогосподарської техніки;
- зменшення швидкості агрегатів під час обробітку ґрунту, щоб не допустити більшої заробки чи засипання решток.

Для максимального збереження рослинних решток, бажано проводити скорочення механічного обробітку ґрунту і виключити технологічні операції, без яких можливо обійтися. Необхідно прагнути того щоб після посіву поверхня поля була максимально покрита рослинними рештками, що можливо досягти тільки за мінімального обробітку і прямої сіви спеціальними посівними системами. Необхідно пам'ятати, що контроль і ефективне управління рослинними рештками є ключовим моментом для зменшення ерозії ґрунтів у осінньо-весняний період.

Ґрунтозахисні технології обробітку ґрунту. На схилових землях всі види обробітку ґрунту, посіву чи посадки необхідно проводити лише поперек схилу, а за складного рельєфа – по контуру, як це визначається розміщенням контурних меж полів, кварталів садів, робочих ділянок, лісопосадок, що дає можливість значно зменшити стікання талих і дощових вод, змив ґрунту, а з ними і поживних речовин, підвищити накопичення продуктивної вологи в ґрунті.

Ґрунтозахисні технології обробітку ґрунту передбачають попередження переущільнення ґрунту, руйнування структури і розпилення ґрунтових агрегатів, накопичення на поверхні поля рослинних решток, що забезпечує підвищення протиерозійної стійкості та водопроникності ґрунту, накопичення вологи, поліпшення його водно-повітряного режиму.

На землях I ЕТГ (еколого-технологічної групи) в інтенсивних сівозмінах перевага надається різноглибинному ґрунтозахисному

обробітку з використанням чизелів, плоскорізів, комбінованих агрегатів, а також технологій No-till. Конкретні ґрунтозахисні технології обробітку формуються на основі рекомендацій зональних науково-дослідних установ.

На землях II ЕТГ застосовуються ґрунтозахисні технології обробітку, які базуються на максимальному накопиченні і збереженні рослинних решток на поверхні ґрунту, в т.ч. подрібненої соломи, а при необхідності регулювання поверхневого стоку, щільуванням агрофонів.

Посів і посадка всіх культур проводиться з розміщенням рядків поперек схилу і по контуру, що сприяє збільшенню поглинання вологи ґрунтом та зменшенню його змиву. Адже при посіві чи посадці (розміщення рядків) вздовж схилу, втрати ґрунту на озимих і ярових культурах, під час випадання дощів, зростають в декілька разів, а на площах з просапними культурами в десятки і навіть сотні разів. Це також стосується і щодо розміщення рядів садів та лісових насаджень на схилових землях.

Всі заходи щодо підвищення родючості еродованих ґрунтів прискорюють розвиток рослин, що збільшує покриття поверхні ґрунту і таким чином опосередковано сприяють зменшенню ерозійних процесів.

Залуження поворотних смуг на краях полів. Дуже часто на складних, наприклад, поперечно-опуклих схилах, які обмежуються сусідніми елементами гідрографічної мережі (улоговин стоку), за контурного обробітку таких схилів на краях полів утворюються розворотні смуги схилу. Їх доводиться, після обробітку основної частини поля, обробляти вздовж схилу для усунення «огріхів», а це призводить до підвищення ризику утворення промоїн і, навіть, ярів. Для запобігання діям ерозійних процесів краї полів необхідно залужувати у вигляді приграничної смуги з багаторічних трав зразу після закінчення посіву. У подальшому ці смуги не обробляються і вони сприяють утворенню природної рослинності. Крайові смуги мають бути достатньої ширини щоб сільськогосподарським машинам і знаряддям було де розвертатися.

Залуження еродованих ґрунтів. Залуженню підлягають середньо- та сильноеродовані та дефляційно-небезпечні орні землі, які виключені з обробітку та із складу орних ґрунтів і не віднесені під заліснення. При проведенні залуження перевага надається бобово-злаковим травосумішкам. Їх видовий склад формується залежно від призначення травостою (сіножать, пасовище, комбіноване

використання), з урахуванням районованих сортів трав. За залуження земель всі види робіт з обробітку ґрунту і підготовки його до сівби трав повинні бути спрямовані на послаблення поверхневого стоку талих і дощових вод, тобто проводяться поперек схилу або контурно.

Для залуження угідь на таких землях із злакових компонентів використовують стоколос безостий, кострицю лучну, райграс високий, пирій повзучий та найбільш посухостійкі – стоколос прямий, житняк вузьколистий. Із бобових для залуження схилів використовують еспарцет піщаний і люцерну, а в південних районах – люцерну жовту і жовтогібридну, на засолених ґрунтах – буркун білий та жовтий.

Снігозатримання та регулювання танення снігу.

Снігозатримання та регулювання танення снігу є ефективним заходом захисту ґрунтів від вітрової в зимовий період та водної ерозії навесні, а також затриманню талого стоку і накопиченню вологи в ґрунті. За відсутності снігового покриву або при його недостатній висоті зростає безпека вимерзання озимих культур, оголюється ґрунт, який при сильних вітрах руйнується, видувається, виникають пилові бурі, які переносять дрібнозем на великі відстані.

Ефективним заходом щодо затримання снігу є створення системи полезахисних лісових смуг (у Лісостепу 2-2,5 %, а в Степу 3-4 % від площі орних земель) продувної або ажурної конструкції, посів куліс із високостебельних культур по парам, зябу та озимим культурам, проведення обробітку ґрунту із залишенням на поверхні пожнивних решток, що сприяє рівномірному розподілу снігу на полях.

Снігозатримання і регулювання танення снігу можливо також виконувати і за допомогою кліткування снігової поверхні снігорозорювачами. Снігорозорювачем спочатку проходять вздовж схилу через 8-12 м, потім поперек схилу через 6-8 м. Це в значній мірі зменшує поверхневий стік, водну і вітрову ерозію, сприяє вбиранню ґрунтом значної частини зимових опадів. Для регулювання танення снігу вживаються і методи смугового затемнення снігової поверхні. При цьому на затемнених смугах під дією сонячних променів танення йде активніше, а під не затемненими йде процес поглинання стоку, що значно знижує площину ерозію.

Особливості використання пасовищ на схилових землях. На залужених схилах необхідно дотримуватись науково-обґрунтованого навантаження тварин на одиницю площі в пасовищезміні і недопущення випасання їх в період підвищеної вологості ґрунту після

танення снігу в ранньовесняний період. Найкраще це реалізується при дотриманні пасовищезміни, яка передбачає поперемінне регульоване використання тієї чи іншої пасовищної ділянки для випасання худоби і для сінокосіння.

В результаті збільшується ефективність використання пасовищ, збагачується склад і продуктивність рослинності, відновлюється родючість ґрунтів, зменшується ризик посилення водної, вітрової та пасовищної ерозії.

Створення польової гідрографічної мережі. Польова гідрографічна мережа – це система природних та штучно створених заходів в полях сівозмін щодо безпечного відведення поверхневого стоку талих та дощових вод.

В основному вона включає залужені улоговини, струмки по днищах балок, малі річки, що є складовими природної гідрографічної мережі. За необхідності створюються штучні водостоки, які передбачаються в проектах землеустрою. У гідрографічну мережу можуть також включатися вали-тераси різних типів, полезахисні лісові смуги, інші ґрунтозахисні лісові насадження, водоскидні споруди. Створення польової гідрографічної мережі сприяє затриманню твердого стоку в межах водозбору, зменшенню замулення та забруднення продуктами ерозії ставків, малих річок, струмків.

Гідротехнічні заходи використовують в тих випадках, коли інші прийоми не в стані запобігти ерозії. До них відносять гідротехнічні споруди, які забезпечують затримання або регулювання силового стоку: створення терас з широкою основою, валів і канав, різні вершинні споруди (лотки, водостоки), які припиняють подальший ріст ярів, донні споруди по руслах та днищах ярів і улоговин, створення лиманів і терас, виположування ярів тощо.

Протиерозійні земляні гідротехнічні заходи. Протиерозійні земляні гідротехнічні заходи є одними із радикальних заходів, що забезпечують доведення до допустимих параметрів змиву ґрунту і сприяють переведенню частини стоку талих і дощових вод у підґрунті, значному підвищенню запасів ґрунтової вологи та затриманню в полях сівозмін на міжтерасних площах змитого дрібнозему.

На ерозійно-небезпечних схилах використовуються такі типи земляних валів: вали-тераси з обома оброблюваними ухилами; вали-тераси з верхнім оброблювальним і нижнім крутим ухилом, який утримується під постійним залуженням; вали-дороги, вали-канави.

Вали з обома оброблюваними ухилами використовуються при крутизні схилів 2-3°. При схилі крутизною 3-5° використовуються вали з верхнім оброблюваним і нижнім крутим (сухим) ухилом або вали-канави.

Ступінчасті тераси, що найчастіше використовуються під багаторічні насадження, є одним із важливих заходів проти водної ерозії ґрунту на крутосхилах. Під багаторічні насадження терасують схили з крутизною понад 6°.

Лісомеліоративні заходи включають створення лісних захисних насаджень різного призначення:

- вітрозахисні лісові смуги, створювані по межі полів сівозмін, ділянок багаторічних насаджень;
- полезахисні лісові чагарникові та лісочагарникові смуги, які закладаються поперек схилів для затримання поверхневого стоку;
- прияружні лісові смуги;
- лісочагарникові і чагарникові насадження по відкосам і днищам ярів;
- водозахисні насадження навколо водоймищ, по берегам річок, озер, каналів для їх захисту від замулювання і руйнування берегів;
- суцільне або куртинне заліснення сильноеродованих або ерозійнонебезпечних земель, непридатних для сільськогосподарського використання (піски, дуже круті схили тощо).

Протиерозійні лісомеліоративні заходи. Лісомеліоративні насадження відносяться до протиерозійних заходів постійної дії з тривалим строком окупності, які за своїми властивостями є багатофункціональними. Вони послаблюють силу вітрів і покращують мікроклімат полів, сприяють снігозатриманню і перешкоджають здуванню снігу у гідрографічну мережу, затримують і регулюють стік талих і зливових вод, покращують гідрологічний режим території, захищають ґрунти від змиву і розмиву та дефляції, підтримують стійку структуру агроландшафту. Комплекс протиерозійних лісових насаджень, у т.ч. полезахисні лісові смуги, розташовують з урахуванням рельєфу місцевості та основного напрямку пануючих вітрів. Прибалкові, прияружні та прибережні лісові смуги, суцільні та куртинні лісові насадження на сильнозмитих, деградованих та інших непридатних для сільськогосподарського виробництва землях підвищують стійкість агроландшафтів до процесів опустелення, змін клімату, відновлюють біорізноманіття екосистем.

Надійними постійно діючими захисниками полів від пилових

бур, суховіїв є полезахисні лісові смуги. Їх позитивний вплив поширюється на віддаль, яка дорівнює 25-30 висотам дерев, а один гектар лісосмуги заввишки 10 м захищає 25-30 га полів. Найкраще виконують свою роль вітроломні смуги, розміщені перпендикулярно до напрямку пануючих вітрів. Допускається відхилення в напрямку розміщення основних смуг до 35 градусів. Насадження створюються продувної і ажурної конструкції, які зменшують швидкість вітру на 40-60 %, що поліпшує мікроклімат і позитивно впливає на ріст і розвиток сільськогосподарських культур. Полезахисні лісові насадження є постійно діючими заходами щодо снігозатримання і рівномірного його розподілу на поверхні полів, що захищає озимі посіви від вимерзання, а також виконують функції екологічних коридорів для диких тварин.

Смуги продувної конструкції відзначаються тим, що в нижній (приземній) частині вертикального повздовжнього їх профілю є суцільний просвіт. Це, в основному, смуги з густокронних порід без чагарникового підліску і узлісся, або з низьким підліском, який не досягає до нижньої частини крон дерев, через що між ними залишаються просвіти достатнього розміру.

Смуги ажурної конструкції це чисті (з однієї деревної породи) насадження з рідкокронних або рідко розташованих дерев з чагарниковим підліском середньої густини. З появою на деревах і чагарниках листя смуги мають рівномірні невеликі просвіти по всьому повздовжньому вертикальному профілю. Через такі просвіти частина вітрових струмків проходить без змін свого напрямку. Тому біля ажурних смуг утворюється досить задовільний повітряний режим як взимку, так і у весняно-літній період.

На землях з ухилом понад 1° всі полезахисні лісові смуги по довгим межах полів є необхідними і розміщуються поперек схилу або під допустимим, не розмиваючим ухилом. Водорегулюючі лісосмуги є багатофункціональними. Вони виконують функції щодо зниження енергії стоків талих і зливових вод, снігозатриманню, поліпшення мікроклімату на полях, захисту ґрунтів від дефляції, а рослинність від посухи і суховіїв.

Створення суцільних і куртинних лісових насаджень із деревно-чагарникових порід на змитих та сильнодефльованих земельних ділянках із змитим, розмитим і видутим ґрунтовим покривом, на пісках та інших деградованих непродуктивних землях забезпечує їх природне оздоровлення і відновлення родючості. Куртині лісові насадження створюють також на пасовищах для відпочинку в них

худоби.

Для забезпечення найбільшої протиерозійної і господарської ефективності полезахисних насаджень, необхідно постійно проводити нагляд за їх станом і своєчасно проводити рубки догляду, щоб вони мали продувну чи ажурну конструкцію та належну кількість низькорослих чагарникових порід.

Створення системи захисних лісових насаджень завжди позитивно впливає на екологічний стан агроландшафту, умови для безпечного існування диких птахів і тварин.

6.8. Польові та розрахункові методи визначення втрат ґрунту

Метод рівчаків. Метод рівчаків використовується в польових умовах і передбачає облік на конкретній ділянці схилу усіх без винятку площ. Ця робота виконується безпосередньо після закінчення ерозійної ситуації. Для визначення площ їх перерізів використовується формула:

$$W = B \times h_{\text{ср.}}$$

де, W – площа перерізу, см^2 ; B – ширина, см ; $h_{\text{ср.}}$ – глибина, см .

Довжина створу, де виконуються заміри, повинна дорівнювати не менше 100 м. Створи розміщуються у верхній, середній і нижній частинах схилу. Кількість створів має бути не менше 20.

Загальний об'єм змитого ґрунту ($\text{м}^3/\text{га}$) з облікової площі визначається за формулою:

$$Pr = L \sum_{i=1}^y W_i$$

де Pr – загальний об'єм змитого ґрунту, $\text{м}^3/\text{га}$; $\sum_{i=1}^y W_i$ – сума площ перерізів рівчаків у профілі, м^2 ; y – кількість рівчаків у профілі; L – відстані між профілями замірів, м .

Існують більш точні методи визначення втрат ґрунту зі схилів шляхом вимірювання каламутності поверхневого стоку. Але ці методи потребують спеціального обладнання, більш трудомісткі і здебільшого використовуються при наукових дослідженнях.

Метод визначення дефляції ґрунту. Обирають поле, яке захищене (з навітряного та завітряного боків) лісосмугами віком від 25 років, в яких з завітряного боку помітні наноси дрібнозему. Потім поперек завітряного боку лісосмуги на характерній ділянці прокладається створ через неї і далі на навітряне поле на 10-15 м. З обох боків біля крайнього ряду дерев викопують ґрунтові розрізи.

У розрізах, що над горизонтом Н помітно навіяний шар, який розділяється підстилкою або волоком трав'яної рослинності. Товщина нанесеного шару ґрунту заміряється в 3-4 місцях. Після цього виконуються розрахунки видутого з поля ґрунту на одиницю площі (м^2 , га).

Для визначення кількості винесеного з полів дрібнозему використовується також листовий опад в лісосмугах. У типових місцях відбираються зразки листового опаду в 5-ти повтореннях на площі розміром не менше 25x25 см. Зі зразків опаду відмивається твердий осад, який перераховується на 1 м^2 , а потім на всю площу лісосмуги.

Витрати ґрунту від дефляції обраховуються за формулою:

$$B = \frac{d \cdot S_{\text{л}}}{S_{\text{п}}},$$

де, B – витрати дрібнозему з поля, т/га; d – відкладання дрібнозему, т/га лісосмуги; $S_{\text{л}}$ – площа лісосмуги, га; $S_{\text{п}}$ – площа поля, га.

Розрахунковий метод Уїшмейера-Сміта. Оцінка втрат ґрунту в результаті дії ерозії і дефляції можуть також виконуватись за допомогою рівнянь ерозії. Зараз розроблено велику їх кількість. Щодо водної ерозії, то найбільше розповсюдження у світі набуло універсальне рівняння втрат ґрунту (USLE), яке відоме як рівняння Уїшмейера-Сміта (США). Воно має такий вигляд:

$$W = 0,224R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P,$$

де W – середньорічні втрати ґрунту, $\text{кг}/\text{м}^2$; R – фактор еродуючої здатності дощу; K – фактор ґрунту; LS – фактор рельєфу; C – фактор сівозміни; P – фактор протиерозійних заходів.

Фактор еродуючої здатності дощу визначається як добуток сумарної кінетичної енергії дощу і його максимальної 30-хвилинної інтенсивності. ($E = I_{30} H$, де E – кінетична енергія, дж; I_{30} – інтенсивність опадів, $\text{мм}/\text{т}$; H – шар опадів, мм).

Фактор ґрунту – це відношення змиву ґрунту з 1 м^2 ділянки під паром при його обробітку вздовж схилу до середньої багаторічної величини ерозійного індексу опадів.

Фактор ухилу характеризує крутизну схилу (S) та його довжину (L).

Фактор сівозміни та агротехніки – це відношення втрат ґрунту з ділянки з певними протиерозійними заходами до втрат ґрунту з контрольної ділянки, що знаходиться під паром та без протиерозійних заходів.

Фактор протиерозійних заходів враховує наявність

ґрунтозахисних прийомів обробітку, полосних і проміжних, сидеральних посівів та гідротехнічних заходів у вигляді різних типів протиерозійних земляних споруд.

Розробляються і використовуються на практиці інші сучасні більш досконалі ерозійні моделі, в т.ч. модель WEPP (Water Erosion Prediction Project) та EuroSEM (European Soil Erosion Model). Остання модель розроблена і адаптована до умов Західної та Північної Європи і в основному пристосована для оцінки інтенсивності прояву ерозійних процесів після однієї зливи.

Модель дефляції Бочарова-Шиятого. Щодо оцінки прояву дефляційних процесів, то також існує багато математичних моделей. Але однією з найкращих для умов України є модель Бочарова-Шиятого в модифікації ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії». Вона має такий вигляд:

$$E_p = \frac{0,1 \cdot 10^{a-bK-cS} \cdot K_s \cdot (V_{\text{макс}})^3 \cdot t \cdot K_p \cdot K_{\text{ес}}}{V_{\text{мод}}^3}$$

де E_p – умовно-потенційні втрати ґрунту, т/га/рік; K – грудкуватість ґрунту, %; S – вид і кількість рослинних залишків на поверхні ґрунту, т/м²; a , b , c – коефіцієнти, що залежать від генезису, фізичних та фізико-хімічних властивостей ґрунтів, виду і кількості рослинних решток; K_s – коефіцієнт руйнації агрегатів; K_p – коефіцієнт рельєфу; $K_{\text{ес}}$ – коефіцієнт ерозійної стійкості культур; t – середнє багаторічне число годин з пиловою бурею; $V_{\text{макс}}$ – середня максимальна швидкість вітру 20% забезпеченості, м/с; $V_{\text{мод}}$ – швидкість повітряного потоку в аеродинамічній установці ПАУ-3, що дорівнює 13,5 м/с = 23 м/с на флюгері.

У США розроблена і використовується модель дефляції WEQ, а також більш досконала WEPS (Wind Erosion Prediction System). Існують і інші математичні моделі дефляції.

Питання для самоконтролю:

1. Історія наукових досліджень по ерозії ґрунтів
2. Загальні поняття про ерозію ґрунтів
3. Фактори і умови розвитку ерозійних процесів
4. Класифікація та діагностика еродованих ґрунтів
5. Ґрунтово-ерозійне районування України
6. Оцінка факторів, що зумовлюють водну ерозію ґрунтів
7. Протиерозійні заходи, їх характеристика
8. Польові та розрахункові методи визначення втрат ґрунту

РОЗДІЛ 7. АГРОФІЗИЧНІ ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТІВ

Значної шкоди ґрунтам завдають агрофізичні деградації. Основними причинами їх є високий ступінь розорювання ґрунтів, застосування інтенсивного обробітку ґрунту, недотримання чергування культур у сівозміні, недостатня кількість органічних добрив, що вноситься у ґрунт, недотримання технологій вирощування культур.

Оцінку процесам агрофізичної деградації ґрунту дають за такими показниками: щільність складення; вміст агрономічно цінних агрегатів; вміст водостійких агрегатів; водопроникність.

7.1. Причини та наслідки переущільнення ґрунту

Найбільш поширеним із різновидів агрофізичної деградації є *переущільнення ґрунту*. Інтенсивна дія ходових систем потужних тракторів, важких сільськогосподарських машин та інших транспортних засобів стала серйозною загрозою родючості ґрунтів, приводячи до їх руйнування і являючись однією з причин розвитку ерозійних процесів. Ходові системи засобів механізації в землеробстві мають різні конструктивні параметри, а тому ущільнюють ґрунт по-різному. Гусеничні трактори менше ущільнюють ґрунт, ніж колісні. Ходові системи тракторів у яких гусениці мають менший шаг, а опорні катки – меншу віддаль між собою здатні в меншій мірі ущільнювати ґрунт.

Колісні ходові системи тракторів також мають різні конструктивні особливості і діють на ґрунт по-різному (спарені колеса, шини розширеного профілю, шини високого чи низького тиску тощо). Від конструкції шин залежать питомі навантаження на ґрунт, деформація його при буксуванні, що впливає на ущільненість ґрунту. Найбільше ущільнюється ґрунт по периферії поля.

Опади у вигляді дощу ущільнюють ґрунт завдяки ударам крапель, запливання, додаткової маси. Ущільнення ґрунту збільшується по мірі збільшення кількості опадів. Загальна кількість води, що попадає на ґрунт, ущільнює його завдяки збільшенню маси, запливання. Інтенсивність і вид зрошування впливають на кількість води і краплеутворення, що впливає на запливання ґрунту і енергію удару, а це значить і на ущільнення ґрунту. Зрошення ущільнених ґрунтів неефективне, оскільки часто виникає навіть цементация

поверхні. Після висихання утворюються величезні тріщини.

При ущільненні відбувається:

- збільшення питомої маси ґрунту;
- зниження загальної і особливо некапілярної пористості;
- затримання росту кореневої системи, коли зменшується загальна маса коренів і проникнення коріння в орні і підорні шари ґрунту;
- зменшення вологозабезпеченості рослин;
- погіршення водно-фізичних властивостей: вологоємності, швидкості вбирання поливної води, зменшення водопроникності;
- погіршення аерації і біологічних процесів;
- посилення поверхневого стоку води і змиву дрібнозему;
- погіршення поживного режиму ґрунту;
- зниження урожайності та якості сільськогосподарської продукції.

Внаслідок нерегульованого випасу худоби відбувається переущільнення пасовищ. Найбільше зазнають ущільнення староорні ґрунти. У них утворюються плужні підшви, затримання води на яких призводить навіть до оглеєння. При цьому активізується анаеробна мікрофлора, посилюються відновні процеси, в результаті яких утворюються сірководень і аміак, що є токсичними для рослин.

Щільність ґрунту тісно зв'язана із іншими показниками, так як впливає на режими ґрунту. В. В. Медведєв (2004) зазначає, що водний режим як сукупність процесів надходження, перерозподілу, акумуляції і випаровування вологи в ґрунті залежить від щільності складення. Загалом вважається, що пухкий ґрунт краще сприймає вологу, ніж щільний.

Найчастіше оцінку щільності ґрунту дають за Н. А. Качинським (табл. 7.1).

**7.1. Оцінка щільності складення
суглинкових і глинистих ґрунтів (за Н. А. Качинським)**

Щільність складення, г/см ³	Оцінка
< 1,0	Ґрунт розпушений або збагачений органічною речовиною
1,0-1,1	Типові величини для свіжозораного ґрунту
1,2	Рілля ущільнена
1,3-1,4	Рілля сильно ущільнена
1,4-1,6	Типові величини для підорних горизонтів різних ґрунтів
1,6-1,8	Сильно ущільнені ілювіальні горизонти, переважно підзолистих ґрунтів і солодей

Вбирання вологи у пухкий ґрунт супроводжується його ущільненням, швидким настанням рівноважного стану. Одночасно з цим різко зменшується надходження вологи у ґрунт. Затухання вбирання тим стрімкіше, чим пухкіший і гірше оструктурений ґрунт. Переміщення вологи всередині ґрунту також залежить від щільності. У пухкому ґрунті більша глибина промочування, щільному – менша. Щільність обумовлює також і висхідні потоки вологи: фізичне випаровування, транспірацію. Надмірно пухкий ґрунт швидко втрачає вологу, щільний – гірше, оптимальна транспірація спостерігається при помірному ущільненні.

У формуванні повітряного режиму також особлива роль належить щільності складення. Повітреемність ґрунту за найменшої вологості має зворотний лінійний зв'язок із щільністю складення, причому найбільш тісна залежність у ґрунтах суглинкового та глинистого гранулометричного складу. Також існує зв'язок між складом газової фази ґрунту та динамікою і щільністю ґрунту.

Тепловий режим, як і два вищезазначені регулюється щільністю складення. Від неї залежать теплопровідність і теплоємність. Розпушування або коткування можна розглядати як прийоми теплової меліорації.

Впливаючи на водний, повітряний та тепловий режими, щільність здійснює суттєвий вплив на біологічний режим ґрунту. Так, надмірне ущільнення ґрунту призводить до зниження біологічної і ферментативної активності, і як наслідок, знижує доступність для рослин елементів живлення. Враховуючи негативний вплив ущільнення на ріст та розвиток рослин, мікробіологічну активність та інші показники, В. В. Медведєв наводить допустиму щільність складення ґрунту (табл. 7.2).

Таким чином, допустима щільність закономірно збільшується із зменшенням вмісту гумусу, зміною гранулометричного складу від важкого до легкого і зниженням найменшої вологості.

Одним із шляхів профілактики агрофізичної деградації є мінімізація обробітку ґрунту. Проте, досить поширеною є думка, що зниження інтенсивності обробітку ґрунту призведе до ущільнення орного шару ґрунту. Науковою підставою при виборі способів обробітку ґрунту є співвідношення між значеннями рівноважної та оптимальної щільності. Якщо ці показники збігаються або є близькими – є підстава для зменшення глибини основного обробітку ґрунту. Особливо актуальним є аналіз показників щільності ґрунту при впровадженні технологій прямого висіву культур (нульового

обробітку ґрунту), за якого висів культур здійснюється у необроблений ґрунт спеціальними сівалками. Дані технології активно впроваджуються в Україні, особливо в посушливих регіонах.

**7.2. Допустима щільність орних ґрунтів
при найменшій вологоємності (В. В. Медведєв, 2002)**

НВ , %	Ґрунти	Гранулометричний склад	Вміст гумусу, %	Допустима щільність грунту, г/см ³
36	Чорноземи опідзолені, типові, звичайні, лучно-чорноземні	Важко- і середньосуглинковий	4,5-5,5	1,15
34				1,18
32				1,22
30				1,25
28	Темно-сірі, сірі, темно-каштанові, каштанові		3,5-4,5	1,29
26				1,33
24				1,38
22				1,42
20	Світло-сірі, дерново-підзолисті	Легкосуглинковий	2,5-3,5	1,47
18				1,52
16	Дерново-підзолисті	Супіщаний і глинисто- піщаний	1,0-2,5	1,58
14				1,64
12				1,71

Рівноважною вважають **щільність** горизонтів (шарів) ґрунту, які довгий час не оброблялись. **Оптимальною щільністю** вважається така щільність, при якій за інших рівних умов отримують найбільші врожаї сільськогосподарських культур. Численними дослідженнями у ґрунтово-кліматичних зонах України було встановлено оптимальні параметри агрофізичних властивостей ґрунтів при вирощуванні різних сільськогосподарських культур.

За даними Інституту землеробства НААН України, для більшості зернових культур оптимальні умови для росту і розвитку виявляються в діапазоні щільності 1,1-1,4 г/см³ (табл. 7.3).

У лісостеповій зоні на сірих опідзолених ґрунтах, чорноземах опідзолених і типових залежно від гранулометричного складу оптимальна щільність становить 1,0-1,4 г/см³. У степовій зоні на чорноземах звичайних і південних, темно-каштанових ґрунтах оптимальна щільність становить 1,1-1,3 г/см³.

7.3. Значення рівноважної щільності ґрунтів України в шарі 0-20 см

Ґрунт та його гранулометричний склад	Щільність ґрунту, г/см ³
Дерново-підзолистий піщаний	1,50-1,65
Дерново-підзолистий глинисто-піщаний	1,35-1,45
Дерново-підзолистий супіщаний	1,45-1,60
Дерново-карбонатний супіщаний	1,20-1,40
Дерново-карбонатний легкосуглинковий	1,15-1,35
Дерново-глеєвий важкосуглинковий	1,40-1,55
Ясно-сірий лісовий середньосуглинковий	1,03-1,40
Сірий лісовий середньосуглинковий	1,25-1,35
Темно-сірий лісовий середньосуглинковий	1,20-1,30
Чорнозем опідзолений середньосуглинковий	1,20-1,35
Чорнозем типовий середньосуглинковий	1,10-1,30
Чорнозем звичайний важкосуглинковий	1,10-1,25
Чорнозем південний важкосуглинковий	1,20-1,30
Чорнозем південний легкоглинистий	1,25-1,40
Темно-каштановий важкосуглинковий	1,25-1,35
Каштановий легкоглинистий	1,30-1,40

Наведені у табл. 7.4 інтервали щільності не є константами. Вони змінюються у часі і насамперед залежно від вологості ґрунту. За підвищеної вологості оптимум змінюється до нижчих значень, за умов недостатнього зволоження – до вищих (А. Малієнко, 1989).

7.4. Оптимальні значення щільності ґрунту для зернових культур
(А. М. Малієнко, 1989)

Природна зона	Ґрунт	Культура	Інтервал щільності, г/см ³
Полісся	Дерново-підзолистий середньосуглинковий	Зернові колосові	1,1-1,4
		Кукурудза	1,1-1,2
	Дерново-підзолистий легкосуглинковий і супіщаний	Зернові колосові	1,25-1,35
		Кукурудза	1,1-1,3
Лісостеп	Сірий опідзолений важко- і середньосуглинковий	Зернові колосові	1,05-1,3
		Кукурудза	1,0-1,3
	Сірий опідзолений легкосуглинковий	Зернові колосові	1,1-1,3
		Зернові колосові	1,1-1,3
	Чорнозем типовий і опідзолений легкосуглинковий	Кукурудза	1,0-1,25
		Гречка	1,2-1,3
		Просо	1,2-1,4
		Горох	1,12-1,35
		Зернові колосові	1,0-1,3
Степ і Сухий Степ	Чорнозем звичайний і південний, темно-каштановий	Кукурудза	1,1-1,3

Важливим показником, що характеризує фізичний стан ґрунту, є пористість ґрунту – сумарний об'єм усіх пор і проміжків між механічними елементами, структурними агрегатами і в середині них в одиниці об'єму ґрунту непорушеної будови. Від загальної кількості пор їх розміру залежить співвідношення між газовою і рідкою фазами ґрунту, умови руху ґрунтових розчинів, повітря, тепла і розвиток живих організмів, вологоємність, водостійкість, водопіднімальна здатність, аерація та інші властивості ґрунту. Особливо важливе значення вона має у зрошуваних ґрунтах, обумовлюючи глибину просочування води, капілярне підняття підґрунтових вод та інтенсивність процесів випаровування.

Загальну пористість поділяють на капілярну (діаметр пор менше 1 мм) і некапілярну (діаметр пор більше 1 мм). Крупні пори в ґрунті більшу частину часу зайняті повітрям (пористість аерації). Їх кількість повинна складати не менше 20-25 % від загальної пористості, а співвідношення між некапілярною і капілярною пористістю – приблизно 1:1. Загальну пористість ґрунту визначають, використовуючи показники щільності ґрунту і щільності його твердої фази. Розрахунки виконують за формулою:

$$P_{\text{заг}} = \left(1 - \frac{d_v}{D}\right) \cdot 100,$$

де $P_{\text{заг}}$ – загальна пористість, % від об'єму ґрунту; D – щільність твердої фази ґрунту, г/см³; d_v – щільність ґрунту, г/см³.

Загальну пористість орного шару ґрунту оцінюють за шкалою Н. А. Качинського: ґрунт із пористістю понад 65 % є надмірно пухким, 55-65 % – відмінним, 50-55 % – задовільним, 50-40 % – незадовільним, менше 40 % – надмірно низьким (табл. 7.5).

7.5. Ступінь ущільнення ґрунту залежно від загальної пористості, % від об'єму

Глибина шару, см	Ступінь ущільнення					Щільність твердої фази ґрунту, г/см ³
	дуже пухкий	пухкий	середньо пухкий	щільний	дуже щільний	
для ґрунтів з умістом гумусу до 4 %						
0-20	>60	60-53	53-47	47-42	<42	2,60
20-50	>55	55-50	50-45	45-40	<40	2,65
50-100	>50	50-45	45-41	41-38	<38	2,70
для ґрунтів з вмістом гумусу понад 4 %						
0-20	>62	62-56	56-52	52-48	<48	2,50
20-50	>58	58-54	54-50	50-46	<46	2,60
50-100	>54	54-51	51-48	48-44	<44	2,70

Розділ 7. Агрофізичні деградації ґрунтів

На основі багаторічних досліджень в ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського» НААН України розроблено модель кореневмісного шару чорнозему типового для вирощування зернових (табл. 7.6). У цій моделі є два рівні оптимізації – без диференціації структурного складу і щільності по глибині оброблюваного шару ґрунту та з диференціацією. У першому варіанті ставиться завдання добитися середнього та доброго стану в шарі ґрунту, що піддається обробітці існуючими знаряддями.

7.6. Модель кореневмісного шару чорнозему типового важкосуглинкового для вирощування зернових колосових культур (В. В. Медведєв, 1988)

Параметр ґрунту		Діапазон значень
Основний	Додатковий	
1	2	3
Структурний склад оброблюваного шару перед посівом	За співвідношенням агрегатів різного розміру	За сприятливих умов зволоження та мінерального живлення: <ul style="list-style-type: none"> • 20-5 мм – до 25 %; • 5-0,25 мм – до 60 %; • <0,25 мм – 15 % За несприятливих умов: <ul style="list-style-type: none"> • 20-5 мм – 10-15 %; • 5-2 мм – 20 %; • 2-0,25 мм – 45-60 %; • < 0,25 – 15 %
	За переважаючим розміром агрегатів: а) без диференціації (в оброблюваному або посівному шарі)	За сприятливих умов: 20-0,25 мм За несприятливих умов: 5-0,25 мм
	б) з диференціацією на: поверхневий шар (0-4 см)	20-5 мм
	насінний (4-8 см)	5-2 (0,25) мм з коливанням залежно від розміру насіння
Щільність оброблюваного шару перед посівом, г/см ³	Без диференціації	1,1-1,3 (при нестачі вологи і підвищеній дозі добрив – 1,2-1,3)
	З диференціацією на:	
	а) поверхневий шар (0-4 см)	1,0-1,3 (вплив щільності на врожай невірогідний)

продовження табл. 7.6

1	2	3
	б) наднасінний ущільнений прошарок (4-6 см)	1,2-1,3
	в) піднасінневий шар (8-30 см)	1,1-1,2 (при підвищеній нормі добрив – 1,2)
	г) підорний шар (30-40 см)	1,1-1,3 (вплив щільності на врожай невірогідний)
Норма мінеральних добрив, кг д.р. на 1 га		N ₉₀₋₁₂₀ P ₉₀₋₁₂₀ K ₄₅₋₆₀
Глибина загортання, см		Оптимальна 0-15
		Допустима 0-30
Вміст вологи		Від 0,7 до 1,0 найменшої вологості

У другому варіанті отримання максимальної врожайності зернових досягається завдяки високій віддачі від мінеральних добрив. Другий варіант моделі може бути здійснений лише за допомогою принципово нових комбінованих ґрунтообробних і посівних машин.

7.2. Знеструктурення орних ґрунтів

Структура ґрунту є одним із головних факторів його родючості. Внаслідок дії на ґрунт вищезазначених чинників агрофізичної деградації, погіршується його структурний стан.

Поняття структура визначає характер розташування елементів твердої фази ґрунту у просторі та зв'язок між ними, тобто розміщення ґрунтового матеріалу в агрегатах, де всередині первинні часточки зв'язані між собою міцніше, ніж агрегати один з іншим.

Структурність – здатність ґрунту розпадатися на окремість різного розміру та форми. **Структурою** ж називаються окремість, на які розпадається ґрунт (грудки, зерня, горіхи, брили, призми та ін.). Оскільки будь-яка структурна окремість (агрегат) складається із скріплених (зцементованих) між собою механічних елементів, то структура (як властивість) спостерігається лише в суглинкових та глинистих ґрунтах. У піщаних і супіщаних ґрунтах механічні елементи звичайно перебувають у частково розділеному стані.

Залежно від розміру структурних окремоностей, виділяють такі групи структури: брилиста – більше 10 мм; макроструктура – 10-

0,25 мм; груба мікроструктура – 0,25-0,01 мм; тонка мікроструктура – менше 0,01 мм (П. Вершинін, 1958).

В агрономічному відношенні найбільше значення має грудкувата та зерниста макроструктура поверхневого шару ґрунту. Оптимальні умови повітряного й водного режимів створюються в ґрунтах із дрібногрудкуватою і зернистою структурою (агрегати розміром 10-0,25 мм) з достатньою кількістю пор, але найкращими є агрегати від 1 до 5 мм. Слід зауважити, що в надмірно вологих ґрунтах оптимальним розміром є 10 мм, а в ґрунтах посушливих районів – 2 мм. У першому випадку крупна макроструктура забезпечує кращий водно-повітряний режим, а в другому – дрібні макроагрегати (близько 2 мм) при достатній аерації ґрунту добре зберігають вологу і, одночасно, є стійкими проти ерозії (розмиву), захищають ґрунт від дефляції (вітрової ерозії).

Слід зазначити, що не тільки макро-, але й мікроагрегати, особливо розміром від 0,25 до 0,05 мм, мають позитивний вплив на родючість ґрунту. Але якщо в ґрунті є тільки вони, а немає агрегатів макроструктури, то це не забезпечить сприятливих властивостей ґрунту, а навпаки – погіршить їх.

У структурному ґрунті створюються оптимальні умови водного, повітряного і теплового режимів, що, у свою чергу, обумовлює розвиток мікробіологічної діяльності, мобілізацію й доступність поживних речовин для рослин. Оцінка структурного стану ґрунтів наведена в табл. 7.7. Змінюючи структурний склад ґрунту, можна управляти розвитком рослин і надходженням елементів живлення й вологи.

7.7. Оцінка структурного стану ґрунтів

Уміст агрегатів 0,25-10 мм, % від маси ґрунту	Структурний стан
Більше 80	Відмінний
80-60	Добрий
60-40	Задовільний
40-20	Незадовільний
Менше 20	Поганий

Для оцінки структурного стану ґрунту використовують наступні показники. За даними сухого просіювання (за М. Саввіновим) розраховують коефіцієнт структурності:

$$K_{ст} = \frac{A}{B},$$

де $K_{ст}$ – коефіцієнт структурності; A – сума розміром від 0,25 до

10 мм, %; *B* – сума агрегатів менше 0,25 і більше 10 мм, %.

Проте важливим є не лише загальна кількість агрономічно цінних агрегатів, але і їх стійкість до розмивання. У табл. 7.8 наведено оцінку структури ґрунту за вмістом водостійких агрегатів.

**7.8. Оцінка структурного стану ґрунтів
за вмістом водостійких агрегатів**

Сума водостійких агрегатів розміром понад 0,25 мм, % від маси ґрунту	Водостійкість агрегатів
Менше 10	Відсутня
10-20	Незадовільна
20-30	Недостатньо задовільна
30-40	Задовільна
40-60	Добра
60-75	Відмінна
Понад 75	Надмірно висока

За результатами мокрого просіювання визначають критерій водостійкості за формулою:

$$K_v = \frac{C}{C_{vv}} \cdot 100,$$

де K_v – критерій водостійкості, %; C – уміст структурних фракцій у ґрунті розміром від 1 до 0,25 мм, отриманих при сухому просіюванні, %; C_{vv} – уміст водостійких агрегатів розміром від 1 до 0,25 мм, %.

Оптимізація агрофізичних властивостей ґрунту найбільш тісно пов'язана з його обробіткою і вирощуваннями культурами. Відомо, що на структуроутворення позитивно впливають органічні добрива, особливо гній, багаторічні трави, кальцієвмісні добрива. Проте Т. Мальцев (1988) робить висновки, що збагачувати ґрунт перегноєм, покращувати його структуру здатні не лише багаторічні, але й однорічні рослини при умові поверхневого обробітку ґрунту. Покращення структури ґрунту під однорічними рослинами при поверхневому обробітку відбувається за рахунок того, що коренева маса знаходиться у верхньому шарі ґрунту, а також за рахунок збільшення вмісту органічної речовини.

7.3. Запобігання агрофізичних деградацій

Основним заходом щодо профілактики агрофізичних деградацій, які проявляються, насамперед у переущільненні ґрунту та руйнуванні

структури, є вибір оптимальним способів обробітку ґрунту. Дослідженнями багатьох вчених установлено, що ефективним є перехід на безполицеві способи обробітку ґрунту.

Для зменшення ущільнення ґрунту пропонується такий захід, як піскування. Проте використання його на великих площах є проблематичним з огляду на високу вартість робіт із закупівлі і транспортування піску. Тому він найчастіше використовується при приготування ґрунтосумішей для вирощування овочевих, плодових і декоративних культур.

Важливими є заходи із відновлення структури ґрунту, серед яких виділяють механічні, хімічні та біологічні заходи.

Механічні заходи полягають у проведенні обробітку ґрунту в стані фізичної стиглості, а також у зниженні інтенсивності його обробітку.

Хімічні заходи передбачають використання структуро поліпшувачів для відновлення структури ґрунту. До них відносяться штучні та природні клеючі речовини, такі як гумінові кислоти, торф'яний клей, «криліуми». Проте, як зазначають деякі дослідники (О. Ф. Гнатенко та ін., 2005), хімічні структуроутворювачі практично не використовуються через їх високу вартість.

Також до цієї групи відносять заходи хімічної меліорації кислих і солонцевих ґрунтів. Унаслідок вапнування поліпшується структура ґрунту, оскільки кальцій сприяє коагуляції колоїдів, збільшується водопроникність, зменшується щільність ґрунту. Після проведення гіпсування в результаті заміщення катіонів натрію кальцієм у ґрунтовому вбирному комплексі створюються більш сприятливі агрофізичні властивості ґрунтів, поліпшується їх структурний стан.

З органічних колоїдів найміцніше скріплюються агрегати гуматами кальцію, який сприяє створенню водостійкості структури. Саме тому внесення органічних добрив для відтворення органічної речовини ґрунту є ефективним заходом поліпшення агрофізичних властивостей. При систематичному внесенні органічних добрив у ґрунт знижується його щільність.

Із **біологічних заходів** першочергове значення має підвищення частки багаторічних трав у структурі посівних площ і застосування сидерації. Під багаторічними бобовими травами утворюються водостійкі агрегати, а після їх відмирання і мінералізації у ґрунті залишаються вертикальні пори аерації, які забезпечують високу несучу здатність ґрунтів та їх стійкість до ущільнення. Проте й вирощування однорічних злакових культур сприятливо впливає на

формування агрофізичних властивостей ґрунту. Мульчування поверхні ґрунту рослинними рештками також є досить ефективним заходом поліпшення основних агрономічних властивостей ґрунтів.

З огляду на вищезазначене, зауважимо, що найефективнішим способом покращення фізичного стану ґрунтів є зменшення на них дії сільськогосподарських машин і тракторів, а також дотримання науково обґрунтованих сівозмін і внесення достатньої кількості органічних добрив.

Питання для самоконтролю:

1. Дайте визначення поняття «агрофізична деградація ґрунту». Які основні причини її виникнення?
2. Які показники використовують для діагностування процесів агрофізичної деградації?
3. Які основні причини і наслідки переущільнення ґрунту?
4. Заходи із профілактики переущільнення та агрофізичної деградації.
5. За якими показниками визначають можливість мінімалізації обробітку ґрунту?
6. Дайте визначення понять «рівноважна щільність ґрунту», «оптимальна щільність ґрунту»?
7. Встановіть можливість застосування мінімальних способів обробітку чорнозему типового середньосуглинкового за величинами рівноважної та оптимальної щільності під зернові колосові культури і кукурудзу.
8. Від яких чинників залежить загальна пористість ґрунту?
9. Які показники враховує модель кореневмісного шару чорнозему типового В.В. Медведєва?
10. Які показники необхідні для розрахунку коефіцієнта структурності ґрунту і критерію водостійкості ґрунту?

РОЗДІЛ 8. ДЕГУМІФІКАЦІЯ ОРНИХ ҐРУНТІВ

Одним із компонентів ґрунту, які визначають ґрунтову родючість є органічна частина, а в ній насамперед гумусові речовини. Агрономічні властивості ґрунтів зумовлені присутністю в них гумусу. Створюючись в процесі ґрунтотворення, гумусові речовини адсорбуються найдрібнішими часточками материнських порід, перетворюючи їх у ґрунти, які відрізняються від порід цілою низкою нових властивостей, в тому числі й родючістю. Агрономічне значення гумусу визначається його всебічною участю в утворенні ґрунтів та формуванні їх властивостей. Саме у гумусі акумулюються і тривалий час зберігаються необхідні для рослин елементи живлення та фізіологічно активні сполуки. Від збагачення ґрунту гумусом залежать його водний, повітряний і тепловий режими. Гумусові речовини сприяють диференціації орного шару ґрунтів на верхню і нижню частини за біологічною активністю та родючістю під впливом ультрафіолетових променів сонячного сяйва. Завдяки гумусу ґрунти з легким гранулометричним складом стають більш зв'язними, а важкі – більш пухкими. Деякі хімічні та біохімічні процеси проходять у ґрунті за звичайних умов, дякуючи каталітичній дії гумусових речовин.

На жаль, в умовах інтенсифікації землеробства, як про це свідчать наслідки спостережень багатьох наукових закладів, в орних ґрунтах відбувається поступове зниження вмісту гумусу. Разом з тим, є багато прикладів, коли при достатньо високій культурі землеробства, систематичному застосуванні органічних та мінеральних добрив вміст гумусу в ґрунтах стабілізується і навіть підвищується.

Втрати гумусу з ґрунтів при їх сільськогосподарському використанні можливо пояснити наступними причинами:

1. активізацією мінералізації гумусу внаслідок підвищення інтенсивності обробітку ґрунтів, що веде до посилення їх аерації;
2. збільшенням частки просапних культур і скороченням площ багаторічних трав у сівозмінах;
3. тривалим застосуванням одних тільки мінеральних добрив;
4. недостатнім використанням рослинних решток на добрива (заорювання соломи і тощо);
5. дією водної та вітрової ерозії;
6. недостатнім застосуванням органічних добрив.

8.1. Органічна частина ґрунту – складна багатокомпонентна система

Органічна частина ґрунту не є хімічно індивідуальною речовиною. Вона вміщує не менше чотирьох складних за хімізмом компонентів: а) нерозкладені (свіжі) органічні рештки; б) низькомолекулярні та високомолекулярні органічні речовини – продукти розкладення органічних решток; в) напіврозкладені органічні рештки, що втратили форму і анатомічну будову – детрит; г) специфічно ґрунтові продукти синтезу нових органічних сполук – власне гумусові речовини.

З агрономічної точки зору, на особливу увагу заслуговує четвертий компонент органічної частини ґрунтів, який являє собою сукупність органічних речовин, специфічно властивих ґрунту. Комплекс речовин цієї групи, які забарвлюють ґрунт у темний колір, одержав назву **ґрунтового гумусу** (від лат. «*humus*» - земля, ґрунт).

Нерозкладені органічні рештки в ґрунті. Джерелом гумусу, перш за все і головним чином, є органічні рештки вищих рослин, нижчих організмів і тварин, що розвиваються у ґрунті. Органічні рештки потрапляють у ґрунт у вигляді щорічно відмираючих кореневих систем, або у вигляді заорюваних пожнивних решток та органічних добрив, які спеціально вносять у ґрунт.

Потрапивши до ґрунту, органічні рештки під впливом ґрунтових організмів зазнають впливу процесів перетворення, які в кінці кінців спрямовані на мінералізацію органічних решток до утворення найпростіших продуктів. Але не вся маса органічних решток мінералізується до кінцевих продуктів – частина їх перетворюється у відносно стійкі гумусові речовини.

Загальне уявлення про запаси гумусу та про масу органічних решток у вигляді кореневих систем рослин під різними угіддями в різних типах ґрунтів можна скласти за даними М. М. Кононової (табл. 8.1).

8.1. Запаси маси коріння та гумусу в різних ґрунтах в шарі 0-25 см, т/га

Ґрунт	Угіддя	Коріння	Гумус
дерново-підзолистий	луки суходольні	18,3	82,3
лучно-чорноземний	некошений переліг	16,1	193,8
темно-каштановий	переліг	10,0	120,9
світлий сірозем	цілина	21,3	42,5

Уміст гумусу в різних типах ґрунтів далеко не прямо пропорційний кількості кореневих решток. Більш того, кількість гумусу в різних ґрунтах важко навіть приблизно передбачити за кількістю біомаси, що відмирає у ґрунті. Як показали 27-річні дослідження М. М. Кононової, на утворення гумусу витрачається біля 2-3 % вихідної рослинної маси, а 97-98 % біомаси мінералізується за допомогою мікробів до кінцевих продуктів – різних солей, CO_2 , H_2O , NH_3 і т. ін.

Продукти розкладу органічних решток. Органічні рештки, які потрапляють у ґрунт і є джерелом утворення гумусу, надто різноманітні за хімічним складом. Вони утримують вуглеводи та їм подібні сполуки, лігнін, білкові та інші азотисті сполуки, жири, смоли, дубильні речовини тощо.

З вуглеводів, що зустрічаються у складі продуктів перетворення органічних решток, переважає клітковина, або целюлоза, яка не розчиняється ні в воді, ні в спирті, ні в ефірі, не піддається дії розведених кислот та лугів. У природних умовах вона піддається впливу мікроорганізмів. Органічні рештки утримують також геміцелюлозу, яка легко розчиняється в лугах і швидко піддається гідролізу. За складом вона наближається до клітковини. До складу клітинних стінок рослин входить лігнін, який відрізняється від целюлози більш високим вмістом вуглецю.

До складу протоплазми і ядра рослинних кліток, а також тіла мікробів та відмерлих тварин входять білкові азотисті речовини, або протеїни. Білки утримують не тільки азот, але й фосфор, сірку, залізо, а тому є важливим джерелом утворення гумусу. Більша частина білкових сполук, що потрапляють до ґрунту, підлягає біохімічному гідролізу з утворенням амінокислот, які при взаємодії з ґрунтовими основами в ту ж мить перетворюються на солі амінокислот.

Клітини відмираючих у ґрунті рослинних та тваринних організмів утримують також жири, смоли, дубильні речовини. Ці органічні речовини неспецифічної природи піддаються у ґрунті перетворенням, які ведуть до їх мінералізації, а також до формування з проміжних продуктів розкладу та продуктів життєдіяльності мікроорганізмів нових, специфічно ґрунтових продуктів синтезу – **гумусових речовин**.

Мікроорганізми ґрунту в процесі життєдіяльності виділяють в навколишній простір особливі речовини – ферменти, або ензими, які діють як каталізатори біохімічних реакцій гідролізу, окислення, відновлення, бродіння тощо.

Напіврозкладені органічні рештки – детрит. У перекладі з латинської детрит (*«detritus»*) означає *«перетертий», «продукт розкладу тканин»*. Це найдрібніші ворсинки тканин органічних решток, які не можливо відділити від маси ґрунту при визначенні вмісту гумусу хромовокислим методом Тюріна.

Питання про детрит, на жаль, майже не піднімається в літературі. Дуже мало відомо про його вміст і роль у складі органічної частини ґрунтів, про умови накопичення і особливості подальшої переробки ґрунтовими мікроорганізмами.

У той же час, застосовуючи методи Тюріна і Шпрингера, можна вести контроль за змінами вмісту власне гумусових речовин та детриту у складі загального гумусу ґрунтів під впливом тривалості і характеру їх сільськогосподарського використання, кількості та якості застосовуваних добрив, рівня культури землеробства, специфіки агрофонів та ін.

За складом детрит являє собою, мабуть, найбільш стійкі до впливу мікроорганізмів органічні сполуки типу клітковини.

Специфічні власне гумусові речовини. На сьогодні досить твердо встановлено, що за методикою, розробленою в минулому столітті, із складу гумусу будь-якого ґрунту можна виділити *дві основні групи гумусових кислот*: 1) група темнозабарвлених гумінових кислот, в межах якої виділяються власне гумусові (сірі) кислоти, ульмінові (бурі) кислоти і розчинні в спирті гематомеланові кислоти; 2) група жовтозабарвлених фульвокислот. Деякі дослідники виділяють третю самостійну хімічну групу в складі ґрунтового гумусу – гуміни як комплекс гумусових речовин, міцно зв'язаних з мінеральною частиною ґрунтів, яка відома під назвою негідролізованого (або нерозчинного) залишку.

Агрономічне ґрунтознавство не може розглядати гумус інакше як виконуючий певні функції відповідальний блок деталей самовідновлюючого механізму родючості ґрунтів у такому вигляді і в такому стані, в яких він дійсно представлений у ґрунті. У цьому ж аспекті саме поняття про гумус з позицій агрономічного ґрунтознавства можна сформулювати так: **це продукт сукупних, характерних для будь-якого ґрунту, біо-фізико-хімічних процесів, який являє собою складний за хімізмом комплекс специфічно ґрунтових темно забарвлених органо-мінеральних сполук, що, перебуваючи в колоїдально згусклому стані, обумовлюють основні агрономічні властивості ґрунту.**

8.2. Фактори і умови гумусонакопичення

Уміст гумусу в різних ґрунтах визначається впливом багатьох чинників, серед яких (за наявності у ґрунті достатньої кількості біомаси – джерела гумусових речовин) на перше місце виступають **три рівнозначних чинники**:

- тривалість періоду оптимальних умов гумусоутворення у ґрунті;
- гранулометричний та мінералогічний склад ґрунтотворних порід;
- наявність у ґрунті високовалентних обмінно-увібраних катіонів.

Під **оптимальними умовами гумусоутворення** розуміють такі співвідношення між вологістю ґрунту і його температурою, які сприяють найбільш інтенсивній діяльності мікроорганізмів в процесі перетворення органічних решток, що призводить до утворення гумусу. Тривалість періоду оптимальних умов гумусоутворення найбільш сприятлива в чорноземних ґрунтах, тому вони і найбільш збагачені гумусом. Ґрунти на північ від степової чорноземної зони відносно краще зволожуються, але одержують значно менше тепла, тому періоди оптимальних умов гумусоутворення тут менш тривалі, що відбивається на вмісті і запасах гумусу. Ґрунти на південь від степової зони, навпаки, одержують багато тепла і дуже мало вологи, тому в них переважають процеси мінералізації органічних решток (табл. 8.2).

8.2. Середні значення кліматичних показників та вміст гумусу в ґрунтах (за М. М. Коновою)

Показники	Підзолисті та дерново- підзолисті	Сірі лісові	Чорноземи	Каштанові	Бурі пустельні та сіроземи
Кількість опадів, мм/рік	510-565	584-518	524-401	334-178	142-181
Тривалість періоду з температурою +10°C, днів	70-92	110-130	144-175	190-215	200-210
Уміст загального гумусу, %	2,5-4,0	4,0-6,0	10,0-5,0	4,0-1,5	1,0-2,0

Гранулометричний та мінералогічний склад материнських порід визначає їх роль як **адсорбентів гумусових речовин**. Деякі породи внаслідок своїх природних особливостей просто не можуть поглинути значну кількість гумусу. Поглинання гумусових речовин залежить також від їх адсорбційних властивостей, які в значній мірі

зумовлені насиченістю гумусових речовин основами.

Роль **багатовалентних обмінно-увібраних катіонів** в акумуляції гумусу ґрунтами полягає у виконанні ними функції позитивно заряджених посередників між негативно зарядженими органо-мінеральними мікроагрегатами і такими ж електронегативними свіжоутвореними гумусовими речовинами.

8.3. Агрономічне значення гумусу

Роль гумусу у ґрунтотворенні та формуванні родючості ґрунтів визначається його виключно багатогранною участю в цих процесах.

Збагачуючись на гумус, **ґрунтотворні породи стають ґрунтом** з його провідною якістю – **родючістю**, тобто **гумус є визначальною для всякого ґрунту складовою частиною і основою його родючості**.

Гумус – найважливіший фактор утворення у ґрунті агрономічно цінної **структури** і поліпшення агрофізичних властивостей ґрунту, які обумовлюють сприятливий водно-повітряний режим.

Гумус робить більш зв'язними ґрунти легкого гранулометричного складу і, навпаки, сприяє розпушуванню ґрунтів важкого гранулометричного складу.

Як природна колоїдна поверхнево-активна речовина гумус приймає активну участь в усіх ґрунтових процесах, пов'язаних з його високою дисперсністю. Обумовлюючи **вбирну здатність** верхнього шару ґрунтів, гумус є істотним **фактором поживного режиму ґрунтів**.

Завдяки **каталітичним властивостям** гумусових речовин, у ґрунтах в звичайних умовах відбуваються такі процеси, які інколи важко відтворити в лабораторних умовах.

Незважаючи на стрімке зростання виробництва та застосування мінеральних добрив, важливим джерелом азоту, фосфору, сірки для живлення рослин та мікроорганізмів в багатьох випадках продовжують залишатися гумусові речовини ґрунтів. Їх здатність вбирати окремі іони та цілі молекули зберігає елементи живлення, що вносяться до ґрунту, від вимивання дощовими та поливними водами.

Окремі компоненти органічної частини ґрунтів приймають участь в процесах внутрішньоґрунтового вивітрювання, сприяючи переходу елементів ґрунтотворних порід та мінералів в більш рухливі форми, доступні для рослин та ґрунтових мікроорганізмів.

В органічній частині ґрунтів акумулюються вітаміни, ауксини, антибіотики та інші фізіологічно активні сполуки, які стимулюють ріст і розвиток сільськогосподарських рослин.

Як найважливіший **чинник буферності** ґрунту гумус забезпечує стійкість реакції ґрунтового розчину.

Він є істотним **джерелом вуглекислого газу** в приземному шарі атмосфери, яких використовується рослинами для фотосинтезу.

Темне забарвлення завдяки гумусу сприяє **прогріванню** ґрунту сонячним промінням, підвищує його теплоємність і знижує теплопровідність.

Одночасно гумус опосередковує вплив ультрафіолетових променів сонячного світла на біологічну активність та родючість орного шару ґрунтів.

Певно, не менш важливі роль і значення гумусу в інших складних процесах в ґрунтах, що підкреслює необхідність глибокого вивчення явищ та процесів, які лежать в основі утворення та закріплення гумусу в ґрунтах, динаміки його кількості і якості під впливом сільськогосподарського використання ґрунтів.

8.4. Уміст і запаси гумусу в різних ґрунтах

Вміст гумусу в ґрунтах України підпорядкований певній зональності і зумовлений особливостями генезису ґрунтів (тип ґрунтоутворення, гранулометричний склад ґрунтів, вид рослинності тощо). Найменшим умістом гумусу характеризуються дерново-підзолисті ґрунти Полісся (0,7-2,0 %). У ґрунтах Лісостепу він зростає від світло-сірих лісових (1,0-2,5 %) до чорноземів типових (4-6 %). У Степу вміст його поступово зменшується з північної її частини до південної і в чорноземах звичайних становить 4-6 %, чорноземах південних – 2,5-3,5 і темно-каштанових – 1,5-2,7 % (табл. 8.3)

8.3. Уміст гумусу в орному шарі основних типів ґрунтів України (Атлас ґрунтів Української РСР, 1979)

Ґрунти	Глибина відбору зразків, см	Вміст гумусу	
		%	т/га
Дерново-підзолисті	0-20	0,7-2,0	21-56
Світло-сірі лісові	0-20	1,0-2,5	28-65
Сірі лісові	0-25	1,2-3,0	42-98
Темно-сірі лісові	0-30	2,5-3,6	84-140
Чорноземи:			
опідзолені	0-30	2,0-4,9	84-191
типові й звичайні	0-30	4,0-6,0	144-216
південні	0-30	2,5-3,5	97-126
Темно-каштанові	0-30	1,5-2,7	59-105

Запаси, гумусу в різних ґрунтах далеко не однакові. У шарі ґрунту 0-20 см європейської частини України вони коливаються в межах від 50 до 176 т/га (табл. 8.4). Вони закономірно збільшуються від підзолистих ґрунтів до чорноземів і також закономірно зменшуються від чорноземів до бурих пустельних ґрунтів та сіроземів.

8.4. Запаси гумусу в ґрунтах, т/га (за М. М. Коновою)

Підзолисті та дерново-підзолисті	Сірі лісові	Чорноземи	Каштанові	Бурі пустельні та сіроземи
52-54	70-129	178-111	95-44	40-32

8.5. Кількісні зміни гумусу в процесі сільськогосподарського використання ґрунтів та шляхи запобігання процесам дегуміфікації

Сільськогосподарська діяльність людини змінює природний хід гумусоутворення і гумусонакопичення, кількість і якість маси органічних речовин, які надходять до ґрунту, інтенсивність та спрямованість процесів гуміфікації.

Узагальнення результатів досліджень свідчить, що розорювання цілинних ґрунтів усіх типів і тривале використання їх в умовах без достатніх заходів щодо компенсації втрат гумусу призводить до зменшення його вмісту. При цьому втрати гумусу за таких умов зумовлюються в основному двома причинами:

- 1) процесами ерозії ґрунтів;
- 2) перевагою процесів мінералізації гумусу над процесами його відтворення.

Адеріхін П. Г. (1964), Пономарьова В. В., Ніколаєва Т. О. (1965), Грінченко О. М., Чесняк О. А., Чесняк Г. Я. (1966), Ахтирцев Б. П. (1966), Кононова М. М. (1972), Лактіонов М. І. (1979), Чесняк Г. Я., Гаврилюк Ф. Я., Крупеніков І. Я. (1983), Дегтярьов В. В. (1987, 2011) та інші вчені показали, що залучення цілинних ґрунтів в сільськогосподарську культуру призводить до помітного зменшення в них вмісту гумусу і вже через 50-60 років використання ці ґрунти з високогумусованих можуть перейти в категорію середньо гумусованих або навіть малогумусованих.

Кононова М. М. (1949, 1951), Лактіонов М. І. (1969, 1970, 1974), Грінченко О. М. (1960, 1966, 1970), Чесняк О. А. (1965),

Дегтярьов В. В. (1987, 2011) та інші встановили, що різке зниження вмісту гумусу відбувається лише в перші роки розорювання цілини.

Так, за даними Дегтярьова В. В. (1987, 2011) в перші п'ять десятиріч чорноземи типові Михайлівської цілини в орному шарі ґрунту щорічно втрачали в середньому 0,80 т/га гумусу, чорноземи звичайні – 0,59 т/га. У темно-каштанових ґрунтах Асканії-Нова в перші двадцять п'ять років сільськогосподарського використання щорічні втрати гумусу складають 1,32 т/га. При подальшому використанні досліджуваних ґрунтів в сільськогосподарському виробництві темпи мінералізації гумусу значно знижуються. Так, в чорноземах типових цей показник знижується до 0,58 т/га, а темно-каштанових ґрунтах – до 0,26 т/га.

Дослідженнями багатьох вчених показано, що різке зниження вмісту гумусу після уведення цілинних ґрунтів в сільськогосподарське використання відбувається в основному за рахунок мінералізації детриту (табл. 8.5).

8.5. Уміст власне гумусових речовин і детриту в чорноземах Михайлівської цілини, % (шар 0-20 см)

Показники	Цілина	Кошена цілина	Оранка 65 років	Оранка більше 120 років
Загальний гумус	<u>10,19</u> 100,0*	<u>10,16</u> 99,7	<u>7,10</u> 69,7	<u>5,80</u> 56,9
Власне гумусові речовини	<u>5,22</u> 100,0	<u>5,15</u> 98,6	<u>4,65</u> 89,1	<u>4,57</u> 87,5
Детрит	<u>4,97</u> 100,0	<u>5,01</u> 100,8	<u>2,45</u> 49,3	<u>1,23</u> 24,7
Детрит % до загального гумусу	48,8	49,3	34,5	21,2

Найбільша інтенсивність мінералізації детриту спостерігається в перші десятиріччя після розорювання цілинного ґрунту. За цей період чорноземи типові і чорноземи звичайні втрачають 50 %, а темно-каштанові ґрунти 56 % детриту порівняно з попереднім його умістом.

Для розорюваних ґрунтів характерний більш низький уміст детриту в загальному гумусі (17-30 %). Органічна частина цілинних чорноземів і темно-каштанових ґрунтів майже наполовину складена детритом, дольова участь якого підкоряється, в деякому ступені, географічній зональності: в більш посушливих умовах частка детриту в загальному гумусі зменшується (типові чорноземи – 49 %, чорноземи звичайні – 49 %, темно-каштанові – 21,2 %).

чорноземи звичайні – 51 %, темно-каштанові ґрунти – 57 %).

Втрати гумусу під впливом ерозії визначаються вмістом його у змитій частині ґрунту. Амплітуди коливань середньорічного змиву ґрунту внаслідок водної ерозії на ерозійно небезпечних територіях на Поліссі становлять 7,9-50, у Лісостепу – 9,8-59,7, та Степу 10,4-63,5 т/га. Згідно з розрахунками втрати гумусу при цьому відповідно становлять 0,2-1,0, 0,3-2,1 та 0,4-2,3 т/га.

Такі великі втрати неможливо відновити за короткий проміжок часу одноразовим внесенням органічних добрив або застосуванням інших агротехнічних заходів (уведенням нових сівозмін, нової технології обробітку та ін.). Високий і тривалий ефект при цьому може забезпечувати лише запровадження контурно-меліоративної організації території з використанням ґрунтозахисної агротехніки. Так, згідно з розробками колишнього Всесоюзного НДІ землеробства і захисту ґрунтів від ерозії середньорічний змив ґрунту при такому підході по зонах зменшується до 1,0-2,0 т/га, а відповідно і втрати гумусу в Поліссі – до 0,02-0,04, у Лісостепу і Степу – до 0,04-0,07 т/га. Це порівняно невеликі втрати гумусу і відновити їх можна внесенням гною: в Поліссі – 1 т, а в Лісостепу і Степу – 1,5 т з розрахунку на 1 га сівозмінної площі. В Україні при запровадженні сучасних заходів боротьби з ерозією ґрунтів допустимий рівень щорічного змиву ґрунту прийнято у середньому 5 т/га. Практично це реальна величина змиву ґрунту.

При такій кількості змитого ґрунту втрати гумусу в Поліссі становлять 0,1 т, у Лісостепу і Степу – 0,18 т. На еродованих ґрунтах – відповідно на 1,5 і 3,5 т/га більше.

Ціліні чорноземи можуть утримувати біля 10 % гумусу, в інших же ґрунтах 95-99 % твердої фази припадає на мінеральну частину. Чим пояснити порівняно невеликий вміст гумусу в ґрунтах? Здавалось б, з урахуванням виключної стійкості гумусових речовин до мікробіологічних процесів, навіть за найнесприятливіших для утворення гумусу умовах, за тисячоліття в ґрунті повинно було б нагромадитись багато гумусу. Але цього не трапляється тому, що всім ґрунтам притаманна взаємокомпенсація дії факторів, яка забезпечує більш-менш постійний рівень окремих ґрунтових параметрів для даного типу, підтипу, виду ґрунту. Так, вміст гумусу в ґрунтах регулюється швидкістю процесів гуміфікації та мінералізації. Чим більше в ґрунті органічних решток, тим вища швидкість процесів їх мінералізації, а в решті-решт підтримується більш-менш постійний вміст гумусу. Звичайно, така взаємокомпенсація дії факторів

здійснюється лише в певних межах кількісних змін кожного з факторів, головним чином в процесі природного ґрунтоутворення, в цілих ґрунтах. При порушенні цих параметрів (за сільськогосподарського використання земель) кінцеві наслідки взаємодії між факторами набувають іншої якості.

В умовах інтенсифікації землеробства поступово знижується вміст гумусу в орних ґрунтах, в тому числі в чорноземах. Найбільш інтенсивні втрати гумусу відбуваються в перші 30-50 років сільськогосподарського використання чорноземів після розорювання цілини. При подальшому сільськогосподарському використанні чорноземів вміст гумусу в них стабілізується, особливо при високій культурі землеробства. Більше того, висока культура землеробства здібна стримувати втрати гумусу в ґрунтах. Результати аналізів, які виконуються періодично, дозволяють слідкувати за вмістом гумусу в ґрунтах при їх сільськогосподарському використанні та розробляти заходи по забезпеченню бездефіцитного балансу гумусу.

Спостереження показують, що детрит, який накопичується в цілинному ґрунті за участі природної багаторічної трав'яної рослинності, має здатність адсорбувати власно гумусові речовини. Про це свідчить той факт, що на власне гумусові речовини більш багаті цілинні чорноземи, а також ті варіанти їх розорюваних аналогів, які утримують більше детриту.

У цілинних чорноземах детрит – це продукт виключно глибокого розкладу органічних решток мікроорганізмами, у яких немає інших джерел живлення. Консервація детриту в цілинних чорноземах відбувається завдяки поступовому погіршенню умов життя для тих груп мікроорганізмів, які здатні переробляти органічні рештки на найпізніших етапах їх розкладу (спороутворюючі бактерії, актиноміцети). Детрит, який при цьому накопичується, являє собою головним чином клітковину, а тому він здатний активно адсорбувати власно гумусові речовини.

Розорювання цілинних чорноземів та їх подальше сільськогосподарське використання сприяють поліпшенню умов життєдіяльності бацил та актиноміцетів, які переробляють детрит разом з адсорбованими на ньому власне гумусовими речовинами. Оскільки детрит адсорбує порівняно небагато власне гумусових речовин (0,3-0,4 % на 1 % детриту), то під впливом розорювання цілинних чорноземів та їх подальшого сільськогосподарського використання втрати гумусу відбуваються переважно за рахунок мінералізації детриту.

В удобрюваних орних чорноземах, де мікроорганізми одержують багато легкодоступної їжі, немає умов для стимулу процесів, які б забезпечували глибоке руйнування органічних решток. У таких випадках проходить їх консервування на більш ранньому етапі розкладу. Такий детрит не володіє або майже не володіє здатністю адсорбувати власне гумусові речовини.

Нажаль, агрономічна роль та значення детриту поки що недостатньо вивчені. У літературі зустрічаються поодинокі відомості про те, що ворсинки детриту з адсорбованими на їх поверхні власне гумусовими речовинами виконують дуже важливу роль зв'язуючого матеріалу при об'єднанні орґано-мінеральних мікроагрегатів в структурні макроагрегати, тобто при структуроутворенні.

Тривале використання ґрунтів в умовах негативного балансу органічних речовин у землеробстві зумовило втрати гумусу порівняно з вмістом його у ґрунтах природних лісів та цілинних степів, зокрема у дерново-підзолистих і сірих лісових – на 20-46 %, в чорноземах типових – на 22-38, у чорноземах південних і темно-каштанових – на 12-14 %.

8.6. Причини дегуміфікації ґрунтів

Гумус є постійним джерелом енергії для життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів і рослинності, визначає інтенсивність біохімічних процесів у ґрунті. У гумусі зосереджено 95-98 % ґрунтового азоту, близько 80 % сірки, до 60 % фосфору, значна кількість кальцію, калію, магнію та інших елементів. У процесі трансформації гумусу (розпад-синтез) вони звільняються і стають доступними для рослин.

Завдяки наявності великої кількості функціональних груп, гумус має високу ємність катіонного обміну, обумовлює водоутримуючу здатність і буферність. Колоїдна природа гумусу значною мірою визначає фізичні властивості ґрунту, посилюючи здатність до агрегування ґрунтових частинок і тим самим, разом з кальцієм, створюючи водостійку структуру верхніх горизонтів, визначаючи щільність їх складення, водно-повітряний режим.

Використання ґрунтів у землеробстві спричинило заміну природної рослинності та щорічне відчуження більшої частини фітомаси агроценозів, різко змінило процеси гуміфікації, призвело, у більшості випадків, до зниження вмісту запасів гумусу. Навіть такі багаті і буферні ґрунти, як чорноземи типові глибокі, під впливом

глибокого обробітку й інтенсивного сільськогосподарського використання, схильні до дегуміфікації. При цьому в перші десятиліття збіднюється в основному орний шар, а в наступні роки – весь профіль ґрунту.

Стабільність родючості ґрунту і продуктивності земель залежить від динамічної рівноваги між процесами гуміфікації та мінералізації органічної речовини. При цілинному ґрунтоутворенні гуміфікація переважає над мінералізацією і відбувається поступове накопичення органічної речовини ґрунту, вміст якої за певних умов стабілізується. Інший напрям процесів гумусоутворення відмічається в орних землях.

З початком сільськогосподарського використання ґрунтів динамічна рівновага (гуміфікація ↔ мінералізація) зміщується у бік підсилення мінералізації, спостерігається зниження вмісту гумусу. Основними причинами даного явища є різке скорочення надходження рослинних решток у ґрунт, зміна їх якісного складу, підсилення мікробіологічної діяльності та перемішування поверхневого шару ґрунту з менш гумусованим нижче залягаючим шаром. Окрім того, у випадку не надходження свіжої органічної речовини в ґрунт гетеротрофна мікрофлора для життєдіяльності починає використовувати як джерело енергії гумус, що обумовлює його дегуміфікацію. Даний процес триває доти, доки не сформується мікробіологічний комплекс, який відповідає новим ґрунтовим умовам. Після цього між процесами гуміфікації і мінералізації знову настає динамічна рівновага, гумусовий стан ґрунту стабілізується на новому, нижчому рівні. Зазначимо, що точний час, необхідний для стабілізації, не встановлено.

Процес дегуміфікації ґрунтів набув загрозливих загальнопланетарних масштабів і сьогодні приділяється велика увага причинам і можливим наслідкам цього процесу у зв'язку з загрозами парникового ефекту. Розорювання цілинних земель і знищення природної рослинності змінює кругообіг біофільних елементів і гідротермічний режим в екосистемі, в тому числі змінюється біогеохімічний цикл вуглецю.

Встановлено кількісні параметри процесу дегуміфікації в розораних ґрунтах і вказані можливі наслідки цього процесу в історичній перспективі. До того як діяльність людини почала відігравати важливу роль в еволюції ґрунтів, середня грубизна гумусового шару становила 0,5 м, середня щільність ґрунту – 1,3 г/см³, середній вміст органічного вуглецю – 2 %, середні запаси

органічної речовини – 13000 т/км², загальні запаси вуглецю в гумусі планети – 1700 млрд т. (1990 р.).

Наукові дані свідчать, що сучасна швидкість дегуміфікації ґрунтового покриву планети за останні 50 років зросла майже в 25 разів порівняно з середньою багатовіковою. Численними дослідженнями показано 4-6-кратне перевищення швидкості розкладання ґрунтової органічної речовини в тропіках порівняно з помірними широтами. Це, зокрема, означає, що прогнозоване підвищення глобальної температури на кілька градусів у зв'язку з парниковим ефектом призведе до різкого посилення дегуміфікації ґрунтів помірного поясу. Наслідком втрати гумусу є зниження запасів і доступності для рослин і мікроорганізмів елементів живлення, зниження активності мікроорганізмів, погіршення структури ґрунту, повітряного режиму та окисно-відновних умов.

Дегуміфікація може суттєво посилити парниковий ефект. Втрата гумусу ґрунтовым покривом супроводжується підвищенням концентрації діоксиду вуглецю в атмосфері. Ймовірна оцінка приросту CO₂ в атмосфері за рахунок мінералізації гумусу складе близько 1000 млрд т, що поряд з іншими факторами посилить парниковий ефект. Таким чином відбудеться подальше потепління клімату, що, в свою чергу, спричинить подальшу дегуміфікацію ґрунтів.

До розорювання чорноземів типових Лівобережного Лісостепу України в їх верхньому шарі містилось 10-11 % гумусу. Свого часу В. В. Докучаєв називав чорноземом «царем ґрунтів», «арабським скакуном», зазначивши, що «він був і буде годувальником Росії». Нині залишилася у кращому випадку половина «скакуна», а нерідко лише його третина.

Найбільш різкі зміни щодо вмісту гумусу відбуваються в перші роки після розорювання цілини в орному шарі. А в подальшому зменшення запасів гумусу стає помітним по всьому профілю. Підтверджуючи цю закономірність, М. Кузнєцов (1987) зауважив, що в чорноземах типових, опідзолених і вилугуваних втрати гумусу після розорювання цілини дещо вищі, ніж у чорноземах звичайних і південних.

Вміст гумусу в староорних ґрунтах дуже залежить від характеру їх використання. Інтенсивний полицевий обробіток, надмірне насичення сівозмін просапними культурами, ерозія, дефляція, надмірне зрошення, недостатнє внесення органіки – все це може обумовити істотне зниження вмісту гумусу.

За останні десятиріччя в багатьох країнах світу вміст і запаси гумусу в ґрунтах, що використовуються під рілля, зменшились на 15-25 %, а в деяких випадках – на 50 % попереднього вмісту (Жуков, 1988). Абсолютне зниження вмісту гумусу в ґрунті за 20-50 років його сільськогосподарського використання становило у середньому від 0,6 (дерново-підзолисті ґрунти) до 3,6 (чорноземи типові), тобто 18-36 % початкового вмісту.

Значних розмірів досягли втрати гумусу в ґрунтах України. Дегуміфікацією охоплено 39 млн га сільськогосподарських угідь. Співставлення гумусованості ґрунтів за часів Докучаєва (1882 р.) з сучасним станом свідчить, що відносні втрати гумусу за цей, майже 120-річний період, досягли 22 % в Лісостеповій, 19,5 – в Степовій і біля 19 % - у Поліській зонах України. За даними О. М. Грінченко та ін. (1984), на неполивних землях чорноземи типові західних областей лісостепової зони України за 100 років втратили 25 %, в умовах зрошення – до 60 % гумусу. В абсолютних величинах найбільших щорічних втрат (0,6-0,8 т/га) зазнали чорноземи типові.

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва, яка проводилася в останні 50-60 років значно посилила техногенний вплив на природне середовище, і перш за все на основну його складову – ґрунтовий покрив. У землеробстві інтенсифікація забезпечувалася посиленням використанням важких машин і знарядь для обробки ґрунту, широким застосуванням мінеральних добрив і засобів захисту рослин, насиченням сівозмін високо інтенсивними та високопродуктивними культурами. Всі ці чинники сприяли прояву деградаційних процесів в ґрунтах, в тому числі їх дегуміфікації.

Найбільші втрати гумусу відбулися в період 60-80 рр. минулого сторіччя, що обумовлено інтенсифікацією сільськогосподарського виробництва за рахунок збільшення площ просапних культур, перш за все, цукрових буряків і кукурудзи. У цей період щорічні втрати гумусу сягали 0,55-0,60 т/га. На жаль, процеси дегуміфікації упродовж останніх 20 років не зупинилися, а продовжують протікати з достатньо високою інтенсивністю. За результатами агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення протягом останніх 4-х турів (1986-2005 рр.) уміст гумусу в Україні зменшився на 0,5 % в абсолютних одиницях. Особливо значні втрати гумусу відбулись між 5 і 6 турами – 0,37 %, коли почали різко зменшуватися обсяги застосування органічних добрив, а формування врожаю відбувалося за рахунок потенційної родючості ґрунту. За даними Держкомстату України, у 2008 році норма внесення органічних

добрив становила 0,6 т/га, тоді як у кінці 80-х років минулого століття – 8,6 т/га.

Прискорення темпів втрат гумусу за останні 25-30 років пояснюється багатьма причинами:

- недостатнім поверненням у ґрунт свіжої органічної речовини;
- посиленням мінералізації гумусу внаслідок підвищення інтенсивності обробітку ґрунту;
- внесенням незбалансованих за складом високих норм мінеральних добрив і використанням біологічно-активних препаратів і пестицидів;
- порушенням оптимального співвідношення між внесеними органічними і мінеральними добривами 1:20-25 (1- органічних і 20-25кг діючої речовини мінеральних);
- насичення сівозмін високо інтенсивними культурами;
- посиленням процесів водної ерозії і дефляції.

Родючість ґрунту обумовлюється інтенсивністю кругообігу речовин і енергії в системі «ґрунт–рослина». Рівень інтенсивності потоків залежить від запасів речовин у профілі ґрунту, в першу чергу запасів органічної речовини, а також її трансформації впродовж вегетаційного періоду, коли за рахунок розкладу гумусу задовольняються потреби мікроорганізмів і рослин в речовинах і енергії. Відновлення запасів гумусу до початкового рівня в цілих ґрунтах відбувається при відмиранні рослин шляхом гуміфікації рослинних решток.

У цілих екосистемах з високою продуктивністю ценозів щорічно відмирає значна кількість біомаси. Для степових і лучно-степових асоціацій (ценозів) з урахуванням відмирання частини коренів щорічне надходження в ґрунт свіжої органічної речовини становить 15-25 т, причому основна її частина надходить у верхній найбільш біологічно активний шар ґрунту, що зумовлює її швидку трансформацію і гуміфікацію. Співпадання зон надходження гумусоутворювачів і найвищої біологічної активності є запорукою збереження запасів гумусу ґрунту при одночасному інтенсивному кругообігу речовин і енергії. Накопичення значної кількості рослинної маси на поверхні і у верхньому шарі ґрунту є особливістю дернового процесу ґрунтоутворення.

Сільськогосподарське використання ґрунтів порушує ці особливості проходження дернового процесу і веде до зміщення рівноваги в сторону мінералізації органічної речовини ґрунту. При цьому в 2-5 разів знижується надходження в ґрунт свіжої органічної

речовини, через відчуження значної її частини з урожаєм, а безперервне і стабільне її надходження змінюється на імпульсивне і незбалансоване.

Посилення мінералізації гумусу унаслідок підвищення інтенсивності обробітку ґрунту. Зниження гумусованості ґрунтів за їх сільськогосподарського використання відбувається також за рахунок погіршення умов проходження процесів гуміфікації свіжої органічної речовини. Розпушення ґрунту призводить до більшого доступу повітря в ґрунт, що посилює розвиток мікроорганізмів, які, в свою чергу, в умовах недостатнього внесення в ґрунт свіжої органічної речовини починають розкладати легкодоступні гумусові речовини для забезпечення своєї життєдіяльності. Перш за все розкладаються легкодоступні гумусові речовини, які за своїм походженням можуть бути новоутвореними з органічних добрив або рослинних решток, або входити до групи білкових речовин гумусу ґрунту. Щорічне обертання скиби також не забезпечує умов для ефективного проходження обох стадій гумусонакопичення. За обертання скиби і проходження дернового процесу ґрунтоутворення заробка свіжої органічної речовини в нижні шари не забезпечує співпадання зони надходження гумусоутворювачів з зоною найбільшої біологічної активності ґрунту, тобто відбувається розбалансування процесу гуміфікації. Окрім того формування особливо цінних гумінових кислот не може відбуватися впродовж короткого річного циклу і тому наступний обробіток ґрунту різко змінює умови формування гумусових речовин і їх закріплення. Новоутворенні гумусові речовини і гуміфіковані органічні рештки виносяться на поверхню, де швидко мінералізуються. Таким чином, порушується і другий етап гумусонакопичення, а саме закріплення новоутворених гумусових речовин на поверхні ґрунтових часток.

Внесення незбалансованих норм мінеральних добрив, використання біологічно активних препаратів і пестицидів. В останні десятиліття мінералізація гумусу посилюється через дефіцитний баланс основних елементів живлення під культурами сівозміни та їх незбалансованим удобренням.

За офіційними даними, протягом 2000-2010 рр. на 1 гектар ріллі вносилося лише 40-50 кг діючої речовини добрив, з них більше 70 % припадає на азотні. Реально під удобрювані культури вносилося в 2-3 рази більше, тобто біля 100 кг азоту. Це саме та норма, яка не забезпечує баланс азоту під культурою сівозміни, а лише сприяє посиленню мікробіологічної активності, прискорює розклад

органічної речовини ґрунту і таким чином забезпечуючи формування врожаю.

Широкого використання набули прийоми з обробкою насіння або вегетуючих рослин комплексом мікроорганізмів або хелатних препаратів з мікроелементами, які посилюють, з одного боку, мікробіологічний режим ґрунту а з іншого – інтенсифікують фізіологічні процеси в рослинах з метою одержання високого врожаю. В умовах недостатнього внесення в ґрунт свіжої органічної речовини і мінеральних добрив формування врожаю забезпечується за рахунок мобілізації запасів потенційної родючості ґрунту, тобто в першу чергу мінералізацію гумусу.

Дослідження показали, що високе пестицидне навантаження також негативно впливає на гумусонакопичення, змінює структуру мікроценозів ґрунту, посилює мінералізаційні процеси і пригнічує гуміфікацію. Висока гумусованість чорноземних ґрунтів сприяє адсорбції і збереженню пестицидів та продуктів їх напіврозкладу на гумусованих часточках ґрунту та обумовлює поступове їх накопичення до небезпечних для живої речовини і якості ґрунтів рівнів.

Недотримання оптимального співвідношення між внесеними органічними і мінеральними добривами. Значний вплив на інтенсивність гумусоутворення має співвідношення між органічними і мінеральними добривами. Внесення в ґрунт значних норм мінеральних добрив, більшість яких має одновалентні катіони (K^+ , NH_4^+ , Na^+), призводить до диспергації гумусу, збільшується його рухомість, а отже доступність мікроорганізмам. Мінеральні добрива також є хімічно і фізіологічно кислими сполуками, тому підкислюють реакцію ґрунтового середовища і це, в свою чергу, збільшує розчинність і рухомість молодих гумусових речовин і фульвокислот.

Ще більш активно ці процеси проявляються за внесення лужних і гідролітично лужних добрив, таких як аміачна вода, поташ або сечовина. За даними В. І. Філона (2010), внесення таких добрив викликало збільшення вмісту в ґрунті рухомих форм гумусових речовин, знижувало вміст агрономічно цінних агрегатів та викликало ущільнення ґрунту.

Для гуміфікації свіжої органічної речовини має значення співвідношення в ній вуглецю до азоту (C:N), яке за науковими даними потрібно витримувати на рівні 20-25:1, тобто в 2-3 рази нижчому, ніж їх співвідношення у гумусі різних типів ґрунтів України: у чорноземах воно становить 10-12, а в інших типах

ґрунтів – 15-17. Надто вузьке співвідношення C:N (наприклад, в рослинних рештках бобових рослин, гичці буряків, зеленій масі сидеральних культур) сприяє швидкому їх розкладу до кінцевих продуктів без гуміфікації.

За співвідношенням кількості діючої речовини мінеральних добрив на 1 тону органічних М. Шикула (2000) запропонував виділяти рівні біологізації землеробства і прогнозувати можливі наслідки систематичного їх застосування на властивості ґрунту. Тек, біологічне землеробство та інтенсивна біологізація можлива за співвідношення 1:5-8, просте та розширене відтворення родючості ґрунтів відбувається за співвідношення 1:15-20. За подальшого зростання цього співвідношення починаються процеси дегуміфікації, а помітний розвиток дегуміфікації проходить за співвідношення $> 1:30$.

Насичення сівозміни високоінтенсивними культурами.

У ринкових умовах господарювання окремі високоліквідні культури дають значно вищу рентабельність та чистий дохід, порівняно з іншими культурами сівозміни. Це високоврожайні, вимогливі до ґрунтових умов культури, для росту і розвитку яких запроваджують енергонасичені технології з великим хімічним навантаженням на оточуюче середовище. До таких культур відносяться, в першу чергу, просапні культури і, насамперед соняшник, в меншій мірі кукурудза на зерно, а серед культур суцільного посіву ріпак і соя. Якщо в недалекому минулому за врожайності пшениці в 4-5 т з ґрунту виносилося приблизно 200-250 кг елементів живлення, то сучасні високоврожайні сорти пшениці, кукурудзи, соняшника виносять вже 400-450 кг основних елементів живлення. Як свідчать наукові джерела, половина азоту надходить в рослину з гумусу ґрунту, тому за такої високої урожайності буде відмічатися значна його мінералізація. Це буде відбуватися навіть за достатнього внесення мінеральних добрив, а з урахуванням постійного дефіцитного балансу елементів живлення в ріллі за останні десятиріччя можна прогнозувати значні втрати гумусу. Дефіцитний баланс органічної речовини навіть за умови надходження в ґрунт всієї побічної продукції і кормових решток мають такі культури як соя, ріпак, соняшник. Кукурудза на зерно залишає значну біомасу побічної продукції і кореневих решток, але з врахуванням значного виносу азоту з зерном врожаю, також посилює дегуміфікацію ґрунтів.

Посилення процесів водної ерозії і дефляції. Прояви деградації ґрунтів від ерозійних процесів відмічаються майже на половині площ

сільськогосподарських угідь, з них водній ерозії підлягають 13,3 млн га і дефляції – 6 млн га, а в роки з інтенсивними пиловими бурями до 20 млн га. За даними наукових установ, щорічно в Україні від ерозії з верхнього найбільш родючого шару втрачається до 500 млн т ґрунту і з ним виноситься до 24 млн т гумусу, 0,964 млн т азоту, 0,678 млн т фосфору і 9,4 млн т калію, що значно більше, ніж вноситься цих елементів з добривами.

Основною причиною інтенсивної ерозії ґрунтового покриву є великий ступінь розорюваності сільськогосподарських угідь в Україні, який становить для багатьох регіонів 80 % і більше. Також сприяють прояву таких процесів недосконале організаційно-правове забезпечення земельної реформи, відсутність державних, регіональних і місцевих програм охорони ґрунтів, недосконалість нормативних документів механізмів економічного стимулювання захисту ґрунтів від ерозії та забезпечення їх стабільного фінансування.

Розроблення і проведення заходів з охорони ґрунтів від ерозії ускладнюється розпаюванням земель, появою значної кількості дрібних землевласників, які використовують свої земельні наділи виходячи лише з економічного зиску без врахування ґрунтозахисних заходів. В таких умовах також важко спланувати і розробити контурно-меліоративну організацію територій землекористування.

8.7. Баланс гумусу

Баланс у перекладі з французького – «*balance*» – означає систему показників, які характеризують якесь явище шляхом порівняння, або протиставлення окремих його сторін. У ґрунтознавстві баланс гумусу визначають як різницю між кількістю його утворення у ґрунті і втрат за певний період. Він може бути трьох типів.

1. **Бездефіцитний** – втрати гумусу поновлюються його новоутворенням.

2. **Позитивний** – приріст кількості гумусу перевищує його втрати.

3. **Негативний** (пасивний, дефіцитний) – втрати гумусу перевищують його новоутворення.

Баланс гумусу у ґрунті, відповідно методиці ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського» НААН України, слід розраховувати для умов сівозміни, господарства, району за

формулою:

$$B_2 = \frac{П_1 + П_2}{L} - \frac{P}{L},$$

де B_2 – середньорічний баланс гумусу у ґрунті на 1 га за ротацію сівозміни, $t/га$; $П_1$ – сума новоутвореного гумусу у ґрунті за ротацію сівозміни за рахунок рослинних решток, $t/га$; $П_2$ – кількість новоутвореного гумусу у ґрунті за ротацію сівозміни за рахунок органічних добрив, $t/га$; P – загальна кількість гумусу, який мінералізується за ротацію сівозміни, $t/га$; L – тривалість ротації, років.

Практично у прибутковій статті враховується тільки поповнення вуглецю з рослинними рештками (пожнивно-кореневими) та органічними добривами. Інші джерела поповнення гумусу у ґрунті не враховуються.

Для розрахунку кількості новоутвореного гумусу з рослинних решток ($П_1$) користуються відповідники коефіцієнтами гуміфікації рослинних решток і гною у ґрунті. Ці коефіцієнти показують, яка кількість гумусу утворюється з рослинних решток, що розкладаються, та гною (табл. 8.6).

8.6. Коефіцієнти гуміфікації рослинних решток та гною у ґрунті

(за Г. Я. Чесняком та О. М. Ликовим)

Сільськогосподарські культури	Коефіцієнти гуміфікації
ЧОРНОЗЕМИ	
1.Буряки цукрові та кормові	0,10
2.Озима пшениця на зерно	0,20
3.Кукурудза на зерно	0,20
4.Ячмінь, овес, яра пшениця, просо, сорго	0,22
5.Гречка, вика, соя, однорічні трави, вико-овес	0,23
6.Озима пшениця на зелений корм	0,13
7.Картопля, овочі, баштанні, гарбузи	0,13
8.Соняшник	0,14
9.Кукурудза на силос, силосні	0,17
10.Горох	0,23
11.Люцерна, еспарцет та інші багаторічні трави	0,25
12. Гній (суха речовина)	0,23
ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТІ ҐРУНТИ	
1.Зернові, зернобобові, багаторічні трави, льон	0,29
2.Кукурудза на силос, силосні	0,15
3.Картопля, кормові і цукрові буряки	0,08
4. Зелені добрива	0,29
5. Гній (суха речовина)	0,30

Оскільки кількість рослинних решток не має прямої залежності від рівня урожаю, то для розрахунку використовують рівняння регресії (табл. 8.7, 8.8), де x – кількість поверхневих рослинних решток, $т/га$; z – кількість кореневих рослинних решток, $т/га$; y – урожайність основної продукції культури, $ц/га$.

8.7. Рівняння регресії для визначення маси рослинних решток за урожайністю основної продукції сільськогосподарських культур, які вирощуються на чорноземах (за Г. Я. Чесняком, 1987)

Сільськогосподарські культури	Рештки	
	поверхневі	кореневі
1. Озима пшениця	$X = 0,32y + 13,5$	$Z = 0,71y + 10,0$
2. Ячмінь, яра пшениця	$X = 0,29y + 6,8$	$Z = 0,54y + 9,3$
3. Овес	$X = 0,19y + 14,8$	$Z = 0,42y + 8,4$
4. Просо, сорго	$X = 0,50y + 7,4$	$Z = 0,37y + 12,8$
5. Гречка, мак	$X = 0,28y + 8,3$	$Z = 0,65y + 11,5$
6. Кукурудза на зерно	$X = 0,20y + 1,6$	$Z = 0,83y + 7,2$
7. Горох, вика, соя	$X = 0,12y + 4,5$	$Z = 0,36y + 8,9$
8. Соняшник	$X = 0,41y + 3,2$	$Z = 1,16y + 4,9$
9. Цукрові буряки	$X = 0,005y + 2,8$	$Z = 0,06y + 9,7$
10. Кормові буряки	$X = 0,003y + 2,4$	$Z = 0,05y + 5,2$
11. Кукурудза на силос, силосні	$X = 0,006y + 9,7$	$Z = 0,10y + 13,5$
12. Багаторічні трави (сіно)*	$X = 0,12y + 5,9$	$Z = 1,02y + 4,7$
13. Картопля, овочі, баштанні,	$X = 0,068y + 0,5$	$Z = 0,07y + 8,9$
14. Однорічні трави, вико-вівсяна сумішка (сіно)*	$X = 0,12y + 6,8$	$Z = 0,50y + 13,3$

* Розрахунок подано на основі урожаю сіна. У випадку збору урожаю на зелений корм величину зібраної зеленої маси слід помножити на коефіцієнт 0,25.

8.8. Рівняння регресії для визначення маси рослинних решток за врожайністю основної продукції сільськогосподарських культур, вирощуваних на дерново-підзолистих ґрунтах (за Ф. І. Левіним, 1977)

Сільськогосподарська культура	Урожайність, $ц/га$	Рештки	
		поверхневі	кореневі
1	2	3	4
1. Озиме жито	10-25	$X = 0,3y + 3,2$	$Z = 0,6y + 8,9$
	26-40	$X = 0,2y + 6,3$	$Z = 0,6y + 13,9$
2. Озима пшениця	10-25	$X = 0,4y + 2,6$	$Z = 0,9y + 5,8$
	26-40	$X = 0,1y + 8,9$	$Z = 0,7y + 10,2$
3. Ярий ячмінь	10-20	$X = 0,4y + 1,8$	$Z = 0,8y + 6,5$
	21-35	$X = 0,09y + 7,8$	$Z = 0,4y + 13,4$

Продовження табл. 8.8

1	2	3	4
4. Овес	10-20 21-35	$X = 0,3y + 3,2$ $X = 0,15y + 6,1$	$Z = 1,0y + 2,0$ $Z = 0,4y + 10,0$
5. Горох	5-20 21-30	$X = 0,14y + 3,5$ $X = 0,20y + 1,7$	$Z = 0,66y + 7,5$ $Z = 0,37y + 12,9$
6. Гречка	5-15 16-30	$X = 0,25y + 4,3$ $X = 0,20y + 5,2$	$Z = 1,10y + 5,3$ $Z = 0,34y + 14,1$
7. Картопля	50-200 201-350	$X = 0,04y + 1,0$ $X = 0,03y + 4,1$	$Z = 0,07y + 3,9$ $Z = 0,08y + 5,4$
8. Цукрові буряки	100-200 201-400	$X = 0,023y + 0,8$ $X = 0,023y + 2,3$	$Z = 0,07y + 3,5$ $Z = 0,06y + 5,4$
9. Кормові буряки	50-200 201-400	$X = 0,013y + 1,0$ $X = 0,003y + 2,4$	$Z = 0,05y + 5,5$ $Z = 0,05y + 5,2$
10. Льон	3-10	—	$Z = 1,3y + 9,4$
11. Силосні (без кукурудзи)	100-200	$X = 0,04y + 4,0$	$Z = 0,09y + 7,0$
12. Кукурудза на силос	100-200 201-350	$X = 0,03y + 3,6$ $X = 0,02y + 5,0$	$Z = 0,12y + 8,7$ $Z = 0,08y + 16,2$
13. Однорічні трави, вика	10-40	$X = 0,13y + 6,0$	$Z = 0,70y + 7,5$
14. Багаторічні трави(сіно)	40-60	$X = 0,10y + 10,0$	$Z = 1,0y + 15,0$
15. Горох + овес	10-40	$X = 0,20y + 6,0$	$Z = 0,8y + 11,0$

*Розрахунок подано на основі урожаю сіна. У випадку збору урожаю на зелений корм, величину зібраної зеленої маси слід помножити на коефіцієнт 0,25.

Величина новоутвореного гумусу за ротацію сівозміни розраховується за формулою:

$$\Pi_1 = Q_1 \cdot K_1 + Q_2 \cdot K_2 + \dots + Q_n \cdot K_n,$$

де, Π_1 – кількість новоутвореного гумусу за ротація сівозміни, т/га; $Q_1 - Q_n$ – кількість рослинних решток, які залишаються окремими сільськогосподарськими культурами, т/га; $K_1 - K_n$ – коефіцієнти гуміфікації рослинних решток окремих культур сівозміни.

При розрахунку балансу гумусу на еродованих ґрунтах вихід коренів під багаторічними травами рівняється третині їх виходу на рівних площах (х:3).

Збільшення вмісту гумусу у ґрунті за ротацію сівозміни за рахунок використання гною (Π_2) встановлюється шляхом множення кількості сухої речовини гною внесеного у ґрунт за ротацію сівозміни на коефіцієнт його гуміфікації (K). Формула розрахунку має вигляд:

$$\Pi_2 = H \cdot 0,25 \cdot K,$$

де, **П₂** – збільшення вмісту гумусу у ґрунті за рахунок внесення гною, т/га; **Н** – кількість внесеного гною за ротацію сівозміни, т/га; **0,25** – коефіцієнт перерахунку на суху речовину; **К** – коефіцієнт гуміфікації гною.

Якщо у формулі величину коефіцієнта гуміфікації сухої речовини з гною (0,23) помножити на величину коефіцієнта перерахунку гною на суху речовину (0,25), то вона прийме наступний вигляд:

$$P_2 = N \cdot 0,25 \cdot K = N \cdot 0,25 \cdot 0,23 = N \cdot 0,058$$

Якщо в господарствах використовують інші види органічних добрив то перерахунок на підстилочний гній ведуть за допомогою додаткових коефіцієнтів:

1.	Підстилочний гній (вологість до 77 %)	1,00
2.	Тверда фракція безпідстилочного гною	1,00
3.	Безпідстилочний напіврідкий гній (вологість 90-93 %)	0,50
4.	Рідкий гній	0,25
5.	Гноєві стоки (вологість більш 97 %)	0,10
6.	Торфогноєвий компост	1,20
7.	Торфопослідний компост	1,30
8.	Пташиний послід підстилочний (вологість до 65 %)	1,20
9.	Пташиний послід напіврідкий (вологість 80-90 %)	0,65
10.	Солома (з додаванням 8-12 кг/т азоту)	3,40
11.	Сапропель (вологість до 60 %)	0,25
12.	Сидеральні добрива (природна вологість)	0,25

Загальні витрати гумусу у ґрунті за ротацію сівозміни визначаються розмірами його мінералізації під окремими культурами (табл. 8.9).

**8.9. Середньорічні величини мінералізації гумусу
під окремими сільськогосподарськими культурами
(за Г. Я. Чесняком та В. І. Матвеевою)**

№ п/п	Культура	Величина мінералізації, т/га
1	2	3
ЧОРНОЗЕМИ		
1.	Чорний пар	2,00
2.	Вика, горох, соя	1,50
3.	Озима пшениця на зерно	1,35
4.	Озима пшениця на зелений корм	1,24
5.	Однорічні трави, просо, сорго, яра пшениця, гречка, вико-вівсяна сумішка	1,10

продовження табл. 8.9

1	2	3
6.	Цукрові буряки	1,59
7.	Кукурудза на зерно	1,56
8.	Коренеплоди	1,60
9.	Кукурудза на силос, силосні	1,47
10.	Ячмінь	1,23
11.	Овес	1,20
12.	Картопля, баштанні, гарбузи	1,61
13.	Соняшник	1,39
14.	Люцерна, конюшина, еспарцет	0,60
ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТІ ҐРУНТИ		
1.	Зернові (пшениця, жито, ячмінь, овес)	0,70
2.	Льон	0,90
3.	Картопля	1,40
4.	Цукрові буряки	1,50
5.	Кормові буряки, овочі	1,70
6.	Кукурудза на силос	1,25
7.	Однорічні трави на сіно	0,70
8.	Багаторічні трави (люпин, конюшина)	0,70

Якщо у сівозміні є збірні поля, то для кожного з них слід визначити середньозважений баланс гумусу за формулою:

$$B_{\Gamma} = \frac{B_1 \cdot S_1 + B_2 \cdot S_2 + \dots B_n \cdot S_n}{S_{3AG}},$$

де B_{Γ} – баланс гумусу у ґрунті на збірному полі, т/га; $B_1, B_2, \dots B_n$ – баланс гумусу у ґрунті на окремій ділянці поля, т/га; $S_1, S_2, \dots S_n$ – площа окремих ділянок поля, га; S_{3AG} – загальна площа поля, га.

Визначення мінімальної норми органічних добрив на 1 га сівозмінної площі, яка забезпечує бездефіцитний баланс вмісту гумусу, проводиться за формулою:

$$H_{\Gamma} = H_1 + \frac{B_{\Gamma}}{0,058}$$

де H_{Γ} – мінімальна норма гною, яка забезпечує бездефіцитний баланс гумусу, т/га; H_1 – норма гною, яке використовувалась у сівозміні, т; B_{Γ} – баланс гумусу на 1 га сівозмінної площі, т/га; 0,058 – кількість гумусу, яка утворюється з 1 т гною, т.

Баланс гумусу на орних землях загалом в Україні є дефіцитним і сягав 0,1 т/га. При цьому у багатьох областях цей дефіцит перевищує

0,10 т/га. Так, у Тернопільській, Черновецькій, Чернігівській і Житомирській областях він навіть більший, ніж 0,23 т/га. У семи областях (Херсонська, Черкаська, Хмельницька, Рівненська, Київська, Волинська і Закарпатська) баланс гумусу на рівні бездефіцитного (-0,05 – +0,05 т/га) і лише у двох областях (Вінницькій і Львівській) позитивний (+0,07–0,11 т/га).

На жаль, органічних добрив для забезпечення бездефіцитного вмісту гумусу в ґрунтах України недостатньо. Дефіцит їх у більшості областей становить близько 1,5-3,0 т/га. Мінімальна норма органічних добрив для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу має становити: в Поліссі – 14,3, в Лісостепу – 10,7, Степу – 8,8 і в середньому по Україні – 10,4 т/га. Для цього необхідно в Поліссі виробляти 73,9, у Лісостепу – 124,8, Степу – 134,4 і в цілому в Україні – 333,1 млн т. Виробництво такої кількості органічних добрив в Україні після подолання сучасної кризи в аграрному секторі є реальним. Про це свідчить те, що в окремі роки в Україні в цілому вироблялось близько 260-280 млн т за один рік, у тому числі Поліссі 63-65, у Лісостепу – 100-112, Степу – 95-105 млн т, що близько до необхідної за розрахунками кількості.

8.8. Забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунтах

Вище розглядалися чинники і механізми дегумуфікації ґрунтів. Їх можна умовно об'єднати в два напрями, які в окремих випадках можуть бути взаємопов'язані: недостатнє внесення в ґрунт свіжої органічної речовини за повного рівня інтенсифікації обробітку ґрунту і посилення мінералізації гумусу за рахунок неправильного співвідношення C:N. Виняток складає фактор посилення процесів водної і вітрової ерозії, за якими ґрунт руйнується механічно.

Теоретичною основою відновлення родючості загалом, і конкретно гумусу ґрунту, є землеробські закони повернення і оптимуму. Тільки виконуючи закон повернення можна розраховувати на відновлення гумусу в ґрунтах, причому найперше це стосується внесення органічних добрив в будь-який формі (солома, гній, стебла, рослині рештки, торфокомпости тощо), а потім і збалансованих мінеральних добрив. На ефективність трансформації органічних добрив у гумус впливає інтенсивність обробітку ґрунту, кількість внесених мінеральних добрив і їх співвідношення, використання пестицидів і біохімічно-активних препаратів, спосіб загортання органо-мінеральних добрив, тобто технологія вирощування культури.

Г. Я. Чесняк розробив нормативи мінералізації гумусу під кожною культурою сівозміни, які є орієнтовними показниками при розрахунках балансу гумусу. Все ж потрібно пам'ятати, що нормативні показники мінералізації гумусу були розроблені в 70-80-х роках минулого століття для порівняно невисоких врожаїв, а підвищення врожайності на сучасному етапі веде до збільшення мінералізації гумусу.

Вирішення питання забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунтах можливе за наявності резервів свіжої органічної речовини у всіх регіонах нашої країни. Залежно від структури посівних площ з різних джерел можемо забезпечити 16,5-26,2 т/га.

Ще одним суттєвим заходом забезпечення бездефіцитного балансу є використання мінімізації обробітку ґрунту. За безполицевого мінімального обробітку норми органічних добрив в сівозміні для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу знижуються на дві і більше тони.

8.10. Нормативні показники можливостей забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в різних підзонах України

Зона, підзона	Норми внесення гною (т/га) для бездефіцитн ого балансу гумусу		Надходження свіжої органічної речовини на 1 га сівозміни						
			з нетоварною часткою врожаю, т/га*						
	під оранку	за ґрунто- захисного обробітку	солома озимої пшениці	стебла соняшнику	стебла кукурудзи	гичка буряків, картоплі та ін.	Сидеральні культури	рештки багаторічних трав	Всього у перерахунку на гній
Степ південний	7	5	1,3	0,3	1,5	0,1	0,5	0,5	16,8
Степ північний	9	6	1,8	0,4	2,0	0,1	0,1	0,7	22,8
Лісостеп східний і центральный	11	7	1,5	0,5	1,8	0,2	2,0	1,0	29,2
Лісостеп західний	13	9	1,4	0,4	1,8	0,2	2,5	1,2	31,2
Полісся східне і центральный	15	10	1,2	-	-	0,5	2,7	2,3	26,8
Полісся західне	17	11	1,2	-	-	0,5	3,0	2,5	28,8

*При перерахунку сухих післяжнивних решток на напів-перепрілий гній застосовується коефіцієнт 4 (по органічній речовині).

Сьогодні досить популярними у виробництві є короткоротаційні сівозміни з 4-5 культурами, серед яких поширенні озима пшениця і кукурудза на зерно. Тільки залишення всієї маси соломи озимої пшениці і стебел кукурудзи в полі забезпечує в таких сівозмінах бездефіцитний баланс гумусу.

Щодо закону оптимуму, то умовою його виконання є кількість і правильне співвідношення мінеральних і органічних добрив. Мінеральне удобрення повинно бути повним, збалансованим за елементами живлення і його кількість на одну тону органічних не повинна перевищувати 15-20 кг.

Застосування біопрепаратів, хелатів і стимуляторів росту також потрібно супроводжувати внесенням повного удобрення. Потрібно також нормувати використання пестицидів, особливо на високогумусованих ґрунтах, здатних їх абсорбувати на поверхні структурних агрегатів та поступово накопичувати в ґрунті.

Розробку протиерозійних заходів в господарстві потрібно починати з визначення структури посівних площ, виведення схилових і деградованих земель з орних угідь для проведення їх залуження та заліснення. На інших площах, рівнинних і пологих схилах, застосовувати ґрунтозахисні технології вирощування культур, що базуються на безполицевому обробітку. На схилах їх поєднують з щільованням впоперек схилів на відстані 5-7 метрів і проводять інші протиерозійні заходи.

Питання для самоконтролю:

1. Що являє собою органічна частина ґрунту ?
2. Фактори і умови гумусонакопичення.
3. Яке агрономічне значення гумусу?
4. Вміст і запаси гумусу в різних ґрунтах.
5. Кількісні зміни гумусу в процесі сільськогосподарського використання ґрунтів та шляхи запобігання процесам дегуміфікації.
6. Тлумачення поняття «дегуміфікація ґрунтів», розповсюдження у світі та темпи витрат гумусу.
7. Причини дегуміфікації на сучасному етапі землекористування.
8. Дегуміфікація ґрунтів в Україні, її причини і темпи в останні 100, 50 років.
9. Основні джерела органічних добрив в період перебудови земельних відносин.
10. Вплив на гуміфікацію свіжої органічної речовини,

співвідношення в ній С:N або співвідношення внесення мінеральних і органічних добрив.

11. Причини зменшення запасів гумусу за інтенсивного обробітку ґрунту і низьких норм органічних добрив.

12. Причини зменшення запасів гумусу за насичення сівозмін високорентабельними культурами.

13. Як впливає на уміст гумусу внесення високих норм мінеральних добрив і застосування біологічно-активних препаратів?

14. Причини зниження вмісту гумусу за інтенсифікації обробітку ґрунту

15. Шляхи підвищення коефіцієнта гуміфікації органічних добрив.

РОЗДІЛ 9. БІОЛОГІЧНА ТА АГРОХІМІЧНА ДЕГРАДАЦІЯ ҐРУНТІВ

9.1. Деградація мікробіоценозу ґрунту

Значення мікроорганізмів ґрунту зумовлене їх високим біогеохімічним ефектом діяльності, який завжди тим вищий, чим більша швидкість розмноження організмів, чим коротший їх життєвий цикл і більша чисельність у біосфері (Ю. Одум, 1986). Маючи розміри в межах декількох мкм, мікроорганізми характеризуються найбільшими швидкостями розмноження, високим енергетичним обміном. Вони є головними агентами трансформації різних хімічних речовин у біосфері.

Діяльність мікробіологічних процесів у ґрунтах можливо порівняти хіба що з фотосинтезом. Саме мікроорганізми здійснюють в ґрунті розкладання рослинних і тваринних решток, перетворюючи їх у нові органічні речовини, які при взаємодії з мінеральними компонентами надають ґрунту всі його специфічні властивості. Ґрунтові мікроорганізми відіграють важливу роль у трансформації не лише сполук основних біогенних елементів (вуглецю, азоту, фосфору, сірки), але і сполук усіх хімічних елементів.

Мікробіологічний стан ґрунту є індикатором, з одного боку, порушень, які в них відбуваються, з іншого – показником здатності ґрунтів до самовідновлення і реабілітації. Перелік показників антропогенних порушень мікробіологічного стану ґрунтів включає: масу мікроорганізмів, їх чисельність, видове різноманіття, структурну організацію, показники функціонування, величину зони гомеостазу мікробіоценозу.

Чисельність мікроорганізмів – важливий діагностичний показник, однак він є досить динамічним, постійно змінюється протягом вегетаційного періоду і залежить від забезпеченості організмів елементами живлення та гідротермічних умов. Мікробіологічну активність визначають за різними показниками. Часто характеризують її за кількістю виділеного або увібраного CO₂. Широко поширений також метод визначення активності ініційованого мікробного угруповання, яке розвивається в ґрунтах при внесенні специфічних речовин.

Різні види сільськогосподарської діяльності (внесення мінеральних добрив та інших засобів хімізації, зрошення, системи

обробітку ґрунтів), і забруднення ґрунтів аерозольними, рідкими та твердими відходами впливають на хімічні властивості ґрунтів, порушують в ґрунті умови існування мікроорганізмів. Функціонування мікробіоти ґрунту порушується під впливом ерозії, переущільнення, перезволоження, засолення та інших деградаційних процесів. Хімічне забруднення – одна з істотних причин деградації мікробіологічного стану ґрунтів. Всі процеси, що позначаються на стані мікробоценозу, впливають на найважливіші біохімічні властивості ґрунтів і на стан хімічних сполук. Реакція мікроорганізмів залежить від виду впливу, заходів і режиму впливу, видів мікроорганізмів, властивостей ґрунтів.

Мікроорганізми сприяють зміні форм забруднюючих речовин, наприклад металів, в ґрунтах. Вони здатні адсорбувати їх на своїй поверхні. Тому полютанти, що фіксуються на поверхні твердої фази ґрунту, стають менш доступними для мікробіологічної трансформації.

Вплив забруднюючих речовин може носити характер гострих (потужних, але нетривалих) катастрофічних впливів, або хронічних впливів (тривалих з невисокою інтенсивністю). Реакція мікробоценозу в цих випадках буде різною. При незначному забрудненні внаслідок високої варіабельності всіх показників функціонування мікроорганізмів їх реакцію виявити важко. При більш високих ступенях забруднення деградація чітко проявляється в зміні структури і функціонування мікробоценозу.

9.2. Загальні і специфічні реакції ґрунтового мікробоценозу на антропогенну деградацію ґрунтів

Головним наслідком антропогенних деградацій ґрунту є зниження чисельності ґрунтових мікроорганізмів, скорочення видового різноманіття, зміна видового складу.

Мікроорганізми різняться за їх толерантністю до забруднюючих речовин. У ґрунтових грибів на забруднених ґрунтах спостерігається затримка та зменшення кількості проростків спор. У багатьох з них сповільнюється ріст колоній, накопичення біомаси, знижується здатність до розмноження. У всіх випадках зникають види, чутливі до забруднення. Наприклад, зникають олігонітрофільні й амоніфікуючі бактерії, актиноміцети. Більш стійкі целолітичні бактерії, пігментовані мікроорганізми. Серед останніх часто зустрічаються резистентні види мікроорганізмів – токсиноутворювачі, які негативно впливають на інші види організмів, у тому числі на рослини.

Внаслідок цих процесів у забруднених ґрунтах змінюється структура мікробіологічного комплексу, показником якого є індекс різноманітності Шенона, який знижується у 1,5-2 і більше разів.

Спостерігається спрощення структури мікробіоценозу. Скорочується присутність або різко виділяються чутливі види (часто ними виявляються гриби), далі починають вибувати види-домінанти. Спостерігається підвищення домінування невеликого числа толерантних видів. Збільшується уміст токсиноутворюючих, епіфітних і пігментованих видів. Можлива поява не типових для даних ґрунтів форм мікроорганізмів. Відмічається таке явище, як подібність видового складу мікроорганізмів у різних ґрунтах, схильних до однотипного забруднення. Це свідчить про можливість глибокого порушення стану ґрунтів і утворення на їх основі ґрунтів з нетиповими для даного ландшафту властивостями. Це небезпечне явище, оскільки такі зміни неминуче викличуть зміну умов для зростання рослин і життєдіяльності ґрунтової фауни. Не виключається з часом вплив цих явищ і на людину (наприклад, внаслідок розвитку в ґрунті патогенної мікрофлори).

При порушенні стану ґрунтів відбувається зміна показників ферментативної активності ґрунтів. Ферменти (ензими) – це речовини, які продукують мікроорганізми. Вони здатні багаторазово (на порядки) прискорювати хімічні реакції і забезпечувати більшість реакцій обміну речовин, характеризуючи потенційну біологічну активність ґрунтів. Всього виявляють в даний час до 1000 ферментів. Всі вони зустрічаються в ґрунті, але з діагностичною метою з них використовують лише 8-9. Найбільш поширеним є визначення гідролаз (інвертаза, фосфатаза, уреаза, протеаза та ін.) і оксидоредуктаз (каталаза, дегідрогеназа, поліфенолоксидаза та ін.).

У деградованих ґрунтах найчастіше відзначається зниження вмісту присутності мікроорганізмів, що беруть участь в процесах азотфіксації. Тому чутливим показником забруднення ґрунтів є визначення ферментних процесів трансформації сполук азоту в ґрунті.

Спостерігаються також специфічні прояви впливу різних видів забруднюючих речовин на мікробіоценоз. Наприклад, пестициди володіють виборчою токсичністю для мікроорганізмів, впливають на хід різних біохімічних реакцій. Так, хлорорганічні пестициди пригнічують активність фосфатази на 30-60 %, найбільш активно пригнічують процеси нітрифікації (до 70 %). Деякі з них пригнічують інтенсивність процесів розкладання органічних речовин, реакції

циклу фосфору і сірки.

У забруднених важкими металами ґрунтах знижується активність ферментів. Забруднення ґрунтів важкими металами порушує найважливіші властивості ґрунтів: їх дихання, амоніфікацію, нітрифікацію. Під впливом металів знижується здатність ґрунтів фіксувати азот. Важкі метали можуть концентруватися як на поверхні клітин мікроорганізмів, так і всередині клітин. Мікроорганізми здатні переводити неорганічні сполуки металів в органічні і, навпаки, органічні в мінеральні. Перетворюючи в ґрунті орґано-мінеральні сполуки з важкими токсичними металами, вони здатні переводити їх у більш рухомі сполуки, що може бути причиною їх вторинної мобілізації. Наприклад, продуктом мікробіологічної трансформації сполук ртуті і миш'яку у ґрунтах можуть бути більш токсичні, ніж вихідні їх сполук (метиловані сполуки ртуті і миш'яку). Можливе утворення і газоподібних сполук ртуті і миш'яку. З іншого боку, мікробіологічні процеси змінюють стан тих ґрунтових компонентів (гумусові речовини, несилікатні сполуки заліза і алюмінію), які відповідальні за фіксацію і утримування металів.

Специфічні умови для мікробоценозу створюються в ґрунтах, забруднених нафтою. Летючі вуглеводні нафти (толуол, бензол, ксилол) мають пряму токсичну дію на ґрунтові мікроорганізми, але ефект їх відносно короткостроковий. Більш стійкі фракції нафти поставляють додаткове живлення для мікроорганізмів, здатних окислювати ці речовини. Це створює стимулюючі умови для таких організмів, вони активні в рості і в біохімічних процесах трансформації органічних речовин. На цьому засновані методи очищення ґрунтів, забруднених нафтою. Але при цьому послаблюється ферментативна активність багатьох інших видів мікроорганізмів, тому що важкі фракції нафти заповнюють пори ґрунту, що погіршує фізичні властивості ґрунтів, їх водно-повітряний режим. Багато мікроорганізмів страждають також від токсичної дії надлишку солей в нафтозабруднених ґрунтах, так як солоні пластові води супроводжують нафти.

Таким чином, стан мікроорганізмів у деградованих ґрунтах може слугувати індикатором ступеня їх забруднення. Але й мікроорганізми можуть включати ці речовини в цикли їх трансформації, що особливо важливо для ксенобіотиків, тобто речовин, невластивих природі (пестициди, детергенти). Враховуючи, що мікроорганізми здатні до відносно швидкої адаптації, то до тих пір, доки забруднений ґрунт буде залишатися ґрунтом, його

мікробіота буде переробляти і трансформувати сполуки забруднюючих речовин, наближаючи стан ґрунтів до природного. У різних ґрунтах ефект деградації мікробіологічних процесів є різним. Величина зони гомеостазу ґрунтової мікробної біомаси може слугувати мірою її стійкості до конкретного виду антропогенної деградації ґрунтів. Наприклад, в чорноземах величина зони гомеостазу на порядок вище, ніж в дерново-підзолистому ґрунті.

9.3. Ґрунтовтома, токсикоз та виснаження ґрунтів

За тривалого беззмінного вирощування сільськогосподарських рослин (монокультура), у ґрунтах накопичуються метаболіти і токсини, що виділяють корені при вегетації рослин та мінералізації решток після збирання врожаю. Відбувається перебудова мікробіоценозу, внаслідок чого, формуються складні взаємовідносини між мікроорганізмами, ґрунтом та рослинами, де ґрунт стає посередником між двома іншими компонентами в біоценозі.

При утворенні токсинів у ґрунті виникає явище токсикозу і як його окремий випадок – **ґрунтовтома**. Вона проявляється в різкому пригніченні рослин та зниженні їх врожайності. Широко відома льоновтома, конюшинотом, тома ґрунтів під плодовими насадженнями тощо. Вирощування монокультури протягом 4-6 років сприяє накопиченню метаболітів та токсинів, що виділяються в ґрунт під час вегетації чи мінералізації пожнивних решток. Поступово в орному шарі починають домінувати однотипні групи мікроорганізмів та шкідників, що викликають хвороби, властиві даній культурі. Спроби здолати захворювання, шкідників та бур'яни за допомогою добрив і різноманітних біоцидів не тільки не сприяє зростанню врожаїв, але й отрує ґрунти, води, біопродукцію, комах, що запилюють рослини, птахів, тварин-геобіонтів і людину.

Явище ґрунтовтоми не спостерігається в природних біогеоценозах. Воно є типовою ознакою антропогенної трансформації ґрунтів. Втомлений ґрунт має ознаки глибоких патогенних змін. За даними міжнародної організації ФАО, щорічний недобір врожаю від ґрунтовтоми складає майже 25 %.

Токсикоз ґрунтів – поняття більш широке, ніж ґрунтовтома, проявляється у пригніченні росту рослин на цілинних і окультурених ґрунтах не тільки в монокультурі, а й у сівознах. Причиною токсикозу ґрунтів найчастіше виступає мікрофлора, яка виділяє фітотоксини. Серед відомих фітотоксинів найбільш негативно діють

антибіотики (циклогексамід, азалерин, окситетрациклін, стрептоміцин, поліміксінова кислота та пеніцилін), алкалоїди та деякі гетероциклічні сполуки.

Загальновідома токсичність кумарину, який гальмує проростання насіння в дуже малих концентраціях. Саме кумарин найчастіше використовують для порівняльного тестування інших фітотоксинів.

Багаторічними дослідженнями М. С. Авдоніна встановлено, що тривале застосування азотних добрив окремо і разом з калійними на кислих дерново-підзолистих ґрунтах призводить до різкого погіршення їх родючості і зниження врожайності без помітної зміни агрохімічних властивостей. Це явище є прихованою негативною дією мінеральних добрив на кислих ґрунтах. Проте мікробіологічні дослідження показали, що при майже незмінних агрохімічних властивостях відбувається різка трансформація мікробоценозу, особливо грибів-мікроміцетів, в бік домінування токсинуотворюючих форм. Було доведено, що застосування як разових надлишкових доз добрив, так і тривале внесення добрив у малих концентраціях провокує токсикоз. Однак це явище не проявляється, коли мікробоценоз знаходиться в стані гомеостазу.

Інтенсивне сільськогосподарське виробництво виснажує ґрунти, особливо в умовах, коли польові сівозміни насичені вибагливими до родючості агроценозами. З біологічного кругообігу разом з фітомасою врожаю назавжди відчужується значна кількість біофільних елементів. Внесення добрив, нажаль, не може повністю компенсувати ці втрати. Одним зі шляхів вирішення цієї проблеми могло стати впровадження травопільної системи землеробства, яка дозволяла підтримувати і відтворювати родючість ґрунтів, а також сприяла вирішенню проблеми кормів у тваринництві. А саме травосіяння здатне нівелювати негативний баланс поживних речовин. Системи землеробства майбутнього обов'язково повинні стати природоохоронними, тобто основаними на раціональному комбінуванні безполицевого обробітку та травосіяння з уведенням полівидових багатокомпонентних агроценозів. Механічний обробіток ґрунтів і застосування хімічних засобів регулювання шкідливих організмів (бур'янів, шкідників, хвороб) має бути мінімізований.

9.4. Біологічний кругообіг речовин при застосуванні добрив

Успіхи, які досягнуті сучасним сільським господарством, в

значній мірі визначені використанням високих доз добрив. Практика використання добрив постійно розширюється і удосконалюється. За прогнозами ФАО, якщо виходити з норми 9 кг N, 9 кг P₂O₅ і 9 кг K в рік на людину, то треба виробляти майже в два рази більше добрив, ніж виробляється тепер. Якщо ж прийняти середню норму добрив 100 кг/га, то на площі сучасного землеробства будуть вносити щорічно 150 млн т NPK, а при середніх європейських нормах – близько 200 кг/га – будуть вносити 300 млн т. В. А. Ковда вважає, що 300-400 млн т добрив – та норма, яка в XXI столітті повинна бути прийнята як одна з умов повного забезпечення потреб наступного населення планети в продуктах сільського господарства.

Але хімізація землеробства буде високо ефективна за умови грамотного і раціонального використання добрив. В агрохімії постійно ведуться пошуки найкращого використання добрив: створення нових форм добрив, встановлення найбільш сприятливих строків внесення добрив і оптимальних доз добрив.

Ці питання мають безпосереднє відношення не тільки до врожайності рослин, а й до охорони ґрунтів і природної води.

Використання фізіологічно кислих або лужних добрив негативно може відображатись на властивостях ґрунтів.

Людина і природа невіддільні між собою і перебувають у тісному взаємозв'язку. Природа і природні ресурси — це основа, на якій живе і розвивається людське суспільство, першоджерело задоволення його матеріальних і духовних потреб. Проблема охорони природи є однією з найважливіших природно-наукових проблем сучасності, від правильного розв'язання якої значною мірою залежить існування людства. Важливість і гострота цієї проблеми визначається дедалі зростаючим виснаженням природних ресурсів і забрудненням навколишнього середовища, що стає перешкодою для розвитку продуктивних сил.

До природних ресурсів сьогодні відносять атмосферне повітря, воду, ґрунт, сонячну і космічну радіацію, корисні копалини, клімат, рослинність і тваринний світ.

Роль ґрунту в житті людини величезна. Тому необхідно завжди дбати про нього і робити все для того, щоб залишити його поліпшеним для наступних поколінь.

Ґрунт є основним засобом сільськогосподарського виробництва. Окрім того, він має важливе санітарно-гігієнічне значення. Хімічний склад ґрунту може мати вплив на стан здоров'я людини.

Територія нашої країни поділена на біогеохімічні зони і провінції, в яких стан живих організмів розглядається залежно від нестачі або надлишку певного хімічного елемента. Наприклад, в районі Карпат від нестачі йоду в рослинах, ґрунті і воді різко порушується обмін речовин у людей і тварин, розвивається базедова хвороба. Часто таке явище спостерігається після вирубування лісу.

Від нестачі кальцію, йоду й кобальту, надлишку стронцію і барію в ґрунтах Забайкалля у людей і тварин порушується обмін речовин в кістках, що призводить до затримання росту і розвитку кісток, ураження суглобів. Нестача цинку в мозку призводить до виникнення карликовості, а надлишок молібдену посилює хворобу суглобів у тварин і людей. Надлишок бору призводить до таких хвороб, як запалення легенів, травного каналу, нирок, мозку, втрати здатності до розмноження. Виникнення злоякісних пухлин пов'язують з надлишком магнію і нітратів в організмі.

Отже, захист ґрунтів є важливим державним завданням. Нагромадження в ґрунтах хімічних елементів у кількостях, що перевищують норми, в кінцевому підсумку негативно відбивається на здоров'ї людини. Знання законів кругообігу речовин допомагає регулювати ці процеси в потрібному для людини напрямку.

Від кругообігу речовин залежать життєві процеси і явища в будь-яких рослинних угрупованнях і тваринному світі.

У природі розрізняють два типи **кругообігу речовин**: *великий*, або *геологічний*, і *малий*, або *біологічний* (рис. 9.1).

З **геологічним кругообігом** пов'язаний процес розчинення і виносу елементів живлення з ґрунту в струмки, моря і океани, де вони відкладаються у вигляді осадових порід. Потім внаслідок різних геологічних процесів ці породи можуть виходити на земну поверхню, піддаватися новому вивітрюванню і фізико-хімічним перетворенням. Отже, елементи живлення можуть знову бути використані рослинами. Цей кругообіг відбувається протягом *тривалого геологічного періоду*.

Під **біологічним кругообігом** речовин розуміють біологічний синтез і повернення елементів живлення з живого організму в зовнішнє середовище, тобто переміщення хімічних елементів у системі ґрунт – рослини – ґрунт.

Розрізняють *річні, сезонні, багаторічні і вікові цикли* біологічного кругообігу. Залежно від мети вивчення виділяють *молекулярний, елементарний і глобальний* біологічний кругообіг речовин. Якщо вивчають перетворюючий вплив живих організмів на навколишнє середовище, виділяють прогресивний тип біологічного

кругообігу, коли живі організми поліпшують навколишнє середовище, і тип консервативний, коли такого поліпшення немає.

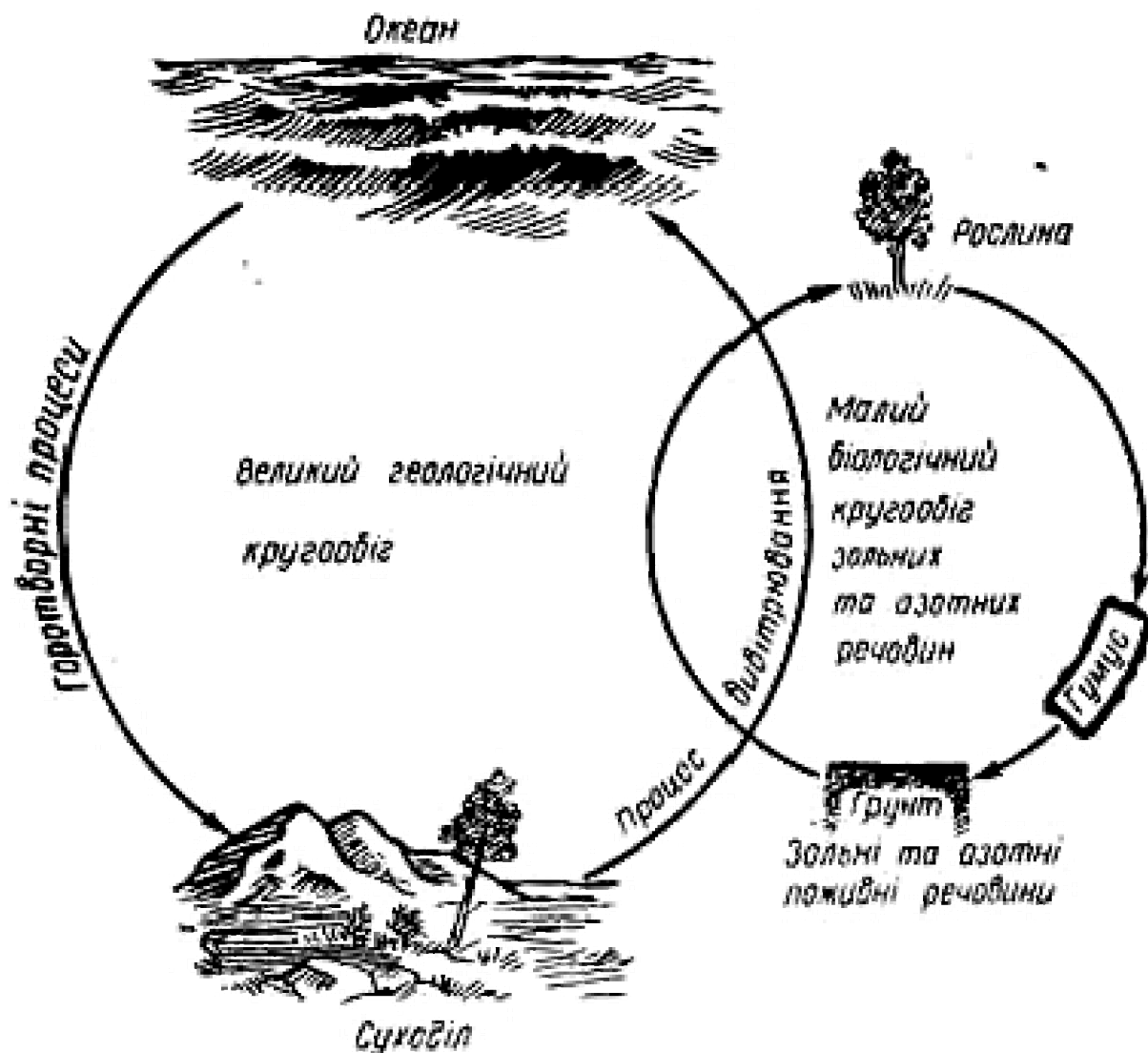


Рис. 9.1. Взаємодія великого геологічного і малого біологічного кругообігів речовин в природі

Біологічний кругообіг речовин відбувається в біологічних системах — замкнутих, відносно замкнутих і незамкнутих. Прикладами таких систем є рослинні формації сухого клімату, рослинні формації помірно зволжених ґрунтів і рослинні угруповання, що зустрічаються біля водоймищ.

У взаємодії між ґрунтом і рослинами розрізняють дві вітки біологічного кругообігу: *низхідну* — пересування поживних речовин з ґрунту в рослини і *висхідну* — пересування поживних речовин з рослин у ґрунт.

Ланками низхідної вітки можуть бути:

- о первинне розкладання органічних речовин;

- мікробіологічне і ферментативне розкладання органічних речовин;
- проміжні перетворення і синтез нових органічних речовин;
- гуміфікація органічних речовин у ґрунті;
- необхідне й обмінне вбирання речовин ґрунтом;
- ризосферні перетворення;
- ланка споживання.

Проте турботи землероба в основному зводяться до контролювання різними методами процесів висхідної вітки і поповнення поживних речовин ґрунту, винесених урожаєм сільськогосподарських культур.

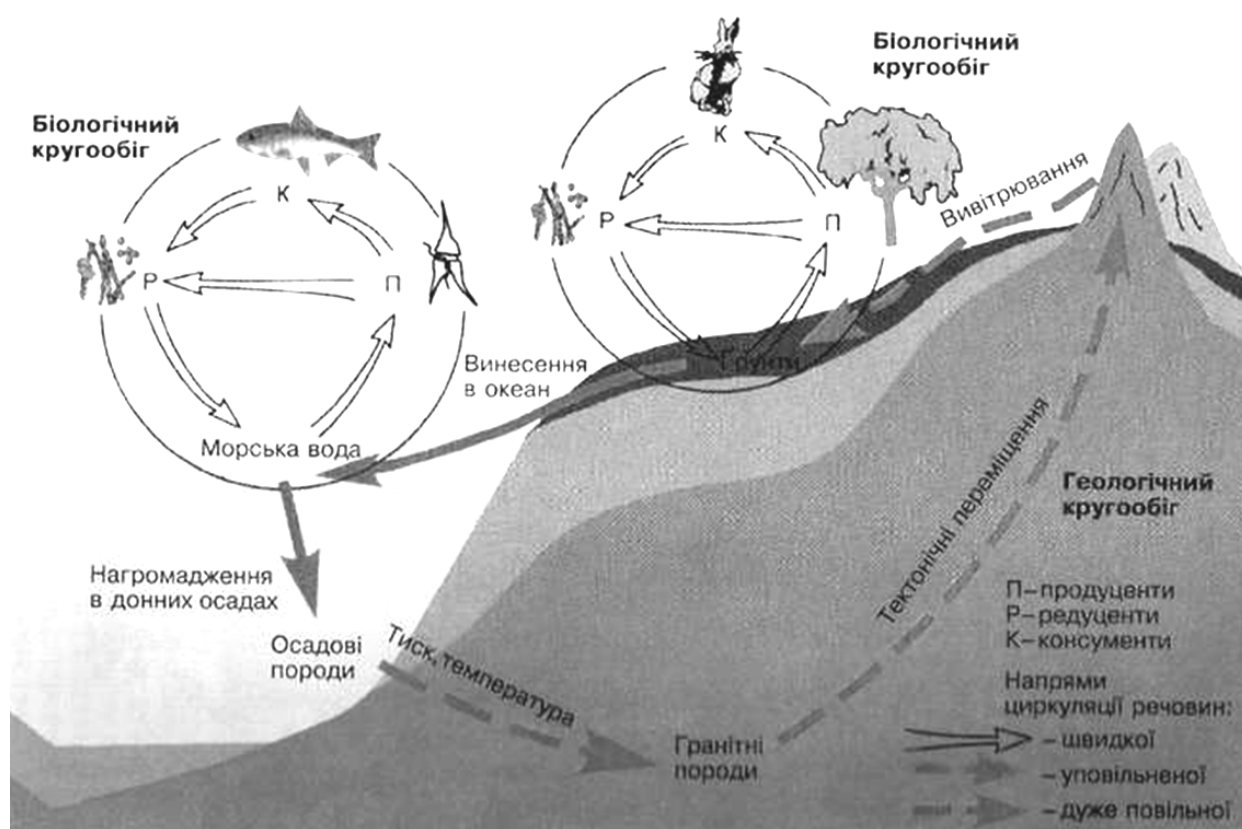


Рис. 9.2. Колообіг речовин у біосфері (біогеохімічний колообіг)

Біологічний кругообіг речовин лежить в основі сільськогосподарського виробництва. При цьому, чим вища культура землеробства і чим раціональніше використовується земля, тим менше елементів живлення втрачається з біологічного кругообігу і втягується в геологічний, тим вища продуктивність ґрунтів.

За високої культури землеробства в біологічний кругообіг можна залучати нові поживні речовини. Могутнім засобом для цього є органічні і мінеральні добрива. За допомогою їх у біологічний

кругообіг речовин не лише залучаються нові елементи живлення, а й прогресивно поліпшуються фізико-хімічні і біологічні властивості ґрунтів, створюються реальні можливості для збільшення врожаю. Це підтверджується численними дослідками з вивчення систематичного застосування добрив, які проводилися Ротамстедською дослідною станцією в Англії протягом 130 років, дослідними станціями в Німеччині протягом 100 років, в нашій країні – протягом 70 років і т. ін.

Проте при неправильному застосуванні азотних добрив (без урахування фізико-хімічних властивостей ґрунту і біологічних особливостей культур) може збільшуватися вміст нітратів і сульфатів кальцію в ґрунтових водах, джерелах і ріках, що шкідливо впливає на організм людини і тварин.

На ґрунтах середнього і важкого гранулометричного складу забруднення нітратами спостерігається рідше, ніж на ґрунтах легкого гранулометричного складу. Найбільша кількість нітратів вимивається навесні, особливо в холодну і дощову погоду.

Нітрат-іони як у ґрунті, так і в воді фармакологічно інертні, але відновлюються до нітрит-іонів, які дуже токсичні, бо утворюють з гемоглобіном крові метгемоглобін, який не здатний переносити кисень по кровоносних судинах.

Зі збільшенням дози азоту від 60 до 180 кг/га кількість вимитого азоту підвищується від 5 до 15 кг/га, а при неправильному застосуванні добрив втрати азоту збільшуються.

Для зменшення вимивання азоту використовують інгібітори нітрифікації, повільнодіючі азотні добрива і засоби для поліпшення ґрунтів, що містять вуглець. Цими заходами стимулюють перетворення нітратів в органічні сполуки ґрунтовими мікроорганізмами. Добрива слід вносити відповідно до системи удобрення культур, враховуючи строки, способи і дози внесення.

Аміак, фосфор і калій у зв'язку із закріпленням їх ґрунтом вимиваються значно менше. Збагачення водоймищ елементами живлення сприяє масовому розвитку водної рослинності, що призводить до літніх заморів риби в озерах через нестачу кисню у воді. При цьому знижується також повноцінність продуктів харчування і кормів внаслідок порушення мінерального складу і органічних компонентів.

Допустимі концентрації нітратів у ґрунті, за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я ООН, становлять для помірних широт 22 мг/л, для тропіків — 10 мг/л.

Допустима концентрація нітратів у харчових продуктах рослинного походження, мг/кг:

Картопля	80
Капуста білоголова, огірки	150
Морква	400
Томати	60
Дині, кавуни	45
Буряк	1200

Допустима концентрація нітратів у добовому харчовому раціоні людини має бути 360 мг/кг.

Якщо калійні добрива вносити кілька років підряд без урахування співвідношення з іншими елементами, то після досягнутого оптимального урожаю подальше внесення калійних добрив негативно впливає на величину і якість урожаю. Збільшення дози калію зменшує вміст натрію, а також кальцію й магнію в рослинах.

Користь вапнування у зменшенні кислотності ґрунту добре відома, але від внесення великих доз вапна порушується рівновага між багатьма мінеральними речовинами в ґрунті. Наприклад, при надмірному вапнуванні легко засвоюваний марганець переходить у недоступні для рослин сполуки. Тому треба вносити марганцеві солі або кислі добрива, які нормалізують кислотність ґрунту, що сприяє кращому засвоєнню рослинами марганцю.

Оптимальна врожайність не завжди збігається з максимальною біологічною цінністю продукції. Надлишок азотних добрив, наприклад, зумовлює «зникнення» засвоюваної міді, що призводить до вилягання зернових культур, особливо в дощові роки, а надлишок цинку погіршує розвиток кукурудзи. Тому при вирощуванні зернових треба одночасно вносити азотні й мідні добрива. Слід також пам'ятати, що в разі нестачі міді знижується поживна цінність протеїну в кормах. Нестача міді негативно впливає також на лежкість овочів та їхню якість при консервуванні. Надлишок фосфору в ґрунті спричинює зменшення кількості цинку в рослині.

Мінеральне живлення рослин впливає також на синтез вітамінів. Як нестача, так і надлишок мінеральних добрив знижує вміст у рослині каротину, аскорбінової кислоти та інших вітамінів. Трава, бідна на каротин, зумовлює нестачу ретинолу (вітаміну А).

Отже, незбалансоване застосування основного добрива призводить до порушення рівноваги, нестачі інших елементів у ґрунті і в рослинах.

У ґрунті фосфор найменш рухомий порівняно з азотом і калієм. Потрапляє фосфор у водоймища в основному завдяки ґрунтовій ерозії. Проте вміст у фосфатах домішок у вигляді сполук фтору, миш'яку, урану, селену та інших елементів при високих дозах їх внесення сприяє значному нагромадженню їх в ґрунті.

Калій у ґрунті переміщується повільно. Разом з калієм у ґрунт вноситься хлор. Так, разом з дозою 45-60 кг/га калійних добрив у ґрунт вноситься 30-35 кг/га хлору, який дуже рухомий і потрапляє у водоймища, що шкідливо для людини і для тварин. Гранична концентрація хлору у воді становить 0,25-0,50 мг/л.

В наш час розроблені наукові принципи застосування добрив, що ґрунтуються на використанні законів агрохімії, спрямованих на ефективне і раціональне використання ґрунтів та їх охорону.

9.5. Екологічна роль азотних добрив

Азот входить до складу життєво необхідних компонентів рослин. При його нестачі уповільнюється синтез білків, ферментів, хлорофілу, а без хлорофілу не може здійснюватися синтез вуглеводів. Відбувається уповільнення процесів росту рослин. Азот необхідний для формування нових клітин, тому найбільш активно поглинають азот молоді рослини (табл. 9.1).

Для формування урожаю сільськогосподарських культур треба від 100 до 300 кг азоту на гектар, а в деяких випадках і більше.

Потреба сільськогосподарських культур в азоті неоднакова і залежить як від виду і сорту рослини, рівня її продуктивності, так і від екологічних умов росту. Всі ці параметри необхідно знати для грамотних рекомендацій доз і строків внесення добрив.

Дві третини врожаю людина використовує для своїх потреб, і в ґрунт відповідно повертається менша кількість азоту, ніж було накопичено рослиною. Звідси необхідність внесення додаткових кількостей азоту в мінеральній і органічній формі. До того ж в період активного росту рослин їх потреба в азоті перевищує кількість доступного азоту у ґрунті, швидкість його мобілізації відстає від швидкості використання, тому так відкликаються рослини на підживлення азотом в цей період. Додаткові кількості азоту вносять у ґрунт у формі органічних і мінеральних добрив. Добрива повинні компенсувати також втрати азоту з поверхневим і внутрішньо ґрунтовим стоком. Ці величини різко відмінні в різних типах ґрунтів і в різних екологічних умовах. Вони повинні бути визначені

експериментально.

9.1. Використання азоту різними культурам

Культура	Частина рослин	Біомаса (абсолютно суха), ц/га	N, %	N, кг/га
Ячмінь	зерно	37,4	1,78	66,6
	полова	6,8	1,66	11,3
	листя	18,9	1,26	23,8
	стебла	27,3	0,84	22,9
	коріння	17,2	1,25	10,3
	всього	107,6		134,9
Картопля	надземна	8,5	1,94	16,5
	підземна	65,6	0,92	60,3
	всього	74,1		76,8
Пшениця зрошувана	зерно	33,1	2,42	80,1
	солома	57,2	0,91	52,1
	стерня	21,2	0,39	8,0
	коріння	45,7	0,94	43,0
	всього	157,2		183,2
Пшениця зрошувана	зерно	46,2	1,84	85,1
	солома	83,2	0,44	36,6
	стерня	25,5	0,24	6,2
	коріння	56,0	0,79	44,3
	всього	210,9		172,2
Тимофіївка	надземна	56,6	1,96	110,9
	підземна	136,3	1,36	185,4
	всього	192,9		296,3

9.2. Річний баланс азоту в природі (Ковда, 1976)

Джерело надходження	N, млн т	Статті витрат	N, млн т
Біологічна фіксація ґрунтова бобові морська		Денітрифікація	
	30	ґрунтова	43
	14	морська	40
	10	відкладання	0,2
Індустріальна фіксація	30	Всі втрати	83,2
Атмосферна фіксація	7,6		
Ювенільні надходження	0,2		
Повний прихід	91,8	Залишок	8,6

Надлишок азоту викликає активний вегетативний ріст рослин, часто за рахунок формування генеративних органів. Такі рослини більш піддатливі негативній дії низьких температур. Надлишковий азот у ґрунті накопичується як правило в нітратній формі.

Так як нітратний азот не сорбується ґрунтами, то він легко вимивається ґрунтовими водами, легко відновлюється в газоподібні форми і в великих кількостях (20-40 %) втрачається (вимивається водою, потрапляє в атмосферу (табл. 9.2).

Щорічний надлишок азоту в біосфері складає близько 9 млн т.

9.6. Забруднення ґрунтів внаслідок надлишку або нестачі поживних речовин

Період вегетації рослин характеризується різними фазами росту. Протягом кожної фази рослина має потенційну здатність асимілювати і використовувати певний елемент з ґрунту, причому ступінь цієї здатності, в основному, обумовлений взаємодією поживних речовин як в ґрунті, так і в рослині. Вважаючи, що в системі ґрунт – рослина всі поживні елементи знаходяться в кількостях, оптимальних для росту і розвитку рослин, можливо виявити забезпеченість рослин поживними речовинами в певній фазі за здатністю до асиміляції та поживному потенціалу ґрунту (рис. 9.3).



Рис. 9.3. Вплив забезпеченості ґрунту поживними речовинами на урожай

Поява таких хвороб рослин, як хлороз, пігментація листя та пагонів, некроз деяких тканин тощо, тісно пов'язано з порушенням режиму живлення рослин.

Наприклад, хоча кількість азоту в хлорофілі надто незначна, порівняно із

загальним вмістом його в рослині, нестача його в рослині призводить до уповільнення або припинення синтезу хлорофілу, що призводить до появи хлорозу і, як слідство, до зниження врожаю. Нестача азоту проявляється у пожовтінні листя до некрозу. Надлишок азоту може викликати полягання зернових культур, що призведе до погіршення якості врожаю. Овочі і фрукти за надлишку азоту стають менш

транспортабельні і гірше зберігаються. Рослини, здобрені надлишковою кількістю азоту, формують соковиті тканини, більш чутливі до шкідників. Надлишок азоту у ґрунті скорочує зберігання і технологічну якість картоплі, заважає вилученню і рафінуванню цукру з цукрового буряка, збільшує вміст нітратів в салаті та інших овочах, що робить їх непридатними для споживання. Окрім того, потрапивши в питну воду, надлишковий азот може викликати отруєння нітратами або метгемоглобінемію у дітей і рак у дорослих внаслідок утворення у стравоході нітрозамінів.

За 1971-1975 рр. в Україні дефіцит азоту становив 13,5 кг/га, у 1976-1980 рр. – 10, 1984-1985 рр. – баланс стає слабо позитивним – 1,2 кг/га, у 1986-1990 рр. він знову стає слабо дефіцитним – мінус 4 кг/га.

Зменшення запасів ґрунтового азоту викликано тим, що азот, який вживається рослинами, не поповнюється за рахунок внесення добрив. Зменшення вмісту азоту пов'язано і з загальною тенденцією зниження вмісту у ґрунтах гумусу. Отже, збільшення кількості сільськогосподарської продукції можливе за умови забезпечення ґрунтів азотом в кількості, яка пропорційна плануємому урожаю.

Не дивлячись на нестачу в більшості ґрунтів азоту, на деяких площах нераціональне використання мінеральних азотних добрив створює його надлишок, що призводить до забруднення ґрунтів, а потім і до забруднення сільськогосподарської продукції, зниженню кількості і якості врожаю, а також забрудненню ґрунтової води.

Нестача або надлишок **фосфору** у ґрунтах менш помітні, ніж азоту. Нестача фосфору затримує розвиток як наземної, так і підземної частин рослин. На збіднених фосфором ґрунтах одержують бідні на фосфор корми. Незабезпеченість ґрунтів рухомим фосфором в значній мірі знижує ефективність азотних добрив та інших агротехнічних заходів. На ґрунтах, бідних рухомим фосфором, азотні добрива, внесені окремо, часто викликають зниження врожаю.

Загальний баланс фосфору в 1971-1975 рр. по Україні був позитивним (3,9 кг/га), у наступні періоди він досяг більших величин: 1976-1980 рр. – 10,1, 1984-1985 рр. – 15, 1985-1990 рр. – 20,6 кг/га.

Нестача **калію** у ґрунті може уповільнювати синтез білків з амінокислот і накопичення вуглеводів в рослині. Це проявляється в поляганні рослин і у зміні листя. Частіше всього позитивний вплив калію на кількість і якість сільськогосподарської продукції проявляється в роки, коли рослини піддаються стресам (низькі температури в зимовий період і весною, підвищена туманність,

надлишок вологи або довга засуха) або частим захворюванням.

Кругообіг калію має свої особливості. У ґрунтах його міститься більше, ніж азоту і фосфору, але потреба рослин у калії не завжди може бути задовільне на за рахунок ґрунту зважаючи на слабку рухомість його сполук.

Баланс калію у 1971-1975 рр. був гостродефіцитним (-28 кг/га), у 1986-1990 рр. дефіцит зменшився більш ніж наполовину і становив 12,5 кг/га.

Забруднення ґрунтів відбувається і при нестачі або надлишку **інших елементів**, особливо магнію, сірки, марганцю, заліза, міді, бора, молібдену та ін.

Питання для самоконтролю:

1. Що включає в себе деградація мікробіоценозу ґрунту?
2. Загальні і специфічні реакції ґрунтового мікробіоценозу на антропогенну деградацію ґрунтів
3. Ґрунтовтома, токсикоз та виснаження ґрунтів
4. Біологічний кругообіг речовин за застосування добрив.
5. Екологічна роль азотних добрив.
6. Забруднення ґрунтів внаслідок надлишку або нестачі поживних речовин.

РОЗДІЛ 10. ОХОРОНА ҐРУНТІВ ВІД ХІМІЧНОГО ТА РАДІАЦІЙНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

10.1. Загальні уявлення про забруднюючі речовини

Одним із видів деградації ґрунтів є їх забруднення різними речовинами антропогенного походження, що надходять у навколишнє середовище у більших кількостях, ніж за природного їх кругообігу. Екологічну небезпеку становить вже те, що в навколишньому природному середовищі перевищено фоновий вміст деяких хімічних речовин. Ці речовини надходять з антропогенних джерел, поступово накопичуються переважно у ґрунтах. У таких умовах, навіть за невисоких темпів і кількостей їх надходження, можуть ушкоджуватись і порушуватись функціонування життєвих циклів найбільш чутливих видів організмів, що з часом призводить до небажаних змін екосистеми загалом.

Забруднення ґрунтів є одним із видів їх антропогенної деградації, за якої вміст певних хімічних речовин в них вищий, ніж їх природний фоновий рівень в даних ґрунтах.

Надходження у навколишнє середовище будь-яких забруднюючих речовин спричиняється різними видами господарської діяльності людини. Поступають забруднюючі речовини з відходами промисловості (видобуток корисних копалин, металургійна, хімічна, радіотехнічна промисловості, тощо), з підприємств енергетики (теплові електростанції, котельні), транспорту (вихлопні гази, стирання шин, об'єкти обслуговування транспорту), нафтовидобувних і нафтопереробних підприємств і ін.

У сфері сільськогосподарського виробництва із землеробством пов'язано забруднення середовища різними речовинами, що входять до складу засобів хімізації: традиційних і не традиційних добрив, меліорантів, зрошувальних вод і, особливо, отрутохімікатів, а також обумовлюється роботою техніки і знарядь для виконання агротехнологічних операцій за вирощування сільськогосподарських культур.

Тваринництво також може бути джерелом забруднення навколишнього середовища відходами стійлового утримання тварин і птиці, підприємствами первинної переробки продукції, органічними речовинами стоків і твердих відходів.

Залучення людиною хімічних речовин у господарську діяльність та включення їх в техногенні цикли і антропогенні перетворення в навколишньому середовищі постійно зростає. Кількісною мірою таких процесів може служити показник «технофільності», запропонований А. І. Перельманом. Він дорівнює відношенню середнього щорічного світового видобутку сполук хімічних елементів до кларку цих елементів у літосфері, тобто інтенсивність неприродного поширення елемента у біосфері. Висока технофільність характерна для елементів, що найбільш активно використовуються людиною, особливо для тих, природний рівень яких в літосфері невисокий. Найбільшу технофільність має вуглець, що пояснюється величезним видобутком і використанням в енергетиці вугілля, нафти, газу, інших горючих копалин. Високий рівень технофільності мають метали та металоїди, що використовуються у «високих» технологіях і серед них Bi, Hg, Sb, Pb, Cu, Se, Ag, As, Mo, Sn, Cr, Zn. Для їх одержання з надр Землі підприємствами виноситься колосальна кількість руд, які в процесі видобування і переробки формують ще більшу кількість токсичних відвалів і шлаків. Після залучення елемента в техногенні цикли та одержання готового продукту відбувається його глобальне розсіювання та забруднення навколишнього середовища. Масштаби такого забруднення на планеті весь час зростають і тепер забрудненні ґрунти переважають за площею еродовані землі.

Екологічна небезпека поширення таких елементів полягає в тому, що потрапивши в навколишнє середовище, вони неминуче опиняються в складі живих організмів, а значить, і в організмі людини. Процес їх накопичення йде поступово і прояви токсичної дії на організм проявляються не відразу, хоч в майбутньому вони можуть мати важко передбачувані наслідки для нього і його покоління. З цієї причини забруднення ставлять на одне з перших місць за небезпекою для життя людини і для біосфери загалом.

Шкідлива дія надмірних кількостей хімічних елементів на здоров'я людини виявляється на основі аналізу рівнів захворювань в біогеохімічних провінціях з високим їх вмістом або профзахворювань у виробництвах, які видобувають і використовують такі сполуки та забруднюють ними навколишнє середовище.

Загальноприйнятим санітарним показником токсичної дії елементів на живі організми є летальна доза (ЛД). Використовується показник ЛД-50 – середня доза речовини, яка викликає загибель половини піддослідних тварин. Розмірність цього показника

подається в одиницях маси токсичної речовини до одиниці маси тіла (мг речовини/на кг маси тварин).

Показником забруднення ґрунтового покриву є гранично допустима концентрація (ГДК) забруднюючих речовин, які містяться в ґрунтах. Це такий вміст забруднюючих речовин, який за тривалого їх впливу не викликає патологічних змін чи аномалій біологічних процесів у ґрунті і рослині, а також не призводить до накопичення токсичних елементів у сільськогосподарській продукції і не порушує біологічний оптимум для сільськогосподарських тварин і людини.

Складним завданням оцінки впливів різних забруднювачів на ґрунти є визначення їх ГДК. За локального забруднення ґрунту якою-небудь речовиною порівнюють її вміст з фоновим, тобто вмістом в не забрудненому ґрунті. За поліелементного забруднення недолік такого нормування стає очевидним, так як при цьому враховується вплив лише одного якогось забруднювача, а не встановлюється їх сумарна дія. Тому використовують так званий сумарний показник забруднення (Z_c), який є сумою концентрацій всіх забруднювачів і вираховується за формулою:

$$Z_c = K_c - (n-1),$$

де K_c – коефіцієнт концентрацій, що дорівнює частці від ділення вмісту забруднювача в верхньому шарі ґрунту на його фоновий вміст; n – число забруднювачів (цей показник також має недоліки, оскільки не враховує можливості синергічної і антагоністичної їх взаємодії у ґрунтовому середовищі).

З екологічної точки зору важлива не тільки токсичність речовини, але і їх здатність мігрувати або накопичуватися в ґрунтах і рослинах, впливаючи на якість і харчову цінність продуктів.

10.2. Види забруднюючих речовин, джерела їх надходження у ґрунт

Існують різні класифікації забруднюючих речовин, які враховують джерела їх надходження в навколишнє середовище, або його періодичність, фазовий стан цих сполук та інші ознаки.

Найбільш ефективною є класифікація забруднюючих речовин за їх хімічними властивостями, які найбільше впливають на перерозподіл і трансформацію політантів у навколишньому середовищі та визначають їх токсичність. Виділяються такі групи забруднюючих речовин:

а) оксиди вуглецю, сірки, азоту;

- б) метали та металоїди;
- в) органічні полютанти;
- г) радіоактивні речовини (нуклеотиди).

Забруднення оксидами вуглецю, сірки й азоту. Техногенне надходження в довкілля оксидів вуглецю, сірки і азоту переважно пов'язано зі спалюванням палива та викидами продуктів згорання в атмосферу, що значно впливає на формування її сучасного складу. При цьому може проявлятися їх вплив на забруднення ґрунту як на локальному або регіональному рівнях, так і на глобальному.

За рахунок збільшення використання палива в енергетиці і на транспорті за останні чверть століття середній вміст CO_2 в атмосфері промислових районів підвищився, порівняно з фоновим, майже на 10 % і буде збільшуватися щорічно на 0,3 %. Саме збільшення концентрації CO_2 в атмосфері є основною причиною «парникового ефекту», який обумовлює планетарне підвищення температури.

Загальнопланетарне техногенне надходження діоксиду сірки в атмосферу становить в середньому 140-290 млн т на рік, причому її викиди в недалекому майбутньому можуть збільшитися в 3-5 разів. Більше половини обсягів викидів сірки в атмосферу забезпечується відходами паливної промисловості. На металургійну промисловість припадає до 25 % від загального надходження, ще близько 20 % припадає на транспорт, хімічну і переробну промисловість.

Сірчистий ангідрид (SO_2) переважає всі інші сполуки сірки техногенного походження. Спостереження в районах інтенсивних випадінь кислотних опадів свідчать, що реакція ґрунтового розчину може зменшитись на 0,5-2,0 показника рН. Таке підкислення ґрунтів збільшує розчинність ґрунтових алюмосилікатів, підвищує рухомість алюмінію і заліза, посилює вилугування з ґрунтового вбирного комплексу біогенних хімічних елементів. Ступінь підкислення ґрунтів залежить від їх буферності, тобто здатності нейтралізувати кислоти. Степові ґрунти здатні нейтралізувати надлишкове надходження кислот в ґрунтовий розчин. Буферні ґрунти містять карбонат кальцію, який знаходиться на невеликій глибині. При підкисленні легких за гранулометричним складом ґрунтів знижується здатність їх твердої фази поглинати катіони, що посилює винесення основ з ґрунтового профілю.

Забруднення ґрунтів важкими металами. До важких металів відносять більше 40 хімічних елементів, маса атомів яких перевищує 50 атомних одиниць. Серед металоїдів в складі забруднюючих речовин знаходять As, Sb, Se, B, Mo. Найбільш потужними

постачальниками відходів, збагачених важкими металами, є підприємства з виплавки кольорових металів (алюмінієві, глиноземні, мідно-цинкові, свинцево-плавильні, нікелеві, титаномagneзії, ртутні та ін.), а також з переробки і використання кольорових металів (радіотехнічні, електротехнічні, приладобудівні, електротехнічні та гальванічні).

Під впливом збагачених металами викидів, переважно на регіональному та локальному рівнях, формуються ареали забруднення ландшафтів. Загальна кількість забруднюючих речовин, що містяться у викидах в атмосферне повітря, осідає на ґрунтах у радіусі переважно до 5 км від джерела забруднення. Практично скрізь у містах загальним джерелом забруднення ґрунтів важкими металами є підприємства чорної і кольорової металургії, теплоенергетики, а також викиди відпрацьованих газів від автотранспорту. Ґрунти є природними накопичувачами важких металів у навколишньому середовищі та основним джерелом забруднення суміжних середовищ, включно з вищими рослинами. Близько 90 % важких металів, що потрапили в довкілля, акумулюються саме ґрунтами.

На території України відмічаються певні географічні особливості розподілення важких металів, пов'язані як з природними так і антропогенними факторами. За даними наукових установ майже 20 % орних земель України в різній мірі забруднені важкими металами. Забруднення ґрунтів найбільш часто відмічається поблизу промислових центрів та великих підприємств, а також вдовж основних автомагістралей. Найбільш забрудненими є території в Донецькій, Луганській, Дніпровській, Запорізькій та деяких інших областях. Характер їх забруднення в переважній більшості локальний, пов'язаний з певним виробництвом. У радіусі 10 км навкруги Дніпровська і Маріуполя вміст свинцю у ґрунтах в 22 рази перевищує фоновий показник. В околицях м. Донецька вміст міді та нікелю в ґрунті перевищує фон у 2 рази. В околицях Запоріжжя вміст хрому перевищує фоновий у 2-3 рази, а в околицях Лисичанська вміст цинку в ґрунті вище фону в 3-6 разів. Відносно чистими є землі сільськогосподарських угідь АР Крим, Одеської, Кропивницької, Полтавської, Вінницької, Рівненської і Волинської областей і окремі території інших областей.

Значного забруднення важкими металами зазнають ґрунти великих міст і навіть невеликі міста з розміщенням в них специфічних виробництв (табл. 10.1). Досить значного антропогенного впливу зазнають ґрунти територій, прилеглих до великих урбоекосистем та

автошляхів. Традиційно ці території мають велику щільність сільських населених пунктів і високий ступінь освоєності, де майже 100 % наявних земель використовуються під сільськогосподарські угіддя, зокрема й у приватному секторі.

Для більшості джерел забруднення їх вплив обумовлюється не високою концентрацією забруднюючих речовин у викидах, а великою кількістю саме відходів. Вплив, наприклад, підприємств енергетики на забруднення навколишнього середовища обумовлений не концентрацією металів у викидах, а величезною кількістю останніх відходів. Маса виробничих відходів, наприклад, у промислових центрах, значно перевищує їх кількість, що надходить від усіх інших джерел забруднення. Викиди підприємств енергетики, наприклад зола вугілля, характеризуються присутністю в них металоїдів, таких як бор, сурма, селен, молібден та ін. З вихлопними газами автомобілів в навколишнє середовище викидаються значні кількості свинцю. Орні ґрунти забруднюються такими елементами, як ртуть, миш'як, свинець, бор, мідь, олово, вісмут, які потрапляють в ґрунт у складі отрутохімікатів, біоцидів, стимуляторів росту рослин, структуроутворювачів.

10.1. Забруднення ґрунтів окремих населених пунктів України промисловими токсикантами

Населений пункт	Вміст важких металів у кратності ГДК					
	Cd	Mn	Cu	Ni	Pb	Zn
Донецьк	0,7/14,0	0,9/2,2	3,0/67,0	0,6/0,8	3,0/17,7	2,5/14,8
Ковель	-	0,1/0,2	0,6/2,4	0,2/1,0	2,8/36,7	1,1/4,3
Кагарлик	0,1/1,3	0,7/2,3	2,6/10,5	0,3/1,3	4,3/24,6	2,0/5,9
Костянтинівка	1,4/10,5	0,8/1,0	2,8/6,3	0,3/0,4	5,4/16,5	3,6/5,6
Маріуполь	0,3/1,8	0,9/1,8	1,0/6,8	0,2/0,4	2,9/11,8	1,8/5,6
Горлівка	0,2/0,5	0,7/1,2	0,6/2,8	0,5/0,7	1,4/3,9	0,6/1,8
Київ	-/0,8	0,3/0,8	0,8/5,0	0,1/0,4	1,5/5,9	1,2/9,6
Баришівка	-	0,5/0,8	0,2/1,2	0,1/0,2	0,4/1,4	0,5/1,8
Буча	-	0,4/1,7	0,5/3,8	0,1/0,2	0,8/2,6	0,8/5,4
Переяслав-Хмельницькій	-/0,3	0,3/0,5	0,9/5,8	0,1/0,2	0,8/3,6	1,2/4,8
Ржищів	-	1,0/2,7	0,6/1,7	0,1/0,3	0,7/2,2	0,9/6,1
Сквира	0,4/3,8	0,6/0,8	0,6/4,5	0,2/0,4	2,2/8,7	1,9/5,5
Яготин	-	0,4/0,7	0,3/0,8	0,1/0,2	1,8/17,5	1,5/4,5
Львів	1,6/10,6	0,4/0,6	1,2/4,1	0,4/1,1	1,9/11,7	1,6/4,6
Прилуки	-,1/0,5	0,2/0,3	0,5/0,9	0,1/0,2	1,0/4,0	1,4/4,2
Черкаси	-	0,1/0,3	0,3/1,2	0,1/0,2	0,6/3,3	0,3/2,3
Артемівськ	0,3/0,8	0,7/1,2	2,2/17,2	0,5/0,7	1,6/5,6	1,1/3,5

Примітка: середній вміст/максимальний вміст

Нетрадиційні добрива, виготовлені з різних відходів, часто містять великий набір забруднюючих речовин з високими концентраціями і до таких часто відносяться осади стічних вод великих міст. З традиційних мінеральних добрив найчастіше фосфорні мають домішки Sr, Cd, F, так як вони містяться в фосфоритах і, особливо, апатитах, які служать сировиною для приготування різних видів фосфорних добрив. Збільшення загального вмісту металів у ґрунтах під впливом фосфорних добрив, як правило, не відбувається. Проте рухливість Cd і Sr в таких ґрунтах може бути підвищена.

Аналізуючи сільськогосподарські джерела забруднення біосфери, слід зазначити вплив не тільки домішок, присутніх в добривах, а й самих діючих речовин, розпорошення яких в екосистемі супроводжує їх корисну дію. Підраховано, що з 23 млн т азоту добрив внесених у ґрунт на планеті, з урожаєм виноситься половина або 12 млн т, третина потрапляє в атмосферу, а десята частина попадає в поверхневі і підґрунтові води. Надходження азотних сполук з ґрунту в атмосферу – це не лише економічні втрати, але й пряма загроза озоновому шару планети і внесок в парниковий ефект.

Сполуки фосфору і інших елементів, що вносяться з добривами, внаслідок водної ерозії з полів надходять в озерні і річкові води та викликають ефтрофікацію («зацвітання») водойм. Ефтрофікація водойм – наслідок надходження в них біогенних елементів не тільки з внесених на поля добрив, але й атмосфери, відгодівельних комплексів, птахофабрик та комунальних підприємств.

Забруднення ґрунтів відбувається при надходженні в навколишнє середовище техногенних сполук в будь-якому фазовому стані. Загалом на планеті переважає аерозольне забруднення, за якого найбільш великі частки > 2 мкм випадають на відстані кількох кілометрів від джерела забруднення, формуючи зону з максимальною концентрацією полютантів. Частинки менших розмірів можуть переміщуватися на відстані кількох десятків кілометрів.

Розподіл в ландшафті техногенних металів і металоїдів, які надійшли атмосферним шляхом, залежить від відстані від джерела забруднення, рози вітрів, рельєфу місцевості, технологічних показників підприємства та стану відходів.

Розмір і форма ареалу забруднення визначається впливом вищевказаних факторів. Акумуляція основної частини забруднюючих речовин спостерігається переважно в гумусово-акумулятивному ґрунтовому горизонті. Зв'язуються вони органічною речовиною,

глинистими мінералами та колоїдами півтораокислів за рахунок різних реакцій взаємодії. Частина їх утримується цими компонентами міцно і не тільки не бере участь в міграції по ґрунтовому профілю, але і не являє небезпеки для живих організмів.

Кількість увібраних елементів і міцність їх утримування ґрунтами залежать як від властивостей елементів, так і ґрунтів. Вплив цих властивостей на поведінку металів і металоїдів має загальні та специфічні закономірності.

Забруднення ґрунтів залишками пестицидами. Пестициди – це хімічні речовини, призначені для знищення шкідників сільського господарства, бур'янів та не бажаної рослинності. До цієї ж групи відносять і десиканти – хімічні препарати, які використовують для обезводнювання рослин, прискорення їх дозрівання та поліпшують умови збирання врожаю. Світовий асортимент пестицидів нараховує більше 100 тис. найменувань, річне виробництво пестицидів в світі перевищує 2 млн т. Вони застосовуються в широких масштабах для боротьби зі шкідниками та хворобами сільськогосподарських рослин і деревних насаджень, для знищення кровосисних паразитів тварин і людини. Висока економічна ефективність цих речовин обумовлює неухильне зростання їх застосування, особливо в інтенсивних технологіях, де гербіциди, наприклад, знижують засміченість полів на 70-95 %. Втрати врожаю за рахунок використання хімічних засобів захисту рослин знижуються в 2-3 рази.

Ефективність дії пестицидів залежить від їх складу і властивостей. Різні групи пестицидів представлені: карбоновими кислотами та їх похідними, похідними карбамінової кислоти, фосфорорганічними сполуками, хлорорганічними речовинами.

Попередньо передбачалося, що дія пестицидів обмежується сферою їх призначення, тобто впливати та обмежувати розвиток і покращувати умови для росту і розвитку корисних на організм. Але в ґрунті можуть відносно довго зберігатися їх залишкові кількості. Вони й виявляють себе як забруднюючі речовини.

У загальній масі забруднюючих речовин частка пестицидів не велика – всього 0,2 %. Будучи задумані для знищення живих організмів (біоциди – буквально означає «вбивають життя»), вони небезпечні високою біологічною активністю. Зберігаючись в ґрунті, вони можуть по харчових ланцюгах потрапити в продукти харчування. Пестициди впливають на всі ланки системи ґрунт – корми – тварини – продукція – людина. Окрім прямої дії вони можуть створювати метаболіти, вплив і значення яких для всього живого ще

Стійкість залишкових пестицидів до розкладання залежить від структури речовин, що входять до їх складу, і від впливу природних умов: температури, властивостей ґрунту, ґрунтової біоти. До найбільш стійких відносяться більшість хлорорганічних пестицидів, які можуть зберігатися у ґрунті 18 місяців і довше. Карбонові, карбамінові кислоти та їх похідні менш стійкі.

Швидкість розкладання пестицидів залежить не тільки від властивостей препарату, а й від температури і вологості ґрунтів. Наприклад, симазин за жаркого і вологого клімату може розкластися за 5-6 місяців, а в менш сприятливих умовах він зберігається протягом 2-3 років. Вплив кислотно-основних умов, вмісту гумусу, гранулометричного складу має нелінійний характер. Так, висока сорбційна здатність ґрунтів знижує швидкість деструкції пестицидів. У той же час, гумус, уміст якого збільшує сорбційну здатність ґрунту, може відігравати і каталітичну роль, підвищуючи швидкість розкладання пестицидів.

Забруднення ґрунтів нафтою і нафтопродуктами. Процес видобування нафти та її первинна переробка на промислі призводить до всезростаючого забруднення навколишнього середовища через великі масштаби використання і високий попит на паливо. Щорічний світовий видобуток сирої нафти становить понад 2,5 млрд т та продовжує зростати щорічно на 5 %. При видобутку, транспортуванні, переробці і використанні нафти і нафтопродуктів втрачається 1-2 % від загального їх видобутку.

Нафта це суміш більш ніж 450 різних речовин, переважно вуглеводів з різними молекулярними масами і різними властивостями. У рідких вуглеводнях розчинені тверді і газоподібні, які нерозчинні у воді.

Екологічні наслідки забруднення ландшафту нафтою і нафтопродуктами залежить від їх властивостей і, особливо, від співвідношення легких і важких фракцій. Летючі фракції володіють підвищеною токсичністю до ґрунтових організмів, але дія їх короткочасна. Важкі фракції нафти малорухомі і можуть створювати в ґрунтах стійкі осередки забруднення. Багаті смолами і парафінами компоненти нафти закупорюють пори і проміжки ґрунту, скріплюють часточки ґрунту та сприяють його цементації. Вони погіршують водно-фізичні властивості ґрунту і порушують його водообмін. Обволікаючи коріння рослин, важкі фракції нафти знижують надходження в них вологи.

Проблема очищення забруднених нафтопродуктами ґрунтів існує і в Україні, адже на її території видобувається щорічно з родовищ біля 20 млн т нафти і конденсату. Більшість родовищ розміщені на суші в регіонах з високо родючими ґрунтами і під час розвідувального буріння і експлуатації свердловин відбувається їх забруднення. До критичних місць також можна віднести території бувших військових об'єктів (аеродромів, полігонів, складів тощо), які в екологічному відношенні, як правило, неблагополучні, потребують очищення і відновлення родючості ґрунту. Для цього розроблено ряд методів, які передбачають видалення забрудненого ґрунту, екстракцію нафтопродуктів або прискорене розкладання їх на місці забруднення.

Радіаційне забруднення ґрунтів. Під радіаційним забрудненням розуміють знаходження в ґрунті радіоактивних речовин, уміст яких перевищує рівень встановлений стандартами, нормами і правилами радіаційної безпеки. Радіаційне забруднення ґрунтів у нинішніх умовах розглядається як самостійний тип хімічного забруднення, що має специфічні особливості і впливи.

Віднесення радіоактивно забруднених ґрунтів до деградованих базується на значній втраті можливостей виробляти на них доброякісну сільськогосподарську продукцію. Рівень радіоактивного забруднення ґрунту (штучне підвищення його радіоактивності) визначається природною радіоактивністю (такими радіонуклеотидами як ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th), так техногенними радіонуклідами.

Ґрунт як природне утворення, містить у своєму складі радіоактивні елементи природного походження. Природною радіоактивністю володіють насамперед уран і торій, що зустрічаються в складі руд і мінералів. Ґрунт як продукт взаємодії великого геологічного і малого біологічного кругообігів речовин і енергії в літосфері має відповідну фонову радіоактивність, яка викликається окрім урану, торію та супутніх їм елементів також наявністю радіоактивного калію та елементів космічного випромінювання, насамперед вуглецю.

Починаючи з кінця минулого століття, природний радіаційний фон, складовою частиною якого є радіаційний фон ґрунтів, поступово зростає, що свідчить про прогресуюче забруднення радіонуклідами навколишнього середовища. Насамперед це було спричинено видобутком із надр великої кількості радіоактивних металів у складі корисних копалин, а потім вже видобутком сировини для ядерної промисловості. Надточій П. П. та ін. (2010) виділяють ще такі

джерела радіоактивного забруднення ґрунтів та навколишнього середовища:

- уранова промисловість, що займається видобутком, переробкою, збагаченням урану і виготовленням ядерного палива;
- ядерні реактори різних типів;
- радіохімічна промисловість;
- місця захоронення радіоактивних відходів;
- використання радіоактивних ізотопів у народному господарстві;
- випробовування та застосування ядерної зброї.

Шкідливість і токсичність радіоактивних елементів зазвичай характеризують періодом піврозпаду. Найбільш небезпечні для живих організмів радіонукліди з найбільшим періодом піврозпаду, так як накопичуючись в організмах, вони багато років зберігають свою активність. Серед них потрібно відмітити цезій – 137 і стронцій – 90 з періодами піврозпаду відповідно 28,5 і 30,2 років.

Джерелами інтенсивних забруднень найчастіше стають підприємства ядерно-паливного циклу. До трагічних наслідків призвела катастрофа на Чорнобильській атомній електростанції в 1986 році. Радіоактивного забруднення зазнали території практично всієї Північної півкулі, але найбільшою мірою від аварії постраждали Україна, Білорусь і центральні райони Росії. Ступінь забруднення виявився максимальним поблизу епіцентру аварії і сильно залежав від атмосферної циркуляції в момент аварії. Більшість радіоактивного матеріалу осіло в 30-кілометровій зоні навколо ЧАЕС, проте окремі території забруднилися на відстані 3000 км від місця аварії.

Катастрофа на Чорнобильській АЕС завдала великої шкоди ґрунтовому покриву, оскільки була забруднена територія сільськогосподарських угідь площею 6,7 млн га в 74 адміністративних районах 12 областей України, у тому числі: до 37 кБк/м² (1 Кі/км²) – 5,6 млн га, 37 – 185 кБк/м² (1-5 Кі/км²) – 1,0 млн га, 185 – 555 Кбк/м² (5-15 Кі/км²) – 100 тис. га, понад 555 кБк/м² (15 Кі/км²) – 27 тис. га і 58 тис. га в зоні відчуження. Найбільшого забруднення як за щільністю, так і за площею зазнали території Київської, Житомирської, Чернігівської, Рівненської, Черкаської та Вінницької областей.

Під час аварії і у перший рік після аварії в ряді районів люди зазнали радіоактивного опромінення, яке обумовлене насамперед радіонуклідами з коротким періодом піврозпаду (¹³³Tс, ¹³²I, ¹³¹I та ін.). Починаючи з другого року після аварії основну небезпеку людини

становлять довготривалі радіонукліди (^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{239}Pu та ін.), які надходять в організм людини з продуктами і спричиняють внутрішнє опромінення. Тому досить важливо визначити допустимі норми вмісту радіонуклідів в сільськогосподарській продукції. Такі норми були встановлені науковими установами і на цій основі запропоновано розділити забруднені території на три зони (Б. С. Прістер, 1991):

1. Територія зі щільністю забруднення $1-5 \text{ Ки/км}^2$ – виробництво ведеться за традиційними технологіями без обмежень. Продукція умовно чиста

2. Територія зі щільністю забруднення $5-15 \text{ Ки/км}^2$ – для отримання умовно чистої продукції необхідно застосовувати комплекс спеціальних заходів.

3. Територія зі щільністю забруднення $15-40 \text{ Ки/км}^2$ – отримати умовно чисту продукцію неможливо. Необхідне проводити перепрофілювання господарства, змінювати структуру посівів.

На міграцію радіонуклідів в ландшафтах і ґрунтах впливають різні фактори та їх взаємодія: кліматичні умови, рельєф місцевості, властивості ґрунту, рослинний покрив, хімічні властивості радіоактивних елементів. До факторів, які посилюють рухомість радіонуклідів можна віднести стоки і змивання на еродованих ґрунтах, легкий гранулометричний склад та підвищену кислотність ґрунтів, відсутність рослинного покриву. Сприяють утриманню радіонуклідів у ґрунтах та підвищують радіоекологічну ємність ландшафтів такі чинники: уміст гумусу, вторинних глинистих мінералів і півтораоксидів, насичення основами, наявність дернини, оторфованого горизонту на поверхні або інших біогеохімічних бар'єрів. Ці ж чинники знижують доступність радіоактивних ізотопів рослинам.

10.3. Заходи із запобігання забруднення ґрунтів і їх ремідація

Очищення забруднених ґрунтів потребує комплексного підходу до вирішення і можливе лише за поєднання правових, організаційних і технологічних заходів в одну дієву систему охорони і раціонального використання ґрунтів. Така система повинна включати як попереджувальні (профілактичні) заходи, що запобігають потраплянню забруднювачів у ґрунти, так і технологічні прийоми їх ефективного очищення від токсичних речовин.

Поєднання цих двох напрямів боротьби із забрудненням ґрунтів передбачає запровадження ефективного нормативно-правового регулювання використання земельних ресурсів, технологічного переоснащення підприємств, перехід їх на ресурсозберігаючі і безвідходні технології, нормування надходження токсичних речовин з викидами, пестицидами, меліорантами, добривами, запровадження передових технологій очищення ґрунтів, ефективного еколого-токсикологічного контролю довкілля.

Основні принципи правової охорони ґрунтів від забруднення викладені у Земельному Кодексі України, відповідно до якого, забороняється господарська та інша діяльність, що зумовлює забруднення земель і ґрунтів понад встановлені граничні допустимі концентрації небезпечних речовин. Нормативи гранично допустимих концентрацій небезпечних речовин у ґрунтах, а також перелік цих речовин мають запроваджуватися спеціально уповноваженими органами виконавчої влади у галузі охорони здоров'я та санітарного нагляду, екології та природних ресурсів.

Передбачена також відповідальність винних у забрудненні, засміченні чи псуванні ґрунтів. Кодекс України про адміністративні правопорушення передбачає, що спеціально уповноважені органи виконавчої влади в галузі охорони земель у разі виявлення фактів забруднення ґрунтів небезпечними речовинами мають ужити заходів до обмеження, тимчасової заборони чи припинення діяльності підприємств, установ, організацій незалежно від форм власності, притягнення винних до відповідальності згідно із законом і проведення в установленому порядку робіт із дезактивації забруднених земель, консервації угідь та визначення їх цільового використання.

Залежно від масштабів і характеру забруднення можливі **два основних напрямки санації ґрунтів**: видалення верхнього шару ґрунту для зберігання у відведених місцях або для переробки на спеціальних установках і руйнування шкідливих речовин різними способами безпосередньо на місці. Відзначимо, що відомі методи іммобілізації забруднень у ґрунті, наприклад цементування окремих ділянок, їх обвалування та ін., часто розглядаються як способи очищення територій, ними не є, оскільки не забезпечують видалення шкідливих речовин. **Способи очищення ґрунтів** від забруднень можна розділити на *фізичні, хімічні, фізико-хімічні та біохімічні*.

Фізичні методи передбачають видалення верхнього шару ґрунту з забруднених територій на захоронення або в спеціально відведені

місця. До них слід віднести всі варіанти промивання з розчиненням забруднювачів з відмиванням у рідині (воді).

Хімічні методи включають термічні способи, процеси вилуговування, зв'язування забруднювачів в комплексні сполуки. Термічні способи використовують для видалення органічних речовин і деяких кольорових металів, хімічної стабілізації ґрунтів. Їх реалізують в різних варіантах: нагрів на повітрі, у вакуумі, піроліз тощо.

Нагрівання на повітрі застосовують для земель, забруднених нафтою, маслами, бензином, галогеновмісними та іншими органічними сполуками. Термообробка зазвичай полягає у витримці матеріалу при 700–800°C з вигоранням вуглеводнів.

Біохімічні методи очищення ґрунтів стають все більш популярними у Європі і США. У Німеччині понад 50 компаній, а в США ще більше їх число пропонують такі послуги. Ці методи на сьогодні включають застосування бактерій у поєднанні з вентиляцією ґрунту повітрям або киснем (біовентилювання), фітореміністрацію, грибкові технології, використання мулу.

Біовентилювання успішно використовують за кордоном для видалення з ґрунтів нафти і нафтопродуктів. Як приклад можна навести виконані в Австралії роботи щодо очищення ґрунту на ділянці площею близько 1,5 тис. м² забрудненому дизельним паливом на глибину 1,5–3,5 м.

Для прискорення природного процесу біорозкладання забруднювача була запропонована киснева біовентиляція ґрунту. За 6 місяців загальний уміст мазуту на глибині до 3 м зменшився на 10–30 %. Подальша біовентиляція з додатковим введенням у ґрунт необхідних для мікроорганізмів поживних речовин призвела до зменшення умісту палива по всій глибині забруднення ще на 30 %.

Фітореміністрація, або очищення ґрунтів за допомогою рослин, запатентована в США. Виявлено, що рослини сімейства *Brassicaceae* здатні адсорбувати важкі метали в кореневою системою і потім переводити їх в стеблові частини, витягуючи таким чином забруднювачі з ґрунту. Наземна частина рослин забирається звичайними способами.

Грибкові технології передбачають заселення забруднених ґрунтів різними грибовими культурами. Розроблені способи придатні для руйнування стійких до розкладання токсичних речовин, у тому числі поліароматичних вуглеводнів. У ряді випадків для очищення забруднених земель використовують комбінації

Величина забруднення і співвідношення компонентів нафти визначають швидкість їх розкладання і ремідації ґрунтів. Велике значення має їх мікробіологічна трансформація, в результаті якої можливе розкладання вихідних речовин до низькомолекулярних і включення їх у макромолекули природних органічних речовин.

С. І. Веремеєнко (2010) виділяє три групи методів очищення ґрунтів від нафти і нафтопродуктів, які можуть застосовуватись залежно від характеру забруднення та місцевих умов:

1. **Механічні.** *Обвалування виливів*, відкачка нафти насосами та вакуумними збирачами. Потім зняття забрудненого шару ґрунту і його вивезення в місця складування для природного розкладу.

2. **Фізико-хімічні.** *Спалювання* (екстрений захід при загрозі прориву нафти в водні джерела). Залежно від типу нафти і нафтопродуктів таким шляхом можна знищити 1/2 до 2/3 розливу, решта просочується в ґрунт. Забруднений верхній шар ґрунту після спалювання необхідно вивозити у місця складування.

Промивка ґрунту або екстракція розчинниками. Проводиться в промивних барабанах із застосуванням поверхнево-активних речовин або леткими розчинниками, промивні води відстоюють і очищають в спеціальних водоймищах або ємкостях.

Дренування ґрунту. Різновид промивки ґрунту на місці за допомогою дренажних систем; може поєднуватись з біологічними методами при яких використовують бактерії, що розкладають нафту та нафтопродукти.

Сорбція. Сорбентами засипають розливи нафтопродуктів на порівняно твердій поверхні (асфальті, бетоні, утрамбованому ґрунті) для поглинання нафтопродуктів і зниження небезпеки пожежі.

Термічна десорбція (крекінг). Застосовується за наявності відповідного обладнання, але дозволяє отримувати корисні продукти включаючи мазутні фракції.

Хімічне капсулювання. Новий метод, який полягає в переводі вуглеводнів в нерухому нетоксичну форму.

3. **Біологічні.** *Біоремідація.* Застосування нафторозкладаючих бактерій; з їх заробленням в ґрунт у поєднанні із внесенням добрив, меліорантів та інших заходів, які забезпечують активне функціонування мікроорганізмів; процес може тривати 2-3 роки.

Фітомеліорація. Ліквідація решток нафти шляхом висіву культур стійких до забруднень (конюшина повзуча, щавель, осока та інші), що активізують ґрунтову мікрофлору і забезпечують кінцеву

стадію очищення забруднених ґрунтів.

Самоочищення ґрунту від нафти залежить від кліматичних умов (опадів, температура), властивостей ґрунтів (вміст гумусу, рН, гранулометричний склад, водно-фізичні властивості). Важко розкладаються і вважаються найбільш небезпечними групи поліароматичних вуглеводнів (ПАВ), які можуть міститися також і в пестицидах. Небезпека їх обумовлена високою стійкістю до дії як абіотичних факторів, так і до мікробіологічної деструкції, а також їх високою токсичністю. Надходження в навколишнє середовище одного з найбільш небезпечних з ПАВ – бензопірену в основному відбувається з вихлопними газами автомобілів.

На накопичення радіонуклідів сільськогосподарськими рослинами впливають фізико-хімічні показники радіонуклідів, властивості ґрунтів, біологічні особливості рослин і агротехніка вирощування культур.

Серед польових культур бобові більше, ніж злакові накопичують кальцій і, відповідно, стронцій, а коренеплоди, поряд зі стронцієм, можуть накопичувати багато цезію, який є аналогом калію.

Серед агротехнічних заходів до числа найбільш ефективних прийомів, що знижують надходження радіонуклідів у рослину, слід віднести глибоку оранку, внесення підвищених норм добрив, вапнування кислих ґрунтів тощо. У системах удобрення культур необхідно підвищувати норми фосфорних і калійних добрив у співвідношеннях N:P:K – 1:2:2, що сприяє зниженню надходження стронцію і цезію у сільськогосподарські культури в 2-3 рази. Ефективним заходом зниження умісту радіонуклідів на природних кормових угіддях є переорювання луків та їх докорінна меліорація (табл. 10.2).

За здатністю нагромаджувати радіонукліди сільськогосподарські рослини можна розмістити в такій послідовності:

- *зернові і зернобобові сільськогосподарські культури:* кукурудза → просо → ячмінь → пшениця → жито → овес → гречка → горох → люпин;

- *кормові і технічні культури:* кукурудза на силос → стоколос безостий → тимофіївка лучна → кормові буряки → конюшина → соняшник → вика;

- *овочеві культури:* цибуля → перець → гарбузи → огірки → помідори → часник → кабачки → петрушка → редиска → кріп → капуста.

10.2. Ефективність захисних заходів, пов'язаних із системою «ґрунт – рослина», щодо реабілітації сільськогосподарських угідь, забруднених ^{90}Sr і ^{137}Cs

Заходи	Зменшення концентрації радіонуклідів у рослинах, число разів у порівнянні з контролем	
	^{90}Sr	^{137}Cs
Звичайна оранка в перший раз після ареального випадіння радіонуклідів	до 2,3	2,5-4,0
Глибока оранка з перемішуванням верхнього шару ґрунту на глибину в перший раз після ареального випадіння радіонуклідів	до 3,0	8-18
Внесення мінеральних добрив	до 2,0	1,5-3,0
Додавання агрономеліорантів (глини в піщані ґрунти, цеолітів тощо)	до 2,0	до 2,0
Переорювання луків та їх докорінна меліорація	1,5-9,0	1,5-9,0

Найбільше накопичують радіонукліди щавель, капуста кольрабі, буряки столові, тобто кальціє- і калієлюбиві культури.

10.4. Меліорація та використання радіаційно забруднених ґрунтів

Екологізація землеробства зони Полісся не можлива без вирішення проблеми реабілітації сільськогосподарських угідь, які зазнали радіоактивного забруднення в результаті аварії на Чорнобильській АЕС. Дана проблема ускладнюється генетичними особливостями ґрунтового покриву, зокрема, значним поширенням легких за гранулометричним складом ґрунтів, здатних до інтенсивного пилоутворення при їх обробітці, русі сільськогосподарських знарядь, транспортних засобів та при пересуванні гуртів тварин. Переміщення радіоактивного дрібнозему обумовлює розширення забруднених територій. Певна роль в горизонтальній міграції радіоізотопів належить повеневому та дощовому стоку.

Вивчаючи міграцію радіонуклідів по горизонтальному профілю в заплавах рік Вілія, Неман та прилеглих до них полів на підвищеннях, В. К. Хомич (1984) відмічено 2-4-кратне перевищення вмісту радіонуклідів в ґрунтах заплави, яке викликане переносом їх внаслідок змиву, дефляції та ряду інших факторів переміщення. Спостереженнями навесні 1987 р. відмічена міграція радіонуклідів водами струмкової сітки, яка відноситься до басейну р. Норин в

межах Овруцького району Житомирської області. Причому, основна маса нуклідів акумулювалась в твердому осаді потоку талих вод, питома активність радіоіотопів цезію тут складала $1,04 \cdot 10^{-1}, 20 \cdot 10$ Кі/кг. На сьогодні розроблені заходи щодо зниження рухомості радіоактивних продуктів у ґрунтах та надходження їх у рослини. Ці заходи включають, насамперед, застосування певних норм мінеральних добрив та вапнування кислих ґрунтів (В. Г. Маликов, 1983; М. Є. Коновалов, 1984; Ф. А. Тихомиров, 1987; І. Т. Мойсеєв, 1988; Б. С. Пристер, 1988).

На забруднених територіях Українського Полісся здійснений комплекс заходів спрямованих на обмеження надходження радіонуклідів у сільськогосподарську продукцію, зокрема, організаційно-господарських, які визначають характер використання сільськогосподарських угідь відповідно з інтенсивністю їх забруднення, а також агрохімічних, здатних блокувати рухомість радіоактивних стронцію і цезію шляхом вапнування ґрунтів, внесення підвищених норм калійних добрив.

Позитивно оцінюючи даний агрокомплекс заходів загалом, доводиться констатувати, що в ньому відсутня орієнтація на необхідність попередження міграції радіонуклідів у зв'язку з широким вираженням в зоні процесів дефляції та ерозії ґрунтів. Останнє повинно обумовлювати ґрунтозахисний напрямок удосконалення землеробства на території, яка зазнала радіоактивного забруднення.

У науковій літературі практично відсутні дані про горизонтальну міграцію радіонуклідів і поведінку їх в системі *ґрунт – рослина* у зв'язку з ґрунтозахисними технологіями вирощування сільськогосподарських культур на основі обробітку ґрунту без обертання скиби.

Серед заходів механічної меліорації забруднених радіонуклідами земель відомим є спосіб загортання поверхневого шару ґрунту на глибину 50-80 см плантажними плугами (В. В. Рачинський, 1974; Н. И. Акимов, 1984). Але морфометричні показники ґрунтів Полісся поряд з енергоємністю плантажної оранки не дозволяють масштабно проводити відновлення забруднених територій в такий спосіб. Тому зберігається актуальність розробки способів та технологій обмеження рухомості радіонуклідів відповідно з генетичними особливостями ґрунтів.

У табл. 10.3 показані результати гамаспектрометричного аналізу ґрунту на вміст радіоіотопів цезію. За оранки на глибину 18-20 см як на дерново-підзолистих, так і ясно-сірих лісових ґрунтах простежується більш гомогенний характер розподілу цезію.

**10.3. Вплив способів обробітку ґрунту
на перерозподіл радіоізоотопів цезію по профілю**

Способи обробітку	Глибина, см	Питома активність, 10^9 Ки/кг	% від загального забруднення профілю
Дерново-середньопідзолисті глинисто-піщані глеюваті ґрунти			
1. Оранка, 18-20 см	0-10	19,4	54,7
	10-20	16,1	45,3
	20-30	0,0	0,0
2. Плоскорізне розпушування, 18-20 см	0-10	37,6	66,9
	10-20	18,6	33,1
	20-30	0,0	0,0
3. Оранка, 23-25 см; послідуюче плоскорізне розпушування, 18-20 см	0-10	11,5	19,1
	10-20	14,8	24,7
	20-30	33,8	43,8
4. Плоскорізне розпушування, 10-12 см	0-10	32,6	75,0
	10-20	11,0	25,0
	20-30	0,0	0,0
5. Без обробітку	0-5	43,4	64,4
	5-10	12,3	18,3
	10-15	7,6	11,4
	15-20	3,9	5,9
	20-25	0,0	0,0
	25-30	0,0	0,0
Ясно-сірі лісові середньозмиті легкосуглинкові на лесах			
1. Оранка, 18-20 см	0-10	31,3	39,3
	10-20	26,6	33,0
	20-30	22,5	27,7
2. Плоскорізне розпушування, 18-20 см	0-10	37,6	61,6
	10-20	15,8	25,6
	20-30	7,6	12,8
3. Плоскорізне розпушування, 10-12 см	0-10	58,5	84,5
	10-20	4,5	6,2
	20-30	6,4	9,3
4. Без обробітку	0-10	19,8	79,4
	10-20	2,1	8,8
	20-30	2,6	11,8

Поглиблення орного шару до 23-25 см, навпаки, обумовило локалізацію радіонуклідів в шарі 20-30 см. Що ж стосується обробітку без обертання скиби, то його застосування зберігає гетерогенний розподіл радіонуклідів в орному шарі, аналогічно їх

розміщення по профілю ґрунту з непорушеною будовою.

Наведені в табл. 10.4 дані в певній мірі показують доступність радіонуклідів для рослин. Плоскорізне розпушування на глибину 18-20 см сприяло більш високому накопиченню радіоізоотопів цезію в зерні озимого жита. Зосередження радіонуклідів в поверхневому шарі ґрунту, яке має місце за обробітку без обертання скиби, визначає також підвищену інтенсивність їх випромінювання над поверхнею.

Поглиблення оранки до 23-25 см з наступним трирічним обробітком плоскорізними знаряддями, забезпечивши чітку локалізацію нуклідів у шарі 20-30 см, все ж таки не дало переваги як в зниженні потужності дози випромінювання над поверхнею ґрунту, так і в обмеженні накопичення нуклідів в зерні озимого жита відносно контрольного варіанту, де проводилась оранка на глибину 18-20 см

**10.4. Радіаційний гама-фон, уміст радіоізоотопів цезію
в зерні озимого жита**

Способи обробітку	Гама-фон на поверхні ґрунту мкр/год п=40	Уміст Cs ¹³⁴ Cs ¹³⁷ в зерні, Кі/кг	Кратність до контролю
1. Оранка, 18-20 см (контроль)	110	1,0*10 ⁹	1
2. Плоскорізне розпушування, 18-20 см	146	3,9* 10 ⁹	4
3. Оранка, 23-25 см; наступне плоскорізне розпушування, 18-20 см	100	1,0*10 ⁹	1

Радикальне вирішення поставленої задачі може бути забезпечено шляхом врахування особливостей глибокої полицевої оранки і обробітку ґрунту без обертання скиби. У першому випадку використовується можливість локалізації забрудненої маси ґрунту в глибині його профілю, в іншому – ґрунтозахисні переваги безполицевого обробітку. Основною передумовою такого рішення є спостереження на фонах без механічного обробітку ґрунту з часу аварії на ЧАЕС. При цьому виявлено максимальне зосередження радіонуклідів в поверхневій частині ґрунтового профілю. Так, в шарі 0-10 см відмічена присутність цезію-134 та цезію-137 до 79-83 % від загального забруднення.

Тривале закріплення радіоактивних речовин у верхній частині ґрунтового профілю приймається за вихідну позицію в розробці технології обмеження міграції радіонуклідів на орних і цілинних ґрунтах, які зазнали забруднення опадами 1986 р. При цьому створюються умови для забезпечення позиційної ізоляції кореневмісного шару від забрудненої частини ґрунтового профілю.

У технологічному рішенні ізоляція виконується шляхом застосування разової меліоративної оранки спеціальними плугами і створення в наступні роки стійкого в протиерозійному відношенні агрофону. Основою ґрунтозахисних технологій вирощування сільськогосподарських культур повинна стати система обробітку ґрунту без обертання скиби з широким використанням плоскорізів-глибокорозпушувачів, чизельних плугів та дискових знарядь.

Для виконання меліоративної оранки більш придатними є двоярусні плуги, які корпусами верхнього ярусу забезпечують зняття максимально забрудненого шару ґрунту на глибину 18-20 см і укладку його на дно борозни, утвореної при попередньому проході агрегата, а корпусами нижнього ярусу – вилучення на поверхню більш чистої маси ґрунту та закриття нею при обертанні шару ґрунту, скинутого на дно борозни глибиною до 38-40 см.

Перш за все даний захід має виконуватись на ґрунтах, які утворились на лесових породах. Сприятливі фізико-хімічні властивості лесових материнських порід при відповідній системі удобрення сільськогосподарських культур дають можливість підтримувати стійку і досить високу їх урожайність. Меліоративна глибока оранка може виконуватись і на ґрунтах, що залягають на водно-льодовикових породах, але вони мають бути вільними від закисних сполук в підорному шарі.

При відновленні травостоїв з метою одержання чистого корму на випасах та сіножатях також необхідно враховувати те, що щільна дернина сприяла накопиченню радіонуклідів в поверхневому шарі ґрунту. На таких фонах перед разовою оранкою двоярусними плугами не рекомендується дискування дернини з тим, щоб не збільшити зони забруднення в профілі ґрунту.

Наступний перехід на ґрунтозахисні технології вирощування сільськогосподарських культур з обробітком без обертання скиби сприяє оптимізації агрофізичного стану ґрунту, стає обмежуючим фактором надходження радіонуклідів в зону активної діяльності коренів рослин. Безполицевий обробіток практично виключає механічне перемішування різноглибинних шарів ґрунту, що збільшує надійність позиційної ізоляції орного шару від товщі ґрунту, де зосереджені радіонукліди.

Питання для самоконтролю:

1. Які Ви знаєте забруднюючі речовини у ґрунтах?
2. Джерела надходження у ґрунт забруднюючих речовин?
3. Використання меліорації на радіаційно забруднених ґрунтах.

РОЗДІЛ 11. ВІДНОВЛЕННЯ РОДЮЧОСТІ РЕКУЛЬТИВОВАНИХ ҐРУНТІВ

11.1. Причини утворення порушених земель

Порушеними (зруйнованими) називають землі, що унаслідок нераціональної виробничої діяльності або природних явищ утратили свою цінність внаслідок порушення або видалення ґрунтового покриву, зміни гідрологічного режиму й утворення нового техногенного рельєфу. Такі землі нерідко є також джерелом негативного впливу на навколишнє середовище.

Постійно зростаючі потреби суспільства у корисних копалинах, енергоресурсах, будівельних матеріалах, вилучення земель під будівельні об'єкти, зростаючі темпи урбанізації обумовлюють не лише техногенний тиск на усі компоненти природних ландшафтів, а й відчуження значних площ земельних угідь. *Основними причинами, що викликають порушення ґрунтового покриву, є:*

1. Бурхливий розвиток гірничодобувної промисловості, що обумовлює значні порушення не лише усієї геологічної основи ландшафтів, але й призводить до повного знищення ґрунтового покриву, а також тісно пов'язаних з ним фіто- і зооценозу. Про інтенсивність гірничих розробок свідчать такі факти: кожен 15 років подвоюється загальносвітові обсяги видобутку корисних копалин; щорічний видобуток рудних і нерудних матеріалів з надр Землі сягає 100 млрд т; за останні 50 років унаслідок гірничих розробок на поверхні планети виникло понад 100 км³ відвалів і 40-50 км³ кар'єрів, а порушені площі обчислюються мільйонами гектарів. Видобуток відкритим (кар'єрним) способом кожного млн т залізної руди супроводжується порушенням від 14 до 640 га земель, марганцевої руди – 76-600 га, вугілля – 2,6-43 га, агрономічних руд – 22-97 га.

За сучасних технологій видобування і переробки корисних копалин лише 1-5 % речовини, що добувається з надр, використовується у вигляді продукції, а решта йде у відвали і відходи, збільшуючи площі «промислових пустель».

2. Зростання темпів цивільного і промислового будівництва потребують видобутку різноманітних видів будівельних матеріалів (піску, глини, каменю тощо), що добуваються кар'єрним способом.

3. Збільшення темпів видобутку енергоресурсів (газу, нафти,

вугілля і ін.), що спричиняють порушення природних ландшафтів (обвали, провали, відвали й ін.).

4. Необхідність у розміщенні (складуванні) значних об'ємів похідних продуктів збагачення і відходів чорної і кольорової металургії, а також комунально-побутової, переробної, паливно-енергетичної й інших галузей промисловості.

5. Відчуження земельних ділянок під будівельні об'єкти (виїмки, насипи, відвали, резерви, котловани й ін.).

У великому різноманітті способів руйнування (знищення, порушення) ґрунтів, гірничодобувні роботи відкритим способом мають найбільш негативні наслідки, адже трансформація і навіть повне знищення ґрунтового і рослинного покриву змінює екологічну ситуацію території: оновлюється кора вивітрювання, техногенний ландшафт змінює гідрологічний і гідрогеологічний режими, геохімічні потоки речовин. У біологічний кругообіг часто залучаються токсичні елементи і сполуки.

За відкритого способу добування корисних копалин вилучаються із надр, розпорошуються, накопичуються, перемішуються і переміщуються, тобто, опиняються у невластивих, нових геохімічних умовах значні маси гірських порід (щорічно близько $2\text{--}3^{12}$ т), які часто безсистемно накопичуються у значних обсягах на земній поверхні. У перерахунку на кожного жителя планети обсяг порушених і переміщених геологічних відкладів щорічно складає понад 20 т.

Природне самовідновлення порушених ландшафтів відбувається вкрай низькими темпами, що обумовлює необхідність їх відновлення (реконструкції, ренатуралізації, рекультивації) з метою раціонального використання. Необхідність повернення в господарський обіг порушених земель передбачена Земельним кодексом України.

11. 2. Рекультивація техногенно порушеного ґрунтового покриву

Визначення поняття, мета і завдання. Проблема відновлення територій, порушених відкритими розробками корисних копалин притаманна практично всім промислово розвиненим країнам. За визначенням М. Т. Масюка (1998), рекультивація порушених земель на сучасному етапі розвитку людства стала значною екологічною і мультидисциплінарною проблемою, що розвивається на стику біологічних, геологічних, гірничотехнічних і соціально-економічних

наук. Вона потребує вирішення досить складних питань екологічного, біохімічного і медико-біологічного характеру.

Рекультивація земель – це комплекс інженерних, гірничотехнічних, меліоративних, біологічних, санітарно-гігієнічних та інших заходів, спрямованих на відновлення продуктивності та господарської цінності порушених промисловістю територій, повернення їх до стану, придатного для різних видів післяпромислового використання, а також поліпшення умов довкілля відповідно до інтересів суспільства.

Рекультивації підлягають усі землі, що зазнають змін у рельєфі, ґрунтовому покриві, материнських та підстилаючих гірських породах, які відбуваються або вже відбулися у процесі гірничих, будівельних, гідротехнічних, геологорозвідувальних та інших робіт.

Головною метою рекультивації порушених земель є їх повернення у господарське користування, попередження негативних наслідків змін природно-територіальних комплексів, створення на місці порушень продуктивних і раціонально організованих культурних ландшафтів, поліпшення умов навколишнього середовища.

Основним завданням рекультивації є виконання комплексу інженерних, гірничотехнічних, меліоративних робіт, що забезпечують придатність їх для використання у сільському, лісовому, рибному господарствах, для промислового та комунального будівництва, а також будівництва тепличних комплексів, зон відпочинку, тобто за цільовим призначенням.

Об'єктами рекультивації є відвали та кар'єрні виїмки відкритих розробок, із різноманітними системами відвалоутворення; території, які були порушені при підземному видобуванні корисних копалин; відвали золи та лінійні порушення поверхні при будівництві трубопроводів, доріг та інших комунікацій.

Етапи робіт з рекультивації. Роботи з рекультивації порушених земель здійснюються у декілька послідовних взаємопов'язаних етапів.

Підготовчий етап включає дослідження і типізацію порушеної території, вивчення специфіки умов на земельних ділянках, що підлягають рекультивації, обґрунтування і визначення напрямку їх подальшого використання після завершення рекультиваційних робіт.

Гірничо-технічний етап (інженерна підготовка території до різних видів подальшої рекультивації) здійснюється після підготовчого етапу і включає комплекс інженерних робіт згідно

розробленого проекту. Обсяги робіт на гірничо-технічному етапі рекультивації залежить від стану порушених земель і напрямку подальшого цільового використання території. Залежно від специфіки об'єкту найчастіше виконують такі види робіт:

- ✓ знімання та складування родючого шару ґрунту і потенційно родючих порід;
- ✓ формування геологічної основи з нетоксичних потенційно родючих гірських порід або інших субстратів-ґрунтозамінників певної товщини.
- ✓ стабілізація усадочних і просадочних процесів порушеної геологічної товщі;
- ✓ формування стабільної поверхні (нанорельєфу);
- ✓ вирівнювання (планування) поверхні;
- ✓ терасування та закріплення укосів відвалів і бортів кар'єрних виїмок, засипання шахтних провалів, закріплення їх бортів (*за необхідності*);
- ✓ хімічна меліорація токсичних ґрунтів (*за необхідності*);
- ✓ покриття підготовленої стабілізованої поверхні шаром родючого ґрунту або потенційно родючої гірської породи;
- ✓ інженерне землевпорядкування рекультивованої території (побудова дренажної мережі, доріг, виїздів тощо);
- ✓ вирівнювання і гідроізоляція днища і бортів кар'єру при створенні водойм.

Обґрунтування параметрів грубизни гумусованого шару ґрунту, що підлягає зняттю. Зняття і складування родючого шару ґрунту є обов'язковим за усіх видів робіт із видобування корисних копалин, будівництва промислових, житлових та комунальних об'єктів, доріг і гідротехнічних споруд, а також при відведенні родючих земель під териконники, відстійники, ложа ставків і водосховищ.

Знятий шар ґрунту найчастіше складують на порушеній ділянці або вивозять на малопродуктивні землі, розміщені неподалік (еродовані, піщані, солонці та ін.). У подальшому він буде використаний для створення моделей техноземних ґрунтів у процесі рекультивації порушених земель переважно сільськогосподарського або лісгосподарського напрямів.

Роботи щодо визначення норм зняття гумусованого шару ґрунту проводиться згідно матеріалів крупномасштабних ґрунтових обстежень.

Встановлення параметрів грубизни гумусованого шару ґрунту

ґрунтується на принципах: оцінки доцільності чи недоцільності зняття його залежно від рівня родючості та структури ґрунтового покриву, рівня родючості генетичних горизонтів ґрунтового профілю основних типів та підтипів ґрунтів залежно від вмісту в них гумусу, фізико-хімічних, агрохімічних і водно-фізичних властивостей.

Основні критерії при встановленні грубизни гумусованого шару ґрунту, що рекомендовано до зняття – це рівень родючості суміші, що утворюється при знятті гумусованого шару і змішуванні генетичних горизонтів, повинен бути не нижчим за родючість потенційно-родючих порід та відповідати вимогам сільськогосподарських, лісгосподарських культур, що вирощуються у конкретній природно-кліматичній зоні; у випадках використання його для землювання рівень родючості повинен бути вищим, ніж на землях, що підлягають землюванню.

Для обґрунтування параметрів грубизни гумусованого шару, що підлягає зняттю, використовують такі показники:

✓ вміст гумусу, за ДСТУ 4289:2004, по нижчій межі гумусованого шару повинен складати не менше 1 %; для районів розповсюдження ґрунтів з низьким вмістом гумусу – дерново-підзолистих, дернових і інших; нижня межа вмісту гумусу встановлюється в кожному конкретному випадку;

✓ величина рН водної витяжки для чорноземів та каштанових ґрунтів, за ДСТУ 7862:2015 повинна бути у межах 5,5-8,2;

✓ величина рН сольової витяжки за ДСТУ 7010:2015 для дерново-підзолистих, ясно-сірих, сірих, темно-сірих ґрунтів та чорноземів опідзолених повинна складати не менше 4,5;

✓ вміст обмінного (рухомого) алюмінію (мг/100 г), за ДСТУ 4770.4:2007, при $pH_{\text{сол.}} < 5$ повинен складати не більше 3;

✓ масова частка обмінного натрію (%), від ємності катіонного обміну: в суміші родючого шару чорноземів, темно-каштанових, каштанових ґрунтів в комплексах із солонцями – не більше 5

✓ масова частка водорозчинних токсичних солей у гумусованому шарі ґрунту (ГОСТ 17.5.4.02) – не більше 0,25 % від маси ґрунту;

✓ вміст фракцій гранулометричного складу менше 0,01 мм (за ММВ 31-497058-010-2003; ДСТУ 4730:2007) – у межах 10-65 %;

✓ вміст CaCO_3 – не більше 30 % (визначення CaCO_3 , проводять при $pH_{\text{вод.}} > 7,0$ за ММВ 31-497058-021-2005; ДСТУ EN 12944-2:2005);

✓ вміст $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ у солянокислій витяжці, % (за ДСТУ 150

11048:2001) – не більше 10.

Гумусований шар ґрунту, який підлягає зняттю, не повинен містити радіоактивних елементів, важких металів, залишкових кількостей пестицидів та інших токсичних речовин у кількостях, вищих за нормативні рівні для цих речовин.

Метою біологічного етапу рекультивації є перехід до цільового сільськогосподарського або лісгосподарського використання рекультивованих територій. Роботи на цьому етапі спрямовані на остаточне відновлення родючості та біологічної продуктивності порушених земель, створення сільськогосподарських та лісгосподарських угідь.

Моделі та конструкції техноземних ґрунтів. У процесі рекультивації створюються, точніше, цілеспрямовано конструюються ґрунтоподібні тіла, які Л. В. Єстеревська (1984) запропонувала називати *техноземами*: з насипним шаром ґрунту – *педоземами*, без покриття спланованої поверхні шаром ґрунту – *літоземами*. Характерною рисою педоземів є те, що насипні шари генетично не пов'язані між собою, вони не мають системи генетичних горизонтів, однак їм притаманні більшість ґрунтових екологічних функцій (продукційна, сорбційна, водно-міграційна та ін.). Як і у природних ґрунтах, верхній шар збагачений органічною речовиною (суміш гумусово-аккумулятивного і перехідних горизонтів ґрунту-донора).

У науковій літературі різні автори по-іншому тлумачать термін «технозем». Так, Н. Солнцева (1990) визначає техноземи як групу ґрунтів і ґрунтоподібних тіл, у яких відсутні генетичні горизонти. Вони можуть бути порушені, перемішані, знищені, покриті масою гірської породи або ґрунту. Наявність родючого шару не обов'язкове, головною їх властивістю є техногенний механізм утворення.

Гаджиєв І. М. та Курачов В. М. (1992) техноземами називають штучні ґрунтоподібні тіла з використанням або без використання насипного шару ґрунту, а за В. І. Терентьевим і П. А. Сухановим (1998) техноземи – це штучні ґрунтоподібні, створені або самоутворені тіла з насипним або таким, що сам розвивається фрагментарним чи суцільним гумусовим горизонтом.

У Класифікації ґрунтів Росії у відділі техногенних поверхневих утворень під назвою «квазиземи» виділено групу ґрунтоподібних тіл, близьких до техноземів. Квазизем – це гумусове не ґрунтоподібне утворення, яке складається з одного або декількох шарів гумусованого чи іншого органогенного матеріалу, який підстиляється негумусованими мінеральними шарами.

Окрім власне ґрунтів і ґрунтоподібних тіл на територіях,

змінених видобутком корисних копалин, зустрічаються «не ґрунти» – потенційно родючі гірські породи, а також матеріали, що утворились у результаті господарської (або безгосподарської) діяльності (шлаки, шлами, зола, сміття і інші антропогенні відходи).

Узагальнення вітчизняного і світового досвіду, багаторічні дослідження з рекультивації земель дозволили В. О. Забалуєву (2012) розробити, апробувати і рекомендувати виробництву універсальні і спеціальні моделі техноземів для сільськогосподарського використання рекультивованих земель з параметрами, що найбільш повно відповідають еколого-біологічним і соціально-економічним умовам конкретного регіону.

При розробці конструкцій моделей враховують рівень родючості зональних ґрунтів, наявність достатньої кількості родючої маси зонального ґрунту, його якісний стан, наявність та якісні показники потенційно родючих гірських порід, еколого-економічну доцільність створення тих чи інших моделей, прогноз майбутнього землекористування.

Узагальнюючи відому інформацію з відновлення ґрунтового покриву після гірничих розробок, для Степу України рекомендовані такі раціональні моделі техноземів (Забалуєв, 2012).

Універсальна модель. Передбачає нанесення родючого шару ґрунту оптимальної товщини на поверхню відвалів, що складені потенційно родючими гірськими породами. На таких землях сільськогосподарське виробництво продукції рослинництва не відрізняється від зонального на непорушених територіях. Рівень родючості штучних едафотопів залежить насамперед від товщини і якості насипного шару ґрунтової маси. Уміст і валові запаси гумусу є найбільш істотний і стійкий критерій родючості ґрунтів, який враховується при визначенні потенційної родючості окремих генетичних горизонтів ґрунту і їх суміші.

При рекультивації земель у Степу України використовується ґрунтова суміш гумусово-акумулятивного і першого перехідного горизонтів чорнозему. За даними М. Т. Масюка, (1984) у непорушених зональних чорноземах загальні запаси гумусу в ґрунтовому профілі складають від 217 до 381 т/га при середньому показнику 298 т/га. У шарі технічної суміші 0-10 см гумусово-акумулятивного і першого перехідного горизонтів запаси гумусу складають 48 (38-60) т/га.

Технологія створення універсальної моделі складається з таких взаємозалежних етапів: первинне планування поверхні відвалів,

фітомеліоративний період на час стабілізації поверхні, повторне планування, нанесення родючого шару ґрунту.

При проведенні первинного планування відвалів необхідно враховувати різноякісність літологічного складу: у розкритій надрудній товщі можуть зустрічатися геологічні відклади з несприятливими властивостями (фітотоксичні, мономінеральні, монодисперсні, соленосні тощо), які повинні перекриватися потенційно родючими гірськими породами (лесоподібними і червоно-бурими суглинками, червоно-бурими і сіро-зеленими глинами, а також їхніми технічними сумішами) шаром не менше 2-3 метрів.

Для створення технозему із запасами гумусу на рівні зональних непорушених ґрунтів, формують модель із 50-см шаром гумусованої ґрунтової маси з умістом гумусу не менше 3 %. Необхідний об'єм ґрунтової маси – 5-6 тис. м³/га.

Модель підвищеної родючості. Відрізняється від універсальної якісними або кількісними характеристиками насипного шару ґрунтової маси. Здійснюється за рахунок збільшення товщини насипного шару ґрунтової маси до 70-100 см чи використання високо гумусованої ґрунтової маси (нанесення лише ґрунтової маси з гумусово-акумулятивного горизонту).

Дослідженнями вчених Дніпропетровського сільськогосподарського інституту (М. О. Бекаревич, 1974) встановлено, що збільшення насипного шару ґрунту чорнозему південного до 80-100 см підвищує врожайність зернових культур (найбільш чутливих на вміст гумусу) в середньому на 1,4-3,8 ц/га на кожні 10 см додатково нанесеного шару ґрунту. На таких рекультивованих землях рекомендується впровадження сівозмін з максимальним насиченням вимогливих до ґрунтової родючості сільськогосподарських культур, врожайність яких може підвищуватися на 20-40 %.

Гідромеліоративна модель. Відомо, що у степовій зоні основним лімітуючим фактором в землеробстві є волога. При рекультивації земель з'являється можливість створювати штучні моделі техноземів з більш раціональними гідрологічними характеристиками порівняно із зональними ґрунтами, забезпечуючи майже повне поглинання атмосферних опадів у теплий період року. Це досягається створенням тришарової моделі з двоярусною підстилаючою основою. На сплановану поверхню після фітомеліоративного рельєфостабілізуючого періоду спочатку наносять шар з водоупорних незасолених глин грубизною 25-30 см, потім – водовміщуючий 30-50-см шар з відкладів легкого

гранулометричного складу (піщані або супіщані субстрати). Водовміщуюча ємність кожного 10-см шару цих відкладів становить 25-40 мм. При нанесенні шару родючої маси ґрунту товщиною 50-60 см загальна водовміщуюча ємність забезпечує практично повне поглинання атмосферних опадів. Отже, за рахунок раціонального використання гідрологічних ресурсів родючість рекультивованих земель може підвищуватися на 25-35 %.

Геомеліоративна модель. При винесенні на денну поверхню геологічних відкладів з несприятливими для рослин властивостями (фітотоксичні, у т.ч. з вмістом піриту, соленосні гірські породи й ін.), останні перекриваються спочатку лесоподібними суглинками шаром 50-80 см, а потім – родючим шаром ґрунтової маси товщиною 50-70 см. У такій моделі лесоподібні суглинки, що містять 12-15 % вуглекислого кальцію, виконують роль геомеліоративного екрану, нейтралізуючи шкідливі сполуки, що можуть утворюватися в перекритих ґрунтовою масою гірських породах.

Локальна модель. На підставі тривалих ґрунтово-біологічних досліджень по вивченню садопридатності рекультивованих земель І. П. Чабан (1998) визначив оптимальні параметри властивостей техногенних ґрунтів, що забезпечують високу продуктивність плодових і ягідних культур в степовій зоні України. Під ягідні культури достатньо локального внесення родючого шару ґрунтової маси чорнозему (технічна суміш гумусово-акумулятивного і першого перехідного горизонтів) у траншеї (глибина 70 см, ширина – 100 см) при 3-метрових міжряддях.

Для створення плодових насаджень рекомендується модель з локальним внесенням родючої ґрунтової маси у ями. Мінімальна грубизна кореневміщуючого шару для плодових культур на слаборослих підщепах повинна бути не менше 1,2 м, на середньо- і сильнорослих підщепах – збільшується до 2 м. Площа поверхні ям повинна складати 2-3 м².

Таким чином, під ягідні насадження при траншейному способі достатньо локально вносити 2500-2700 м³/га родючої ґрунтової маси, а під плодові при ямочному способі посадки – від 1000 до 2000 м³, тобто, у 2,5-5 разів менше, ніж для створення універсальної моделі.

Спеціальні моделі. Штучні едафотопи представлені потенційні родючими і полімінеральними полідисперсними нефітотоксичними гірськими породами без покриття їх родючим шаром ґрунтової маси.

За використання геологічних відкладів у якості едафотопів необхідно враховувати різні умови їх утворення, навіть у межах

однієї геологічної епохи. Вони формують строкатість складу і властивостей субстратів. Так, лесова товща Нікопольського марганцеворудного басейну (глубина 5-14 м) одним-трьома шарами похованих ґрунтів розчленовується на 2-4 яруси, що неоднорідні за хімічним складом: зустрічаються яруси із соленими елювіально-залишково-аккумулятивними горизонтами, у яких уміст легко-розчинних солей підвищується до 1 % і більше. У процесі гірських розробок відбувається перемішування ярусів лесової товщі, що викликає нерівномірний розподіл легкорозчинних солей у гірській відвальній масі, строкатість гранулометричного складу і деяких фізико-хімічних властивостей.

Окремі стратиграфічні яруси пліоценових (червоно-бурих глин) і міоценових (сіро-зелених мергелистих глин) відкладів також неоднорідні за літологічним і хімічним складом. В основному їх походження морське, однак часті трансгресії морського басейну в палеогені і неогені приводили до зміни глибини і територій обводнення, іноді солоний морський басейн змінювалася опрісненим, а морські осадонакопичення – континентальними. При опусканні моря на його дні накопичувався тонкий матеріал (мул, глини, дрібний пісок), у мілководному басейні відкладалися більш крупні піски, черепашники і карбонатні осади, а уздовж прибережної смуги – грубозернисті піски, галька, валуни. У зв'язку з такими особливостями утворення частина пліоценових і міоценових відкладів представлена складними карбонатними і безкарбонатними, різного ступеня засоленими строкато-кольоровими глинами, піщано-глинистими відкладами, різнозернистими кварцовими пісками зі значними домішками гальки, валунів і інших включень, а також мергелями, вапняками тощо.

Таким чином, гірські породи, що розроблюються навіть з одного стратиграфічного ярусу, не можуть бути охарактеризовані як однорідна маса. Оцінюючи їх придатність для біологічної рекультивації, необхідно враховувати насамперед гранулометричний склад, соленистість, особливості мінералогічного і хімічного складу.

У процесі біологічного освоєння розкриті гірські породи піддаються інтенсивним процесам вивітрювання і ґрунтоутворення, змінюючи ефективну родючість від бідних (оліготрофних) субстратів до субстратів середнього рівня родючості. Винятково важливу роль у їх біологізації на перших етапах відіграють багаторічні бобові трави, завдяки яким стало можливим введення фітомеліоративних сівозмін у постфітомеліоративний період із врожайністю люцерни й еспарцету

в середньому до 37-45 ц/га, бобово-злакових травосумішей – до 43-54 ц/га сіна, озимої пшениці – до 35-41 ц/га зерна (Забалуєв В. О., 1984).

Запропоновані моделі рекультивованих земель будуть доповнюватися й удосконалюватися в процесі розвитку нових технологій видобутку корисних копалин і рекультивації земель. За висловом М. О. Бекаревича (1992), при конструюванні моделей штучних едафотопів виникає унікальна можливість «створювати землі на замовлення агровиробника» з необхідними параметрами і властивостями, що дозволяють найбільше повно розкрити генетичний потенціал рослин залежно від біокліматичного потенціалу місцевості.

Сільськогосподарська рекультивація. Сільськогосподарський напрямок рекультивації обумовлює створення земельних угідь інтенсивного використання (орні угіддя, сіножаті, пасовища, плодово-ягідні насадження), які пред'являють високі вимоги до виконання гірничо-технологічного етапу рекультивації (форма рельєфу, якість підстилаючих гірських порід та родючого шару ґрунту, товщина насипного шару ґрунту та ін.). Різноманіття природно-кліматичних, соціально-економічних, гірничо-технічних, геолого-гідрогеологічних та інших умов не дозволяють створити єдину технологію рекультивації порушених земель.

Сільськогосподарську рекультивацію проводять, як правило, на великих за площею відвалах чи кар'єрах у районах з розвиненим землеробством, найбільш сприятливими ґрунтово-кліматичними і соціально-економічними умовами. Це найдорожчий напрям рекультивації, оскільки до таких земель ставляться найвищі вимоги.

Комплекс заходів біологічної рекультивації земель для сільськогосподарського використання визначається агрофізичними, агрохімічними і біологічними властивостями підстилаючих порід і нанесеного на них родючого шару ґрунту або потенційно родючої породи. Цей комплекс охоплює запровадження фітомеліоративних сівозмін, насичених багаторічними бобовими травами і сидеральними культурами, внесення підвищених норм органічних і мінеральних добрив, мульчування тощо. Для створення сільськогосподарських угідь (насамперед, ріллі) рекультиваційні роботи потребують дотримання найбільш суворих вимог і виконання таких заходів:

1. На технічному етапі:

- ✓ селективне відсіпання відвалів з метою формування їх основи з потенційно родючих гірських порід завтовшки не менше 1,5-2 м;
- ✓ за наявності токсичних порід – створення геоекрану шляхом

покриття шаром глини чи карбонатного суглинку (шаром не менше 50 см);

✓ період стабілізації порушеної товщі і формування поверхні (тривалість залежить від глибини порушеної геологічної товщі і усадочних характеристик порушених і розкритих гірських порід);

✓ формування нанорельєфу з ухилами не більше 2°;

✓ нанесення на стабілізовану поверхню гумусованого шару ґрунтової маси (товщина залежить від моделі технозему).

2. На біологічному етапі:

✓ глибокий основний обробіток ґрунту;

✓ внесення підвищених норм органічних і мінеральних добрив;

✓ використання бактеріальних добрив

✓ фітомеліорація шляхом вирощування багаторічних бобових трав або багаторічних бобово-злакових травосумішок протягом не менше 3-5 років

✓ перехід до фітомеліоративної 7-10-пільної сівозміни з насиченням бобовими, зернобобовими і сидеральними агроценозами

Після виконання таких заходів рекультивовані землі мають бути включені у структуру сільськогосподарських угідь. Залежно від досягнутого рівня родючості, такі землі відводять у категорію орних угідь або сіножаті, поліпшені вигони, пасовища.

Лісогосподарська рекультивація. Лісова, лісогосподарська рекультивація застосовується частіше, тому що потребує менших витрат, може бути здійснена на токсичних ґрунтах та у несприятливих умовах рельєфу. При виборі деревних і чагарникових порід для посадки на відвалах найбільш підходящими є місцеві види, пристосовані до умов цього регіону. Спочатку висаджують піонерні види, тобто породи підготовчого періоду, а потім – цінні породи, які у майбутньому придатні для лісорозробок. Лісові насадження на відвалах виконують важливу меліоративну, ґрунтозахисну та оздоровчу роль. Лісогосподарська рекультивація проводиться здебільшого там, де є можливість відновити ділянки лісу з цінними сортами дерев.

Інші напрями рекультивації. Водна (водогосподарська) рекультивація може здійснюватися на місці старих кар'єрів і має за мету створення резервів промислових вод для потреб хімічної, металургійної, текстильної промисловості, енергетики та сільського господарства; створення резервів питної води; розведення риби і птиці.

Затопленню підлягають також кар'єри з високотоксичними

ґрунтами, непридатні для інших видів рекультивації. У поєднанні з лісопосадками на відвалах вони можуть бути перетворені на зони відпочинку. Водогосподарська рекультивація проводиться здебільшого на тих кар'єрах, які після відпрацювання заповнюються ґрунтовими й дощовими водами. Такі штучні озера впорядковуються, в них запускається риба, їхні береги озеленюються тощо.

Рекреаційна рекультивація (від лат. *Recreatio* – відновлення сил, відпочинок) виконується неподалік міст і великих населених пунктів з метою створення зон відпочинку. Здебільшого її поєднують з водогосподарською та лісгосподарською рекультивацією (озера в кар'єрах упорядковують, на берегах споруджують пляжі, бази відпочинку, висаджують дерева, кущі).

Санітарно-гігієнічна рекультивація здійснюється для консервації порушених земель, припинення шкідливої дії кар'єрів, відвалів на природне середовище (наприклад, аби звалище не забруднювало повітря та підземні води), якщо з якихось причин використання порушених земель вважається недоцільним.

Будівельна рекультивація – це підготовка порушених земель під спорудження житлових будинків, спортивних майданчиків, промислових підприємств, складів і т.ін. Кар'єри при цьому засипають відвальними породами, їхні стінки вирівнюють, підводять дороги, теплотраси, виконуються меліоративні роботи (дренаж тощо). Підземні виїмки з метою рекультивації використовуються як господарські приміщення для розміщення складів, архівів, сховищ газу, рідкого палива тощо.

11.3. Управління ґрунтогенезом в техноземах, сформованих гірськими породами

Процеси утворення, накопичення і трансформації (включаючи гуміфікацію) органічної речовини в гірських породах при сільськогосподарському використанні на перших етапах відбуваються порівняно швидко, не зважаючи на гетерогенність їх речовинного складу. На менш родючому субстраті рослини формують більшу масу кореневої системи, тим самим забезпечуючи поповнення едафотопу більшою кількістю енергетичного матеріалу і біомаси, які є основними чинниками процесу гумусоутворення. Однак за такий короткий період педогенезу в гірських породах ще не відбулось диференціювання їх товщі на генетичні горизонти, вміст енергії в органічних компонентах ще суттєво нижчий, ніж в зональних ґрунтах.

На основі проведених багаторічних досліджень і спостережень при сільськогосподарському використанні гірських порід у якості ґрунтозамінювачів протягом 40-річного періоду, а також на основі аналізу і узагальнення відомих наукових публікацій, В. О. Забалуєв (2011) пропонує таку схему початкових процесів ґрунтоутворення на техноземах, сформованих потенційно родючими полімінеральними дисперсними не фітотоксичними гірськими породами:

1. *Літогенна стадія.* Момент експонування гірської породи на денну поверхню – «нуль-момент» за В. О. Таргульяном (1982). Свіжі геологічні відклади здатні виконувати певні екологічні функції ґрунтів. Рівень родючості визначається абіогенними чинниками: дисперсністю, хімічним складом, фізичними властивостями (природними та сформованими у процесі техногенезу).

2. *Протоґрунтова стадія.* Починається з моменту винесення гірських порід на денну поверхню. Відбувається інтенсивне заселення найпростішими організмами (мікроорганізмами, водоростями), евтрофною та оліготрофною рослинністю, які відносно швидко змінюють властивості гірських порід. На рівень родючості й інтенсивність ґрунтоутворення, окрім абіотичних факторів, впливають також енергетичні субсидії у вигляді органічних та мінеральних добрив, фітомеліоративного впливу багаторічної рослинності, особливо багаторічних бобових трав. Можливе сільськогосподарське використання едафотопів для вирощування багаторічних бобових трав (евтрофний рівень родючості).

3. *Передґрунтова стадія.* Під впливом біотичних (фітомеліорація, природна та штучна інокуляція азотфіксаторами, мікоризація), абіотичних факторів (хімічне та фізичне вивітрювання, внесення добрив) та оточуючих непорушених біогеоценозів (еолові наноси), а також завдяки господарському використанню (впровадження спеціальних фітомеліоративних сівозмін, використання органічних та мінеральних добрив) в первинних екотопах відбувається накопичення екологічних ресурсів. Верхній кореневмісний шар літоземів починає диференціюватись на біогеогоризонти (Масюк, Бабенко, 1996). У профілі едафотопів ще не виділяються генетичні горизонти, але у верхньому шарі вже акумулюються біофільні елементи та органічна речовина. Рівень родючості – нестабільний мезотрофний, забезпечує господарську доцільність використання літоземів під багаторічні бобово-злакові агрофітоценози. Можливе сільськогосподарське використання із впровадженням фітомеліоративних сівозмін, насичених багато-

річними бобовими культурами (Забалуєв, 1992).

4. *Стадія формування молодих ґрунтів.* В умовах південного Степу України в техноземах, сформованих лесоподібними відкладами, за 40-річний період в умовах природного заростання сформувався примітивний короткий ґрунтовий профіль з трьома горизонтами. Перший, поверхневий, темно-сірого кольору товщиною 2 см, другий – на глибині 2-7 см – сірого кольору, безструктурний, густо пронизаний корінням. Третій горизонт (7-14 см) має світло-сірий колір, розпушений, пронизаний корінням. Однак, за сільськогосподарського використання таких техноземів діагностування морфологічних ознак такого короткого профілю на початкових етапах ґрунтоутворення неможливе внаслідок механічного перемішування верхнього шару при обробітку ґрунту.

Отже, еволюція гірських порід у ґрунти відбувається за зональним типом, тому через певний проміжок часу вони перетворюються в зональні ґрунти відповідно до природно-кліматичних умов території.

Питання для самоконтролю:

1. Причини утворення порушених земель
2. Рекультивація техногенно порушеного ґрунтового покриву
3. Управління ґрунтогенезом в техноземах, сформованих гірськими породами

РОЗДІЛ 12. МОНІТОРИНГ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ

12.1. Поняття про моніторинг ґрунтового покриття

Збереження родючості ґрунтів ґрунтується на сукупності найрізноманітніших факторів і заходів, які впливають на потенційну віддачу сільськогосподарських угідь у вигляді врожаю. Підвищення природної родючості ґрунтів є умовою інтенсифікації землеробства, сприяє росту врожайності, збільшуючи цінність землі, має важливе природоохоронне значення не тільки як об'єкта виробничої діяльності, але і як одного з головних компонентів біосфери.

Моніторинг ґрунтового покриття – це система спеціальних спостережень у часі й просторі за якісними змінами стану ґрунтів з метою раціонального використання ґрунтового покриття, розробки ґрунтоохоронних заходів завдяки оптимізації агротехнологій. Моніторинг ґрунтів є багатоцільовою відкритою інформаційною системою, яка базується на зборі інформації про якісні і кількісні показники стану ґрунтів.

Задачами моніторингу ґрунтів є:

- ✓ об'єктивна оцінка агроекологічного стану ґрунтів;
- ✓ виявлення і якісна оцінка основних чинників, які обмежують рівень їх господарського використання і екологічного стану;
- ✓ розробка поліваріантних прогнозів та пріоритетних напрямків оптимізації управлінських і технологічних рішень використання ґрунтів.

Організація моніторингу ґрунтового покриття базується на визначенні необхідної кількості діагностичних параметрів для створення алгоритмів оцінки і прогнозу агроекологічного стану ґрунтів з метою визначення переліку і черговості заходів з їх оптимізації.

При організації служби моніторингу ґрунтів важливі:

- ✓ створення інформаційного банку еталонів ґрунтів;
- ✓ розробка просторово-часової системи спостережень для аналізу динаміки і тенденцій змін стану ґрунтів;
- ✓ вибір доступних технічних заходів збору, накопичення, збереження і використання одержаної інформації;
- ✓ організація мережі пунктів спостереження (визначення і

прив'язка ключових ділянок і центрів збору інформації). Суттєво полегшує проведення моніторингу використання GPS та GIS технологій.

✓ визначення джерел фінансування, організаційно-правових основ і технологій взаємодії з користувачами інформації.

Моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення є складовою частиною державної системи моніторингу довкілля. Це комплексна система, яка передбачає спостереження, збирання, обробку, передачу, збереження та аналіз інформації про зміни показників якісного стану ґрунтів з метою розробки науково обґрунтованих рекомендацій для відвернення та ліквідації наслідків негативних процесів господарської діяльності.

Об'єктами моніторингу ґрунтів є землі сільськогосподарського призначення (рілля, багаторічні насадження, сіножаті, пасовища, перелоги, землі тимчасової біологічної консервації). Моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення проводиться відповідно до загальнодержавної та регіональних програм.

Функціонування системи моніторингу ґрунтів базуються на принципах:

✓ узгодженості нормативно-правового, організаційно-методичного та метрологічного забезпечення проведення спостережень, аналітичних досліджень та опрацювання даних, використання єдиних засобів інформаційного та програмного забезпечення, єдиної системи класифікації та кодування адміністративно-географічної, ґрунтової і еколого-агрохімічної інформації;

✓ науково обґрунтованого узгодження пропозицій щодо розроблення та впровадження програм із збереження, відтворення та охорони родючості ґрунтів;

✓ використання даних дистанційного зондування, сучасних геоінформаційних технологій для геокодування в міжнародній системі координат з метою інтеграції, узагальнення та комплексного аналізу еколого-агрохімічної інформації;

✓ наукового обґрунтування рекомендацій щодо прийняття рішень про відвернення та ліквідацію наслідків негативних процесів;

✓ інформаційної взаємодії між суб'єктами державної системи моніторингу земель;

✓ єдиного методичного керівництва.

Моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення проводиться з метою своєчасного виявлення змін стану

ґрунтів, їх оцінки, відвернення наслідків негативних процесів, розробки науково обґрунтованих систем землеробства і агротехнологій і *передбачає виконання таких завдань*:

- ✓ проведення спостережень, збір, аналіз і опрацювання інформації щодо якісного стану ґрунтів (розвиток ґрунтової ерозії, стан структури ґрунту, підкислення, засолення, солонцюватість, заболочення ґрунтів, динаміка вмісту гумусу і елементів живлення), забруднення ґрунтів важкими металами, радіонуклідами, залишковими кількостями пестицидів та іншими токсичними речовинами;

- ✓ здійснення комплексного аналізу агроекологічної ситуації на землях сільськогосподарського призначення, оцінки та прогнозу можливих змін стану родючості ґрунтів з урахуванням природних і антропогенних факторів, еколого-меліоративного стану зрошуваних і осушуваних земель;

- ✓ розробка і впровадження науково обґрунтованих рекомендацій щодо прийняття рішень про відвернення та ліквідацію наслідків негативних процесів та заходів щодо забезпечення відтворення родючості ґрунтів;

- ✓ визначення зон виробництва сільськогосподарської продукції для виготовлення продуктів для дитячого та дієтичного харчування;

- ✓ створення та ведення інформаційних банків даних про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення та інформаційно-аналітичної системи для розроблення заходів у сфері охорони родючості ґрунтів;

- ✓ надання (на договірній основі) землевласникам, землекористувачам та суб'єктам оціночної діяльності у сфері оцінки земель інформації про сучасний стан ґрунтів;

- ✓ участь у здійсненні природно-сільськогосподарського, еколого-економічного, протиерозійного та інших видів районування (зонування) земель;

- ✓ підготовка та видання щорічної (періодичної) доповіді про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення.

Моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення проводить Міністерство аграрної політики України у взаємодії з іншими виконавцями: Міністерством охорони навколишнього природного середовища України, Державним комітетом земельних ресурсів України, Державним комітетом водного господарства України, науково-дослідними установами НААН України землеохоронного профілю.

Залежно від територіального поширення та завдань здійснюються **національний, регіональний і локальний** моніторинги ґрунтів. Національний рівень охоплює усі землі сільськогосподарського призначення країни; регіональний – землі сільськогосподарського призначення в межах фізико-географічних і адміністративних територіальних одиниць, великих масивів зрошуваних та осушуваних земель; локальний проводиться на території окремих землеволодінь та землекористувань.

Моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення здійснюється шляхом аналізу та узагальнення архівного (базового) фонду даних; ґрунтово-агрохімічного та еколого-меліоративного (суцільних і вибіркового) обстежень ґрунтів, агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення; функціонування мережі стаціонарних ділянок та польових дослідів, на яких ведуться спеціальний, кризовий та науковий моніторинг ґрунтів і забезпечуються комплексні дослідження, контроль за властивостями ґрунтів, розроблення прогностичних моделей та ґрунтозахисних технологій; використання даних дистанційного зондування та глобальної системи визначення місцезнаходження досліджуваних ділянок.

Проведення моніторингу ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення здійснюється у такому порядку:

1) ґрунтово-агрохімічне обстеження та агрохімічна паспортизація земельних ділянок. Агрохімічна паспортизація орних земель проводиться один раз на 5 років, сіножатей, пасовищ і багаторічних насаджень – через кожні 5-10 років. Паспортизація може проводитись також за бажанням землевласника, землекористувача, при зміні власника земель сільськогосподарського призначення. Дані агрохімічної паспортизації земельних ділянок надаються у вигляді агрохімічного паспорта, форму та порядок ведення якого встановлює Міністерство аграрної політики України;

2) вибіркові еколого-меліоративні обстеження ґрунтів на зрошуваних і осушуваних землях;

3) комплексні та спеціальні спостереження за станом ґрунтів на стаціонарних контрольних ділянках з метою вивчення процесів трансформації та міграції біогенних і хімічних речовин у ґрунтах, а також для розробки прогностичних моделей;

4) ведення стаціонарних польових дослідів з комплексного вивчення динаміки складу та властивостей ґрунтів, рівня їх родючості з урахуванням кількості та якості вирощеної продукції, ефективності

застосування мінеральних добрив, хімічних меліорантів та інших агрохімікатів, на основі яких розробляються ґрунтозахисні технології вирощування сільськогосподарських культур;

5) створення та ведення інформаційних банків даних про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення та інформаційно-аналітичної системи для розробки науково обґрунтованих рекомендацій щодо прийняття рішень про відвернення та ліквідацію наслідків негативних процесів, планування ґрунтозахисних та інших заходів у сфері охорони родючості ґрунтів;

6) проведення комплексного аналізу та оцінки змін якісного стану ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення;

7) виявлення негативних явищ і кризових територій, обґрунтування, планування заходів щодо їх усунення та підвищення родючості ґрунтів;

8) підготовка звітів про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення.

Результати моніторингу ґрунтів та агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення використовуються в процесі регулювання правових основ земельних відносин, при проведенні економічної та грошової (нормативної та експертної) оцінки земель, визначенні розмірів плати за землю, плануванні заходів щодо відтворення родючості ґрунтів та підвищення урожайності сільськогосподарських культур, коригуванні агротехнологій, проведенні еколого-агрохімічного районування (зонування) території, визначенні зон виробництва сільськогосподарської продукції для дитячого та дієтичного харчування, розробці рекомендацій екологічно безпечного застосування агрохімікатів.

Спостереження за станом ґрунтів залежно від терміну та періодичності їх проведення поділяються на **базові** (вихідні, що фіксують стан об'єкта спостережень на момент початку ведення моніторингу); **періодичні** (через рік і більше); **оперативні** (фіксують поточні зміни).

Проведення моніторингу земель здійснюється у такому порядку: виконання спеціальних зйомок і обстежень земель; виявлення негативних факторів, вплив яких потребує здійснення контролю; оцінка, прогноз, запобігання впливу негативних процесів.

Основними індикаторами за якими здійснюють моніторинг ґрунтів, є динаміка вмісту гумусу, легкокорозчинних солей, нітратів, макро- та мікроелементів, реакція ґрунтового розчину (рН).

Деградація ґрунтів завдає величезної економічної шкоди,

порушує екологічну рівновагу і зв'язки, погіршує соціальні умови життя людей. Деградовані ґрунти є екологічно небезпечним природним об'єктом, оскільки перестають виконувати природно-господарські функції і можуть ініціювати процеси загальної деградації земної поверхні і природно-кліматичних умов.

12.2. Діагностичні показники властивостей ґрунтів для їх моніторингу

Набір показників, що відображають стан ґрунту, досить широкий, однак діагностична значущість та їх параметри є специфічними для різноманітних ґрунтів. Розрізняють базові і функціональні параметри стану ґрунтів, які, в свою чергу, розділяються на стабільні і динамічні. Складність класифікації діагностичних показників полягає у їх взаємозалежності – істотна зміна одного чинника може вплинути на стан і властивості інших чинників, що обумовить загальну деградацію ґрунту. Наприклад, вторинне засолення супроводжується не тільки зміною хімічного складу ґрунту, але і трансформацією фізичних і гідротермічних властивостей, ґрунтових режимів, кількісного і якісного складу ґрунтового колоїдного вбирного комплексу (ГКВК), обумовлює зміни стану та структурної організації суміжних компонентів екосистеми.

У випадках, коли відомі причини і чинники природно-антропогенного або антропогенного характеру, що спричинили неблагополучний стан ґрунтів, немає необхідності проводити повну оцінку стану ґрунтового покриву. Тому групування показників, що спричиняють зміни стану ґрунту, дозволяє скоротити кількість чинників.

Для оцінки стану ґрунтів з точки зору підвищення їх родючості, зростання продуктивності культур і стійкості сільськогосподарського виробництва розроблені оптимальні показники фізичних параметрів і властивостей структури ґрунту, агрохімічних, біологічних і інших властивостей ґрунту. Нерідко поняття деградації ґрунтів ототожнюють з поняттям зниження їх родючості. При цьому використовують показники, які частково характеризують міру зниження природно-господарської родючості ґрунтів, такі як вміст поживних речовин, величини окислювально-відновного потенціалу, врожайність культур. Однак чинники, що обумовлюють ці показники, досить легко відновлюються до нормального стану і пов'язані з експлуатаційною динамікою властивостей ґрунтів в процесі сільськогосподарського виробництва, а в деяких випадках є реакцією

культурних рослин на елементи агротехнологій. Тому такий підхід є недостатнім, оскільки деградація не обмежується лише зниженням родючості, але і приводить до порушення або втрати загально екологічних функцій ґрунту.

12.3. Використання результатів екологічного моніторингу у практиці землеробства

В Україні залишаються не вирішеними проблеми встановлення оптимальних і критичних співвідношень ріллі, сінокосів, пасовищ і лісу в регіональному аспекті; площ незрошуваного і зрошуваного землеробства і осушених земель; структури посівних площ; навантажень промисловості і порушень ландшафту при розробці корисних копалин, тобто ряду важливих показників, що впливають на деградацію ґрунтів.

Важливим показником деградації орних ґрунтів практично при всіх видах деградації є їх структурний (агрегатний) стан. Агрономічна оцінка структури для ріллі, а отже, і міри деградованості ґрунтів, базується на існуючих критеріях (шкалах) для окремих властивостей ґрунтів.

Для оцінки структурного стану орних ґрунтів використовують показники щільності, макро- і мікроагрегатного складу, водно-фізичні і фізико-механічні властивості. За динамікою параметрів стану проводять оцінку рівня окультуреності або деградації ґрунтів. Показники набухання, усадки і в'язкості, відображаючи суть, тип і кількість діючих структурних зв'язків у ґрунтовій дисперсній системі, добре корелюють з агрономічними формами ґрунтових структур, їх пульсацією і трансформацією в сезонних циклах, що робить ці показники корисними для оцінки стану ґрунту.

Земельним кодексом України встановлені нормативи охорони земель і відтворення їх родючості оптимальне співвідношення земельних угідь; якісний стан ґрунтів; гранично допустиме забруднення ґрунтів; показники деградації земель і ґрунтів.

Наслідки антропогенного і природно-антропогенного впливу на ґрунтовий покрив приводять до деградації земель, і кваліфікуються на три групи – порушені землі, деградовані і забруднені ґрунти і землі. Кожна з цих груп характеризується відповідним станом ґрунтового покриву, рельєфу і ґрунтотворних порід, що обумовлює застосування принципово різних технологій, спрямованих на усунення або пом'якшення негативного впливу на землю: рекультивації порушених земель, відновлення деградованих і реабілітацію забруднених ґрунтів

на цих землях або їх консервацію.

До деградованих відносять землі, що характеризуються наявністю деградованого ґрунтового покриву зі зміненими функціями ґрунтів, кількісним і якісним погіршенням їх складу і властивостей, незмінністю основних параметрів рельєфу поверхні або плавною загальною площинною його зміною, що не вимагає проведення планувальних робіт для подальшого використання; незмінністю складу і складання ґрунотворних порід.

Виділяють такі основні типи деградації ґрунтів:

- **фізично деградовані:** переущільнені за ДСТУ 4745:2007; дезагредовані (злиті) за ДСТУ 4744:2007;

- **хімічно деградовані:** дегуміфіковані за ГОСТ 275–93; підкислені за ГОСТ 275–93; вилужені за ГОСТ 275–93; виснажені за валовими запасами елементів живлення за ДСТУ ISO 15799:2005;

- **еродовані:** змиті за ДСТУ 47904:2015; розчленовані за ДСТУ 7874:2015; дефльовані за ДСТУ 7873:2015; намиті за ДСТУ 7874:2015; навіяні за ДСТУ 7874:2015;

- **повторно засолені:** засолені за ГОСТ 275–93;

- **повторно осолонцьовані:** осолонцьовані за ДСТУ 7848:2015, ДСТУ 7827:2015;

- **повторно заболочені:** перезволожені за ГОСТ 269–67; підтоплені за ГОСТ 191–85; затоплені за ГОСТ 191–85;

- **порушені:** відкритими розробками (кар'єрами); підземними розробками (шахтні підроблені території) за ДСТУ 7830:2014, ДСТУ 7844:2015.

За *фізичної деградації ґрунтів* відбувається порушення будови ґрунтового профілю, погіршення фізичних властивостей, що обумовлює зміни ряду інших властивостей ґрунту. Тому важко провести чітку грань між фізичною деградацією ґрунту і іншими видами деградації.

Хімічна деградація (виснаження ґрунтів) спостерігається при зниженні або втраті ґрунтової родючості внаслідок нераціональної сільськогосподарської діяльності.

Ерозія – це руйнування ґрунтового покриву під дією поверхневого стоку і вітру з подальшим переміщенням і частковим перевідкладенням ґрунтового матеріалу. За водної ерозії відбувається руйнування ґрунтового покриву під дією поверхневого стоку. Виділяється площинна і лінійна ерозія. Площинна ерозія проявляється у вигляді змиву поверхневих горизонтів (шарів) ґрунтів. Лінійна (яружно-балочна) ерозія являє собою розмив ґрунтів і підстилаючих порід, що проявляються у вигляді формування різного

роду промоїн і яруг. Під вітровою ерозією розуміють перенесення поверхневих шарів ґрунтів вітровими потоками.

Засолення ґрунтів – процес накопичення водорозчинних солей, включаючи і накопичення в ґрунтовому вбирному комплексі сполук натрію і магнію. Вторинне засолення – це надмірне накопичення токсичних водорозчинних солей з можливою зміною реакції середовища (рН) внаслідок зміни їх катіонно-аніонного складу. Вторинне осолонцювання обумовлює негативну зміну фізико-хімічних властивостей і набуття ґрунтом специфічних властивостей, зумовлене входженням іонів натрію і магнію в ґрунтовий поглинаючий комплекс.

При заболочуванні відбувається зміна водного режиму, що виражається в тривалому перезволоженні ґрунтів, підтопленні і затопленні земель.

**12.1. Стан ґрунтового покриву в екосистемах
і можливості господарського використання земель
відповідно до їх природно-господарської цінності**

Рівень втрати природно-господарської цінності земель	Стан ґрунтового покриву і можливості господарського використання земель
Нульовий	Відсутність ознак несприятливих екологічних наслідків і обмежень ефективного господарського використання
Слабкий	Первинні ознаки пригнічення окремих ланок біоценозів, зниження продуктивності агроценозів. Використання земель для цілей продовольчого виробництва без обмежень
Середній	Природні біоценози сильно пригнічені або відсутні. Використання земель для виробництва продовольчої продукції малоефективне через знижену родючість ґрунтів і часто неповноцінну якість продукції
Високий	Обмеженість існування штучних насаджень. Недоцільність використання земель для виробництва продовольчої продукції через низьку родючість ґрунтів і незадовільну якість продукції
Катастрофічний	Біопродуктивність земель надто низька. Обмеженість використання території для існування людини і розміщення виробництв життєзабезпечення

Принципом встановлення оцінних показників для деградованих ґрунтів є кількісне порівняння природно-господарської значущості деградованих ґрунтів та їх недеградованих аналогів. Критерієм

встановлення оцінних показників для деградованих ґрунтів є визначення і вираження в кількісних величинах значущості відхилень у властивостях деградованих ґрунтів, що визначають їх природно-господарську цінність, відхилень у властивостях відносно до аналогічних недеградованих ґрунтів. Оцінка природно-господарської цінності земель проводиться за рівнем участі ґрунтового покриву в забезпеченні існування і функціонування екосистем в даному ландшафті (екологічний критерій) і за можливістю ефективного використання земель в системі землекористування (господарський критерій).

Для оцінки ступеня деградації ґрунтів і земель використовують градації показників стану ґрунтів, характерні для окремих типів деградації й уніфіковані за рівнями втрати природно-господарської цінності земель, наведеними в табл. 1. У випадку, якщо різні типи деградації мають аналогічні показники, визначення їх значень проводяться для діагностики кожного типу деградації з урахуванням специфіки конкретного процесу відповідно до переліку можливих типів деградації. Деградація ґрунтів і земель за кожним показником характеризується п'ятьма ступенями:

- 0 – недеградовані (непорушені);
- 1 – слабкодеградовані;
- 2 – середньодеградовані;
- 3 – сильнодеградовані,
- 4 – дуже сильнодеградовані (зруйновані).

Труднощі виникають при виділенні не деградованих ґрунтів, які в наш час зустрічаються лише в заповідних територіях, насамперед біосферних заповідниках. Однак їх кількість недостатня для ідентифікації всіх чинників антропогенної деградації в різних природних умовах. При господарському використанні ґрунтів найбільш прийнятними «точками відліку» є ділянки ґрунтового покриву з практично незмінними будовою, складом і властивостями, типовими для даних природних умов.

Визначення ступеня деградації ґрунтового покриву здійснюється за оціночними показниками, наведеними у табл. 12.2.

Встановлення ступеня деградації ґрунтів і земель можливе за будь-яким із запропонованих показників. За наявності двох і більше істотних змін показників оцінка ступеня деградації ґрунтів і земель здійснюється за показником, що встановлює максимальний ступінь. При виділенні високого і катастрофічного рівнів втрати природно-господарської цінності земель додатково оцінюється весь комплекс

умов природного середовища.

12.2. Оціночні показники для визначення ступеня деградації ґрунтів і земель

Показник	Ступінь деградації				
	0	1	2	3	4
1	2	3	4	5	6
Зменшення грубизни ґрунтового профілю, % від вихідного	<3	3-25	25-50	50-75	>75
Зменшення запасів гумусу в профілі ґрунту, % від вихідного	<10	10-20	20-40	40-80	>80
Збільшення рівноважної щільності орного шару ґрунту, % від вихідного	<10	10-20	20-30	30-40	>40
Стабільна структурна (міжагрегатна, без урахування тріщин) пористість ґрунту, см ³ /г	>0,2	0,1- 0,2	0,06- 0,1	0,02- 0,06	<0,02
Внутрішньоагрегатна пористість, см ³ /г ґрунту	>0,3	0,25- 0,3	0,2- 0,25	0,17-0,2	<0,17
Зменшення вмісту фізичної глини, % від вихідного	<5	5-15	15-25	25-35	>35
Глибина розмивів відносно поверхні, см	<20	20-40	40-100	100-200	>200
Розчленованість території ярами, км/км ²	<0,1	0,1-0,3	0,3-0,7	0,7-2,5	>2,5
Коефіцієнт фільтрації, м/добу	0,3-1	0,3-1	0,1-0,3	0,01-0,1	<0,01
Кам'янистість, % покриття	<5	5-15	15-35	35-70	>70
Площа оголеної ґрунтоутворюючої або підстиляючої породи, % від загальної площі	0-2	2-5	5-10	10-25	>25
Дефляційний нанос неродючого шару, см	<2	3-10	10-20	20-40	>40
Загальний уміст токсичних солей у гумусованому орному шарі, %:					
- за участю соди	<0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,5	>0,5
- для інших типів засолення	<0,1	0,1- 0,25	0,25- 0,5	0,5-0,8	>0,8
Збільшення вмісту обмінного натрію, % від ємності катіонного обміну:					
- для ґрунтів, які містять < % натрію	<1	1-3	3-7	7-10	>10
- для інших ґрунтів	<5	5-10	10-15	15-20	>20

продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6
Збільшення вмісту обмінного магнію, % від ємності катіонного обміну:	<40	40-50	50-60	60-70	>70
Піднімання прісних ґрунтових вод до глибини, м:					
- у гумідній зоні (<1 г/л)	>1,0	0,8-1,0	0,6-0,8	0,3-0,6	<0,3
- у степовій зоні (<3 г/л)	>4	3-4	2-3	1-2	<1
Піднімання рівня мінералізованих (>3 г/л) ґрунтових вод до глибини, м	>7	5-7	3-5	2-3	<2
Тривалість затоплення (поверхневого перезволоження, місяців)	<3	4-6	7-12	13-18	>18
Втрати ґрунтової маси, т/га на рік	<2	2-20	2-100	100-200	>200
Збільшення площі середньо- та сильноеродованих ґрунтів, % на рік	<0,5	0,5-1	1-2	2-5	>5,0
Проективне покриття пасовищної рослинності, % від загальної площі	>90	70-90	50-70	10-50	<10
Швидкість росту площі деградованих пасовищ, % на рік	<0,25	0,25-1	1-3	3-5	>5
Збільшення площі засолених ґрунтів, % на рік	<0,5	0,5-1	1-2	2-5	>5,0

Залежно від ступеня деградації ґрунтів і земель вводиться спеціальний режим їх використання, проводиться зміна цільового призначення або їх консервація.

Рекомендації щодо відновлення і використання деградованих ґрунтів і земель (або їх консервації) повинні мати аргументоване обґрунтування. При цьому можуть розглядатися декілька альтернативних варіантів.

Консервації підлягають землі третього і четвертого ступеня деградації з сильноеродованими, сильнозасоленими, сильнозаболоченими (внаслідок підтоплення або порушення екологічних вимог) ґрунтами; мають просади поверхні внаслідок видобутку корисних копалин; пасовища з сильно порушеним ґрунтово-рослинним покривом, коли використання за цільовим призначенням земель з вказаними ознаками деградації приводить до подальшого розвитку

негативних процесів, погіршення стану ґрунтів і екологічної ситуації.

Отже, сукупність властивостей і режимів ґрунтів визначає їх природно-господарську цінність, обумовлює ефективність їх господарського використання, рівень участі ґрунтового покриву в забезпеченні функціонування екосистем (в тому числі і агроекосистем) та існування природного ландшафту.

Раціональне використання ґрунтових ресурсів України потребує виконання таких *організаційно-господарських заходів*:

- Зосередити основне виробництво вибагливих до родючості ґрунту сільськогосподарських культур (зернових, технічних, овочевих) на найбільш цінних землях, де віддача від додаткових енергетичних вкладень (добрив, пестицидів, нових сортів і гібридів, технологій, меліорацій) буде найбільш ефективною.

- Здійснити біологічну консервацію деградованих земель, інтенсивне використання яких у сільськогосподарському виробництві екологічно небезпечне і економічно недоцільне. Трансформувати в сіножаті і пасовища найбільш еродовані орні угіддя. Виведення з орних угідь деградованих земель повинно здійснюватися диференційовано, на основі проектів з урахуванням їх стану і структури сільськогосподарських угідь. Залуженню і переведенню із ріллі в сіножаті підлягають сильно- та середньозмиті ґрунти, всі ґрунти на схилах крутизною понад 3°, а також ґрунти, що піддаються одночасно дії вітрової та водної ерозії. Значно ускладнилась реалізація цього положення після розпаювання земель. Тому необхідна розробка заходів зі стимулювання виведення з інтенсивного використання низькородючих угідь.

Питання для самоконтролю:

1. Поняття про моніторинг ґрунтового покриву.
2. Діагностичні показники властивостей ґрунтів для їх моніторингу
3. Використання результатів екологічного моніторингу у практиці землеробства

ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

А

Абіотичне середовище – сукупність неорганічних умов (факторів середовища) життя організмів.

Абіотичні фактори – компоненти та явища неживої природи (клімат, світло, тиск, температура, рух середовища, тверда фаза ті ін.), що прямо чи побічно діють на організми.

Абсорбент – рідина або тверде тіло, що поглинає газ або розчинену речовину в усьому своєму об'ємі.

Абсорбція – поглинання речовин з газової суміші або рідини абсорбентами

Авгіт – мінерал з групи ланцюгових силікатів, побудованих одиничними ланцюгами (див. піроксени).

Автотрофи – 1) живі організми, що самі продукують потрібні їм речовини; 2) живі організми з точки зору функцій, що виконуються ними в процесі обміну речовин та енергії в екосистемах.

Агрегат водостійкий – агрегат, який цілком або частково зберігається в нерухомій або проточній воді.

Агрегат ґрунтовий [син.: пед] – природна складна ґрунтова окремість, яка утворилась з елементарних ґрунтових часток (мікроагрегат) або мікроагрегатів (макроагрегат) внаслідок їх злипання та склеювання під впливом фізичних, хімічних, фізико-хімічних і біологічних процесів.

Агрегація – процес утворення агрегатів під впливом як різних природних ґрунтових процесів (фізичних, хімічних і біологічних), так і механічного та хімічного обробітку г.

Агробіоценоз (агроценоз, агробіогеоценоз, агроекосистема) – нестійка, штучно створена людиною екосистема культурних полів, що потребує регулярної підтримки.

Агроєкологія (сільськогосподарська екологія) – розділ прикладної екології, що вивчає вплив факторів середовища на продуктивність культурних рослин, а також структуру і динаміку угруповань організмів, що живуть в агроценозах, вплив агробіоценозів на життєдіяльність вирощувальних рослин.

Агролісомеліорація – система лісогосподарських заходів, спрямована на поліпшення ґрунтово-гідрологічних і кліматичних умов місцевості для ведення сільського господарства.

Агрономічне ґрунтознавство – наука, що вивчає ґрунт як головний засіб сільськогосподарського виробництва.

Агрономічні властивості ґрунту – властивості, сукупністю яких визначається родючість ґрунту.

Агрофіти – інтродуковані рослини, вирощувані людиною.

Агрофітоценоз – земна поверхня, що зайнята угрупованням культурних рослин (посівами чи плантаціями).

Агрохімія – [син.: агрономічна хімія] – наука, яка вивчає питання взаємовідносин між г., рослиною та добривом з метою підвищення врожаю с.-г. культур і поліпшення його якості.

Адгезійне закріплення гумусу, за М. І. Лактіоновим, це процес, при якому новоутворений гумус безпосередньо взаємодіє з «чистою» поверхнею глинистих ґрунтових часточок.

Адгезія [син. злипання] – утворення на поверхні твердого або рідкого тіла тонкого шару газу, або рідини, що прилягає до поверхні. А. зумовлена силами молекулярного притягання.

Адсорбат – речовина, яка адсорбована на поверхні розділу фаз (див. адсорбція).

Адсорбент – тіло з великою внутрішньою або зовнішньою поверхнею, на якій відбувається адсорбція речовин – газів або розчинів, що торкаються поверхні. До ґрунтових А. належать глинисті мінерали та високодисперсні органічні й органо-мінеральні сполуки.

Адсорбція – вбирання будь-якої речовини з газоподібного середовища або розчину поверхневим шаром рідини або твердого тіла; відбувається під дією молекулярних сил поверхні адсорбенту. Розрізняють фізичну А., коли молекули адсорбату зберігають свою індивідуальність, і хімічну (див. хемосорбція), з утворенням хімічних сполук.

Аерація ґрунту – природне або штучне насичення ґрунту атмосферним повітрям; газовий обмін між цими середовищами.

Аероби – організми, що здатні існувати лише в кисневмісному середовищі.

Аерозоль – речовини, які складаються з твердих (дим) або рідких (туман) часточок, завислих в газоподібному середовищі.

Азот загальний – тривіальний вираз, який означає валовий вміст азоту в г.

Азот рухомий, за І. В. Тюріним і М. М. Кононовою, – органічні та мінеральні сполуки азоту, що переходять у 0,5 н розчин H_2SO_4 за нормальних умов (ґрунт : розчин = 1:5, 16-18 годин).

Азотфіксатори – бактерії і водорості (переважно синьо-зелені), що фіксують атмосферний азот.

Азотфіксація біологічна – процес засвоєння молекулярного азоту й побудови з нього азотистих сполук мікроорганізмами.

Азот, що гідролізується – сполуки азоту, які переходять у розчин за обробки г. 25 % H_2SO_4 або 6 н HCl при нагріванні в автоклаві.

Акарициди – хімічні речовини (пестициди), що використовуються для знищення шкідливих кліщів.

Активний гумус – термін О. Н. Соколовського. Форма колоїдного

гумусу, який приймає активну участь в утворенні ґрунтової структури; являє собою ту частину гумусу, яка здатна пептизуватися та переходити в розчин після заміни в ґрунті обмінно-увібраного кальцію натрієм.

Актиноміцети – група прокаріотів, які утворюють міцелій, широко розповсюджений у ґрунті. Відіграють велику роль у мінералізації різноманітних органічних речовин.

Актуальна (активна) кислотність ґрунту – кислотність г., зумовлена наявністю в ґрунтовому розчині іонів водню. А.к.г. виражається величиною рН водної витяжки з г.

Акумуляція біологічна в ґрунті – накопичення в ґрунті органічних, орґано-мінеральних і мінеральних речовин внаслідок життєдіяльності нижчих і вищих рослин, ґрунтової мікрофлори.

Алеврити – група пухких дрібноуламкових осадових гірських порід, що складаються переважно з мінеральних зерен кварцу, польових шпатів, слюд та інших частинок розміром 0,05-0,01 мм. А. виступають материнськими породами для сірих лісових та чорноземних ґрунтів.

Алювіальні відклади [син.: алювій] – наноси, які утворюються алювіальними потоками. Характерними рисами є їх шаруватість, часто майже горизонтальна, добра сортованість механічних елементів, а також окатаність зерен. Містяться на дні заплави (річкової долини, яка періодично затоплюється водою). А.в. (породи) часто бувають дуже багаті на поживні речовини. Розрізняють русловий алювій, який утворився з крупних уламків (валуни, галька), та заплавної алювій, який утворився з більш дрібного матеріалу. На А.в. формуються досить високородючі заплавні ґрунти.

Алюміній рухомий – алюміній, який переходить у розчин 1н КСІ при збовтуванні. Виявляється в деяких кислих г. Розраховується в мг-екв на 100 г.

Альbedo ґрунту – відношення кількості променевої енергії Сонця, відбитої від поверхні ґрунту, до кількості енергії, що падає на цю поверхню. Виражається в процентах.

Амінокислоти ґрунту – частина органічних речовин, яка представлена в г. «вільними» А., що переходять у витяжку органічних розчинників (спирти та ін.) та «гідролізованими» А., які витягуються з г. за його обробки сильними кислотами в автоклаві (25 % H_2SO_4 або 6 н HCl).

Амоніфікація – процес мікробіологічного розкладу азотовмісних органічних сполук (білків, нуклеїнових кислот тощо) з виділенням аміаку.

Амфолітоїди ґрунтові – ґрунтові колоїди, здатні змінювати заряд залежно від реакції середовища. При зменшенні рН ведуть себе як базойди, а при зростанні лужності – як ацидойди.

Амфотерність – здатність деяких сполук, в тому числі ґрунтових колоїдів, проявляти, залежно від реакції середовища, кислотні або лужні властивості. Амфотерні, наприклад, гідроксиди алюмінію, цинку та ін.

Анабіоз – стан спокою в організмів, який характеризується оборотною зупинкою або значним уповільненням процесів життєдіяльності

Анаеробіоз (аноксібіоз) – життя за відсутності вільного кисню. Необхідну для життєдіяльності енергію при А. організми отримують за рахунок реакцій окиснення-відновлення органічних і мінеральних сполук.

Аналіз агрегатний ґрунту – визначення вмісту в ґ. різних за величиною агрегатів, що виражається у % від маси сухого ґ. А.а.ґ. може бути сухим (структурний аналіз) або мокрим. У першому випадку ґ. на ситах просіюється в повітряно-сухому стані, в іншому – у воді.

Аналіз гранулометричний ґрунту – визначення вмісту в ґ. різних за розміром механічних елементів (часточок), %.

Андосолі – ґ. на вулканічних відкладах нейтрального та лужного складу.

Антропогенний вплив (антропогенний прес) – будь-який вид господарської діяльності людини по відношенню до природи.

Антропогенний ґрунтоутворний процес – активне використання та зміни ґрунтів людиною.

Апатит – мінерал з групи основних безводних фосфатів $\text{Ca}_5[(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})]$. Один з основних первинних джерел фосфору.

Анпофітні рослини – місцеві бур'яни, що легко поселяються на ріллі та інших культурних місцезростаннях.

Арборицид – хімічна речовина, що використовується для знищення дерев та кущів.

Аридизація ґрунту (опустелювання) – аридний стан ґрунту, при якому зменшується його здатність забезпечувати рослини водою.

Аридність – сухість клімату з високою температурою повітря, що веде до дефіциту вологи в ґ.

Ацидоїди ґрунту – від'ємно заряджені колоїди (глинисті мінерали, кремнекислота, гумусові речовини).

Ацидофіли – організми, переважно бактерії, здатні до існування при значній кислотності ґрунту.

Ацидофіти – рослини, що віддають перевагу кислим ґрунтам.

Б

Байрак – суха балка, що заросла широколистяним, переважно дубовим лісом.

Базис ерозії – горизонтальна поверхня, на рівні якої припиняється ерозія: Для яру Б.е. – меженний рівень ріки або заплави; для невеликих річок – рівень річки, в яку вони впадають. Загальний

Б.е. – рівень Світового океану.

Базифіли – організми, які розвиваються в лужних ґрунтах. До Б. відносяться більшість степових і пустельних видів рослин.

Базоїди ґрунту – позитивно заряджені колоїди г., у якого рН розчину нижче 7 (наприклад, гідрати оксидів заліза, алюмінію). Вони здатні змінювати знак заряду при зміні реакції ґрунтового розчину в бік підлугування (рН вище 7).

Бактеріальні токсини – отруйні речовини, що виділяють бактерії в ґрунт (екзотоксини) або містяться в мікробних клітинах (ендотоксини). Викликають токсикоз ґрунтів.

Бактеріальні добрива – добрива, що містять корисні для с.-г. ґрунтового мікроорганізми (напр. нітрагін).

Баланс водний – співвідношення між кількістю води, що надходить, і тією, що витрачається з ґрунту за певний відрізок часу. Виражається в мм водного шару або м куб/га.

Баланс радіаційний – різниця між приходом (поглинанням) та витратами (випромінюванням та відбиванням) променистої енергії за одиницю часу на одиниці поверхні. Вимірюється кал/см² год.) або ккал/см² місяць.

Баланс тепловий – співвідношення надходження і витрачання тепла поверхнею ґрунту або певним його шаром за певний проміжок часу.

Бар'єр геохімічний – різка зміна умов міграції хімічних елементів у ґрунті, в результаті чого відбувається диференціація профілю за вмістом мігруючих речовин.

Басейн безстічний – територія, яка не має стоку у Світовий океан. Річки Б.б. закінчуються в безстічних озерах, губляться в пісках, болотах та в карстових западинах.

Бейделіт – мінерал групи діоктаедричних смектитів, має високий ступінь заміщення Si на Al у тетраедричних поверхах. Типова формула $Al_2[AlSi_3O_{10}(OH)_2]H_2O$

Білозірка – див. Карбонати в ґрунті.

Біоаккумуляція – процес накопичення в ґрунтах хімічних елементів, неорганічних та органічних речовин у результаті розкладу рослинних та тваринних решток.

Біогенні елементи (речовини) – 1) хімічні елементи, необхідні складові частини організмів, без яких неможливе їх існування (вуглець, кисень, азот, водень, кальцій, фосфор та ін.); 2) речовини, що утворюються при розкладі мертвих організмів.

Біогенність ґрунту – вміст у г. мікроорганізмів (сумарний і окремих груп); один з показників біологічної активності г.

Біогеохімія – наука, яка вивчає роль живих організмів (рослин, тварин, мікроорганізмів) у процесах руйнування гірських порід і мінералів, міграції, розподілу, розсіювання і концентрації хімічних елементів в біосфері.

- Біогеоценоз** – взаємозумовлений комплекс рослинних угруповань (фітоценоз), тваринного світу (зооценоз) і неживих компонентів на відповідній території земної поверхні, пов'язаних між собою обміном речовин і енергії.
- Біоіндикація** ґрунтотворення – встановлення напрямку та особливостей ґрунтотворення за станом біоценозу (чи окремих його компонентів).
- Біологічна активність ґрунту** – сукупність біологічних процесів, що протікають в ґ.
- Біологічна продуктивність** – кількість біомаси, відтвореної організмами біоценозу за одиницю часу (напр.: кг/га за рік).
- Біологічне вивітрювання** – механічне подрібнення та біологічна зміна ґрунтотворних порід в результаті життєдіяльності рослин і тварин.
- Біологічне поглинання (вбирання)** – засвоєння рослинами та мікроорганізмами в процесі життєдіяльності елементів живлення з ґрунту та повітря і переведення їх в органічні сполуки свого тіла, в складі яких вони й закріплюються (поглинаються) ґрунтом.
- Біомаса** – кількість речовини живих організмів, що припадає на одиницю площі або об'єму, виражена в одиницях маси або енергії (г/м^2 , г/м^3 , дж/м^2 , дж/м^3).
- Біосфера** – одна з оболонок Землі (геосфер), що складається із заселених живими організмами частин земної кори, гідросфери та нижнього шару атмосфери. Верхня межа Б. – озоновий екран, що затримує більшу частину згубних для живих істот ультрафіолетових променів, нижня – тепловий бар'єр.
- Біотоп** – ділянка земної поверхні з відносно однорідними умовами середовища, яку займає певне угруповання організмів (біоценоз).
- Біоценоз** – стала система разом існуючих на певній території організмів (біоти) і створеного ними біоценотичного середовища.
- Біоциди** – хімічні речовини, що здатні знищити всю біоту на певній території (пестициди, радіонукліди, хімічна зброя тощо).
- Богара** – землі в районах зрошуваного землеробства, на яких сільськогосподарські рослини вирощуються без поливу.
- Болото** – надлишково зволожена ділянка поверхні ґрунту, яка характеризується накопиченням у верхніх горизонтах мертвих нерозкладених рослинних решток, що згодом перетворюються на торф. За грубизни його шару 30 см і більше – болотні, менше 30 см – заболочені ґрунти.
- Болотні ґрунти** – група ґ., які формуються в умовах надлишкового зволоження поверхневими або ґрунтовими водами під специфічною вологолюбною рослинністю. Група Б. ґ. об'єднує три типи: 1. Б. верхові ґрунти; 2. Б. низинні ґрунти. 3. Б. перехідні ґрунти.

Бонітет ґрунту – сумарний показник родючості і властивостей ґрунту, виражений у балах.

Бонітування ґрунту – порівняльна оцінка (в балах) якості ґ. як засобу виробництва в сільському і лісовому господарстві, базується на обліку властивостей ґрунту і рівня урожайності. Потрібна для економічної характеристики земель.

Брила – ґрунтова грудка або агрегат більший 10 мм.

Бродіння – процес анаеробного ферментативного розщеплення органічних речовин., що здійснюється мікроорганізмами.

Брюнізем – сильно гумусований, насичений, чорноземоподібний ґрунт прерій.

Бурі лісові ґрунти [син.: буроземи] – оглинені сіалітні ґ., що формуються переважно в горах і на добре дренованих рівнинах під суббореальними вологолісовими насадженнями дуже різноманітного складу.

Бурі напівпустельні ґрунти – зональний для суббореальної напівпустельної зони з розрідженою полинно-солянковою рослинністю та різко посушливим кліматом.

Буферність ґрунтових розчинів – складає частину буферності ґрунту і залежить від наявності в розчинах іонів Na, K, Ca, Mg, CO₃ та HCO₃, розчиненої CO₂ тощо.

Буферність ґрунту – здатність ґрунту зберігати реакцію середовища (рН), протистояти дії кислот і лугів.

В

Вали протиерозійні – штучні земляні споруди на схилах для попередження водної ерозії ґрунту.

Вапнування – спосіб хімічної меліорації кислих ґ. для заміни в ґрунтовому колоїдному вбирному комплексі (ГКВК) обмінних іонів водню та алюмінію на іони кальцію.

Варіант ґрунту – таксономічна одиниця класифікації ґрунтів України; група ґ., що в межах виду відрізняються за характером їх використання (цілинні, освоєні, дреновані, зрошувані).

Вбирна здатність ґрунту – здатність ґ. вбирати і затримувати ті чи інші речовини із навколишнього середовища. Ґ. вбирає воду, гази, пари, розчинені речовини, суспензії, масла, фарби, мікроорганізми, молекули і окремі іони, міцели. За схемою К. К. Гедройца розрізняють такі види вбирання: механічне, фізичне, фізико-хімічне, хімічне та біологічне.

Вермикуліти – мінерали з групи шаруватих силікатів.

Вертисолі [америк., син.: щільні чорні ґ.] – група, яка об'єднує щільні глинисті темнозабарвлені сильно тріщинуваті ґ.

Верховодка ґрунтова [син.: води ґрунтові] – вільна гравітаційна волога, яка утворює в товщі ґрунту тимчасовий водоносний горизонт, не зв'язаний гідравлічно з горизонтом вод підґрунтових. Водопором для верховодки ґрунтової є шар

- грунту зі зниженою водопроникністю будь-якого походження (напр.: ілювіальний горизонт).
- Верховодка надмерзлотна** – одна з форм верховодки ґрунтової, водопором для якої є мерзлий шар ґ.
- Вивітрювання** – сукупність змін, які відбуваються з гірськими породами і мінералами, що їх складають, у термодинамічних умовах земної поверхні під впливом природних факторів. Розрізняють: фізичне, хімічне та біологічне В.
- Вивітрювання внутрішньогрунтове** – процеси вивітрювання, які відбуваються в товщі ґ.
- Вид ґрунтів** – таксономічна одиниця класифікації ґрунтів; група ґрунтів у межах роду, що відрізняються за ступенем розвитку основного ґрунтоутворного процесу (ступінь опідзоленості опідзолених, кількість гумусу та грубізна гумусового горизонту чорноземів, ступінь засоленості засолених тощо).
- Виділення кореневі** – органічні та мінеральні речовини, які виділяються корінням рослин у зовнішнє середовище (ризосферу).
- Вилуговування ґрунту** – вимивання з ґ. різних розчинних речовин у процесі вивітрювання та ґрунтоутворення низхідним або боковим током ґрунтового розчину.
- Випаровування сумарне** [син.: евапотранспірація] – процес переходу газоподібної вологи в атмосферу в результаті транспірації рослин і фізичного випаровування.
- Випаровування фізичне** – у ґрунтознавстві процес випаровування вологи з відкритої поверхні ґрунту або поверхні рослин (без урахування транспірації рослинами).
- Виснаження ґрунту** – збіднення ґ. на поживні речовини в результаті тривалого вирощування с.-г. культур без внесення добрив або при недостатній їх кількості.
- Витяжка водна** – фільтрат водного розчину, який одержано після збовтування ґ. з дистильованою водою.
- Витяжка кислотна** – фільтрат від взаємодії ґ. з будь-якою кислотою.
- Віваніт** – мінерал з групи нормальних фосфатів. Продукт ґрунтоутворення у відновлювальних умовах. Характерний для деяких заплавлених і болотних ґрунтів.
- Відбивальна здатність** – здатність ґ. відбивати сумарну радіацію, яка надходить на його поверхню.
- Відновлення** – хімічна реакція, протилежна окисненню. Суть В. полягає в приєднанні електронів речовиною, яка відновлюється.
- Відношення $C_{гк}:C_{фк}$** – числовий вираз відношення кількості вуглецю, який входить до складу гумінових кислот, до кількості вуглецю, що входить до складу фульвокислот. Використовується для характеристики хімічного типу гумусу.
- Вік ґрунту** – тривалість існування ґ. у часі. Час, протягом якого відбувалося формування певного ґрунту.

Включення – тіла, які знаходяться в ґрунтовій товщі і не пов'язані з процесами ґрунтотворення (каміння, черепашки, залишки матеріальної культури людини).

Власне гумусові речовини – темно забарвлений продукт процесу перетворення органічних решток, який формується тільки в товщі ґрунту або ґрунтотворної породи.

Води ґрунтові – див. верховодка ґрунтова.

Води підґрунтові – волога вільна гравітаційна, що утворює в підґрунті водоносний горизонт, який визначається за появою дзеркала вільної води в свердловині (колодязі, шурфі).

Води підґрунтові мінералізовані – в. п., які містять легкорозчинні солі. Розрізняють слабо – (0,5-5 г/л), середньо – (5-30 г/л) та сильномінералізовані (більше 30 г/л) або: а) прісні з умістом розчинних солей до 0,5-1,0 г/л, б) солонуваті – від 1,0 до 3,0 г/л, в) слабо солоні – від 3 до 10 г/л г) солоні і дуже солоні – від 10 до 50 г/л, д) розсільні (ропа) – більше 50 г/л.

Води талі – вода, яка утворюється внаслідок танення снігу або льоду.

Водневий показник – рН, від'ємний десятковий логарифм концентрації іонів водню (г-іон/л) у даному розчині: $\text{pH} = -\lg C^{\text{H}^+}$.

Водний баланс – співвідношення між водою, що потрапила до ґрунту (атмосферні опади, конденсована волога, ґрунтові та іригаційні води), до води, що була ним втрачена (фізичне випаровування, транспірація, поверхневий та внутрішньоґрунтовий боковий і вертикальний сток) за певний проміжок часу.

Водний режим ґрунту – сукупність явищ, що визначають надходження, переміщення, витрату й використання організмами ґрунтової вологи.

Водний режим ґрунту непромивний [син.: імпермацидний] – тип водного режиму, характерний для природних зон, де кількість води опадів дорівнює або, частіше, менша, ніж кількість води, що випаровується з ґрунту.

Водні властивості ґрунту – властивості ґрунту, які визначають поведінку ґрунтової вологи. До них відносяться: вологоємність, водопроникність, водопідіймальна здатність, гігроскопічність та ін.

Водопроникність ґрунту – здатність г. пропускати через себе воду. Залежить від гранулометричного складу, збагачення г. колоїдами, складу обмінних катіонів та ін.

Водорості ґрунтові – екологічне угруповання тих видів водоростей, які живуть в ґрунтах. Розрізняють наземні, водно-наземні та власне ґрунтові водорості.

Водостійка структура ґрунту – структура г., яка здатна чинити опір розмивній дії води. В.с.г. має місце в ґрунтах, багатих на колоїди, які насичені багатовалентними катіонами.

Водостійкість агрегатів ґрунту – здатність агрегатів ґ. чинити опір розмивній дії води.

Водоупор – шар ґрунту чи породи з низькою водопроникністю.

Волога адсорбована – один з видів В. зв'язаної.

Волога вільна – частина ґ. вологи, яка не підлягає впливу сорбційних сил.

Волога гігроскопічна – пароподібна вода, яку ґрунт, подібно до інших подрібнених тіл, поглинає з повітря (див. гігроскопічність ґрунту).

Волога гравітаційна – [син.: В. вільна] – вода, що пересувається в ґрунті під дією сил тяжіння.

Волога ґрунтова – вода, яка утримується в ґ. у формі молекул H_2O .

Волога доступна – частина ґрунтової вологи, яка може бути використана рослинами. Нижня межа доступності – вологість стійкого в'янення рослин. Близький за змістом термін – волога продуктивна.

Волога зв'язана – [син.: В. сорбована. В. плівкова (за О. Ф. Лебедевим), В. орієнтована] – частина ґ. вологи, яка знаходиться під впливом сорбційних сил.

Волога капілярна – вода, що утримується або пересувається в ґрунті під дією капілярних (меніскових) сил.

Волога конституційна – волога хімічно зв'язана.

Волога кристалізаційна – вода, що входить до складу кристалічних речовин у вигляді самостійних молекул, наприклад, вода, що входить до складу молекули гіпсу ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$).

Волога недоступна рослинам [син.: волога незасвоювана] – частина ґ. вологи, яка не може бути використана рослинами, в тому числі і в процесі їх в'янення, Найбільший вміст у ґ. В.н.р. називається «мертвим» запасом вологи; він близький до максимальної гігроскопічності і залежить від виду рослин та умов їх росту.

Волога плівкова – рідка вода, яка обволікає тверді часточки ґрунту суцільною плівкою. В пересуванні В.п. по профілю ґ. сила тяжіння не приймає участі. В.п. утримується в ґ. завдяки молекулярним силам зчеплення між твердими часточками ґ. та орієнтованими навколо них молекулами води.

Волога продуктивна – частина ґрунтової вологи, поглинаючи яку, рослини не тільки підтримують свою життєдіяльність, але й синтезують органічні речовини. Нижньою межею В.п. є вологість ґрунтова стійкого в'янення рослин.

Волога хімічно зв'язана – не зовсім точний термін, розуміються іони OH^- , які входять до складу речовини, а при прожарюванні вилучаються у вигляді води.

Волога, що просочується – волога вільна, волога гравітаційна, яка пересувається в ґ. або в підґрунті вниз під впливом сили тяжіння.

Вологість ґрунту – вміст води в ґрунті, %.

Вологість стійкого в'янення рослин – вологість ґрунту, за якої проявляються перші ознаки в'янення рослин, що не зникають при переміщенні рослин в атмосферу, насичену водяними парами.

Вологоємність ґрунту – величина, яка кількісно характеризує ґ. водоутримуючу здатність. Залежно від умов утримання вологи розрізняють В. ґ. польову, загальну, капілярну, найменшу, повну, граничну, максимальну молекулярну, адсорбційну молекулярну. З них основними є найменша (польова), капілярна та повна.

Вологоємність ґрунту максимальна молекулярна (за О. Ф. Лебедевим) – найбільший вміст у ґ. вологи, яка утримується силами притягання на поверхні твердих часточок ґ.

Вологоємність ґрунту найменша [син.: В. ґ. польова; В. ґ. польова гранична; Field water capacity (амер.)] – максимально можливий вміст підвищеної води після відтоку всієї гравітаційної вологи.

Вологоємність ґрунту повна – вміст вологи в ґ. за умови повного заповнення всіх пор водою.

Вологопровідність ґрунту – провідність ґрунту по відношенню до води.

Г

Газообмін ґрунтовий – переміщення газів у ґрунтовій товщі, яке супроводжується обміном газів між твердою, рідкою, газоподібною та живою фазами ґ., а також між ґ. і атмосферою, ґ. і підґрунтям, ґ. і живими коренями.

Галогенез (галогенез) – процес утворення, накопичення та випадання солей у природі, у т.ч. і в ґрунті.

Галоморфні ґрунти – група ґрунтів, в утворенні яких беруть участь процеси, пов'язані з присутністю, міграцією та накопиченням легкорозчинних солей.

Галофіти – рослини, що пристосувалися рости на засолених ґрунтах.

Галуазит – мінерал з групи каолінітів (див.). На відміну від каолініту, ґ. утримує міжшарову воду у вигляді шару молекул.

Гель – твердий стан колоїдної дисперсної системи. Може бути драглистою або твердою системою з рідинним або газоподібним дисперсійним середовищем. Класичні гелі утворюються із золів при їх коагуляції і характеризуються пластичністю, деякою еластичністю та тиксотропними властивостями. В ґ. гелі утворюються у процесі вивітрювання, ґрунтоутворення, не проходячи стадії золю.

Гель кремнекислий – драглеподібний осад аморфного кремнезему.

Гематит (гематит) – мінерал з групи оксидів і гідрооксидів металів. Формула Fe_2O_3 .

Генезис ґрунтів – походження, утворення, розвиток ґ. і всіх належних їм особливостей (будова, склад, властивості та сучасні режими).

Географія ґрунтів – розділ ґрунтознавства, який вивчає

- закономірності розповсюдження г. та їх зв'язок з географічним середовищем.
- Геосфери** – концентричні шари-сфери, що охоплюють Землю: атмосфера, біосфера, гідросфера, літосфера.
- Гетеротрофи** – мікроорганізми, які отримують вуглець з органічних сполук.
- Гетит** – мінерал з групи оксидів і гідрооксидів металів. Формула $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.
- Гіббсит** [син.: гідраргіліт] – мінерал з групи оксидів та гідрооксидів металів. Формула $\text{Al}(\text{OH})_3$.
- Гігроскопічність ґрунту** – здатність г. сорбувати на поверхні своїх часточок пари води з навколишнього повітря. Увібрана в такий спосіб волога називається гігроскопічною. Г. г. залежить від гранулометричного складу г. і вмісту гумусу в ньому.
- Гігроскопічність ґрунту максимальна** – найбільша кількість пароподібної вологи, яку г. може увібрати з повітря, насиченого вологою. Виражається в % від маси сухого г.
- Гідратація** – утворення оболонки з орієнтованих молекул води навколо іонів, молекул і колоїдних часточок, які знаходяться в розчині, а також навколо твердих часточок г. при доторканні їх до води.
- Гідроліз** – хімічна взаємодія речовини з водою, що супроводжується розкладом складного хімічного тіла на його складові частини і приєднанням до них іонів води (H^+ та OH^-).
- Гідрослюди** [син.: ілліти] – група шаруватих слюдopodobних силікатів з калієм в міжшаровому проміжку.
- Гідросфера** – водна оболонка Землі, що включає океани, моря, озера, ріки, ґрунтові та ін. води.
- Гіпс** – водна сірчаноокисла сіль кальцію – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- Гіпсування** – хімічна меліорація солонців шляхом внесення в них гіпсу з метою заміни обмінно-увібраного натрію на кальцій.
- Глауконіт** – мінерал з групи шаруватих силікатів. Підгрупа калієвих, залізистих слюдистих мінералів.
- Глей** – термін Г. М. Висоцького. У сучасному розумінні означає горизонт, змінений біохімічним відновленням в умовах перезволоження, наявності органічних речовин та відповідної мікрофлори. У забарвленні переважають зелений, блакитний або сизий відтінки.
- Глеселювіальні процеси** – глейові процеси, що супроводжуються виносом рухомих органічних та мінеральних речовин.
- Глейові ґрунти** – г., у яких ознаки стійкого оглеєння охоплюють більшу частину профілю.
- Глейові процеси** – біохімічні процеси в ґрунті, що призводять до утворення глею. Зумовлюються анаеробним режимом перетворення органічних речовин і відновленням сполук Fe, Mn,

Си та ін.

Глеюваті ґрунти – за номенклатурою ґрунтів, прийнятою в Україні, це ґрунти, в яких ознаками стійкого оглеєння охоплено меншу частину профілю.

Глибина скипання – віддаль від поверхні г. до рівня, на якому починається скипання при взаємодії з 10 % розчином соляної кислоти.

Глина – порода, яка містить від 40-60 до 100 % глини фізичної. Поділяється на глину легку (від 40-60 до 50-75 % Г.ф.), середню (від 50-75 до 65-85 % Г.ф.) та важку (більше 65-85 % Г.ф.) (за Н. А. Качинським).

Глина фізична – сукупність часточок твердої фази ґрунту з діаметром менше 0,01 мм.

Гниття – анаеробний процес розпаду органічних азотовмісних речовин.

Горизонт водоносний – шар г. або підґрунтя, який утримує вільну гравітаційну вологу, здатну витікати зі штучного і природного розрізу цього шару.

Горизонт водоупорний [син.: водоупор.] – шар підґрунтя або г., який характеризується дуже низькою або нульовою водопроникністю.

Горизонт глейовий – горизонт г. блакитно-сизого або зеленуватого забарвлення, викликаного присутністю сполук двовалентного заліза. Формується за сильно розвинутого глейового процесу в умовах застійного перезволоження.

Горизонт глеюватий – шар ґрунту з окремими сизуватими та бурувато-вохристими плямами, рясними залізисто-марганцевистими новоутвореннями. Появлення Г. г. пов'язано з проявом слабого оглеєння. Формується в умовах періодичного (сезонного) перезволоження.

Горизонт гумусовий – генетичний горизонт максимального накопичення гумусових речовин у верхній частині мінерального профілю г.

Горизонти ґрунту генетичні – відносно однорідні шари г. які відокремились у процесі ґрунотворення, розташовані більш або менш паралельно до поверхні г. Відрізняються один від одного та від материнської породи забарвленням, структурою, складенням, складом, характером новоутворень та іншими ознаками. Сукупність горизонтів утворює профіль ґрунту.

Горизонт ілювіальний – генетичний горизонт г., в якому відбувається накопичення речовин, які виносяться з вище розташованих (елювіальних) горизонтів.

Горизонт елювіальний – генетичний горизонт г., де відбувається вимивання; освітлений, збіднілий на мул, півтораоксиди та основи (підзолистий, осолоділий, іллімеризований горизонти).

Горизонт карбонатний – горизонт, в якому мають місце виділення

карбонатів в тій чи іншій формі.

Горизонт рудяковий – горизонт рясного накопичення щільних органо-мінеральних утворень заліза, марганцю, інколи фосфору та ін.

Горизонт торф'яний – горизонт, який складається з рослинних решток різного ступеню розкладеності.

Гравій – частка ґрунтова елементарна, обкатаний уламок породи, діаметром більше 2 мм (за В. В. Охотіним) або розміром 1-3 мм (за Н. А. Качинським).

Гранула колоїдної міцели – колоїдна частка разом з нерухомим шаром компенсуючих іонів.

Грубизна ґрунту – загальна глибина профілю г. (см) від денної поверхні до мало зміненої породи. Г.г. може коливатися в значних межах залежно від умов ґрунтоутворення і типу г. – від декількох см до 2-3 м і більше.

Грудка – г. агрегат діаметром 3-10 мм, який не має граней та гострих ребер.

Ґрунт – це особливе природно-історичне тіло, складна поліфункціональна відкрита чотирьохфазна структурна система в поверхневій частині кори вивітрювання гірських порід, яка є комплексною функцією гірської породи, організмів, клімату, часу і яка володіє родючістю.

Ґрунти автоморфні – г., які формуються і розвиваються за рахунок води атмосферних опадів, надлишок якої стікає по схилах.

Ґрунти азональні – термін визначає г. з невираженими рисами зонального ґрунтоутворення.

Ґрунт безструктурний – г., позбавлений агрономічно цінної структури, або г. що складається з часток ґрунтових елементарних.

Ґрунти важкі – г., які виявляють великий опір при обробітку, глинисті або важкосуглинкові за гранулометричним складом.

Ґрунти викопні – г., поховані під породами, які генетично не пов'язані з сучасними процесами ґрунтоутворення.

Ґрунти гідроморфні – група г. різних типів, які формуються під впливом стійкого надлишкового зволоження, що проявляється в будові профілю (оглеєння, часто торфоутворення тощо.).

Ґрунти еродовані – г. з профілем, зміненим процесами водної та вітрової ерозії; характеризуються зменшеною грубизною верхніх генетичних горизонтів або їх відсутністю.

Ґрунти заболочені та болотні – г. з надлишковою вологістю більшу частину вегетаційного періоду, внаслідок чого в них спостерігаються відновлювальні явища і накопичуються закисні сполуки заліза, марганцю та слабо розкладені органічні рештки у верхніх горизонтах (заболочені) або в усьому профілі (торф'яно-болотні).

- Ґрунти зональні** – мінеральні ґ., які сформувались в автономних умовах і займають, великі ареали, що більше або менше відповідають біокліматичним зонам з характерними для останніх умовами ґрунтоутворення.
- Ґрунти легкі** – Ґ., які проявляють слабкий опір засобам обробітку (піщані, супіщані).
- Ґрунти напівгідроморфні** – групи ґ., що формуються в умовах періодичного перезволоження поверхневими, ґрунтовими або підґрунтовими водами. Характеризуються присутністю в ґрунтовому профілі ознак оглеєння.
- Ґрунти орні** – ґрунти, які використовуються людиною як основний засіб землеробства.
- Ґрунт повітряно сухий** – ґ. висушений за кімнатної температури, який містить гігроскопічну вологу.
- Ґрунти слаборозвинені** [син.: малорозвинені, неповнорозвинені, примітивні] – ґ., які знаходяться на ранніх стадіях розвитку з нечітко сформованим профілем, грубизна якого не перевищує 10 см.
- Ґрунт сухий** [син.: ґ. абсолютно сухий] – ґ. висушений до постійної ваги при температурі 105°C.
- Ґрунти теплі** – ґ. легкого гранулометричного складу, які мають малу вологостійкість, а тому швидко прогріваються весною (піщані, супіщані ґ.)
- Ґрунти холодні** – ґ., які характеризуються великою вологостійкістю, можуть утримувати багато води, внаслідок чого прогріваються весною повільніше, на них пізніше розпочинаються весняні польові роботи.
- Ґрунтовий колоїдний вбирний комплекс** – комплекс необоротно зв'язаних між собою мінеральних (глина) та органічних (гумус) колоїдів, де мінеральні колоїди втрачають всі свої позитивні та негативні валентності на необоротне вбирання (поглинання) гумусу. Органічні колоїди в складі комплексу відіграють подвійну роль: покриваючи глинисті часточки, вони перетворюють породу в ґрунт і обумовлюють обмінне вбирання (поглинання) катіонів, сумарною кількістю яких визначається ємність вбирання (поглинання) ґ.
- Ґрунтовтома** – явище, яке спостерігається при монокультурі рослин і веде до зменшення врожайності навіть за удобрення.
- Ґрунтовий профіль** – вертикальний розріз від поверхні ґ. до материнської породи. Ґ.п. складається зі сформованих у процесі ґрунтоутворення взаємопов'язаних та взаємозумовлених генетичних горизонтів.
- Ґрунтознавство** – самостійна природно-історична наука про ґрунти та їх генезис, будову, склад, властивості й географічне поширення; роль у природі, шляхи й методи охорони, родючість,

- раціональне використання в господарській діяльності людини.
- Грунтотворна порода** [син.: материнська порода] – порода, від якої походить ґрунт. Один з факторів ґрунтоутворення.
- Грунтоутворення (грунтотворення)** – процес формування ґ. в результаті взаємодії організмів і продуктів їх життєдіяльності з материнськими породами та продуктами їх вивітрювання в умовах певного клімату, рельєфу та часу.
- Гумати та гумінові кислоти** – за М. І. Лактіоновим, являють собою не один, а два стани гумусових речовин.
- Гумати** – природна сольова форма гумусових речовин в ґ., міцели яких наділені активними карбоксильними та аміногрупами, тому вони необоротно взаємодіють з мінеральними часточками породи, незалежно від знака зарядів на поверхнях цих часточок.
- Гумінові кислоти (Гк)** – це препарати гумусових речовин, штучно переведених у кислотну форму шляхом діалізу, який призводить до інактивації аміногруп на поверхнях міцел. Тому Гк можуть необоротно взаємодіяти тільки з позитивними валентностями на поверхнях мінеральних часточок породи.
- Гумати** – див. Гумати та гумінові кислоти.
- Гуміни** – комплекс гумусових речовин, міцно пов'язаних з мінеральною частиною ґ.
- Гумінові кислоти** – темнозabarвлені препарати гумусових речовин колоїдної природи, які штучно виділяються з ґ. в кислотній формі. Інша точка зору: це складова частина гумусу.
- Гуміфікація** – за Л. М. Александровою (1980), поняття «гуміфікація» і «гумусоутворення» не тотожні. Гуміфікація – лише ланка процесу утворення особливого класу органічних речовин – гумусових кислот, що накопичуються при трансформації мертвих рослинних, мікробних і тваринних залишків у біосфері, у ґрунті, торфі, сапропелі та інших органогенних тілах природи.
- Гумус** – за М. І. Лактіоновим – продукт одночасно протікаючих у будь-якому ґрунті біо-фізико-хімічних процесів перетворення органічних решток, що являє собою складний за хімізмом комплекс специфічно ґрунтових темнозabarвлених органо-мінеральних сполук, які, перебуваючи у колоїдально згуслому стані, зумовлюють агрономічно значущі властивості ґрунту, а через їх сукупність – його родючість. Гумус – це гетерогенна динамічна полідисперсна система високомолекулярних азотистих ароматичних сполук кислотної природи.
- Гумус активний** – частина ґрунтового гумусу, яка може пептизуватися і переходити у водний розчин після заміни в ґрунті обмінного кальцію натрієм (за О. Н. Соколовським).
- Гумусоутворення** – процес перетворення в товщі породи або ґрунту вихідних матеріалів рослинного та тваринного походження, що супроводжується утворенням нових, специфічної природи

гумусових речовин, які мають колоїдний характер.

Гумус пасивний – форма колоїдного гумусу, який не здатний пептизуватися навіть після повного вилучення багатовалентних катіонів з ґ. Це частина гумусу в ґ., яка міцно зв'язана з мінеральною частиною ґрунту (за О. Н. Соколовським).

Гумусові речовини – специфічно ґрунтові темнозabarвлені продукти синтезу органічних сполук з продуктів розкладу органічних решток.

Д

Дегідратація мінералів – процес втрати мінералами зв'язаної води.

Деградація ґрунтів – поступове погіршення властивостей ґ., яке викликане змінами умов ґрунтоутворення в результаті природних причин або нераціональної господарської діяльності людини, що супроводжується зменшенням вмісту гумусу, руйнуванням структури та зниженням родючості ґ.

Деагрегація – руйнування ґрунтових структурних агрегатів під впливом механічних дій, тривалого перезволоження, набухання ґрунтових колоїдів, втрати гумусу, появи натрію в колоїдному комплексі та з інших причин.

Декарбонатизація – винос карбонатів з ґрунтової товщі або підґрунтя.

Денітрифікація – процес відновлення мікроорганізмами окиснених форм азоту в ґ. до газоподібних оксидів і молекулярного азоту.

Денудація – природний процес переміщення пухких мінеральних мас (водою, вітром, льодом, під дією сили тяжіння) з більш високих елементів ландшафту на нижчі.

Дернина – верхній шар цілинного ґрунту, густо пронизаний переплетеними живими і відмерлими коренями та кореневищами рослин.

Дерновий ґрунтоутворний процес – ґрунтоутворний процес, який розвивається під трав'яною рослинністю на багатих карбонатами породах в автоморфних умовах зволоження. Його особливість – накопичення гумусу, поживних речовин, створення грудкувато-зернистої структури у верхній частині профілю ґ.

Дерново-глейові ґрунти – напівгідроморфні ґ., що формуються на карбонатних породах або в умовах підтоку жорстких ґрунтових вод на слабодренуваних поверхнях або в пониженнях рельєфу.

Дерново-карбонатні ґрунти – найбільш характерними властивостями Д.к.ґ. є слабокисла або нейтральна реакція верхніх горизонтів і лужна – нижніх, високий вміст гумусу, висока насиченість основами.

Десилікація – процес збіднення порід або силікатів на кремній. Кінцевим продуктом Д. є мінерали з низьким вмістом кремнію, наприклад, каолініти, гіббсити.

Десукція – процес відсмоктування вологи з г. коренями рослин.

Детрит – компонент органічної частини ґрунту, представлений напіврозкладеними органічними рештками, що втратили форму і частково анатомічну будову. Д. неможливо відокремити від загальної маси гумусу при визначенні його вмісту в ґрунті.

Дефляція – вітрова ерозія, процес розвіювання вітром ґрунту, гірських порід.

Диспергація ґрунту – ступінь подрібнення г. застосуванням усіх можливих заходів, які ведуть до руйнування не тільки ґрунтових агрегатів, але й елементарних ґрунтових часток.

Дисперсні системи гомогенні – однорідні дисперсні системи, які характеризуються молекулярною структурою.

Дисоціація – розпад часточки (молекули) на два або більше різнойменно заряджених фрагменти (іони). Стосовно г. мова може йти не тільки про Д. молекул електролітів, але й про Д. колоїдів. Мається на увазі відщеплення обмінних катіонів внаслідок гідратації, що веде до набуття міцелами колоїдів від'ємного заряду.

Дихання ґрунту – ритмічний повітребмін між г. та атмосферою, який відбувається внаслідок розширення та стискання ґрунтового повітря при коливаннях температури або змінах атмосферного тиску.

Дифузія – необоротний процес, який веде до вирівнювання концентрації речовин у дифузійному середовищі. В г. Д. протікає в твердій, рідкій та газоподібній фазах.

Доломіт – мінерал з групи безводних карбонатів. Формула $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Вапняне добриво, використовують на кислих г.

Дослід вегетаційний – вирощування рослин у спеціальних посудинах у вегетаційному будиночку, на відкритих або закритих сіткою майданчиках, у теплицях і фітотронах для з'ясування агрохімічних та фізіологічних питань.

Дослід польовий – метод дослідження в польових умовах, який має за мету виявлення кількісного або якісного впливу добрив або агротехнічних прийомів на врожай с.-г. культур та параметри стану ґрунту.

Добрива – органічні та мінеральні речовини, які вносяться в ґрунт для поліпшення живлення і підвищення врожаю с.-г. культур.

Добрива мінеральні – Д., які містять макро- та мікроелементи в неорганічній формі.

Добрива органічні – Д., які містять поживні речовини у вигляді органічних сполук (гній, торф, компости, гноївка, пташиний послід, зелене добриво, відходи цукрового, шкіряного, рибного виробництва, міське сміття).

Дренаж – система горизонтальних або вертикальних підземних або відкритих водостоків (дрен) для осушення, вентиляції або

зрошення та вилучення солей з ґ.

Дренованість території – природна порізаність масиву (басейну) гідрографічною мережею, ярами, балками, що забезпечує відтік гравітаційних вод.

Дрібнозем – найдрібніші часточки ґ. (менше 1 мм), наділені каталітичними властивостями.

Друзи – новоутворення, що являють собою сполучення (зростки) кристалів, які розташовуються радіально та мають на поверхні добре виражені грані; в ґ. зустрічаються Д. гіпсу, кальциту, кварцу та ін.

Е

Едато́п – сукупність умов середовища, що створюються ґрунтом.

Едафі́чні умови – ґрунтові умови розвитку рослин.

Едафі́чні фактори – ґрунтові умови, що впливають на життя організмів (родючість ґрунту, його зволоженість, реакція розчину, вміст солей, фізичний стан тощо).

Едафо́н – сукупність усіх живих істот, що населяють ґрунт.

Едафотоп (від грец. edaphos – ґрунт та topos – місце) – педотоп, поліпедон, ґрунт як компонент біогеоценозу.

Екологі́чна рівнова́га – баланс природних або змінених людиною екологічних компонентів і природних процесів, що забезпечує стійкість екосистеми.

Екологі́чні фактори – будь-які елементи, умови зовнішнього середовища (абіотичні, біотичні, антропогенні), що впливають на живі організми.

Екологі́я – 1. Наука, що вивчає всю сукупність взаємин організмів з їх середовищем. 2. Наука про взаємозв'язки біосистем різного рівня з середовищем. 3. Наука про загальні закони функціонування екосистем різного ієрархічного рівня та їх роль у біосфері планети.

Екосисте́ма – сукупність біотичних та абіотичних елементів, пов'язаних просторово та функціонально, в результаті взаємодії яких створюється стабільна система, де відбувається кругообіг речовин та обмін енергією між живими та неживими частинами. Е. може бути різного рівня, починаючи від біосфери і закінчуючи краплиною води.

Експози́ція – орієнтація схилів гір, балок, ярів та інших форм рельєфу відносно сторін світу і ліній горизонту. Впливає на тепловий і водний режими, характер рослинності тощо.

Екскременти [син.: копроліти] – різноманітні за формою та розміром утворення (агрегати) в ґ., які є продуктом життєдіяльності тварин. Складаються з продуктів обміну, неперетравлених органічних решток і мінеральних часточок, захоплених разом з поживою, які пройшли через кишковий тракт тварин.

Елементи зольні – хімічні елементи, що входять до складу попелу з

рослин і тварин. Звичайно це всі елементи, які можуть знаходитись у рослинах і тваринах, крім вуглецю, водню, кисню та азоту; останні не входять до складу попелу, бо вивітрюються при сухому спалюванні.

Елювій – продукти руйнування (вивітрювання) корінних порід, які залишаються на місці свого утворення.

Еолові відклади – осадові породи, що утворилися завдяки геологічній дії вітру. Прикладом Е.в. є наноси пісків – бархани, дюни.

Ерозія ґрунтів – процеси руйнування верхніх найбільш родючих горизонтів ґ. та підстилаючих порід талими та дощовими водами (водна Е.г.) або вітром (вітрова Е.г., син.: дефляція, видування). Е.г. може бути за походженням антропогенною, геологічною, іригаційною, за формою – лінійною, площинною тощо.

Ерозія річкова – розмив русла та підмивання берегів річки. Викликається діяльністю річкових вод.

Ефемери – однорічні рослини з коротким, як правило, весняним періодом розвитку.

Є

Ємність катіонів обміну (ЄКО) – загальна кількість катіонів, які утримуються в ґ. і здатні до заміщення на інші катіони, вираховується в мг-екв на 100 г ґ.

Ємність вбирання (поглинання) – кількість молекул або іонів, які може утримати ґ. в мг-екв на 100 г ґ.

Ж

Живлення некореневе – живлення рослин мінеральними солями через надземні органи.

Жовто-бурі ґрунти – група ґ., перехідних від жовтоземів до бурих лісових.

Жорсткість води – властивість води, зумовлена присутністю іонів кальцію і магнію.

З

Забарвлення ґрунту – одна з найбільш доступних спостереженню морфологічних ознак ґ. Основними компонентами, які зумовлюють З.г., є: 1) темнозабарвлені органічні та органо-мінеральні речовини; 2) окисні сполуки заліза та марганцю (бурий, жовтий, червоний кольори); 3) кремнезем, вуглекислі важкорозчинні солі, гідрат оксиду алюмінію та ін. (білий колір); 4) закисні сполуки заліза (сизий, зелений та блакитний кольори). Поєднання цих речовин, а також колір первинних мінералів створюють різноманітне забарвлення ґ. На З.г. також сильно впливає їх вологість.

Заболочування – процес зміни напрямку ґрунтотворного процесу внаслідок підвищення вологості ґ., що супроводжується відповідними змінами мікрофлори, рослинності, окисно-

- відновного режиму, накопиченням закисних речовин. В результаті 3. утворюються перезволожені, заболочені та болотні ґ.
- Забруднення ґрунту** – попадання на поверхню та всередину ґ. забруднювачів, що не розкладаються в процесі самоочищення ґ. і змінюють його властивості.
- Забруднення ґрунтів радіоактивне** – відбувається в результаті випадання на поверхню ґрунту радіонуклідів, які утворюються при випробуванні ядерних пристроїв, аварійних викидах та при випадковому попаданні в ґ. відходів атомної промисловості.
- Загіпсовування ґрунту** – накопичення $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в ґ. в кількості, що перевищує вміст його в материнській породі.
- Закарбоначування ґрунту** – накопичення CaCO_3 у ґ. в кількості, що перевищує вміст CaCO_3 у материнській породі.
- Закипання ґрунту** – утворення пухирців вуглекислого газу при взаємодії ґ., що містить карбонати кальцію та магнію, з розбавленою мінеральною кислотою (найчастіше застосовується 5-10 % розчин HCl).
- Закріплення пісків** – заходи, спрямовані на запобігання розвіювання пісків шляхом сіяння чи садіння рослин або сприяння росту природної рослинності.
- Залишок щільний** [син.: залишок сухий] – сумарний вміст мінеральних та органічних речовин у воді або у водній витяжці з ґ. 3.щ. виражається для води в г/л, а для витяжок з ґ. у % на сухий ґ.
- Запас вологи в ґрунті** – абсолютна кількість вологи, що утримується в певному шарі ґ. Виражається в мм водяного шару або в $\text{м}^3/\text{га}$.
- Запас поживних речовин** – валовий вміст поживних речовин у певному шарі ґ. Виражається в $\text{кг}/\text{га}$.
- Заплава** – частина долини ріки, що періодично затоплюється водою при весняному розливі, який залишає алювій (пісок, пілуваті частки).
- Засолені ґрунти** – ґрунти з підвищеним (більше 0,1 % вмістом ваг.) легкорозчинних у воді солей (хлоридів, сульфатів тощо), на глибині до 1,5 м.
- Засолення ґрунту** – процес накопичення розчинних солей в ґ., який веде до утворення солончакуватих та солончакових ґ.
- Засолення ґрунту еолове** – накопичення в ґ. солей, які принесені вітром з місць розвіювання солончаків, руйнування соленосних порід і з морського узбережжя (імпульверизація).
- Заходи агро меліоративні** – окремі прийоми та варіанти їх комбінацій, спрямовані на поліпшення водно-повітряного та поживного режимів ґ.
- Заходи протиерозійні агротехнічні** – прийоми, спрямовані на зменшення обсягів стоку талих і зливових вод шляхом

- збільшення водозатримуючої поверхні або водопроникності г.
- Зволоження** – співвідношення між кількістю опадів і випаровуванням.
- Зв'язність ґрунту** – здатність г. чинити опір зовнішнім механічним силам, які намагаються роз'єднати його часточки або структурні агрегати.
- Здатність ґрунту вбирна (поглинальна)** – властивість г. вбирати (поглинати) й утримувати різні тверді, рідкі та газоподібні речовини, окремі молекули та іони. Розрізняють З.г.в.(п.) механічну, фізичну, хімічну, фізико-хімічну(обмінну) та біологічну.
- Здатність ґрунту вбирна (поглинальна) механічна** – здатність г. механічно затримувати тверді часточки з суспензій та колоїдних розчинів, що фільтруються крізь г.
- Здатність вбирна (поглинальна) обмінна** – здатність г. вбирати (поглинати) й утримувати різні катіони чи аніони з розчинів, виділяючи при цьому в розчин еквівалентні кількості катіонів чи аніонів іншого роду. Виражається в мг-екв на 100 г г. [син.: фізико-хімічна вбирна (поглинальна) здатність г.].
- Здатність ґрунту вбирна (поглинальна) біологічна** – здатність г. вбирати (поглинати) переважно елементи мінерального живлення рослин, сполуки азоту та фізіологічно активні речовини; обумовлена організмами, що населяють г. (за К. К. Гедройцем).
- Землерії** – хребетні тварини, які риють у г. нори для життя та ходи для живлення (кроти, землерийки, сліпці, ховрахи та ін.).
- Землеробство** – 1) система заходів впливу на ґрунт для вирощування с.-г. культур і отримання високих стабільних врожаїв; 2) розділ агрономії, що вивчає загальні прийоми вирощування с.-г. культур і підвищення ґрунтової родючості.
- Землювання** – спосіб меліорації солонців, який полягає у внесенні на їх поверхню шару ґрунту, взятого з гумусового горизонту чорнозему або інших родючих ґрунтів.
- Золь** – колоїдний розчин, двофазна гетерогенна система. Міцели золю беруть участь у броунівському русі.
- Зольність** – вміст попелу в сухому органічному матеріалі. Виражається в % ваг.
- Зона капілярна** – шар г. або підґрунтя, який залягає безпосередньо над водоносним горизонтом і утримує капілярну вологу, гідравлічно зв'язану з водою водоносного горизонту.
- Зональність вертикальна** – закономірна зміна ґрунтових зон у горах, починаючи від підніжжя гірської системи.
- Зрошення** – штучне зволоження г. шляхом подавання води з водного джерела з метою підвищення вологозабезпеченості рослин або промивки г. для регулювання сольового режиму.

І

Імобілізація поживних речовин – перехід поживних речовин ґ. з доступної для рослин форми в недоступну.

Інсоляція – опромінювання поверхні ґ. сонячною радіацією.

Інтразональні ґрунти – ґрунти, що можуть зустрічатися в різних природних зонах, найчастіше невеликими масивами.

Інфільтрація – процес надходження води (дощової, талої, зрошувальної і т. ін.) з поверхні в товщу ґ. або підґрунтя. Процес І. складається з двох етапів: всмоктування і фільтрації.

Іригація [син.: зрошення] – комплекс заходів щодо поліпшення водного режиму; один з видів гідротехнічних меліорацій.

К

Кадастр земельний – систематизоване зведення відомостей про природне, господарське і правове положення земель.

Кальцит – мінерал з групи безводних карбонатів. Формула CaCO_3 .

Каменястість ґрунту – вміст у ґрунтовому профілі різного за формою і розміром каміння. К.г. виражається в % від маси або об'єму ґ.

Камінь – уламок гірської породи різної величини і форми діаметром більше 3 мм.

Каолінізація – процеси утворення мінералів каолінітової групи.

Каолініт – діоктаедричний мінерал з групи каолініту. Формула $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8]$.

Капіляри ґрунтові – система зв'язаних ґрунтових пор дрібного діаметру. Волога, що утримується в К.г. при частковому їх заповненні утворює меніски, завдяки чому виникають капілярні явища.

Карбонатні ґрунти – ґ., у верхньому (гумусовому) горизонті яких містяться карбонати кальцію та магнію.

Карбонати в ґрунті – К. кальцію і магнію, які присутні в ґ. у вигляді мінералів кальциту, доломіту, люблініту, арагоніту, анніриту і др. За походженням К.в ґ. можуть бути первинними (породними), і тоді до назви ґ. додається визначення «залишково-карбонатні», або вторинними (ґрунтовими) новоутвореннями. Серед новоутворених карбонатів розрізняють такі форми:

1. «Пліснява» [син.: карбонатна сивинка, іній] – слабкі нальоти дрібнокристалічних карбонатів на поверхні структурних агрегатів («пліснявою» іноді називають також слабо виражену кремнеземисту присипку).
2. Псевдоміцелій [син.: міцелій, псевдогрибниця, прожилки] – виділення дрібнокристалічних карбонатів, ниткоподібних або у вигляді тонких трубочок.
3. Борідки – натічні форми на нижній поверхні каміння та щебню у вигляді бугристих плівок або шкірочок.
4. Просочення – дрібнокристалічні форми виділення карбонатів,

які рівномірно або плямами просочують ґрунтову масу.

5. Конкреції – карбонати, які заповнюють пори та пустоти ґ. Розрізняють такі форми конкрецій: а) «білозірка» – слабозцементовані скупчення, які виділяються на стінках розрізів у вигляді чітко обмежених білих плям (очок) діаметром 1-2 см; б) «журавчики» [син.: жовна, жорства, лесові ляльки, дутики] – щільні тверді конкреції, іноді пусті всередині.

Картографія ґрунтів – розділ ґрунтознавства, який розглядає питання методики картографічного відображення ґрунтового покриття в різних масштабах.

Карти ґрунтові – спеціальні географічні карти різного масштабу, на яких показано розміщення ґ. на земній поверхні.

Катіони необмінні – катіони, які міцно закріплюються в ґ. і не можуть обмінюватись на інші катіони ґрунтового розчину. К.н. недоступні для живлення рослин.

Катіони обмінні [син.: увібрані] – катіони, що утримуються в колоїдному комплексі ґ. і здатні обмінюватися на інші катіони, які трапляються в ґрунтовому розчині.

Кварц – мінерал з групи каркасних силікатів без додаткових аніонів – SiO_2 .

Кіркоутворення – негативне явище, яке найчастіше має місце на поверхні безструктурних і слабоструктурних суглинистих і глинистих ґ. після рясного зволоження їх поверхні і подальшого швидкого висихання. При цьому сильно погіршуються умови зволоження та аерації ґ. К. особливо проявляється на поверхні ґрунтів, багатих на обмінні натрій та калій.

Кірка ґрунтова – поверхневий твердий шар, який утворюється в результаті запливання ґ. під дією дощів або зрошування та подальшого висихання чи специфічних процесів ґрунтоутворення.

Кірка сольова – скупчення великої кількості солей на поверхні ґ., майже без домішок землянистих часточок. Вміст солей може досягати 90 % за вагою.

Кислотність ґрунтів – здатність ґ. підкислювати ґрунтовий розчин або розчини солей внаслідок присутності в складі ґ. кислот, а також обмінних іонів водню та катіонів, які утворюють при їх витискуванні гідролітично кислою сіллю (переважно Al^{3+}).

Кислотність ґрунту активна – визначається значенням рН ґрунтового розчину або водної витяжки (ґрунт: вода = 1:5) при 3-хвилинному збовтуванні.

Кислотність ґрунту обмінна – вміст у ґрунті обмінних катіонів Al^{3+} і H^+ . Виражається в мг-екв на 100 г сухого ґ., вимірюється в сольовій витяжці.

Кислотність ґрунту гідролітична – та частина обмінної кислотності ґрунту, яка проявляється при взаємодії ґ. з розчинами

гідролітично лужних солей (ацетат натрію з рН=8,3).
Виражається в мг-екв на 100 г сухого г.

Кислоти апокренові [син.: осадочно-струмкова кислота, за Берцеліусом і Мульдером] – аналог фульвокислот.

Кислота гематомеланова – спирторозчинна фракція препаратів гумінових кислот.

Кислоти гумінові – препарати органічної частини г., які утворюються при екстрагуванні г. лужними розчинами. Гумусові речовини з різних ґрунтів, штучно переведені в кислотну форму. Інша точка зору – складова частина гумусу ґрунту.

Кислування ґрунту – один з методів меліорації содових солонців шляхом внесення в г. кислих хімічних речовин: сірчаної кислоти, сірки, сульфату заліза, сульфату алюмінію та ін., які підвищують розчинність сполук кальцію та нейтралізують соду.

Клас ґрунтів – таксономічна одиниця класифікації г. вища за тип.

Класифікація ґрунтів – віднесення г. до різних систематичних одиниць і встановлення супідрядності цих одиниць.

Класифікація ґрунтів за гранулометричним складом – (поділ г. та підґрунтя на групи за вмістом в них різних гранулометричних фракцій. На сьогодні найбільше широко поширена класифікація Н. А. Качинського, в якій ґрунти класифікуються за співвідношенням фракцій фізичного піску (часточки більші 0,01 мм) та фізичної глини (часточки менше 0,01 мм).

Класифікація елементарних часток ґрунту – відповідно до розміру часток виділяють колоїди, мул, пил, пісок, гравій, хрящ, щебінь, камінь, валуни.

Коагуляція колоїдів в ґрунті – процес переходу ґрунтових колоїдів із стану золю в гель. Розрізняють К.к. електролітну та взаємну.

Коагуляція колоїдів ґрунту електролітна – перехід ґрунтових колоїдів з стану золю в стан гелю під впливом розчинів електролітів.

Когезія – злипання однорідних часточок за рахунок їх безпосередньої взаємодії або при допомозі проміжних речовин (клеїв, цементів і т. ін.).

Коефіцієнт Висоцького – показник, який являє собою відношення кількості води опадів до кількості води, яка може випаруватись з відкритої водної поверхні. Використовується для визначення типу водного режиму регіону (промивного, непромивного, випотного тощо).

Колоїди – дисперсні системи, які характеризуються міцелярною структурою.

Колоїди ґрунтові – особливий стан речовини, коли вона, утворюючись за рахунок фізичної диспергації твердих тіл або асоціювання молекул рідини в агрегати колоїдальних розмірів (1-100 нм), набуває найбільш стійку форму в умовах зовнішнього

середовища. В г. розрізняють мінеральні (глина), органічні (гумус) та органо-мінеральні к.

Колоїдний розчин [син.: золь] – гетерогенна система міцелярної структури.

Колоїдна часточка – ядро колоїдної міцели разом з потенціалвизначальним шаром іонів.

Кольматаж – спосіб штучного замулювання ґрунтів заздалегідь виготовленими ґрунтовими або глинистими суспензіями з метою зниження фільтрації води зі зрошувальних каналів, водоймищ. В основу К. покладено механічну вбирну здатність г.

Конкреції – новоутворення в г., які являють собою щільні стягнення, що мають різні розміри, форму та склад: карбонатні, залізисті, органо-мінеральні та ін.

Консистенція ґрунту – ступінь рухливості часточок, що складають ґрунт під впливом зовнішніх механічних дій при різній вологості г.

Копроліти – щільні водостійкі грудочки ґрунтової маси, які пройшли через кишковий тракт дощових черв'яків і просякнуті органічним слизом.

Кора вивітрювання – верхні шари літосфери, змінені під впливом фізичного, хімічного та біологічного вивітрювання.

Кремнезем аморфний в ґрунті – незакристалізований водний оксид кремнію. Зустрічається також у формі фітолітарій та панцирів діатомових водоростей. К.а. витягується з г. лужними розчинами.

Кріогенні процеси – сукупність фізичних та фізико-хімічних процесів, які виникають у г. у результаті охолодження їх до від'ємних температур, замерзання та відтанення.

Кротовини – ходи та камери риючих тварин (кротів, ховрахів і др.), заповнені ґрунтовим матеріалом, як правило, принесеним з інших горизонтів; на стінках ґрунтового розрізу виділяються у вигляді плям невизначеної форми (найчастіше округлої або овальної) значного розміру (5-10 см і більше).

Л

Ландшафт – однорідна за умовами розвитку природна система (природний територіальний комплекс будь-якого рангу).

Лес – пухка, пилювата суглиниста карбонатна порода палевого або сіро-жовтого кольору. У гранулометричному складі переважає фракція крупного пилю (0,05-0,01 мм). Л. характеризується високими пористістю, водопроникністю, стійкістю мікроструктури, значною просадочністю.

Лесовидні (лесоподібні) суглинки – породи, близькі до лесів; відрізняються від них меншим вмістом крупнопилюватої фракції, меншою пористістю і просадочністю; забарвлення від жовтуватобурого до червонувато-бурого. Звичайно містять карбонати. Безкарбонатні Л.с. часто називають покривними суглинками.

- Лесиваж** [син.: ілімеризація] – процес переміщення в профілі ґ. мулуватої фракції без її хімічного руйнування.
- Лімітуючі фактори** – нестача або надмір у ґ. якогось фактора, що обмежує можливість нормального існування виду чи популяції. Л.ф. можуть бути світло, тепло, вода, поживні речовини, а також забруднення середовища.
- Липкість ґрунту** – властивість вологого ґ. прилипати до металевої поверхні. Залежить від гранулометричного складу ґ., складу обмінно-увібраних катіонів і вологості ґ.
- Лужна реакція ґрунтового розчину** – реакція ґрунтового розчину, яка зумовлена присутністю в колоїдному комплексі ґ. обмінно-увібраного натрію, що призводить до утворення в ґрунті соди.
- Лужність бікарбонатна** – вміст у водній витяжці бікарбонатного іона (HCO_3^-).
- Лужність карбонатна** – вміст у водній витяжці карбонатного іона (CO_3^{2-}).
- Лучний процес** – процес накопичення гумусу в ґ. лісостепової, степової та напівпустельної зон під впливом додаткового зволоження за рахунок поверхневих або ґрунтових вод.
- Лучні ґрунти** – представники ґ. гідроморфного ряду. Л.ґ. формуються при підвищеному поверхневому зволоженні прісними водами та постійному зв'язку з жорсткими ґрунтово-підґрунтовими водами, які залягають на глибині 1-3 м. Поширені в пониженнях рельєфу на недренованих рівнинах під лучною рослинністю в степовій та сухостеповій зонах.
- Лучно-болотні ґрунти** – представники ґ. гідроморфного ряду. Поширені переважно в лісостеповій та степовій зонах. Формуються в замкнутих пониженнях під впливом тривалого поверхневого або ґрунтового зволоження під вологолюбною трав'яною рослинністю.
- Лучно-бурі напівпустельні ґрунти** – представники ґ. напівгідроморфного ряду напівпустельної зони, відрізняються від бурих напівпустельних ґ. підвищеною гумусованістю (до 2-3 %), відносною вилугуваністю від солей, наявністю ознак оглеєння в нижній частині профілю.
- Лучно-каштанові ґрунти** – представники ґ. напівгідроморфного ряду сухостепової зони. Від каштанових відрізняються більшою глибиною гумусового горизонту, підвищеним вмістом гумусу. При важкому гранулометричному складі ґрунтотворних порід у нижній частині профілю інколи зустрічаються ознаки оглеєння. Формуються при додатковому поверхневому зволоженні, яке інколи супроводжується і ґрунтовим, під степовою або лучно-степовою рослинністю.
- Лучно-коричневі ґрунти** – представники ґ. напівгідроморфного ряду. Профіль Л.-к. ґ. відрізняється від профілю коричневих

грунтів більш високим вмістом гумусу, меншою щільністю в оглиненому горизонті, нечіткістю карбонатних виділів, неясною відмежованістю ілювіально-карбонатного горизонту. Розвиваються в умовах напівсухого субтропічного (середземноморського та мусонного) клімату під впливом підвищеного зволоження (грунтового, поверхневого або змішаного) під лісовою рослинністю.

Лучно-сіроземні ґрунти – представники г. напівгідроморфного ряду, які розвиваються серед сіроземів. Відрізняються від останніх меншою диференційованістю профілю, більш потужним гумусовим горизонтом, наявністю ознак оглеєння в нижніх горизонтах.

Лучно-чорноземні ґрунти – представники г. напівгідроморфного ряду в чорноземній зоні. Відрізняються від чорноземів більшою грубизною гумусового горизонту, більшим вмістом гумусу та слабкими ознаками оглеєння в нижній частині профілю. Розвиваються при додатковому зволоженні ґрунтовими або поверхневими водами під степовою або лучно-степовою рослинністю, інколи під розрідженими листяно-трав'янистими лісами.

М

Магнезит – мінерал з групи безводних карбонатів, підгрупи кальциту. Формула $MgCO_3$

Магнетит – мінерал з групи оксидів і гідрооксидів металів. Формула Fe_2O_4 . Сильно магнітний.

Макроагрегати – ґрунтові агрегати діаметром більше 0,25 мм.

Макрорельєф – великі форми рельєфу, які визначають загальний вигляд значної ділянки земної поверхні: гірські хребти, плоскогір'я, долини, рівнини тощо.

Макроструктура – сукупність макроагрегатів, на які природно розпадається г. Агрегати розміром від 0,25 до 10,0 мм.

Макрофауна ґрунту – хребетні тварини, що проживають або тимчасово перебувають у г. (жаби, ящірки, гадюки, гризуни, кроти т. ін.).

Макроеlementи – хімічні елементи, які засвоюються рослинами у великих кількостях. Головні М. – N, P, K, Ca, Mg, S, Fe.

Максимальна молекулярна вологоємність ґрунту – вологість ґрунту, яка відповідає максимальній кількості (%) плівкової води в г.

Максимальна гігроскопічність ґрунту – найбільша кількість пароподібної води, яку може вбирати г. з повітря.

Мезорельєф – форма рельєфу, горизонтальні розміри елементів якого від 20 до 100 і більше метрів, вертикальні – від 1 до 20 м, наприклад, гриви, яри.

Мезофауна ґрунту – великі (від декількох мм до декількох см)

ґрунтові безхребетні, наприклад, дощові черв'яки, мокриці, багатоніжки, великі павукоподібні, чисельні комахи та їх личинки, слизняки, равлики. Деякі дослідники називають цю групу тварин макрофауною.

Меліорація ґрунтів – заходи, спрямовані на поліпшення властивостей ґ. та умов ґрунтоутворення з метою підвищення родючості.

Мерзлота ґрунту – стан ґ. при температурі нижче 0°; у вологих ґ. частина ґрунтової вологи утримується у вигляді льоду. М.ґ. може бути сезонною, яка утримується лише в холодну пору року і багаторічною («вічною»), яка зберігається в ґрунті багато років.

Мерзлотні ґрунти – термін не має класифікаційного значення. Ґ., в нижній частині профілю яких (або безпосередньо в породі) протягом усього вегетаційного періоду зберігається багаторічна мерзлота.

Метаболізм – обмін речовин в організмах, сукупність процесів асиміляції та дисиміляції.

Метаморфічні породи – породи, які утворилися з осадових або магматичних порід під впливом високої температури, великого тиску і горотворних процесів.

Механічне вбирання (поглинання) – здатність ґ. як пористого тіла затримувати тверді часточки, які можуть попадати в ґрунт разом з водою, що фільтрується крізь нього. На базі цього виду вбирання (поглинання) розроблено штучний спосіб боротьби з фільтрацією ґ. (кольматаж).

Механічні елементи – окремі часточки твердої фази ґрунту.

Мікроагрегати – ґрунтові агрегати діаметром менше 0,25 мм.

Мікроелемент – хімічний елемент, необхідний організмам в незначних кількостях для нормального розвитку (В, Мп, F, Cu, Мо і ін.).

Мікроклін – мінерал з групи польових шпатів підгрупи ортоклазу. Формула $K[AlSi_3O_8]$.

Мікроморфологія ґрунтів – розділ ґрунтознавства, який вивчає морфологічну будову і склад ґ. шляхом дослідження їх в непорушеному стані під мікроскопом.

Мікроорганізми ксерофітні – М., що здатні розвиватися за дефіциту вологи.

Мікроорганізми оліготрофні – М., які пристосовані до розвитку в умовах середовища, бідного на поживні речовини. Відрізняються повільним ростом.

Мікрорельєф – невеликі форми рельєфу, горизонтальні розміри елементів якого від 2 до 20 м, вертикальні – від 1 до 2 м. Наприклад, западини степу, невеликі бархани.

Мікроструктура ґрунту – сукупність агрегатів ґ. середній діаметр яких менше 0,25 мм.

Мікрофауна – ґрунтові безхребетні, які не розрізняються або ледве розрізняються неозброєним оком (коловратки, тихоходки, нематоди, кліщі, ногохвостики).

Мікрофлора – сукупність мікроорганізмів, які населяють ґ.

Мінералізація ґрунтових вод [син.: мінералізованість, засоленість, солоність] – концентрація солей в ґрунтових водах.

Мінералізація органічних речовин – процес розкладу органічних сполук до вуглекислоти, води та простих солей.

Мінералогія ґрунтів – розділ ґрунтознавства, предметом якого є: мінералогічний склад ґ., утворення, руйнування та зміни мінералів при ґрунтоутворенні, властивості мінералів та їх географічне поширення.

Мінерали вторинні – М., які утворюються в процесі ґрунтоутворення та вивітрювання в результаті зміни мінералів ґрунтоутворних порід і синтезу з продуктів розпаду речовин, що надійшли до ґ. ззовні.

Мінерали глинисті – М., які мають шарувату або шарувато-ланцюгову структуру, класу водних силікатів і алюмосилікатів. До М.г. відносяться мінерали груп слюд, гідрослюд, хлоритів, вермикулітів, смектитів, каолінітів і змішаношаруватих утворень.

Мицелій – вегетативне тіло грибів і актиноміцетів, яке представлене системою розгалужених гіф.

Мобілізація поживних речовин ґрунту – перехід елементів живлення з недоступного рослинам стану в доступний під впливом життєдіяльності мікроорганізмів і виділень коріння, агрохімічних заходів, хімічної меліорації.

Моніторинг ґрунтів – система тривалих спостережень за станом ґрунтів з метою своєчасного виявлення та прогнозу будь-яких змін і розробки управлінських рішень.

Моноліт ґрунтовий – вертикальний зразок ґ., взятий зі стінки ґрунтового розрізу без порушення природного складення.

Моноліт ґрунтовий плівчастий – шліф, дуже тонкий моноліт ґ., узятий без порушення природного його складення і зафіксований клеєм.

Монтморилоніт – вторинний глинистий мінерал, діоктаедричний смектит, характерні високі ізоморфні заміщення Al на Mg в октаедричних поверхах, якими обумовлений надлишковий від'ємний заряд мінералу. Ємність вбирання катіонів 100-120 мг-екв/100 г.

Морена – породи, які утворилися в результаті дії льодовиків; залежно від залягання моренних мас у товщі льоду розрізняють донну, бічну та кінцеву морени.

Морфологічні ознаки ґрунтів – зовнішні ознаки ґ.: будова профілю (послідовність горизонтів та їх грубизна), забарвлення, складення, щільність, зв'язність, структура, вологість,

гранулометричний склад, наявність вкраплень, новоутворень, розподіл коріння тощо.

Мул – сукупність елементарних ґрунтових часточок з діаметром менших 0,001 мм.

Мульчування – покриття поверхні ґ. різними матеріалами (мульчею) з метою зниження випаровування вологи з ґ., регулювання температури ґ., застереження ґрунтової структури від руйнування, боротьби із проростками бур'янів тощо.

Мусковіт – мінерал з групи шаруватих силікатів підгрупи мусковіту. Діоктаедричний калієвий мінерал з високим вмістом Al. Формула $KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$.

Н

Набухання ґрунту – збільшення об'єму ґ. при зволоженні. Викликається вбиранням вологи мінеральними та органічними колоїдами. Кількісно залежить від гранулометричного складу, вмісту і складу обмінних катіонів.

Найменша польова вологоємність – визначається кількістю води, яка утримується ґ. після стікання надлишку води [син.: польова вологоємність, найменша вологоємність, field water capacity (амер.)].

Нальоти солей [син.: вицвіти солей] – дуже тонкі плівки солей, які викристалізувалися з ґрунтових розчинів на поверхні ґ. або його структурних окремоствей.

Намиті ґрунти – ґ., які сформувалися в умовах прояву делювіальних процесів, найчастіше приурочені до підніжжя схилів, днищ балок та яруг. За грубизною намитого шару вони розділяються (за С. С. Соболевим) на слабонамиті (до 20 см), середньонамиті (20-40 см) та сильнонамиті (більше 40 см).

Нанорельєф [син.: карликовий рельєф] – найдрібніші елементи рельєфу, діаметр яких коливається в межах від декількох см до 0,5-1,0 м, відносна висота до 10 (рідше 30 см). Приклади Н. – мілкі западини, пагорбки, ховраховини, мерзлотні полігони, купини, грудки, утворені обробітком тощо.

Наноси – продукти руйнування ґ. і гірських порід, переміщені з місця свого утворення і перевідкладені водою, вітром і льодовиками.

Наноси делювіальні [син.: делювій] – відклади, що накопичуються в нижніх частинах схилів та прилеглих ділянках річкових долин або озерних улоговин.

Наноси іригаційні – відклади, утворені зрошувальними водами; накопичуються в каналах і на полях.

Наноси річкові [син.: алювій] – відклади річкових вод, що формують сучасні відклади в руслах і заплавах річок.

Напівгідроморфні ґрунти – група ґ., які формуються в умовах періодичного перезволоження поверхневими або підґрунтовими водами. Характеризуються присутністю в профілі ознак оглеєння.

Неповнорозвинені ґрунти – ґ., в яких профіль не має повного набору генетичних горизонтів, характерних для ґ. даної зони.

Нітрифікатори – група автотрофних мікроорганізмів, здатних отримувати енергію для життєдіяльності за рахунок окиснення неорганічних сполук азоту.

Нітрифікація – процес мікробіологічного перетворення азоту в ґ. з аміачних форм в нітратні з утворенням селітр. Відбувається за участі аеробних мікроорганізмів. Селітри є важливим джерелом азоту для живлення рослин.

Новоутворення в ґрунті – місцеві накопичення різних речовин, які морфологічно і хімічно відрізняються від основної маси ґрунтових горизонтів. Виникли в результаті ґрунтоутворних процесів (ортштейни, конкреції, журавчики та ін.)

Нонтроніт – високозалізистий діоктаедричний смектит. Відрізняється високими ізоморфними заміщеннями Si на Al в тетраедричних шарах та більшим або меншим ступенем заміщення Al на Fe в октаедричних шарах.

О

Обвалування – 1. Огородження території земляними валами від затоплення. 2. Протиерозійний захід.

Оболонка гідратна – оболонка вологи зв'язаної, що утворюється навколо колоїдних часток або іонів під впливом сил притягання між ними і дипольними молекулами води.

Обробіток ґрунту контурний – протиерозійний обробіток ґ. уздовж горизонталей на складних схилах.

Обмін іонний – обмін іонами між твердою фазою ґрунту і ґрунтовим розчином.

Обробіток ґрунту безполицевий – засіб рихлення ґ. знаряддями, які не перевертають скиби.

Оглеєння – складний біохімічний процес утворення глею.

Оглинення – процес утворення глини в тій чи іншій частині ґрунтового профілю як наслідок ґрунтоутворення.

Окислення – в широкому розумінні – процес, при якому речовина, що окислюється (атом, іон) позбавляється одного або декількох електронів; при цьому відбувається підвищення позитивної валентності елемента.

Округ ґрунтовий – частина ґрунтової провінції або вертикальної ґрунтової зони, яка характеризується якісно однотипною структурою ґрунтового покриву, обумовленою особливостями рельєфу та ґрунтоутворних порід.

Окультурення ґрунту – спрямований вплив на ґ. з метою підвищення ефективної родючості, поліпшення його властивостей та режимів, які відповідають вимогам культурних рослин і забезпечують високі та сталі врожаї з високою якістю продукції.

- Оліготрофи** – організми, мало вибагливі до наявності поживних речовин у середовищі існування, рослини, що ростуть на неродючих ґрунтах (біловус, сосна звичайна тощо).
- Опал** – аморфні сполуки типу $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Виникає при руйнуванні силікатів багатьох порід, утворюється в живих організмах.
- Опідзолені ґрунти** – ґ., в яких процес опідзолювання є супутнім основному. У такому разі термін додається до типової назви ґ. (чорнозем опідзолений, бурий лісовий опідзолений ґ. і т.д.).
- Опріснення** [син.: розсолення, обезсолювання] – процес звільнення засолених ґрунтів і ґрунтових вод від легкорозчинних солей. О. досягається за допомогою комплексу меліоративних, агротехнічних, водогосподарських і гідротехнічних заходів.
- Опустелювання ґрунтів** – поява в ґ. ознак, характерних для ґ., які формуються в пустельних умовах.
- Органічна частина ґрунту** – за М. І. Лактіоновим, не є хімічно індивідуальною речовиною. Вона поєднує принаймні чотири складних за хімізмом компоненти: 1) не розкладені (свіжі) органічні рештки; 2) низькомолекулярні та високомолекулярні органічні речовини – продукти розкладу органічних решток; 3) напіврозкладені органічні рештки, що втратили форми і анатомічну будову – детрит; 4) специфічно ґрунтові продукти синтезу нових органічних сполук – власно гумусові речовини (гумус).
- Органічні рештки** – відмерлі в ґ. або заорані в нього рештки рослинних і тваринних організмів.
- Орна «підшва» ґрунту** – це негативне явище найчастіше має місце в безструктурних та слабоструктурних ґрунтах внаслідок ущільнення нижньої частини орного шару ґ. ґрунтообробними знаряддями.
- Ортоклаз** – мінерал з групи польових шпатів, підгрупи ортоклазу. Формула $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$.
- Основи обмінні** [син.: основи поглинені, основи увібрані] – катіони, що увібрані ґрунтовими колоїдами і здатні до обміну на катіони ґрунтового розчину або розчину електролітів при взаємодії ґрунту з ними.
- Осолоділі ґрунти** – ґ., в яких основний процес ґрунтоутворення супроводжується процесом осолодіння.
- Осолодіння** – процес утворення солодей та осолоділих ґ. Згідно з теорією К. К. Гедройца О. – процес деградації солонців, при якому обмінний Na^+ в ґ. поступово заміщується на H^+ , а реакція ґрунтового розчину з лужної переходить в кислоту.
- Остепніння ґрунту** – поява в профілі ґ. ознак, які притаманні ґ. степу, внаслідок зміни водного режиму.
- Осушення** – комплекс гідротехнічних та інших заходів по вилученню надлишкової кількості води з ґ. та з його поверхні з метою

поліпшення аерації г.

Охорона ґрунтів – система заходів, які спрямовані на попередження ерозії, руйнування, забруднення, вторинного засолення г. і т.д., а також непродуктивного їх використання.

П

Пар термічний – один із засобів обробітку солонцевих або важких злитих г., який полягає у висушуванні на сонці і руйнуванні великих брил для покращення фізичного стану орного шару г.

Пед – див. агрегат ґрунтовий.

Педон – найменша природна одиниця (елемент) ґрунтового покриву.

Педосфера – ґрунтовий шар Землі.

Пептизація ґрунту – розпад ґрунтових агрегатів на елементарні частки внаслідок переходу ґрунтових колоїдів з стану гелю в стан золю. П. може викликатися як природними чинниками (наприклад, у солонцевих горизонтах), так і штучно – насиченням г. одновалентними катіонами.

Переліг – ґрунт, залишений після декількох урожаїв на 8-15 років під природне заростання для «відпочинку» (відновлення родючості) при так званій переложній системі землеробства.

Період вегетаційний – період активної життєдіяльності рослин.

Підґрунтя – шар гірської породи, який залягає безпосередньо під товщею ґрунту. П. може бути того ж геологічного походження, що й материнська порода, або іншого (породи підстилаючі).

Підзоли – підзолисті ґрунти з украй різко вираженою диференціацією профілю за морфологічними ознаками, складом і властивостями.

Підзолисті ґрунти – зональний тип бореальних тайгово-лісових зон, сіалітні профільно-диференційовані ґрунти з такими найбільш характерними властивостями: значне збіднення мулом, фізичною глиною, півтораоксидами та основами верхніх горизонтів і збагачення їх кремнеземом, кисла реакція, висока ненасиченість основами, низький вміст гумусу (від 1 до 4 %).

Підтип ґрунтів – групи ґрунтів у межах типу, що якісно вирізняються проявом основного і додаткового процесів ґрунтоутворення, часто підтипи ґрунтів виділяються як перехідні утворення між близькими (географічно або генетично) типами ґрунтів (опідзолені чорноземи, дерново-підзолистий г. або типовий і звичайний чорноземи, каштанові, темно-каштанові ґрунти тощо).

Піроксени – мінерали з групи ланцюгових силікатів з структурою з одиничних ланцюгів. До П. відноситься ряд мінералів: енстатит, діопсид, авгіт, егірін та ін.

Піролюзит – мінерал з групи оксидів і гідрооксидів марганцю (MnO_2)

Піски зандрові – піски, відкладені потужними водно-льодовиковими потоками, які складають поверхню зандрових і флювіогляціальних рівнин.

Піскування – спосіб поліпшення водно-фізичних властивостей ґ. через полегшення його гранулометричного складу; П. полягає в збагаченні верхнього шару ґ. піском. П. застосовується в овочівництві, садівництві та квітництві.

Пісок фізичний – часточки твердої фази ґрунту, розмір яких більший за 0,01 мм.

Плагіоклази – каркасні силікати групи польових шпатів, утворюють безперервну ізоморфну серію від альбіту $\text{Na[AlSi}_3\text{O}_8]$ до анортиту $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$.

Плантаж [син.: плантажна оранка] – глибока оранка з обертанням пласта на глибину 50-70 см і більше.

Пластичність ґрунту – здатність вологого ґрунту змінювати форму під впливом зовнішньої сили зі збереженням суцільності та наданої форми після усунення зовнішньої сили.

Пливун – дрібний пісок або крупний пил з невеликою домішкою глинистих або мулистих часток, якому властива деяка плинність у стані насиченості водою.

Площа водозбірна [син.: басейн] – територія, з якої стікають поверхневі або підземні води до водних артерій – річок, озер, а також до безстічних западин.

Поверхні полігональні – ті, що розбиті пониженнями або тріщинами на багатокутники. Утворюються в результаті висихання, усадки та кріогенних процесів або сумісного впливу цих факторів.

Поверхня питома ґрунту – сумарна поверхня всіх часток ґ., віднесена до 1 г або 1 см^3 ; найчастіше виражається в $\text{м}^2/\text{г}$ або $\text{м}^2/\text{см}^3$.

Поверхнево-глейові ґрунти – група ґ. які тимчасово перезвожуються та оглеюються під впливом поверхневих вод.

Повітропроникність ґрунту – здатність ґрунту пропускати через себе повітря.

Повітрообмін – обмін повітрям між ґ. та атмосферою внаслідок змін температури та вологості ґ., змін атмосферного тиску, пересування води, а також під впливом вітру та дифузії.

Повітроемність ґрунту – об'єм ґрунтових пор, які утримують повітря, при вологості ґ., яка відповідає найменшій вологоємності. Виражається у % від об'єму ґ.

Повітря ґрунтове – гази, які знаходяться в ґрунті. Розрізняють: а) П.г. адсорбоване, увібране ґрунтовими часточками і утримуване на їх поверхні в ущільненому стані сорбційними силами; б) П.г. защемлене, яке знаходиться в порах ґ. з усіх сторін ізольованих вологою; в) П.г. розчинене в ґрунтовій волозі; г) П.г. вільне, яке знаходиться в порах ґ., вільно переміщується в них і контактує з атмосферним повітрям.

Повітряні властивості ґрунту – властивості, які визначають поведінку ґрунтового повітря: повітропроникність ґ.,

повітреємність г., здатність г. вбирати гази та обмінюватись ними з зовнішньою атмосферою. Залежать від пористості та структури г., кількості вологи в ньому.

Повість лісова – різновид лісової підстилки. Формується з рослинного опаду в трав'янистих лісах.

Повість степова – густо переплетені відмерлі сухі стебла та листя, що знаходяться на поверхні степових цілинних ґрунтів.

Поглинання (вбирання) необмінне – вбирання ґрунтом катіонів або аніонів, яке не супроводжується виділенням в розчин еквівалентних кількостей іонів іншого роду.

Поглиналина (вбирна) здатність ґрунту – здатність г. вбирати і утримувати різні речовини з навколишнього середовища. Розрізняють: механічну, фізичну, фізико-хімічну, хімічну та біологічну П.(в).з.г.

Поглинання (вбирання) фізичне [син.: необмінне, аполярне] – здатність г. вбирати речовини у вигляді цілих молекул. Таким шляхом г. вбираються (сорбуються) гази, пари, масла, фарби.

Поживні речовини в ґрунті – речовини або елементи, які потрібні для живлення рослин. Найголовніші з них азот, фосфор, калій, сірка, залізо.

Польові шпати – мінерали з групи каркасних силікатів без додаткових аніонів.

Пори – [син.: пустоти] – різноманітні за розмірами і формою проміжки між первинними часточками та агрегатами г., які зайняті повітрям або водою.

Пористість ґрунту [син.: порозність, шпаруватість] – сумарний об'єм пор між твердими часточками г. та всередині них, виражений у відсотках від загального об'єму г. в непорушеному стані.

Пористість ґрунту капілярна – сумарний об'єм пор, які заповнюються водою при капілярному зволоженні ґрунту.

Пористість ґрунту міжагрегатна – сумарний об'єм пор між агрегатами, виражений у % від загального об'єму г.

Пористість ґрунту некапілярна – сума крупних пор та проміжків між структурними окремостями та часточками ґрунту.

Поріг коагуляції – найменша концентрація електроліту, яка викликає початок коагуляції золів ґрунтових колоїдів.

Породи осадові – П., які вкривають порівняно тонкою оболонкою (в середньому до 4,8 км) майже всю поверхню земної кори. Основним матеріалом, з якого утворилися осадові породи, є вивітрені магматичні породи.

Породи підстилаючі – шар породи, який залягає під ґрунтоутворюючою породою і відрізняється від неї за складом і властивостями та не охоплений процесом ґрунтоутворення.

Породи органогенні – П., які складаються переважно із решток рослинних і тваринних організмів (торф, трепел, сапропель та

ін.).

Породи ґрунтотворні [син.: породи материнські] – гірські породи, з яких утворюються ґ.

Потенціальна кислотність ґрунту [син.: пасивна] – кислотність ґ., яка зумовлена вмістом обмінно-увібраних іонів водню та алюмінію в колоїдному комплексі ґ.

Потенціал окисно-відновний ґрунту – міра напруженості та напрямку окисно-відновних процесів. Вимірюється в мВ як оборотний потенціал гладкого платинового (рідше платинованого) або іншого індиферентного електроду, зануреного у вологий ґ. За нульове значення приймають потенціал нормального водневого електроду. В автоморфних аерованих ґ. ОВП лежить у межах 300-600 мВ; заболочування та оглеєння знижують ОВП до 200 мВ і нижче.

Присипка кремнеземиста – тонкий сірий або білуватий наліт на поверхнях структурних окремоств в опідзолених чорноземах, підзолистих, сірих лісових, осолоділих ґ., солодах та ін.

Провінція ґрунтова – частина ґрунтової підзони або зони, яка відрізняється специфічними особливостями ґ. та умов ґрунтоутворення, обумовленими різницею у зволоженні, континентальності клімату, температурі.

Пролювій – відклади тимчасових бурхливих гірських потоків. Накопичуються біля підніжжя гір. Характерна ознака П. – гетерогенність складу.

Промерзання ґрунтів – охолодження ґ. нижче 0°, яке супроводжується замерзанням ґрунтової вологи.

Промочування наскрізне – зволоження всієї товщі ґрунту внаслідок просочування вологи від денної поверхні до дзеркала підґрунтових вод.

Просадка – явище опускання ділянок денної поверхні внаслідок зменшення об'єму ґрунтово-підґрунтової маси, що викликається вилуговуванням розчинних солей, таненням льодових лінз або перепакуванням мінеральних часточок під впливом змочування. Проявляється на поверхні у вигляді западин, тріщин і т.п.

Профіль ґрунту – сукупність генетично зв'язаних горизонтів, що закономірно змінюють один одного в ґ., на які розділяється материнська гірська порода в процесі ґрунтоутворення.

Процес ґрунтотворний [син.: ґрунтоутворення] – процес утворення ґ. з материнської породи під впливом факторів ґрунтоутворення (рослинність та тваринний світ, клімат, рельєф, вік місцевості).

Процеси анаеробні – процеси перетворення органічних і мінеральних речовин в ґ., які відбуваються при недостатньому надходженні в ґ. кисню або при його повній відсутності, що веде до появи відновлених або недоокислених сполук.

Процеси аеробні – протікають в ґ. при достатньому надходженні

кисню.

Процеси ґрунтові – сукупність всіх фізичних, хімічних, біологічних та ін. процесів, які відбуваються в ґ. за час його розвитку, а також сьогодні.

Псевдоміцелій – міцелій дріжджів, гіфи якого складені клітинами, що утворилися шляхом брунькування, а не ділення, як у справжньому міцелії грибів. Так само іменують виділення дрібнокристалічного кальциту у вигляді тонких ниточок, що помітні на стінках ґрунтового розрізу, (див. «карбонати в ґрунті»)

Р

Радіоактивність ґрунтів – здатність ґ. до випромінювання альфа-, бета-, гамма-променів, зумовлена наявністю в ґ. і материнських породах природних і штучних радіонуклідів.

Розряд ґрунтів – таксономічна одиниця класифікації ґ. Група ґ. у межах різновиду, яка виділяється за мінералого-петрографічними особливостями ґрунтотворних порід.

Районування агроґрунтового – система поділу земної поверхні за ознаками подібності та різниці в ґрунтовому покриві з урахуванням усього комплексу природних факторів, що впливають на урожай: клімат, рельєф, рослинність та тваринний світ, ґрунтотворні і підстилаючі породи, природні води.

Реакція ґрунтового розчину [син. реакція ґрунту] – співвідношення концентрацій іонів водню H^+ та гідроксиду OH^- у водній або сольовій (КСІ) витяжці з ґрунту. Виражається водневим показником рН.

Режим вологості ґрунту – сукупність усіх кількісних і якісних змін вологості ґ. в часі.

Режим водний ґрунту – сукупність усіх процесів надходження води в ґ., її пересування в ґ., зміни її фізичного стану в ґ. та її витрати з ґ. (Див. Типи водного режиму ґрунтів).

Режим гідротермічний ґрунту – сукупність усіх явищ надходження, витрат і переносу тепла та вологи в ґ.

Режим окисно-відновний ґрунту – сукупність окисно-відновних процесів, які викликають зміни в часі окисно-відновного потенціалу в профілі ґ.

Режим повітряний ґрунту – сукупність усіх явищ надходження повітря в ґ., його пересування в ґ., витрат з ґ., обміну газами між ґ., атмосферним повітрям, твердою та рідкою фазами ґ., споживання та виділення окремих газів живими організмами ґ.

Режим поживний ґрунту – зміна вмісту в ґ. доступних для рослин поживних речовин протягом вегетаційного періоду; залежить від валових запасів поживних речовин, умов їх мобілізації в ґ. і від внесених добрив.

Режим тепловий ґрунту – сукупність явищ теплообміну в системі приземний шар повітря – рослина – ґрунт – гірська порода, а

також процесів теплопереносу та теплоаккумуляції в самому ґ.

Рекультивация ґрунтів – комплекс заходів, спрямованих на відновлення продуктивності порушених ґрунтів, а також на покращення навколишнього середовища.

Реліктові ґрунти – ґ., які за багатьма властивостями не відповідають сучасним фізико-географічним умовам. Можна розпізнавати власне Р.ґ., в яких реліктові властивості переважають, та ґ. з реліктовими ознаками, в яких переважають властивості, зв'язані з сучасними умовами ґрунтоутворення.

Рендзини [син.: дерново-карбонатні ґ.] – ґ., які формуються на малопотужній товщі продуктів вивітрювання вапняків, доломітів та ін. щільних карбонатних порід, в умовах промивного водного режиму під лісовою рослинністю. Р. звичайно щербеністі, збагачені гумусом (до 12-15 %), закипають з поверхні.

Ретроградація добрив – перехід легко засвоюваних рослинами форм поживних речовин добрив у ґ. у незасвоювані або важко засвоювані форми.

Речовини гумусові специфічні – власне гумусові речовини, що входять до складу органічної частини ґрунту.

Речовини зольні – мінеральні речовини, які лишаються в попелі після спалювання органічної маси рослин.

Речовини меліоруючі [син.: хімічні меліоранти] – Р., що застосовуються для меліорації лужних або кислих ґ. і впливають на реакцію, склад і співвідношення компонентів в ґрунтових розчинах і вбирному комплексі. До Р.м. відносяться гіпс, вапно, хлористий кальцій, сірчанокисле залізо, сірка, сірчана кислота та ін.

Речовини поживні – речовини, необхідні для живлення рослин.

Речовини поживні рухомі – легкорозчинні в різних витяжках форми сполук поживних речовин в ґ., які вважаються легкодоступними для рослин.

Ризосфера – об'єм ґ., який безпосередньо прилягає до коріння рослин і відрізняється високою біологічною активністю.

Різновид ґрунту – таксономічна одиниця класифікації ґ. Група ґ. у межах виду, які відрізняються за гранулометричним складом.

Рогова обманка – група ланцюгових силікатів зі здвоєних ланцюжків (амфіболи).

Родючість ґрунту – здатність ґ. задовольняти потреби рослин у поживних речовинах, воді, біотичному та фізико-хімічному середовищі. Розрізняють: Р.ґ. потенціальну, або природну, що виникла в процесі ґрунтоутворення і залежить від запасів поживних речовин і природних режимів, і Р.ґ. ефективну, яка створюється завдяки агрозаходам при використанні ґ. як засобу виробництва. Р.ґ. практично оцінюється врожайністю сільськогосподарських рослин.

Родючість ґрунту економічна – економічну родючість ґрунту треба розглядати як порівняльну вартісну оцінку врожаю, вирощеного на одиниці площі ґрунту.

Розріз ґрунтовий – вертикальна стінка ями (шурфу), яка розкриває профіль ґ,

Розсоли – природні води з мінералізацією понад 80 г/дм³.

Розсолонцювання – процес зміни складу обмінно-увібраних катіонів і властивостей солонцевих ґ., який протікає природним шляхом або викликається меліоративними заходами. При цьому відбувається зменшення вмісту обмінного натрію та поліпшення водно-фізичних та інших властивостей солонцевих горизонтів. Основним меліоративним прийомом розсолонцювання є заміна обмінного натрію іоном кальцію з гіпсу та вилучення легкорозчинних солей промиванням ґ.

Розчин ґрунтовий – волога ґрунтова з розчиненими в ній газами, мінеральними та органічними речовинами; рідка фаза ґ. Р.ґ: знаходиться в плівковій капілярній або гравітаційній формах (найчастіше всі три форми). Бере участь у ґрунтотворному процесі, у фізико-хімічних і біологічних реакціях, у живленні рослин.

Рослини культурні – рослини, властивості яких настільки змінені селекцією, що вони не здатні жити в природних угрупованнях, тобто це рослини, які живуть лише в умовах, створених людиною.

С

Самомеліорація солонців – спосіб меліорації солонців без внесення хімічних речовин, а ґрунтується на залученні до орного шару гіпсу або вапна, що містяться в ґрунті, шляхом плантажної оранки.

Сапропель – відклади, які утворюються на дні озер. С. складається з решток рослинних і тваринних організмів, змішаних з мінеральними речовинами, які приносяться водою та вітром і перетворюються в анаеробних умовах. С. являє собою драглеподібну масу оливкового або ясно-сірого кольору.

Сапрофіти – рослини, які живляться готовими органічними речовинами відмерлих організмів. До них належать деякі види водоростей, грибів, актиноміцетів, бактерій та паразитичних квіткових рослин. До С. також відносять вільно існуючі гетеротрофні мікроорганізми, що приймають участь у мінералізації органічних речовин у ґрунті.

Сірі лісові ґрунти – утворюються під суббореальними широколистяними лісами в умовах помірно континентального, а також під модриновими та березовими лісами в умовах континентального клімату. В межах типу С.л. ґ. виділяють три підтипи: ясно-сірі, сірі й темно-сірі.

- Сіроземи** – ґ. зі слабо диференційованим профілем. Формуються в пустельно-степовій зоні субтропічного поясу, переважно на лесах і лесовидних суглинках. Розділяються на три підтипи: ясні, типові, темні.
- Сидерація** – заорювання в ґрунт спеціально вирощених зелених рослин (сидератів), які збагачують його азотом і органічними речовинами.
- Сидерит** – група безводних карбонатів. Формула FeCO_3 . В ґ. зустрічається рідко. Можлива присутність у ґрунтоутворних породах і ґ. при відновлювальних умовах (болотних, лучних, заплавних).
- Силікати шаруваті** – мінерали, основу структури яких складають шари, складені з тетраедричних кремнекисневих та октаедричних алюмомагнійгидроксильних поверхів. До С.ш. відносяться глинисті мінерали.
- Симбіоз** – співжиття організмів різних видів в умовах тісного просторового контакту, з якого партнери (симбіонти) отримують взаємну вигоду, наприклад, бульбочкові бактерії та бобові рослини, гриби і водорості у лишайниках, вищі рослини і гриби.
- Синерезис** – явище, властиве колоїдам. Суть його полягає в тому, що під дією сил поверхневого натягу, зменшуючись в об'ємі, гель витискує із себе воду, яка зв'язана з міцелами.
- Система позначень горизонтів ґрунту** – прийняті в ґрунтознавстві скорочені позначення горизонтів і шарів ґрунту у вигляді індексів (напр.: А, В, С або Н, Е, І, Р).
- Систематика ґрунтів** – розподіл ґрунтів у певному порядку, система таксономічних одиниць (див.) Часто в літературі вживається як синонім терміну є класифікація ґ.
- Скелетні ґрунти** – ґ., які складаються переважно з вивітрених уламків щільних порід, змішаних з дрібноземом.
- Склад ґрунту агрегатний** – вміст фракцій агрегатів різних розмірів. Виражається в % від маси сухого ґрунту.
- Склад ґрунту валовий хімічний** – вміст у ґ. Si, Al, Fe, Mn, Ca, Mg, K, Na, P, S та мікроелементів (або їх оксидів), виражений в % від маси сухого ґрунту. При визначенні С.г.в.х. враховують втрати при прожарюванні, вміст вуглекислоти карбонатів, гумусу, гіпсу, водорозчинних солей.
- Склад ґрунту гранулометричний** – вміст у ґ. часточок ґрунтових елементарних різного розміру, які об'єднуються у фракції гранулометричних елементів. Виражається в % від маси сухого ґрунту.
- Складення ґрунту** – за С. І. Долговим, під складенням ґ. розуміють характер взаємного розташування в просторі елементарних ґрунтових часточок і ґрунтових агрегатів і притаманні цьому розташуванню об'єм і конфігурацію порового простору ґ. Основні

- показники складення г.: щільність, пористість.
- Смектити** – мінерали з групи шаруватих силікатів, мають трьохповерхову 2:1 лабільну структуру.
- Смуга лісова полезахисна** – штучні лісові насадження у формі смуг, призначені для захисту ґрунту від вітрової ерозії, поліпшення водного режиму, захисту сільськогосподарських рослин від суховіїв тощо.
- Соліфлюкція** – зсування по мерзлому підґрунті відталого шару г. або підґрунтя, перенасиченого водою, звичайно суглинкового гранулометричного складу та в умовах кріогенезу.
- Солоді** – галогенні різко диференційовані звичайно гідроморфні ґрунти, що мають морфологічні та фізико-хімічні властивості, зумовлені наявністю обмінних H^+ та Al^{3+} в колоїдному комплексі верхніх генетичних горизонтів; наділені кислотою реакцією ґрунтового розчину.
- Солонець** – г., в якому обмінний натрій складає $>15\%$ від ємності вбирання в ілювіальному горизонті.
- Солонцюваті ґрунти** – група ґрунтів різних типів, які (на родовому рівні) мають морфологічні та фізико-хімічні властивості, зумовлені наявністю обмінного Na в колоїдному комплексі. За ступенем вираження солонцюватості С.г. поділяються на слабо-, середньо- та сильносолонцюваті.
- Солончаки** – група ґрунтів, які містять у профілі високі концентрації легкорозчинних солей, особливо в поверхневих шарах ($0,5-2,0\%$ в 0-30 см шарі).
- Стиглість ґрунту** – стан г. за вологістю, при якому г. найліпше піддається обробітці, добре кришиться з найменшим тяговим зусиллям.
- Стійкість ґрунту екологічна** – здатність ґрунту зберігати свої параметри в умовах дії зовнішнього фактора в тому діапазоні значень, який забезпечує стабільність функціонування екосистеми загалом.
- Стік** – стікання, переміщення вільної води по земній поверхні або в ґрунтовій товщі. Виділяють такі основні типи С: поверхневий, внутрішньогрунтовий, дренажний, підземний.
- Структура ґрунтового покриву** – форми просторових змін елементарних ґрунтових ареалів, в різній мірі генетично зв'язаних між собою, що створюють певний просторовий малюнок.
- Структура ґрунту** – окремість (агрегати, грудки) різної величини, форми; якісного складу, на які розпадається г. у стані фізичної стиглості. Кожний агрегат (грудка) – комплекс механічних елементів, зв'язаних в макро- (діаметр більше 0,25 мм) та мікроагрегати (менше 0,25 мм) органо-мінеральними колоїдами, коренями рослин, детритом.
- Структура ґрунту агрономічно цінна** – водостійкі агрегати з

пористістю не нижче 40 %, розміром від 0,25 до 10 мм, вміст яких зумовлює фізичний стан і біологічну активність ґрунту.

Структура ґрунту кубоподібна – тип структури г. (за Захаровим С. В.), ознакою якого є кубоподібна форма макроагрегатів – однаковість усіх трьох осей.

Структура ґрунту плитоподібна – тип структури г. (за Захаровим С. В.), ознакою якого є розвиток макроагрегатів за двома горизонтальними осями.

Структура ґрунту призмоподібна – тип структури г. (за Захаровим С. В.), ознакою якого є видовжена форма макроагрегатів, з переважним розвитком по вертикальній осі.

Структурність ґрунту – здатність г. розпадатись на окремі грудочки або агрегати при розпушуванні його в умовах оптимальної вологості.

Ступінь еродованості ґрунтів – ступінь руйнування (зменшення грубизни або зникнення) верхніх найбільш родючих горизонтів г. внаслідок водної та вітрової ерозії. Визначається через порівняння з нееродованим аналогом того ж г.

Ступінь насиченості ґрунту основами – відношення суми обмінних катіонів до суми тих же катіонів і величини гідролітичної кислотності г.

Сума обмінних катіонів – загальна кількість катіонів, які можуть бути витіснені з незасоленого та безкарбонатного г. нейтральним сольовим розчином. Виражається в мг-екв на 100г г.

Супісок – ґрунт, у якому міститься від 10 до 15-20 % фізичної глини.

Суспензія [син.: завись] – дисперсна система, в якій дисперсною фазою є тонко подрібнене тверде тіло, а дисперсійним середовищем – рідина.

Т

Таксон – це послідовно супідрядні систематичні категорії, що відображають об'єктивно існуючі в природі групи ґрунтів

Таксономія ґрунтів – система одиниць групових підрозділів г. різного рангу (тип, підтип, рід, вид, різновид) в їх взаємній супідрядності для систематики та класифікації.

Твердість ґрунту – властивість ґрунту чинити опір стисканню та розклинюванню. Вимірюється за допомогою твердоміра і виражається в кг/см². Залежить від гранулометричного складу, ступеня гумусованості, структурності, складу обмінно-увібраних катіонів, вологості та ін. факторів.

Теплові властивості ґрунту – сукупність властивостей, які визначають процеси поглинання, передачі та віддачі тепла. Основними Т.в.г. є теплоємність, теплопровідність, тепловіддача.

Теплоємність ґрунту – кількість тепла в калоріях, яка необхідна для нагрівання 1 г або 1 см³ ґрунту на 1°С.

Теплопровідність ґрунту – здатність ґрунту проводити тепло.

Вимірюється кількістю тепла (в дж), що проходить за 1 с через поперечний розтин г. в 1 см^2 при градієнті температури в 1° на відстань 1 см (дж/см² за с).

Тепловий баланс ґрунту – сукупність усіх видів надходження та витрат тепла в г. за певний проміжок часу. Є кількісною характеристикою теплового режиму г.

Тепловий режим ґрунту – сукупність явищ та процесів, пов'язаних з надходженням, переносом, акумуляцією та віддачею тепла ґрунтом.

Теплові меліорації ґрунтів – заходи з регулювання теплового режиму г. (мульчування, снігозатримання, зрошення та ін.).

Терра роса (terra rossa) – слаборозвинені г., які формуються в умовах субтропічного вологого з сухим сезоном середземноморського клімату на окристалізованих вапняках. Характеризуються червоним забарвленням.

Тиксотропність ґрунту – здатність деяких г. у перезволоженому стані розріджуватись (набувати плинності) під дією механічних сил (струшування, перемішування) і знову переходити в твердий стан при перебуванні в спокої. Це явище типове для мерзлотних ґрунтів.

Типи водного режиму ґрунтів – відповідно до класифікації, розробленої Г. М. Висоцьким та доповненої О. О. Роде, розрізняють такі основні Т.в.р.г. (всього їх 14): 1) мерзлотний; спостерігається в області багаторічної мерзлоти; 2) промивний – переважно в областях, де середня річна сума опадів перевищує середнє річне випаровування; 3) періодично промивний – в областях, де середня річна сума опадів приблизно дорівнює середньому річному випаровуванню; 4) непромивний – переважно в областях, де середня річна сума опадів відчутно менша за середнє річне випаровування; 5) випотний – створюється в областях, де річне випаровування значно перевищує річну суму опадів, але близько до денної поверхні підходять ґрунтові води; 6) десуктивно-випотний; близький до попереднього, але ґрунтові води та їх капілярна зона залягають глибше, а витрати води з них проходять шляхом відсмоктування вологи з капілярної зони корінням рослин.

Тип ґрунту – основна таксономічна одиниця класифікації г., яка застосовується в Україні. Т.г. – велика група ґрунтів, що розвиваються в однотипових біологічних, кліматичних, гідрологічних умовах і характеризуються яскравим проявом основного процесу ґрунтоутворення при можливому сполученні з іншими процесами.

Типи температурного режиму ґрунтів – за класифікацією В. М. Дімо, виділяються такі Т.т.р.г.: 1) мерзлотний: середньорічна температура профілю г. має від'ємний знак; 2)

тривало-сезонно-промерзаючий: середньорічна температура профілю ґ. переважно вище нуля; ґрунт промерзає глибше 1 м; 3) сезонно-промерзаючий: середньорічна температура профілю ґ. вище нуля; сезонне промерзання може бути короткочасним (декілька днів) і тривалим (не більше 5 місяців).

Тиск осмотичний ґрунтового розчину – тиск, зумовлений сукупністю всіх розчинених речовин, які містяться в ґрунтовому розчині.

Токсикоз ґрунту – властивість ґ. пригнічувати ріст і розвиток рослин в результаті утворення та накопичення в ньому токсичних продуктів метаболізму мікроорганізмів і виділень рослин.

Токсичність солей – властивість різних легкорозчинних солей викликати пригнічення розвитку та отруєння рослинних організмів внаслідок підвищення осмотичного тиску в ґрунтових розчинах та порушення надходження води і поживних елементів, а також порушення фізіологічних функцій рослини.

Торф – органічна порода, яка складається з рослинних решток, змінених в процесі болотного ґрунтоутворення та поховання цих решток під їх наростаючою товщею в умовах анаеробіозису.

Торфоутворення – процес накопичення на поверхні ґ. або в заростаючих водоймищах напіврозкладених рослинних решток внаслідок загальмованої гуміфікації та мінералізації відмираючих органів рослин.

Торфовище – болото з шаром торфу більше 0,5 м.

Точка ізоелектрична амфолітоїдів – параметр реакції середовища (рН), при якому амфотерна сполука має нульовий знак заряду. Наприклад, $\text{Al}(\text{OH})_3$ при рН=8,1; $\text{Fe}(\text{OH})_3$ – при рН=7,1 і т.д.

Транспірація – випаровування рослинами в атмосферу пароподібної вологи в процесі їх життєдіяльності.

У

Удобрення основне – внесення добрив до посіву або посадки с.-г. культур. Є основним джерелом поживних речовин для рослин протягом вегетації.

Удобрення рядкове – місцеве припосівне внесення добрив в один рядок з насінням з невеликим прошарком ґрунту.

Усадка ґрунту – зменшення об'єму ґрунту внаслідок підсихання. Залежить від гранулометричного складу, вмісту колоїдів та складу обмінних катіонів. Типово для торф'яних ґрунтів.

Ф

Фаза – сукупність однорідних за складом матеріальних комплексів, які входять до складу системи та мають межу розділу з іншими Ф. системи. У ґрунті розрізняють чотири Ф.: тверду, рідку, газоподібну та біофазу (живу).

Фактори ґрунтоутворення – елементи природного середовища, під впливом яких утворюються ґ. Вчення про Ф.ґ. створене

- В. В. Докучаєвим і є частиною його вчення про ґ. Ним виділено п'ять Ф.ґ. – ґрунтотворні породи, живі та відмерлі організми, клімат, рельєф і вік країни. У сучасному ґрунтознавстві до зазначених Ф.ґ. додається ще господарська діяльність людини, яка в значній мірі сприяє ґрунтоперетворенню.
- Фактори родючості ґрунту** – до природних ф.р.ґ. відносяться вміст поживних речовин, водний, повітряний і температурний режими, фізичні умови, відсутність шкідливих для рослин речовин. До соціально-економічних – фактори, що зумовлені господарською діяльністю людини.
- Фауна ґрунтова** – сукупність тварин, що населяють ґ., які перебувають в ньому все своє життя або тимчасово, в будь-якій стадії індивідуального розвитку.
- Фералітизація** – процес вивітрювання в тропічних та екваторіальних умовах, який полягає в руйнуванні алюмосилікатів та силікатів і виносі кремнезему та основ з горизонтів ґрунту.
- Фізика ґрунту** – розділ ґрунтознавства, який вивчає фізичні процеси (механічні, теплові, гідрологічні та ін.), що протікають в ґ. та властивості ґ., зумовлені цими процесами.
- Фізико-механічні властивості ґрунту** – сукупність властивостей ґ., які визначають його відношення до зовнішніх і внутрішніх механічних впливів: твердість, пластичність, в'язкість, липкість, плинність, усадка, опір розриву, стискуванню, тертю ґ. з металом та іншими матеріалами, питомий опір ґ. та ін.
- Фізико-хімічне вбирання в ґрунті** [син.: обмінне] – здатність ґрунту вбирати з розчину окремі іони.
- Фільтрація** [син.: просочування] – низхідне пересування вологи в ґрунті.
- Фітомеліорація** – система заходів, спрямованих на поліпшення природних умов шляхом використання і культивування рослинних угруповань (створення лісосмуг, вирощування меліоративних культур тощо).
- Фітоценоз** – стає рослинне угруповання, сукупність популяцій, пов'язаних умовами місцезростання й взаєминами в межах більш чи менш однорідного комплексу факторів середовища.
- Флювіогляціальні відклади** [син.: водно-льодовикові] – продукт діяльності потоків талих вод льодовиків. Поширені в зоні Полісся України.
- Фотосинтез** – синтез зеленими рослинами органічних речовин з вуглекислого газу і води за допомогою світлової енергії, що вбирається хлорофілом. Основний процес новоутворення органічних речовин на Землі, трансформації сонячної енергії в енергію хімічних зв'язків.
- Фракція гранулометричних елементів** – група механічних елементів ґрунту, які близькі за розмірами і властивостями.

Фульвокислоти – препарати жовто забарвлених органічних речовин, витягнених зі складу гумусу і штучно переведених у кислотну форму. Інша точка зору – складова частина гумусу.

Х

Халцедон – волокнистий кварц, у ґ. зустрічається у вигляді уламків неправильної форми.

Хелати [син.: комплексони] – сполуки органічних речовин з металами, в яких атом металу зв'язаний з двома або з більшим числом атомів органічної сполуки (комплексоутворювача).

Хемосинтез – синтез органічних речовин з вуглекислого газу та інших неорганічних речовин без участі світла, за рахунок енергії, вивільненої при окисненні неорганічних речовин. Здійснюється мікроорганізмами

Хемосорбція – поглинання газів, парів, розчинених речовин рідкими або твердими сорбентами з утворенням на поверхні розділу нового компонента. У ґ. можуть хемосорбуватися аніони PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} .

Хімізація сільського господарства – комплекс заходів, який полягає в широкому та планомірному використанні хімічних засобів і методів для підвищення урожаю с.-г. культур, поліпшення властивостей ґ. та якості с.-г. продукції, підвищення продуктивності тваринництва, захисту корисних рослин і тварин від шкідників, хвороб і несприятливих умов існування.

Хімічне вбирання в ґрунті – вбирання ґрунтом аніонів за рахунок хімічних реакцій з утворенням важкорозчинних солей.

Хімія ґрунтів – розділ ґрунтознавства, предметом вивчення якого є склад, структура сполук, фізико-хімічні та колоїдно-хімічні властивості мінеральної та органічної частин ґ., їх взаємодія, зміні при сільськогосподарському використанні ґ., а також хімічні методи дослідження та аналізу ґ.

Хлорити – група шаруватих, залізистих, магнеєвих, алюмінієвих силікатів.

Хрящ – не окатані уламки або зерна гірських порід розміром від 2 до 10 мм.

Ц

«Цвітіння» ґрунту – інтенсивне розмноження мікроскопічних водоростей на поверхні та у верхньому шарі ґ. зі зміною його забарвлення.

Цеоліти – мінерали групи водних алюмосилікатів лугів та лужних земель з безкінечним тримірним аніонним кремнекисневим каркасом.

Цілині ґрунти – ґ., які ніколи не використовувались у землеробстві і знаходяться під природною рослинністю.

Ч

Чорноземи – тип нейтральних ізогумусових суббореальних ґ. Будова

профілю: гумусовий горизонт (Н+Нр) виражений дуже добре, рівномірно забарвлений гумусом, від темно-сірого до майже чорного забарвлення, часто зернистої або зернисто-грудкуватої структури; перехідний горизонт сірий з бурувато-коричневим відтінком та укрупненням структури. Г. характеризуються високим вмістом гумусу (до 15 % у цілих варіантах) у верхніх 10 см та дуже поступовим його зменшенням з глибиною.

Чорноземоподібні ґрунти – термін, який вживається для найменування ґ., що за профілем нагадують чорноземи (наприклад, гірсько-лучні ґ., чорноземоподібні ґ. прерій і т. ін.).

Ш

Штучні ґрунти – ґ., які створюються в процесі рекультивації земель з порушенням ґрунтового покривом, а також органо-мінеральні суміші, які використовуються в теплицях, парниках, оранжереях.

Щ

Щільність покриття – заповнення поверхні ґрунту рослинами при розгляданні рослинного покриву зверху.

Щільність складення ґрунту – маса абсолютно сухого ґ. в одиниці об'єму непорушеної будови (г/см³). Залежить від гранулометричного складу, природи мінералів, вмісту органічних речовин, структурного стану ґ. тощо.

Щільність твердої фази ґрунту – відношення маси ґрунту до маси, що дорівнює об'єму води, взятої при температурі +4°C. Щ.т.ф.ґ. залежить від мінералогічного складу та вмісту гумусу.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Ґрунтознавство: підручник / [Тихоненко Д. Г., Горін М. О., Лактіонов М. І. та ін.]; за ред. Д. Г. Тихоненка. — К.: Вища освіта, 2005. — 703 с.
2. Медведев В. В. Мониторинг почв Украины / В. В. Медведев. — Х.: ГІФ «Антиква», 2002. — 428 с.
3. Меліорація ґрунтів (систематика, перспективи, інновації): колективна монографія [за ред. С. А. Балюка, І. М. Ромащенко, Р. С. Трускавецького]. — Херсон: Грінь Д. С., 2015. — 668 с.
4. Національна програма охорони ґрунтів України / за наук. ред. С. А. Балюка, В. В. Медведева, М. М. Мірошніченка. — Х.: «Смугаста типографія», 2015. — 59 с.
5. Оцінка і прогноз якості земель: навчальний посібник / [Булигін С. Ю., Барвінський А. В., Ачасова А. О., Ачасов А. Б.]. — ХНАУ. — Х., 2008. — 237 с.
6. Охорона ґрунтів і відтворення їх родючості: посібник / Забалуєв В. О., Балаєв А. Д., Тараріко О. Г., Тихоненко Д. Г., Дегтярьов В. В., Тонха О. Л., Піковська О. В. — К., 2013. — 312 с.
7. Почвы Украины и повышение их плодородия: [в 2 т.]. — К: Урожай, 1988. — 1 т. — 293 с.; 2 т. — 174 с.
8. Стан родючості ґрунтів України та прогноз його змін за умов сучасного землеробства; за ред. В. В. Медведева, М. В. Лісового. — Х.: Штрих, 2001. — 100 с.
9. Практикум з ґрунтознавства: навчальний посібник / за ред. Д. Г. Тихоненка і В. В. Дегтярьова. — Вінниця: Нова Книга, 2008. — 448 с.
10. Практикум з ґрунтознавства: навчальний посібник / за ред. Д. Г. Тихоненка і В. В. Дегтярьова. — Х.: Майдан, 2009. — 447 с.
11. Добровольский Г. В. Охрана почв: ученик / Г. В. Добровольский, Л. А. Гришина. — М.: Моск. гос. ун-т, 1985.

Допоміжна

12. Атлас природних умов и естественных ресурсов Украинской ССР. — М.: Глав. упр. геодез. и картогр. при Совмине СССР, 1978.
13. Булигін С. Ю. Формування екологічно сталих агроландшафтів: підручник / С. Ю. Булигін. — К.: Урожай, 2005. — 300 с.

14. Ведення сільського господарства в умовах радіоактивного забруднення території України внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС на період 1999-2002 рр.: метод, реком. — К., 1998. — 104 с.
15. Вилучення з інтенсивного обробітку малопродуктивних земель та їхнє раціональне використання: метод. реком.; за ред. В. Ф. Сайка. — К.: Аграрна наука, 2000. — 39 с.
16. Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України. — К.: Урожай, 1994. — 333 с.
17. Баер Р. А. Почвенно-мелиоративные условия орошаемых земель юга Украины / Баер Р. А. — 1984. — 20 с.
18. Єстеревська Л. В. Рекультивація земель / Єстеревська Л. В. — К.: Урожай, 1977. — 128 с.
19. Земельний кодекс України [Сторінка «Законодавство України» сайту Верховної Ради України]. — Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=2768-14&p=1238685880848334>.
20. Землеробство в умовах недостатнього зволоження (наукові та практичні висновки). — К.: Аграрна наука, 2000. — 80 с.
21. Маслов Б. С. Мелиорация и охрана природы / Б. С. Маслов, И. В. Минеев. — М.: Россельхозиздат, 1985. — 270 с.
22. Медведев В. В. Бонитировка и качественная оценка пахотных земель Украины / В. В. Медведев, И. В. Плиско. — Харьков: 13 типография, 2006. — 386 с.
23. Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення; за ред. С. М. Рижука, М. В. Лісового, Д. М. Бенцеровського. — К., 2003. — 64 с.
24. Прогноз возможных потерь почвы от ветровой эрозии в степной зоне Украины: метод. указания / [Г. А. Можейко, В. М. Москаленко, С. Ю. Булыгин и др.]. — Х., 1993. — 83 с.
25. Окультуривание солонцовых почв / за ред. А. В. Новиковой. — К.: Урожай, 1984. — 175 с.
26. Особливості ведення землеробства в посушливих умовах: метод. реком. — К., 1993. — 16 с.
27. Охорона водних, ґрунтових та рослинних ресурсів від забруднення важкими металами в умовах зрошення. ВНД 33-5.5-06-99. Держводгосп. — К., 1999. — 26 с.
28. Моргун Ф. Т. Почвозащитное земледелие / Ф. Т. Моргун, Н. К. Шикла, А. Г. Тарарико. — К.: Урожай, 1988. — 256 с.
29. Про державний контроль за використанням та охороною земель: Закон України // Голос України. — 2003. — 14 серпня. —

№ 151.

30. Про охорону земель: Закон України // Урядовий кур'єр, 2003. — 6 серп. — № 144.

31. Ресурсозберігаючі технології хімічної меліорації ґрунтів в умовах земельної реформи: за ред. Р. С. Трускавецького, С. А. Балюка. — К., 2000. — 70 с.

32. Родючість ґрунтів: моніторинг та управління; за ред. В. В. Медведєва. — К.: Урожай, 1992. — 248 с.

33. Ромащенко М. І. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення / М. І. Ромащенко, С. А. Балюк. — К.: Світ, 2000. — 114 с.

34. Системы и методы рационального землепользования. — Iowa Export-Import, 1998. — 186 с.

35. Сільськогосподарське використання осушуваних земель гумідної зони України: метод. реком. / [Гімбаржевський В. Р., Коваленко Т. М., Шматок В. І. та ін.]. — К.: Аграрна наука, 2000. — 75 с.

36. Тараріко О. Г. Каталог заходів з оптимізації структури агроландшафтів та захисту земель від ерозії / О. Г. Тараріко, В. М. Москаленко. — К.: Фітосоціоцентр, 2002. — 64 с.

37. Почвоведение: учебник для ун-тов в 2 ч./ под ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова. Ч. 2. Типы почв, их география и использование / Богатырев Л. Г., Васильевская В. Д., Владыченський А. С. и др. — М.: Высш. шк., 1988.

**Забалуєв Віктор Олексійович
Балаєв Анатолій Джалілович
Тараріко Олександр Григорович
Тихоненко Дмитро Григорович
Дегтярьов Василь Володимирович
Тонха Оксана Леонідівна
Піковська Олена Володимирівна
Гавва Дмитро Вікторович
Жернова Ольга Сергіївна
Козлова Ольга Іванівна**

За редакцією докторів сільськогосподарських наук, професорів
В. О. Забалуєва та В. В. Дегтярьова

ОХОРОНА ҐРУНТІВ І ВІДТВОРЕННЯ ЇХ РОДЮЧОСТІ

Навчальний посібник
для підготовки фахівців освітнього ступеня «магістр»
у вищих навчальних закладах III–IV рівнів акредитації
спеціальності 201 «Агрономія»
освітньо-наукової програми «Агрохімія і ґрунтознавство»

Видання друге, змінене і доповнене