



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ



Ґрунтові деградації і технології відтворення родючості ґрунтів

Навчальний посібник

Київ

2023



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ



Ґрунтові деградації і технології відтворення родючості ґрунтів

Навчальний посібник
для підготовки фахівців ОС "Магістр"
зі спеціальності 201 "Агрономія"
(освітня програма «Агрохімія і ґрунтознавство»)

Авторський колектив: В.О. Забалуєв, О.Л. Тонха, А.Д. Балаєв, О.В. Піковська.
За редакцією професора, доктора сільськогосподарських наук В.О. Забалуєва

Київ
2023

УДК 631.4: 631.543.83:378(075)

Рекомендовано до видання рішенням вченої ради Національного університету біоресурсів і природокористування України (Протокол № 5 від 22 листопада 2023 р.)

Рецензенти:

Булигін С.Ю., доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри ґрунтознавства і охорони ґрунтів ім. професора М.К. Шикули Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Ткаченко М.А., доктор сільськогосподарських наук, член-кор. НААН України, директор ННЦ «Інститут землеробства НААН України».

Трофименко П.І., доктор сільськогосподарських наук, доцент кафедри геоінформатики Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Ґрунтові деградації і технології відтворення родючості ґрунтів: Навчальний посібник / В.О. Забалуєв, А.Д. Балаєв, О.Л. Тонха, О.В. Піковська – Київ.: НУБіП України, 2023 – 284 с.

ISBN

Зміст навчального посібника відповідає навчальній програмі дисципліни «Ґрунтові деградації і технології відтворення родючості ґрунтів». Буде корисний студентам, аспірантам, фахівцям з ґрунтознавства, екології, землеробства, рослинництва.

УДК 631.4: 631.543.83:378(075)

©Забалуєв В.О., Тонха О.Л., Балаєв А.Д., Піковська О.В.
©НУБіП України

ISBN

Авторський колектив



Забалуєв Віктор Олексійович. Доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. професора М.К. Шикули НУБіП України. Фахівець в області охорони ґрунтових ресурсів і рекультивації техногенно порушених земель. Відмінник освіти України, має галузеві відзнаки «Знак Пошани» і «Василь Сухомлинський». Підготував 7 кандидатів наук. Автор і співавтор 5 підручників і навчальних посібників, 4 наукових монографій, понад 230 наукових і навчально-методичних праць.



Тонха Оксана Леонідівна. Доктор сільськогосподарських наук, декан агробіологічного факультету, професор кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. професора М.К. Шикули НУБіП України. Фахівець з біологічної активності, органічної речовини ґрунту і родючості чорноземів. Має 207 публікацій, з них 170 наукового та 14 навчально-методичного характеру, у тому числі 45 наукових праць, опублікованих у міжнародних рецензованих наукових періодичних виданнях. Співавтор 12 підручників і навчальних посібників та 10 наукових монографій.



Балаєв Анатолій Джалілович. Доктор сільськогосподарських наук, член-кор. НААН України, професор кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. професора М.К. Шикули НУБіП України. Провідний фахівець з органічної речовини ґрунту і родючості чорноземів. Нагороджений галузевою відзнакою «Знак Пошани». Почесний професор НУБіП України. Підготував 9 кандидатів та 1 доктора наук. Автор і співавтор 8 підручників і навчальних посібників, 5 монографій, понад 250 наукових праць.



Піковська Олена Володимирівна. Кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. професора М.К. Шикули НУБіП України. Основним напрямом наукової роботи є дослідження гумусового стану ґрунтів в умовах глобальних змін клімату, а також охорони ґрунтів від агрофізичної деградації, впливу мінімізації обробітку ґрунту на показники його родючості. Опублікувала понад 100 наукових статей, є автором і співавтором 7 монографій, 2 підручників, 4 навчальних посібників, 30 навчально-методичних праць.

Зміст

ПЕРЕДМОВА	9
1 ГРУНТОВІ РЕСУРСИ ЯК БАЗОВИЙ КОМПОНЕНТ БІОСФЕРИ	14
1.1. Особливості системного вивчення ґрунтів	14
1.1.1. Поняття про природні і штучні системи.....	14
1.1.2. Принципи організації систем.....	15
1.1.3. Екосистема: поняття, ознаки, класифікація.....	17
1.1.4. Геоєкосистема.....	19
1.2. Ґрунт як термодинамічна система	19
1.3. Структурні рівні організації ґрунтових систем	21
1.3.1. Надрівень мікросвіту.....	21
1.3.2. Надрівень ґрунтової маси.....	22
1.3.3. Надрівень ґрунтових тіл.....	25
1.3.4. Надрівень ґрунтового покриву.....	26
1.3.5. Зовнішні умови.....	27
1.4. Екологічні функції ґрунту	28
1.5. Стійкість ґрунту до зовнішніх впливів	29
1.6. Методи досліджень стану ґрунтів і ґрунтового покриву	32
<i>Контрольні питання</i>	35
2 ЗЕМЕЛЬНІ ТА ГРУНТОВІ РЕСУРСИ СВІТУ ЯК ОБ'ЄКТ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ І ОХОРОНА	36
2.1. Поняття про земельні та ґрунтові ресурси	36
2.2. Сучасний стан земельних і ґрунтових ресурсів світу	37
2.2.1. Ґрунтовий покрив планети та його використання.....	38
2.2.2. Ступінь і розповсюдження деградаційних процесів ґрунтів у світі....	41
2.3. Основні принципи міжнародної ґрунтової хартії	43
2.4. Стратегії виживання людства в третьому тисячолітті	45
<i>Питання для самоконтролю</i>	49
3 СУЧАСНІ УЯВЛЕННЯ ПРО РОДЮЧІСТЬ ГРУНТУ	50
3.1. Сучасне визначення поняття «родючість ґрунту»	50
3.2. Фактори і закономірності природної родючості ґрунтів	52
3.3. Категорії ґрунтової родючості, їх суть і коротка характеристика	53
3.4. Щодо «еталону родючості» ґрунту	55
3.5. Можливості окультурення ґрунтів	57
3.6. Закон "спадаючої родючості ґрунтів" і його критика	58
3.7. Показники родючості ґрунтів	58
<i>Контрольні питання</i>	60

4. ПРИЧИНИ І НАСЛІДКИ ҐРУНТОВИХ ДЕГРАДАЦІЙ, ЇХ ПРОГНОЗУВАННЯ І ПРФІЛАКТИКА	61
4.1. Основні поняття і термінологія.....	61
4.2. Причини прояву деградаційних процесів у ґрунтах	64
4.3. Типологія деградацій ґрунту.....	67
4.4. Критерії і діагностичні параметри оцінювання ступеня деградації ґрунтів.....	73
4.5 Чинники, що обумовлюють деградації ґрунтів.....	75
<i>Контрольні питання</i>	88
5 ОХОРОНА ҐРУНТІВ ВІД ВОДНОЇ ЕРОЗІЇ ТА ДЕФЛЯЦІЇ	89
5.1. Загальні поняття про ерозію ґрунтів.....	89
5.2. Протиерозійні заходи.....	92
5.2.1. Ґрунтозахисна система землеробства з контурно-меліоративною організацією території.....	92
5.2.2. Диференційоване використання орних земель.....	93
5.2.3. Контурно-смугова організація території.....	94
5.2.4. Захисна роль рослинності.....	95
5.2.5. Ґрунтозахисні сівозміни.....	96
5.2.6. Смугове розміщення агрофонів	96
5.2.7. Буферні смуги із багаторічних трав.....	97
5.2.8. Захисна роль рослинних решток.....	98
5.2.9. Ґрунтозахисні технології обробітку ґрунту	100
5.2.10. Залуження поворотних смуг на краях полів	101
5.2.11. Залуження еродованих ґрунтів.....	101
5.2.12. Снігозатримання та регулювання танення снігу.....	101
5.2.13. Особливості використання пасовищ на схилових землях.....	102
5.2.14. Оптимізація польової гідрографічної мережі	102
5.2.15. Протиерозійні земляні гідротехнічні заходи	103
5.2.16. Протиерозійні лісомеліоративні заходи.....	103
5.3. Польові та розрахункові методи визначення втрат ґрунту від ерозії	105
5.3.1. Метод рівчаків	105
5.3.2. Метод визначення ступеню дефляції ґрунту	105
5.3.3. Розрахунковий метод оцінки втрат ґрунтової маси Уішмейера-Сміта	106
5.3.4. Модель дефляції Бочарова-Шиятого.....	107
6. ОПТИМАЛЬНИЙ ГУМУСНИЙ СТАН ОРНИХ ҐРУНТІВ.....	110
6.1. Причини дегуміфікації ґрунтів.....	110

6.1.1	Посилення мінералізації гумусу унаслідок підвищення інтенсивності обробітку ґрунту	114
6.1.2.	Внесення незбалансованих норм мінеральних добрив, використання біологічно активних препаратів і пестицидів	114
6.1.3.	Недотримання оптимального співвідношення між внесеними органічними і мінеральними добривами.....	115
6.1.4.	Насичення сівозміни високоінтенсивними культурами.....	116
6.1.5.	Посилення процесів водної ерозії і дефляції.....	116
6.2.	Забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунтах.....	117
	<i>Контрольні питання.....</i>	<i>120</i>
7.	ДЕГРАДАЦІЇ АГРОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ	121
7.1.	Причини та наслідки переущільнення ґрунту	121
7.2.	Знеструктурення орних ґрунтів.....	129
7.3.	Запобігання деградаціям агрофізичних властивостей ґрунту	131
	<i>Контрольні питання.....</i>	<i>133</i>
8.	ХІМІЧНЕ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ	134
8.1.	Загальні уявлення про забруднюючі речовини ґрунту	134
8.2.	Види забруднюючих речовин, джерела їх надходження у ґрунт	136
8.2.1.	Забруднення оксидами вуглецю, сірки й азоту	136
8.2.2.	Забруднення ґрунтів важкими металами	137
8.2.3.	Забруднення ґрунтів залишками пестицидами	140
8.2.4.	Забруднення ґрунтів нафтою і нафтопродуктами.....	142
8.2.5.	Радіоактивне забруднення ґрунтів.....	142
8.3.	Заходи із запобігання забруднення ґрунтів і їх ремідація	144
	<i>Контрольні питання.....</i>	<i>150</i>
9.	БІОЛОГІЧНА ДЕГРАДАЦІЯ ҐРУНТІВ	151
9.1.	Деградація мікробіоценозу ґрунту	151
9.2.	Загальні і специфічні реакції ґрунтового мікробіоценозу на антропогенну деградацію ґрунтів	152
9.3.	Ґрунтовтома, токсикоз і виснаження ґрунтів.....	154
	<i>Контрольні питання.....</i>	<i>157</i>
10.	ТЕХНОГЕННЕ ПОРУШЕННЯ ҐРУНТІВ І ЇХ РЕКУЛЬТИВАЦІЯ	158
10.1.	Причини утворення порушених земель.....	158
10.2.	Рекультивация техногенно порушеного ґрунтового покриву	159
10.2.1.	Визначення поняття, мета і завдання рекультивациі.....	159
10.2.2.	Етапи виконання робіт з рекультивациі.....	160
10.2.3.	Обґрунтування параметрів потужності гумусованого шару ґрунту, що підлягає зняттю	161

10.2.4. Моделі та конструкції техноземних ґрунтів	162
10.2.5. Сільськогосподарська рекультивація порушених земель	167
10.2.6. Лісогосподарська рекультивація.....	168
10.2.7. Інші напрями рекультивації	168
10.3. Управління ґрунтоутворенням в техноземах, сформованих субстратами гірських порід.....	169
11. МОНІТОРИНГ В СИСТЕМІ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ.....	171
11.1. Діагностичні показники властивостей ґрунтів для їх моніторингу ..	175
11.2. Використання результатів екологічного моніторингу у практиці агровиробництва	176
<i>Контрольні питання.....</i>	<i>183</i>
ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК	187

ПЕРЕДМОВА

На сучасному етапі суспільного розвитку людство починає розуміти необхідність зміни економічних пріоритетів на еколого-соціальні: широко обговорюється проблема екологічно доцільного, раціонального використання природних ресурсів, забезпечення стійкості й стабільності функціонування біосфери в цілому та її окремих складових. Такі ж тенденції запроваджуються й у ґрунтознавстві: агротехнологічний напрям використання ґрунтів, який потребує обґрунтування можливості зростання урожайності і підвищення якості сільськогосподарської продукції, все частіше доповнюється обґрунтуванням необхідності охорони і відтворення родючості ґрунту, збереження його здатності виконувати глобальні біосферно-екологічні функції. Сучасні агротехнології повинні базуватись на раціональному, науково обґрунтованому поєднанні економічних та екологічних чинників ґрунтовикористання, яке здатне забезпечити стабільний сталий розвиток біосфери в цілому і людського суспільства зокрема.

Об'єктом особливої охорони кожної держави є ґрунтовий покрив – один з найважливіших природних ресурсів, найцінніший компонент земельних ресурсів. 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 **охорони ґрунтів**, 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**.

Світові тенденції до збільшення антропогенних навантажень на ґрунтовий покрив у минулому сторіччі порушили збалансовані природно-екологічні зв'язки, що обумовило зростання прояву кризових явищ і деградаційних процесів у ґрунтах. Тому проблема деградації ґрунтів на загальному фоні зростаючої загрози глобальної екологічної кризи займає одне з провідних місць у сучасному світі. Її важливість визначається тим, що без збереження родючості ґрунтового покриву та подолання процесів деградації ґрунтів неможливе нормальне функціонування біосфери і людства.

За даними Міжнародного наукового проекту “Глобальна оцінка деградації ґрунтів”, процесами деградації у світі охоплено близько 2 млрд. га ґрунтового покриву, із яких 55,6 % – водною ерозією, 27,9% – дефляцією, 12,2% - хімічними деградаціями (засолення, забруднення, виснаження), 4,2% – фізичними деградаціями. 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,).

У країнах Європи (Україна, Молдова, Болгарія, Польща, Румунія), склалась найбільш небезпечна ситуація прояву деградаційних процесів у ґрунтах, успішне вирішення якої потребує розроблення системи заходів з попередження, запобігання і виправлення негативних наслідків.

На сучасному етапі розвитку суспільства охорона ґрунтів надзвичайно важливим чинником є забезпечення продовольчої та екологічної безпеки кожної країни. 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 та 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.

Охорона ґрунтів від деградацій та відтворення їх родючості – багатогранна проблема, яка охоплює еколого-біосферні, агротехнологічні, економічні, правові, естетичні і морально-етичні аспекти.

На сучасному етапі розвитку аграрного сектора економіки державна політика має бути спрямована на науково обґрунтоване, екологічно безпечне землекористування, збереження та примноження землевласниками і землекористувачами незалежно від форми власності родючості ґрунтів та забезпечення їх охорони.

Протягом останніх років в Україні домінує незбалансована дефіцитна система землеробства, негативним наслідком якої є дегуміфікація і інші, взаємопов’язані з нею деградації ґрунту. Насамперед це пов’язано з недостатніми нормами внесення органічних і мінеральних добрив, які не здатні забезпечити відтворення родючості ґрунтів. За такої системи врожаї формуються здебільшого на

використанні винятково природної родючості, що обумовлює поступове зниження її рівня.

Головними причинами деградації ґрунтових ресурсів в Україні (насамперед ерозії, дегуміфікації, знеструктурування та переущільнення, підкислення, засолення та осолонцювання) на початку третього тисячоліття є:

- економічно та екологічно необґрунтовано високий рівень сільськогосподарського освоєння території; розширення площі орних угідь, у тому числі на схилах, а також малопродуктивних, деградованих і заплавлених землях;

- недостатній сучасний рівень агротехнологій (систем сівозмін, удобрення, обробітку, захисту рослин тощо), що не забезпечує отримання екологічно безпечних та економічно ефективних результатів сільськогосподарської діяльності;

- значне скорочення обсягів меліоративних робіт з вапнування кислих і гіпсування солонцевих ґрунтів;

- недосконале і недостатня нормативно-правове забезпечення, що регулює використання та охорону земель;

- недосконала організація взаємовідносин в аграрному комплексі (раціональні технології розроблено, але занадто повільно впроваджуються; зразково-показові агропідприємства існують, але їх кількість не збільшується; системи землеробства, адаптовані до посухи, перезволоження, підкислення ґрунтів та інших несприятливих умов розроблені, але недостатньо впроваджуються; гідромеліоративні системи морально застаріли, значна частина зруйнована).

- недостатній розвиток екологічної інфраструктури і моніторингу ґрунтового покриву, відсутність гармонізації зі світовим і європейським досвідом. Вхідження України у загальноєвропейську систему моніторингу ґрунтового покриву вимагає модернізації програмного, математичного, інструментального камерального і картографічного забезпечення;

- гостра потреба в підготовці фахівців-ґрунтознавців, матеріально-технічному і приладному оновленні навчально-матеріальної і науково-дослідної бази для виконання експедиційних та стаціонарних польових досліджень; недостатнє наукове забезпечення новітніх напрямів з екологічнобезпечного використання ґрунтових ресурсів, запобігання і подолання деградаційних процесів, застосування геоінформаційних, дистанційних та інших сучасних технологій, математичного й натурного моделювання, прогнозування;

- відсутність дієвих механізмів забезпечення фінансовими і матеріально-технічними ресурсами для ведення високотехнологічного господарювання.

Для вирішення цих проблем, основними напрямками охорони ґрунтів в Україні на сучасному етапі розвитку суспільства повинно бути:

- створення загальної теорії використання, відтворення та охорони ґрунтів і її зонально-регіональних аспектів; удосконалення методичного забезпечення цього процесу;

- складання систематичного списку ґрунтів, що потребують особливого охоронного статусу; розроблення екологічних паспортів на цінні ґрунтові об'єкти;

- створення кадастру особливо цінних ґрунтів та Червоної книги ґрунтів України;

- організація моніторингу ґрунтів.

Особливого значення набувають проблеми призупинення втрат гумусу, відтворення родючості, організація протиерозійних робіт, відновлення робіт з хімічної і гідротехнічної меліорації, упровадження заходів запобігання техногенному забрудненню і руйнуванню.

Родючість ґрунтів повинна стати об'єктом важливого охоронного значення, що вимагає жорсткого регламентування використання ґрунтового покриву з метою запобігання розвитку деградаційних процесів. Заходи з охорони та відтворення родючості ґрунтів потребують сучасного наукового і інформаційного забезпечення, що базуються на:

- сучасних методах визначення і діагностики ґрунтових властивостей і ґрунтових процесів, у т.ч. експрес-методів;

- формуванні інтелектуальної бази знань у галузі охорони родючості ґрунтів та ґрунтоощадних агротехнологій;

- підготовці фахівців з ґрунтознавства і охорони ґрунтів;

- даних моніторингу ґрунтів з використанням геоінформаційних систем (ГІС) і даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ);

- формуванні національного і регіональних баз даних про стан ґрунтів;

- 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

Основними завданнями вивчення навчальної дисципліни "Ґрунтові деградації і технології 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. Вивчення навчальної дисципліни допоможе

майбутнім фахівцям-грунтознавцям сприяти гармонізації відносин між агросферою і природним середовищем, розробляти нові підходи і принципи ґрунтоощадних агротехнологій 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.

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.

Окремі розділи навчального посібника написали: професор, доктор сільськогосподарських наук В.О. Забалуєв – передмова, розділи 1, 2, 3, 4, 6, 8 і 10, загальна редакція; професор, доктор сільськогосподарських наук А.Д. Балаєв – розділ 5; професор, доктор сільськогосподарських наук О.Л. Тонха – розділ 9; доцент, кандидат сільськогосподарських наук О.В. Піковська – розділ 7.

1 ГРУНТОВІ РЕСУРСИ ЯК БАЗОВИЙ КОМПОНЕНТ БІОСФЕРИ

1.1. Особливості системного вивчення ґрунтів

1.1.1. Поняття про природні і штучні 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.

Різноманіття компонентів біосфери охоплює як неживі, так і живі компоненти природи, а також категорії простору і часу, що забезпечує їх функціонування за єдиними законами природи. Для вивчення структури та принципів функціонування природних систем користуються системним і еволюційним підходами. Прогрес в розвитку цього напрямку визначився після широкого опанування і теоретичного узагальнення вчення про організацію і самоорганізацію відкритих систем і їх динаміку в часі й просторі.

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. Крім того, з ґрунту рослини отримують воду та поживні речовини, тобто здійснюють зв'язок із довкіллям. Тому природні системи вважаються відкритими. Характерними ознаками системи є:

- всяка система складається не менше, ніж 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. Крім 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.

1.1.2. 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 емергентних 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 і інформацією з навколишнім середовищем і надходження зовнішнього по відношенню до 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, крім 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 здійснюватись 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 накопичуються, 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 закрита (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 ізолюваних 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 невірноваженого 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 самоорганізуватися 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 як 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.

1.1.3. 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, майже, виключно з природних компонентів, але створені і регулюються людьми;

- **антропогенні** – переважають штучно створені антропогенні об'єкти і крім 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).

1.1.4. Геоекосистема

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. В 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.

1.2. 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. Шредінґер (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 представляє собою смерть. Організм може уникнути цього стану, тобто залишатися живим, лише за умови постійного вилучення з навколишнього середовища негативної ентропії.

Таким чином, Е. Шредінґер 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 незворотніх 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 і т.д.

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 усякій 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 нового динамічного рівноваги, залежить від чутливості системи.
7. Накопичення енергії і речовини змінюється залежно від швидкості їх потоків.
8. Чим вища здатність до накопичення енергії і речовини в межах системи, тим нижча чутливість системи.

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

Особливої уваги заслуговує використання в аналізі закономірностей функ-

ціонування 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.

1.3. 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 замінено 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. 1.1). 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.

1.3.1. 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(кварків) - первинний рівень організації матерії, прояв якого в макросвіті, у тім числі 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 ($pH - E_h$), електричні явища. Кларки ґрунтів – важливий показник ґрунтоутворення. Відокремлені атоми в ґрунтах зустрічаються не часто, 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 і т.д. З молекулярним рівнем пов'язані усі хімічні та біохімічні реакції. Він є основою хімічних процесів у ґрунтах, обумовлює стійкість і мінливість ґрунтів.

1.3.2. 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 ґрунтоутворення і навіть самим ґрунтоутворенням.

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 ґрунтоутворювальної породи і відповідних педогенних утворень. Це – матриця, скелет, каркас ґрунтової маси, джерело речовини та енергії для ґрунтоутворення. 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 і відносно інертні внутрішні зони. Дисперсність твердої мінеральної частини обумовлює дисперсність стану інших фаз.

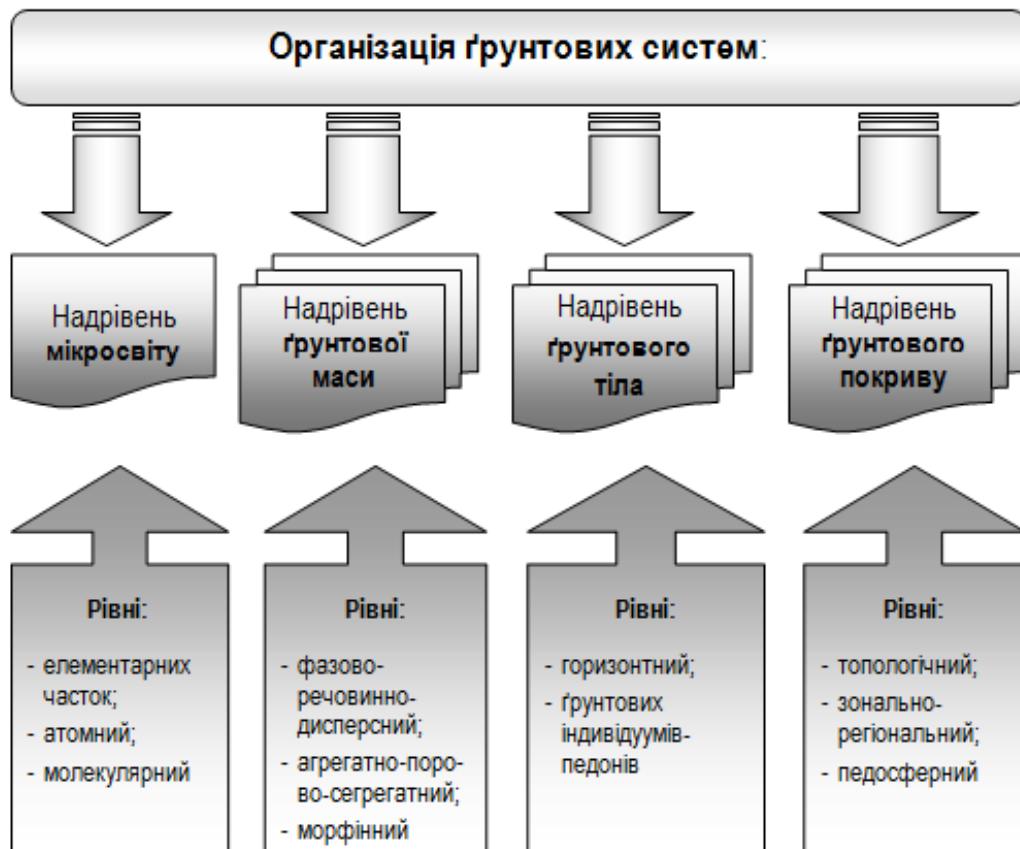


Рисунок 1 – Структурна організація ґрунтових систем

Рідка фаза в ґрунті представлена водними розчинами. Це середовище хімічних реакцій і процесів, основний агент і носій міграції речовини і енергії, а також трансформації їх при фазових переходах. Елементами фази є форми води й асоціації інших молекул.

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

Жива фаза ґрунту охоплює сукупність організмів, які 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 організмів, що постійно живуть в ґрунтах.

Двоїста природа по відношенню до ґрунтів властива корінням вищих рослин і риучих тварин. Вони володіють властивостями як складової частини ґрунту, так і зовнішніми властивостями самостійного 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 ґрунтоутворення. Завдяки агрегуванню стає можливою міграція речовин в 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 і процеси в яких суттєво різняться.

Ультрамікронідрівень (колоїдний) об'єднує агрегати розмірами менше 0,001 мм волокнистої або лускатої форми. Формуються під впливом міжмолекулярних сил, головним чином при 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 т.п.; 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).

Мікронідрівень (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 залишки, педоутворення, пори, плівки та ін.), а також типи будови за співвідношенням елементів (плазмове, пилувато-плазмове, скелетне та ін.).

Макронідрівень (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, усадок, діяльність організмів і ін. Тип макроструктури ґрунтів має приуроченість до конкретних

грунтів або горизонтів. Важливою характеристикою є водотривкість структурних агрегатів, які формуються переважно внаслідок хімічних, фізико-хімічних, біологічних процесів і явищ.

Процеси, що відбуваються на макропідривні, забезпечують механізм передачі потоків речовини і енергії від ґрунтових мікропроцесів до генетичних ґрунтових горизонтів й типоформувальним 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, накладенням процесів. Зустрічаються морфони як всередині горизонтів, так і міжгоризонтні, розсіяні по профілю.

1.3.3. 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 ліота педореліктів, латеральної міграції. Ґрунтові генетичні горизонти, як правило, розташовані паралельно поверхні ґрунту.

Елементи рівня – морфони, великі педи і блоки, магістральні тріщини. Основними причинами розшарування ґрунтів на горизонти є: зосередження максимальної фітомаси в поверхневих шарах (опад, корені) і 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-макро-блоки, індивідуальні ґрунтові профілі, утворені процесами, загальними для профілю. Індивідуальні профілі - гумусовий, гідрологічний, карбонатний, сольовий, турбаційний та інші - характеризуються відносною 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. При відсутності або дуже слабких зв'язках між горизонтами профіль може бути реліктовим. Стан педонів по відношенню до 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.

1.3.4. 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 ґрунтоутворюючими гірськими породами. Граничний найменший структурний елемент рівня - педон є 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-і мезорельєфа. М.О. Глазовська виділила 12 типів ґрунтово-

геохімічних комбінацій. Їх закономірні регулярні чергування, приурочені до форм 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 представляє 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 знайшла відображення у ґрунтово-географічному районуванні. Основою зонально-регіонального рівня організації ґрунтового покриву є ґрунтовий район, який представляє 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 рівню слабкі і розосереджені. Обмін речовиною та енергією відбувається через атмосферу. Зв'язки ґрунтосфери з іншими сферами відображені у глобальних функціях ґрунтів. Хронометричною організацією ґрунтосфери є геологічні періоди в історії Землі.

1.3.5. Зовнішні умови

Зовнішнє середовище є необхідною умовою існування функціонуючих систем. По відношенню до 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 ґрунтоутворення фізичних полів (магнітних, електричних), космічних частинок і ін.

1.4. 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 явище отримало назву «великий геологічний кругообіг речовин».

3. Регулювання хімічного складу атмосфери й гідросфери. Хімічні елементи кисню, водню, азоту й вуглецю у різній формі приймають участь у синтезі органічної речовини рослинами, перетворюючись у ґрунті, особливо під впливом ґрунтової фауни й мікроорганізмів.

Газова фаза ґрунтів постійно знаходиться в стані 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 великій мірі процеси руху води, її стік 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 покриття;

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 ґрунту *житті й діяльності людини*. Ґрунт в сільському господарстві виступає як основний засіб виробництва. Даний засіб відрізняється від промислових, поперше, 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.

1.5. 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 утрудняє 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) із-за 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, поглинання і утримання живими організмами, тобто поглинальна 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 в 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 ґрунтів у

природних ландшафтах і агроландшафтах. Для природного ландшафту вважається важливим збереження саморегульованого функціонування геосистеми в цілому, 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, потужністю гумусового горизонту, гранулометричним складом, вмістом карбонатів, складом і вмістом глинистих мінералів, ємністю катіонного обміну (ЄКО), біологічною активністю ґрунтів, потужністю 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, ко-

лоїдні 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 залишків – 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 при одночасній *ре mediaції* вже забруднених природних об'єктів.

1.6. 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 ґрунтоутворювального 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 лізіметрів засновані на принципах фізичного моделювання процесів у ґрунтових колонках (монолітах) з непорушеним складенням та на стічних майданчиках. У монолітах вивчають переміщення ґрунтових розчинів, обмін іонів і т.д., а на стокових майданчиках – поверхневий і внутрішньо ґрунтовий стік, ерозію ґрунтів.

Метод ґрунтових ключів заснований 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, кілька 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 заснований 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, багатofакторні польові експерименти з вивчення родючості та меліорації з використанням лізіметрів 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 якихось 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 використовується в ґрунтознавстві для визначення речовинного складу ґрунтів. Ці методи, а також мікрморфологічний, 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).

Контрольні питання

1. Дайте визначення понять «система», «природна система», «екосистема», «геоекосистема».
2. Охарактеризуйте рівні організації природних систем: структурний, процесний (функціональний), часовий (хронологічний), просторовий.
3. Приведіть приклади внутрішніх зв'язків і взаємодії компонентів в природних системах.
4. Наведіть приклади зовнішніх зв'язків у природних системах.
5. Поняття про відкриті природні системи, їх характерні ознаки.
6. Дайте визначення понять «косна» і «біокосна» система.
7. Принципи самоорганізації систем.
8. Екосистема як складна ієрархічна структура організованої матерії.
9. Розкрийте поняття «емерджентність».
10. Поняття про антропогенну трансформацію екосистем.
11. Яким природним системам притаманні саморегуляція, саморозвиток, самовідтворення?
12. Які з екологічних чинників відносять до: біотичних, абіотичних, антропогенних?
13. Дайте характеристику ґрунту як термодинамічній системі.
14. У чому полягає системний підхід до вивчення ґрунтів?
15. Коротко охарактеризуйте рівні організації ґрунтових систем.
16. Мікросвіт як надрівень організації ґрунтових систем.
17. Надрівень ґрунтової маси: фазово-речовинно-дисперсний, порово-сегрегатно-агрегатний, морфони.
18. Дайте характеристику надрівню «ґрунтове тіло» (горизонтний рівень, педон).
19. Охарактеризуйте надрівень ґрунтового покриву (топологічний, зонально-регіональний, педосферний рівні).
20. Розкрийте особливості організації ґрунтових систем як взаємодії і взаємозв'язків між її окремими рівнями.
21. Дайте характеристику основним ґрунтовим процесам на різних рівнях їх організації.
22. Охарактеризуйте основні методи вивчення ґрунтів і ґрунтового вкриття.

2 ЗЕМЕЛЬНІ ТА ҐРУНТОВІ РЕСУРСИ СВІТУ ЯК ОБ'ЄКТ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ І ОХОРОНИ

2.1. Поняття про земельні та ґрунтові ресурси

Широковживаний 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 в 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 землі. 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 включені 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" є більш вузьким 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. Крім 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 Землі доводиться 2,3 га земної поверхні суші, у тім числі ріллі – 0,24 га, пасовищ – 0,6 га.

Таблиця 1 – Сільськогосподарська освоєність суші планети Земля

Континенти (частини світу)	Площа суші		Площа сільськогосподарських угідь		
	млн. га	%	млн. га	% від світової площі с.-г. угідь	с.-г. освоє- ність, %
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

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

Таблиця 2 – Розораність території та сільськогосподарських угідь у світі

<i>Частини світу</i>	<i>Площа ріллі, млн. га</i>	<i>% від загальної світової площі ріллі</i>	<i>% від площі континенту (частини світу)</i>	<i>Розораність сільськогосподарських угідь, %</i>
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

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

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

2.2.1. Грунтовий 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-подзолісті і заболочені ґрунти, зайняті малопродуктивними сіножатями, пасовищами, чагарниками, дрібноліссям.

Таблиця 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

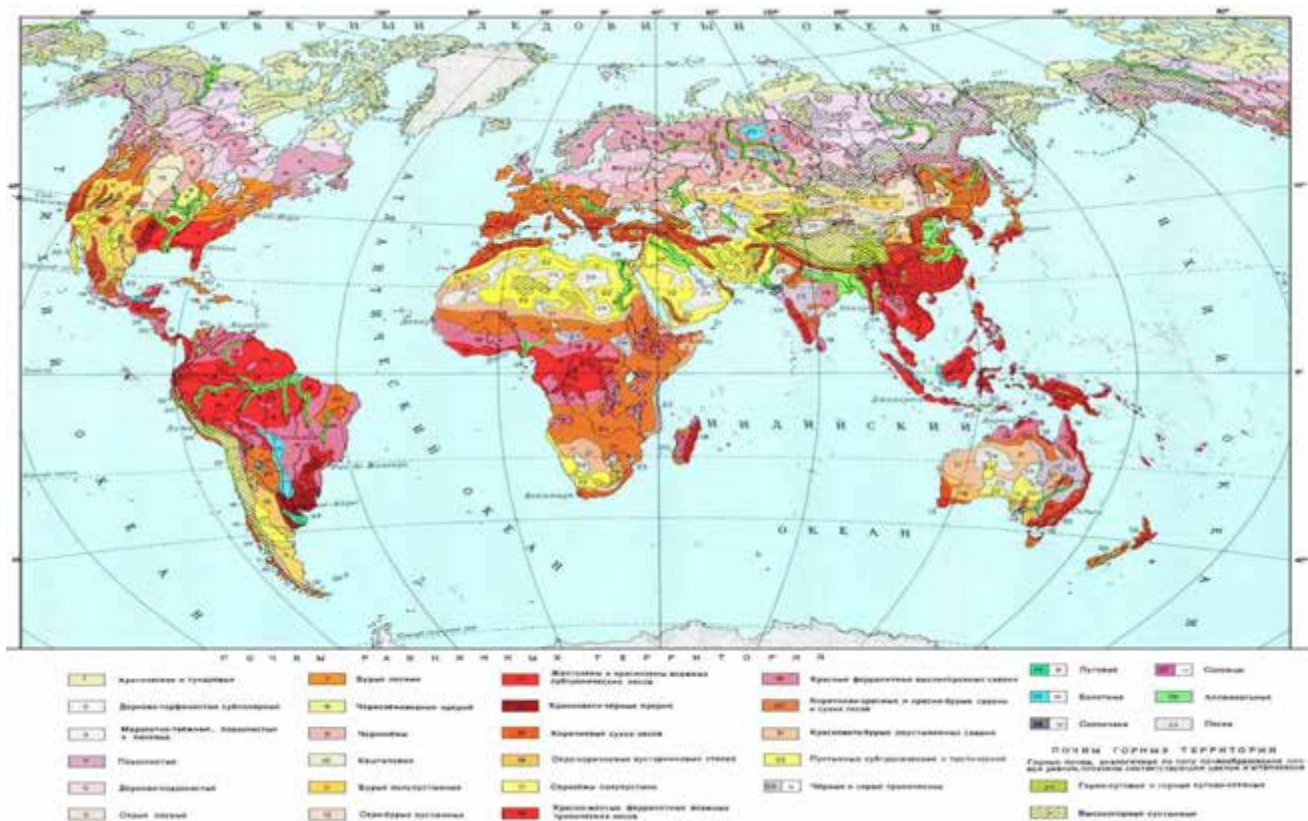


Рисунок 2 – Схематична карта ґрунтового вкриття світу

Основними факторами, що обмежують освоєння земель під рілля, є, в першу чергу, геоморфологічні (крутизна схилів, пересіченість рельєфу) і кліматичні.

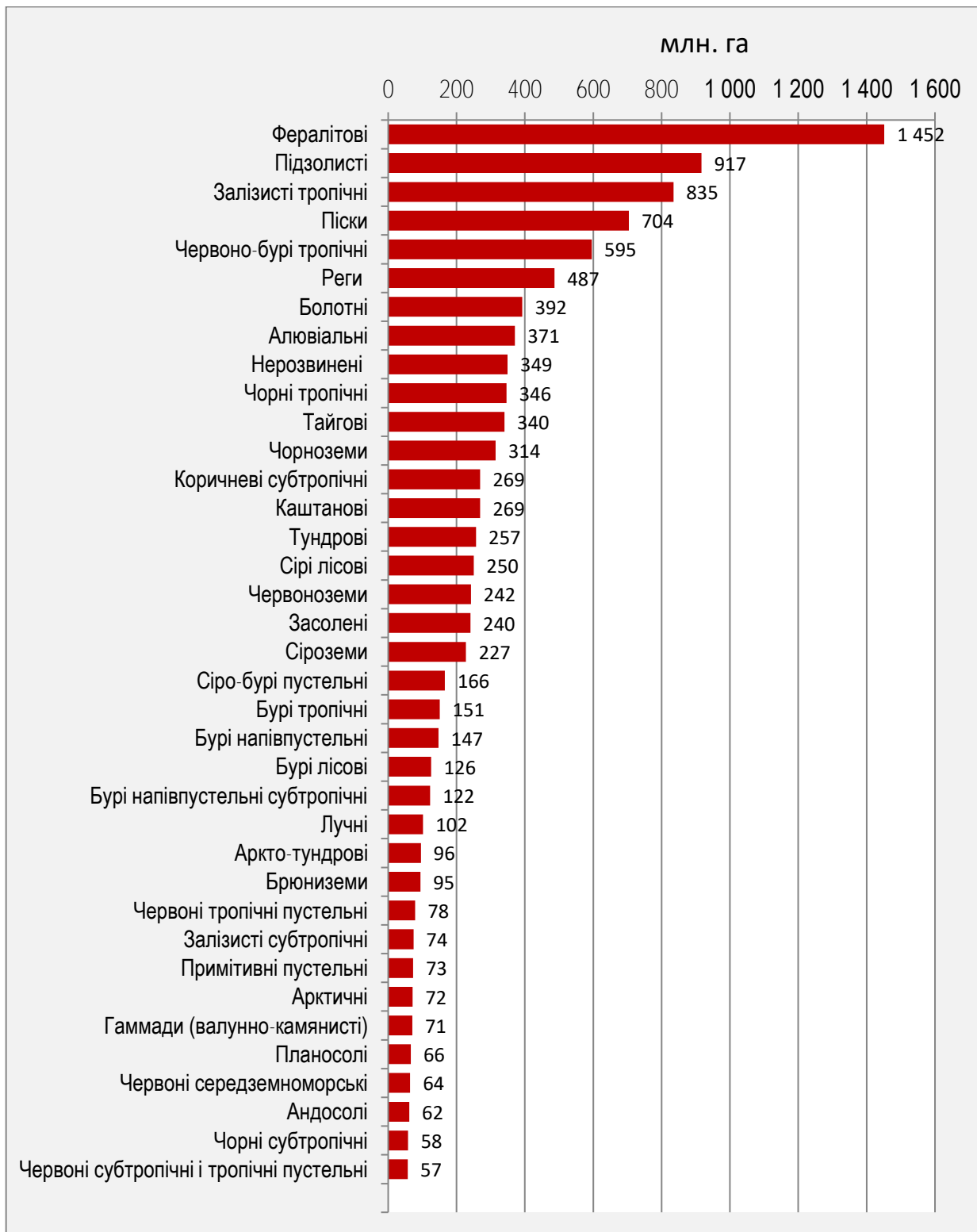


Рисунок 3 – Ґрунтові ресурси рівнинних територій світу

Північна межа сталого землеробства розташована 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. Крім того, розширення площ орних земель повинно враховувати екологічні та природоохоронні аспекти.

2.2.2. Ступінь і розповсюдження деградаційних процесів ґрунтів у світі

В результаті нераціонального землекористування людство за історичний період свого розвитку вже втратило від 1,5 до 2 млрд. га раніш продуктивних земель, тобто більше, ніж вся сучасна площа орних угідь.

Таблиця 4 – Показники деградації ґрунтового покриву у світі

Показник	Частина 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 із-за 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

В наші дні із-за 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 неугіддя, 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.

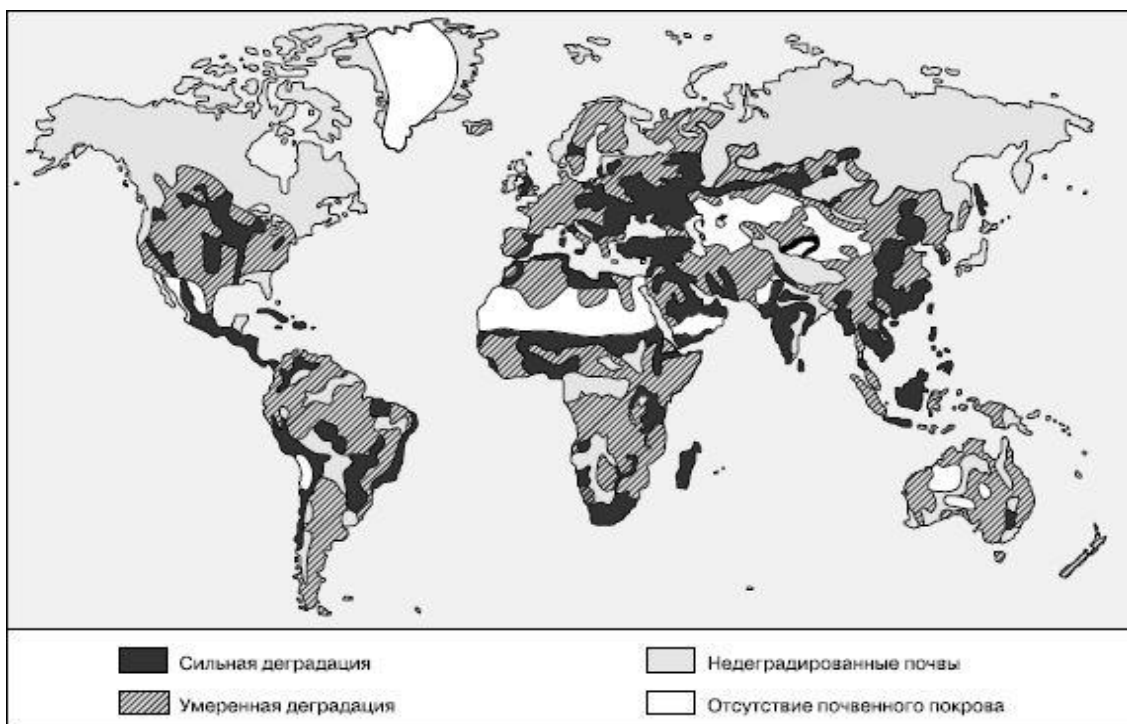


Рисунок 4 – Ступінь і розповсюдження деградованих земель і ґрунтів у світі

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 висока ступінь деградації у Центральній Америці і Африці. Що ж до факторів деградації, в Африці та Австралії на першому місці є перевипасання худоби, в Азії та Південній Америці – обезліснення, а в Північній і Центральній Америці та Європі – нераціональне землеробство.

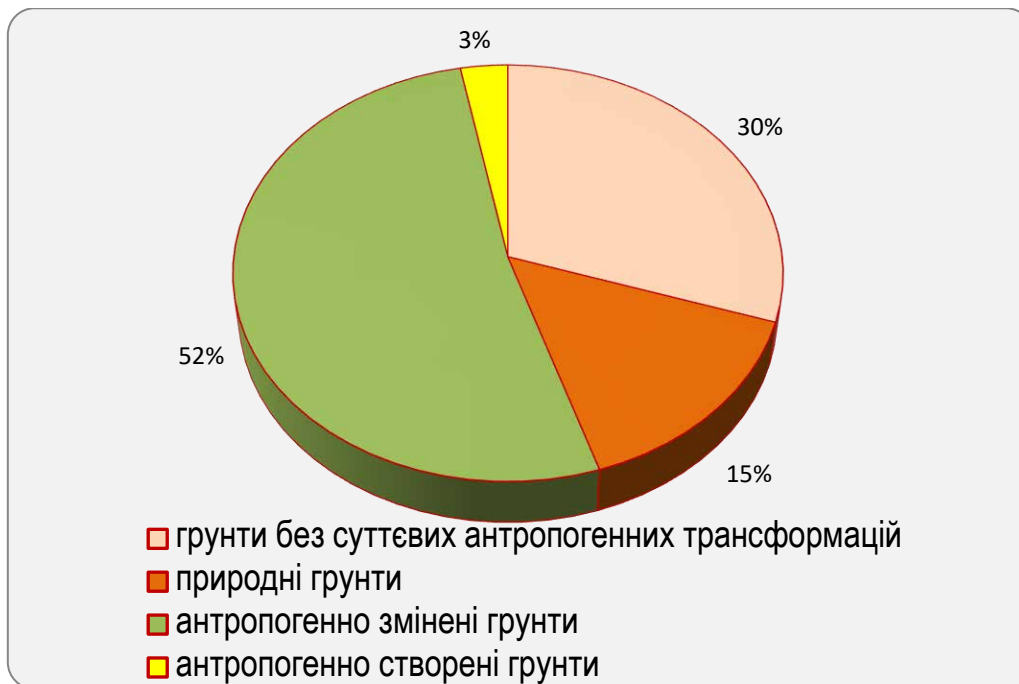


Рисунок 5 – Співвідношення між природними і антропогенно зміненими ґрунтами у світі

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 - Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури (ЮНЕСКО), Продовольча і сільськогосподарська організація ООН (ФАО) та ін. 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 майбутніх поколінь.

2.3. 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 ґрунтується 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 в цілому, включаючи промисловість і торгівлю, також нерідко відчувають 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 з 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.

2.4. Роль ґрунтових ресурсів в реалізації стратегій виживання людства в третьому тисячолітті

На початку третього тисячоліття людське суспільство зіткнулося з проблемою вибору стратегії виживання. В історичному минулому теж доводилося радикально перебудовувати свій спосіб існування. Людина, як частина біосфери, має виняткове становище на планеті, адже на відміну від інших живих організмів, вона не має власної екологічної ніші, її 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. 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 веде до двох варіантів можливих наслідків. Відповідно до одного з них, вид-монополіст деградує, в результаті чого втрачає своє монопольне становище, можливо, навіть гине. Згідно з іншим варіантом, сама екологічна ніша під впливом виду-монополіста стихійним чином настільки глибоко змінюється, що веде до якісної зміни і її мешканця. У виду-монополіста 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 тисяч 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».

В даний час 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 в 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. Ціолковсь-

ким. Теорія ця зовсім недавно сприймалася як ідеалістична, адже людина є часткою біосфери і поза біосфери існувати навряд чи може. Але успіхи, досягнуті за останні десятиліття в області 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» зараз теж малоімовірний. 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. Зараз, 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%, хімікаліїв – 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 в навколишнє середовище 70-80% усіх вироблених планетою відходів. Співвідношення використання природних ресурсів між багатими і бідними країнами від року до року змінюється на користь багатих країн: у 1960 році воно становило 20:1, на початку третього тисячоліття - 60:1. У зв'язку з цим висловлюється ідея про запобігання та екологічної катастрофи на планеті шляхом зниження рівня споживання багатими країнами природних ресурсів. Наприклад, національна програма «Стійкі Нідерланди» декларує:

- не можна споживати кількість поновлюваних джерел сировинних матеріалів (сільськогосподарські культури, ліс, риба) більшу, ніж можна їх отримати, не завдаючи шкоди довкіллю;

- невідновлювані сировинні матеріали можна використовувати тільки в замкнених циклах;
- обсяг забруднення хімічними речовинами не повинен перевищувати величини, з якими може впоратися навколишнє середовище (наприклад, забруднення діоксидом вуглецю).

Вирішення проблеми потребує значних зусиль. По-перше – 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 представляє велику небезпеку для людства.

Час, що минув після конференції в Ріо-де-Жанейро, показав, що світ поки що нездатний 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 самого себе, свою життєву філософію, свої потреби, свої інститути. Збереження біосфери можливе за умови спільної еволюції біосфери і людини, званої коеволюції, яка вимагає від людини нових принципів життя, докорінної перебудови самого його буття, зміни стандартів та ідеалів.

Питання для самоконтролю

1. Обґрунтуйте чим відрізняються поняття «земельні» та «ґрунтові» ресурси?
2. Охарактеризуйте земельний фонд світу. Які землі переважають у його складі?
3. Де в світі зосереджено найбільше орних земель?
4. Охарактеризуйте найбільш поширені деградаційні процеси в ґрунтах України й світу.
5. Назвіть масштаби деградацій у світі.
6. Яка основна мета ґрунтової хартії
7. У чому суть стратегії виживання людства?

3 СУЧАСНІ УЯВЛЕННЯ ПРО РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТУ

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. Сучасне 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 вирішувалось питання – які фактори (чи елементи) формують родючість ґрунту.

Родючість ґрунту формується в результаті природного ґрунтоутворювального 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 випромінювань енергію, перетворює її в енергію земного середовища, здатну виробляти роботу.

До цього часу ми користуємось визначенням поняття «родючість», яке дав В.Р. Вільямс. 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 – гумусний 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 поєднаного впливу різних властивостей та режимів ґрунту і що різні рослини мають неоднакові вимоги до цих властивостей та режимів, тобто родючість завжди має відносний характер. Для кількісної оцінки рівня родючості ґрунту за усім 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 і 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. Крім того, до уваги беруться і інші показники, що дають змогу оцінити ґрунт, а на його основі і землю, як основний засіб виробництва в сільському господарстві.

3.2. 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 із кутів якого розміщено один із факторів. Усі вони зв'язані між собою: гумус; гранулометричний склад; будова профілю і щільність; хімічний склад: водно-повітряний і температурний режими; рослинність і мікробіологічна активність (рисунок 6). Лише урахування всієї сукупності факторів дає можливість підвищувати врожай.

Дія тільки на один із факторів родючості на певному етапі призводить до зниження врожаю. Так, у досліді, проведеному у Німеччині (дослід Вольні), враховується дія 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 впливати на усі фактори росту і розвитку рослин.

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 функціонуванню і характеристикам ґрунту.

3.3. 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 ґрунтоутворюючих процесів, які призвели до утворення даного ґрунту як природного тіла, до якого не доторкалась рука людини. Вона притаманна лише цілинним землям. Характеризується комплексом взаємозв'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.



Рисунок 6 – Чинники, що обумовлюють рівень ґрунтової родючості (за О.М. Грінченком)

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 (рис. 2.2). Застосування засобів обробітку, добрив, меліоративних заходів проявляється і на напрямку ґрунтоутворення: 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.

Економічна родючість ґрунту. В 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. В 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.

3.4. Щодо «еталону родючості» ґрунту

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 році 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 Воронежської 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 року, 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.

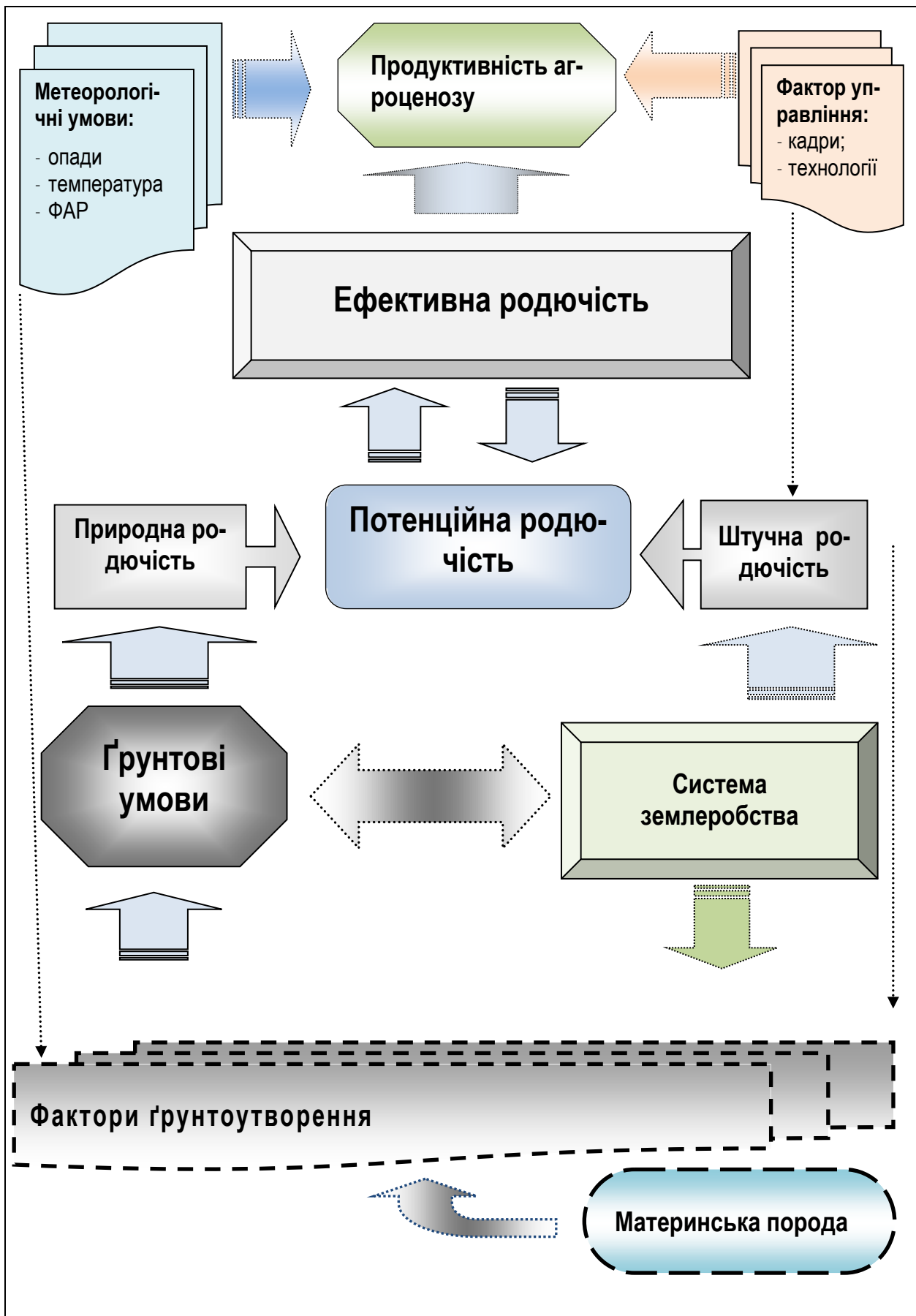


Рисунок 7 – Взаємозв'язок між родючістю ґрунту, її видами, формами та продуктивністю агроценозу (Г.І. Мазур, 2008)

3.5. Можливості 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 сівозмінами, 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 з 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 обумовлять 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 біорізноманіття в агроценозі робить подібні екосистеми нестійкими. Саме тому ґрунти агроценозів потребують прискіпливої уваги та бережного ставлення. При окультуренні ґрунтів розрізняють такі стадії:

1. Стадія різкого 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 «ґрунтові властивості - агроценози». На цій стадії збагачення ґрунту за рахунок рослинних решток, винесення добрив і життєдіяльності агроценозів компенсується мінералізацією і відчуженням речовин з урожаєм.

3.6. Закон "спадаючої родючості ґрунтів" і його критика

Вчення про ґрунтову родючість склалося в процесі розвитку вчення про земельну ренту. Другим 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 із цим законом, **кожне вкладання праці і засобів виробництва на одній і тій самій ділянці землі дає все меншу і меншу прибавку врожаю.**

Ця "теорія" мала багато прибічників на початку ХХ 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 навіть було б взагалі розширяти площі, які обробляються. Якщо ж збільшення фактора родючості ґрунту супроводжується підвищенням технічного рівня сільськогосподарського виробництва, то «закон спадаючої родючості ґрунту» зовсім не справджується в тих випадках, коли запроваджуються сучасні агротехнології.

3.7. 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 і 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 належним чином оформлені: 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 і їх коригування (нарис, 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).

Контрольні питання

1. Розкрийте поняття «родючість» ґрунту.
2. Перерахуйте фактори родючості ґрунту.
3. Назвіть основні категорії ґрунтової родючості та дайте їх характеристику.
4. У чому полягає різниця між простим і розштреним відтворенням родючості ґрунту?
5. Сформулюйте і обґрунтуйте процеси і засоби з розширеного відтворення родючості ґрунту.
6. Обґрунтуйте причини зниження родючості ґрунту.
7. Розкрийте сутність процесу окультурення ґрунту.
8. Що покладено в основу розподілу процесу окультурення ґрунту на стадії?
9. Розкрийте сутність «закону спадної родючості ґрунту».

4. ПРИЧИНИ І НАСЛІДКИ ҐРУНТОВИХ ДЕГРАДАЦІЙ, ЇХ ПРОГНОЗУВАННЯ І ПРФІЛАКТИКА

4.1. 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 змістовим змістом близькі, однак мають певні відмінності:

- сукупність процесів, обумовлених діяльністю людини, які зменшують здатність ґрунтів до підтримки життя людей (GuidelinesforGeneralAssessment..., 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 і 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 привели 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 (Красєха, 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 (ЕПА), а про ґрунтової 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 приведе він до руйнування ґрунтового тіла, чи обмежиться лише певною зміною характеристик. За іншими визначеннями усі орні ґрунти можна віднести до дегградованих. Однак існують численні приклади, коли значні площі староорних земель не втратили природних властивостей і продовжують зберігати високу продуктивність. Крім 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 дегградація в наведеному вище розумінні не є дегградацією з точки зору загальної теорії систем, тобто втрати елементів і спрощення структури цієї системи аж до її зникнення.

Близькі за проявом процеси, обумовлені природними змінами факторів ґрунтоутворення (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 десятиліття стало зрозуміло, що антропогенний вплив здатний змінювати деякі так звані природні фактори ґрунтоутворення 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, ґрунтоутворюючих порід і т.п. Ця небезпека особливо актуальна для індустріальних і ландшафтних і сільськогосподарських угідь інтенсивного використання.

При характеристиці деградації ґрунту застосовують такі поняття: «*ступінь деградації ґрунту*» – рівень вираженості деградації ґрунту в цілому 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, підлуження.

- *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, геоеконаномалії), 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.

4.2. 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 тіла призводять до погіршення фізичного, хімічного та біологічного стану ґрунтів (рис. 3.1). Природні та вторинні процеси також можуть викликати небезпечні деградаційні зміни.

Природні ґрунти є стійкими у тих термодинамічних та геохімічних умовах, які визначили їх формування. Але вони стійкі до тих меж, поки 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 і т. п.). Нерозуміння цієї принципової умови раціонального ґрунтовикористання 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 ним були розділені на 4 групи:

1. Процеси, прояв яких не може бути припинено людиною (землетруси, виверження вулканів, різні схилі 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 і т.д.);
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).

Крім 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, нівація, термокарст кліматичний, соліфлюкція, пучення підґрунтя, морозобійні тріщини, наземні пали, затоплення земель під час проходження тайфунів, цунамі і припливів, каменепади, 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 в даний час 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 природовикористання – відкриті розробки корисних копалин, будівництво, різного роду звалища та сховища відходів, урбанізація, магістральний трубопровідний транспорт і т.д.

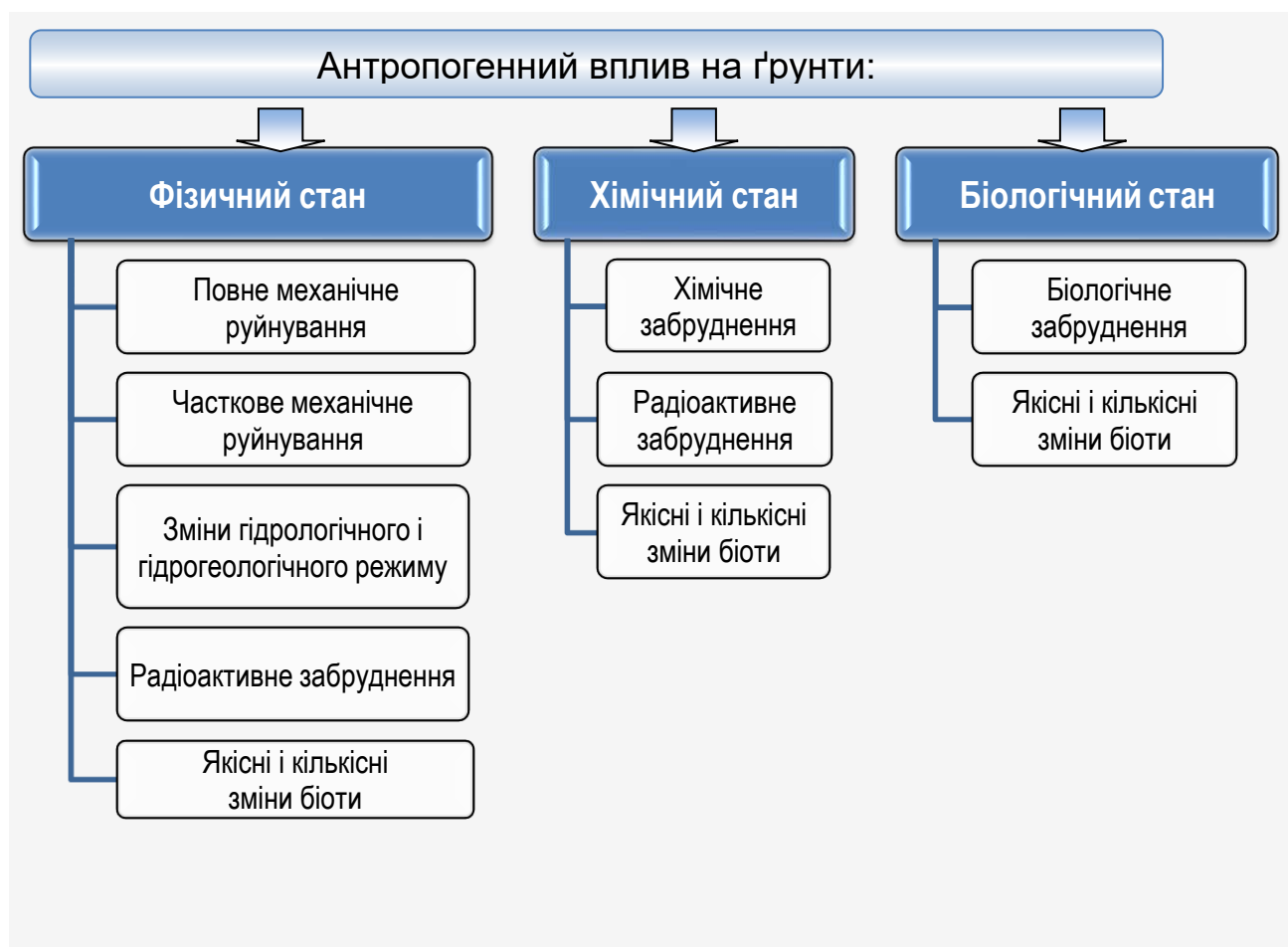


Рисунок 8 – Основні види антропогенного впливу на ґрунти

Деградація ґрунтів у більшості випадків відбувається переважно при комбінованому впливі 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'янистою рослинністю (або під лісом), чергування культур у сівозміні, зміна водного режиму навесні і влітку, і т.д.

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 окисненням або збідненням ґрунту елементами живлення рослин можна впоратися у відносно швидкі терміни і без великих витрат. Однак усунення наслідків водної або вітрової ерозії, злитизація ґрунту при нераціональному зрошенні, дегуміфікація є складними дорогими і тривалими процесами. При високих ступенях 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.

4.3. 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. 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'язано також із надходженням на її поверхню сторонніх абіотичних наносів, що погіршує продукційну функцію ґрунту.

Традиційний підхід до проблеми виділення ґрунтово-деградаційних процесів І. Крупенніков оцінює як констатуючий і пропонує весь комплекс проблем

(типізацію деградацій, їх оцінку, спряженість, можливість і способи подолання) будувати на двох концепціях і їх поєднанні: елементарних ґрунтових процесів (за І. Герасимовим); біосферно-екологічних функцій ґрунтів (за В. Вернадським, В. Ковдою, Г. Добровольським і Є. Нікітіним).

Разом з тим, В. Медведєв (2004) деградації ґрунтів пропонує диференціювати за типами, в основу визначення яких покладено провідний процес, що обумовлює негативні зміни у ґрунті (таблиця 5). 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 і т.д.

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 девастованої (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 вологоємності, 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.

Таблиця 5 – Типологія деградацій ґрунтів (за В.В. Медведєвим та ін., 2004)

Тип деградації	Суть процесу, що обумовлює деградацію ґрунту	Види деградацій
Фізична	Руйнування, переміщення, відкладення частинок ґрунту або внутрішнє їхнє перегрупування, 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, намивання, запливання, асфальтування, абразія, аридизація
Хімічна	Акумуляція або втрата хімічних елементів та речовин	Забруднення ґрунту твердими, газоподібними і рідкими речовинами природного або техногенного походження; засолення та інші види зрошення; алюмінізація, озалізнення, окарбоначення та інші види осушення
Фізико-хімічна	Негативні зміни у процесі підкислення, підлуження, обміну іонів у колоїдних системах, окисно-відновних умов, осолоцювання	
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

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 по-

токів 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 водотривких агрегатів і грудкуватості сухого ґрунту, а також від зчеплення їх один з одним. 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 водотривкості 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 фактору виявляється 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 фак-

тори 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 її 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 перегрупування популяцій, змінюються домінуючі і часто зустрічаються види, деякі види взагалі зникають, можуть з'являтися і нові види, часто шкідливі. При дії деградаційних факторів розрізняють чотири зони з 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 фітотоксичні речовини. 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. При вітровій або водній 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 і т.д. 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 органомінеральних 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 фактора. Гідрологічний фактор деградації ґрунтів обумовлений несприятливою трансформацією їх водного режиму, викликаного неадекватним застосуванням гідротехнічних, меліоративних, дорожньо-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 потужності 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.

4.4. Критерії і діагностичні параметри оцінювання ступеня деградації ґрунтів

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

У таблиці 3.2 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.

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 геоекоаномалії, 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 таблицях 6, 7.

**Таблиця 6 – 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
Фізична	Знеструктурення	Фактор дисперсності	8–10 і вище
	Переущільнення	Рівноважна щільність будови орного шару, г/см ³	> 1,4
	Ерозія водна	Інтенсивність середньорічних втрат ґрунту, т/га	10–15
	Ерозія вітрова (дефляція)	Показник ерозії ґрунтів (залежно від величини поверхневого зливого 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 Cs ¹³⁷ , Кі/км ² Sr ⁹⁰ , Кі/км ²	1,5-3,5; 0,2-0,3
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 ГДК у рослинах, валові форми ГДК у рослинах, рухомі форми Кларки, валові форми у ґрунтах	2 і вище 2 і вище 1,1 і вище 5-6 і вище
Підкислення (декальцинація)	pH _{KCl} , Δ	0,8-1,0	
Фізико-хімічна	Вторинна солонцюватість (за зрошення)	pNa-0,5p Ca aNa aCa	0,4-0,8 > 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

Геоeko-аномалії	Сейсмічність	Землетрус з інтервалом 10–30 років, 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
	Поди, западини	Площа від сільгоспугідь, %	10-20
	Соляні куполи	Площа сильнозасолених ґрунтів, %	15
	Підтоплення	Підтоплена площа, %	10 і вище

4.5 Чинники, що обумовлюють деградації ґрунтів

Основні чинники, що викликають деградації ґрунтів, об'єднані у дві основні групи: природні і антропогенні. До природних чинників 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 (рисунок 9).

Таблиця 7 – Діагностичні критерії деградації ґрунтів (для умов України, за В.В. Медведєвим та ін., 2008)

<i>Показники</i>	<i>Одиниці виміру</i>	<i>Показники ґрунтових властивостей (з урахуванням зонального місцезоположення)</i>
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.

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

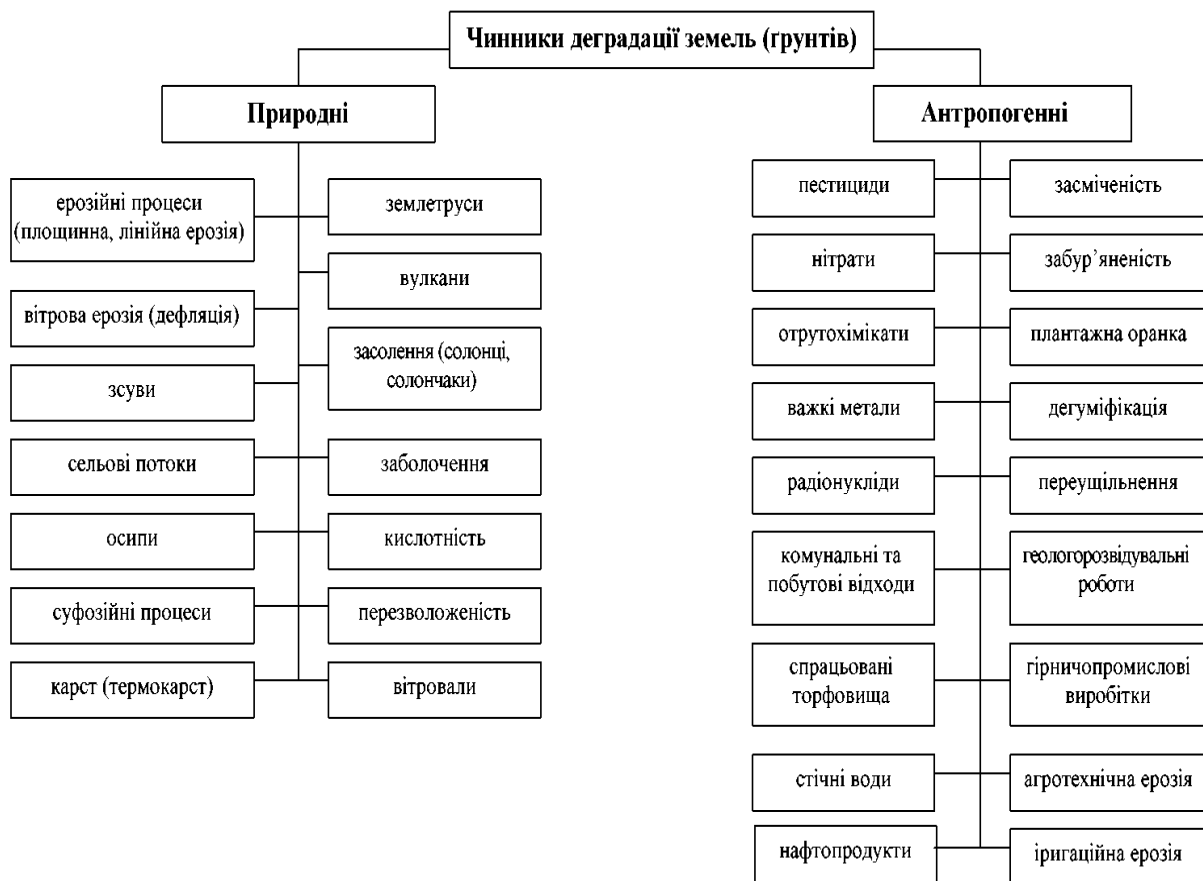


Рисунок 9 – Класифікація чинників деградації земель

За природними та антропогенними процесами виділені такі види деградації ґрунтів: хімічна, фізична, механічна, біологічна, гідромеліоративна, фізико-хімічна деградація.

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 органіки і винесення її з урожаєм.

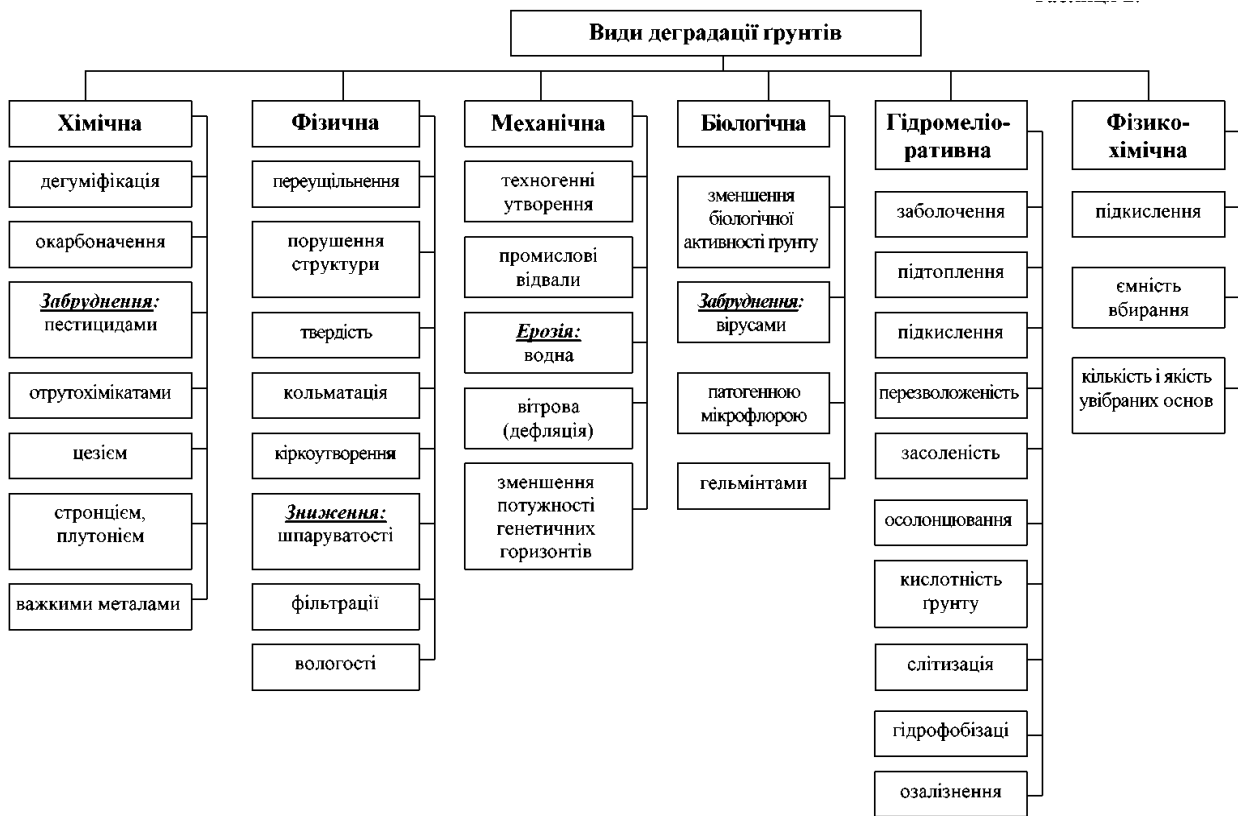


Рисунок 10 – Класифікація видів деградації ґрунтів

Фізична деградація характеризується порушенням структури ґрунтів, переуцільненням 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 потужність гумусового шару аж до повного руйнування ґрунту, ґрунотвірних 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 (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 (таблиця 8).

Оцінка природно-господарської значущості 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 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 таблиці 3.4. 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).

Таблиця 8 – Стан ґрунтового покриву і можливості господарського використання земель відповідно до їх природно-господарської значущості

<i>Рівень втрати природно-господарської значущості ґрунту</i>	<i>Стан ґрунтового покриву і можливості господарського використання земель</i>
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

Визначення ступенів деградації здійснюється за показниками, наведеними у таблиці.9.

Таблиця 9 – Оціночні показники для визначення ступеня деградації ґрунтів і земель

<i>Показник</i>	<i>Ступінь деградації</i>				
	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Основні показники					
Потужність 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
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 потужності 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 ґрунотвірної 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 вміст 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 ємкості 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	>10
Збільшення вмісту обмінного магнію, % від ємкості катіонного обміну:	<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
Збільшення площі середньо- та сильноеродованих ґрунтів, % на рік	<0,5	0,5-1	1-2	2-5	>5
Площа природних кормових угідь, ви-	<10	10-30	30-50	50-70	>70

ведених з землекористування (без рослинності, % від загальної площі)					
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. При 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 по відновленню і використанню 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 великій мірі до спустелювання, 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 приводить 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 натиску.

3.6 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 до деградацій – 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) із-за 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 по сезонах і т. д.

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. При високому ступені 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 утрудняє прогнозування їх подальшої поведінки. Тому важливо завчасно виявляти впливи, що викликають нестійкий стан ґрунтів, насамперед, напрямок, характер і ступінь змін, що обумовлюють їх еволюцію.

Встановлено основні механізми, що забезпечують стійкість ґрунтів до зовнішніх впливів:

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, поглинання

і утримання живими організмами, тобто поглинальна 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. Хитров (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 в 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. Кирюшин (2000) вказує на істотні відмінності понять стійкості природних ландшафтів і агроландшафтів. Для природного ландшафту важливим є збереження саморегульованого функціонування геосистеми в цілому, 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, потужністю гумусового горизонту, гранулометричним складом, вмістом карбонатів, складом і вмістом глинистих мінералів, ємністю катіонного обміну (ЄКО), біологічною активністю ґрунтів, потужністю 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 поліюгантів 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 залишків – 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 при одночасній ремедіації вже забруднених природних об'єктів.

Контрольні питання

1. Сутність поняття «деградація ґрунту».
2. Що розуміють під антропогенною деградацією ґрунту?
3. Які види деградації ґрунту виділяють за розповсюдженістю?
4. Групи ґрунторуйнівних процесів за М. Заславським?
5. Назвіть основні види антропогенного впливу на ґрунти.
6. Типологія деградацій ґрунтів за В.В.Медведєвим?
7. Які наслідки фізичної деградації ґрунтів?
8. Сутність біологічних деградацій ґрунтів?
9. Назвіть основні чинники деградацій ґрунтів?
10. На яких критеріях ґрунтується градація ґрунтів за рівнем втрати природно-господарської значущості.
11. За якого ступеня деградації ґрунту вводиться спеціальний режим їх використання?
12. Що розуміють під стійкістю ґрунтів до деградацій?
13. Що таке оборотність деградації ґрунтів?
4. Назвіть основні механізми, які забезпечують стійкість ґрунтів до зовнішніх впливів.

5 ОХОРОНА ҐРУНТІВ ВІД ВОДНОЇ ЕРОЗІЇ ТА ДЕФЛЯЦІЇ

5.1. Загальні поняття про ерозію ґрунтів

Ерозія ґрунтів (від лат. *Erosio* – роз’їдати) – руйнування і винос верхніх найбільш родючих горизонтів ґрунту в результаті дії води і вітру.

Площинна ерозія – створення поверхневим стоком мережі майже непомітних дрібних струмочків, через які вимивається найбільш родючі частинки ґрунту вниз по схилу.

Лінійна ерозія – невеликі струмки на поверхні ґрунту перетворюються у великі потоки з утворенням глибоких розмивів і навіть невеликих ярів.

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

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

Втрата значної кількості (часто – млн. т) знесеного із орних земель ґрунту починається з падіння краплин на ґрунтові агрегати. При вдарянні по відкритій поверхні ґрунтового покриву краплини дощу руйнують ґрунт, частки яких при зливах розлітаються на достатньо велику відстань – до 1 м у висоту і до 1,5 м в сторони. Подальші надходження дощової води формує потоки, які зносять відокремлені частки ґрунту в річки, озера, водойми.

Руйнівна сила дощових крапель залежить від їх діаметру і ваги. Дуже мілкі дощові краплини мають діаметр від 0,1 до 0,4мм, 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. В таблиці 10 показано взаємозв’язок між розміром краплини, її енергією і руйнівним впливом на поверхню ґрунту.

Таблиця 11 – Деякі характеристики ерозійної дії крапель дощу

<i>Діаметр краплини, мм</i>	<i>Енергія однієї краплини дощу, Дж</i>	<i>Характеристика ерозійної дії крапель дощу</i>
<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 взмучені мілкі потоки води
0,8–1,5	від $1,4 \cdot 10^{-6}$ до $2,6 \cdot 10^{-5}$	Незначне руйнування ґрунту, водяні потоки взмучені
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 1мм становить 1л на кожний м² або 1000 м³ на 1км².

Середня кількість опадів за рік в Україні характеризується такими показниками: у Поліссі (зоні змішаних лісів) – 550–650 мм, в Лісостеповій зоні – 450-650 мм, у Степовій зоні – 300–450 мм, на Південному березі Криму – 300-600 мм, в Кримських горах – 900-1100 мм, у Карпатських горах – 1300-1500 мм.

Водна ерозія розпочинає свою деградаційну дію вже при ухилі понад 0,5 градуси. Дефляція ґрунту менше залежить від рельєфу місцевості, а більше – від знеструктурення (розпиленості) ґрунту, його гранулометричного складу, швидкості вітру. Найбільш важливими морфологічними показниками рельєфу, які впливають на швидкість ерозійних процесів, є:

- глибина місцевих базисів ерозії (різниця висот між вершиною водорозділу і рівнем води в місцевій річці),
- розчленованість території яружно-балковою мережею,
- величина балкових водозборів,
- довжина і крутизна схилів.

Височини і гірські схили піддаються ерозії значно сильніше, ніж рівнинні території. Особливо сильно проявляються ерозійні процеси на території

Донецького кряжу, Приазовській і Придніпровській височинах, Подільському плато і в передгірських і гірських районах Криму і Карпат. Слабіше проявляються ерозійні процеси на рівнинних територіях Полісся і Лісостепу, Придніпровській і Приазовській низовинах. При збільшенні крутості схилів еродованість ґрунтів зростає (таблиця 12). Середньобагаторічні втрати ґрунту на них перевищують 15-20 т/га.

Таблиця 12 – Поширення еродованих ґрунтів на схилах різної крутості і середньорічні втрати ґрунту на них, т/га

Крутість схилів, град.	Ступінь еродованості			Втрати ґрунту з 1га, 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 в результаті ерозії з орних земель становлять 450-600 млн. т (таблиця 13). З родючим шаром ґрунту щороку втрачається від 11 до 20 млн. т. гумусу, 0,5-0,9 азоту, 0,4-0,7 фосфору, 0,72-1,30 млн. т. калію.

Дефляція (*deflation*) або вітрова ерозія ґрунту (*wind erosion*). Дефляції (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. В результаті утворюються наносні ґрунти. Найбільш шкідливий вид дефляції – пилові (чорні) бурі, які виникають при швидкості вітру 15-17 м/с і можуть поширюватись на значні території. Пилові бурі здатні катастрофічно знижувати родючість ґрунту і завдавати великих економічних збитків сільському господарству не тільки в тих місцях де вони виникають, але й в місцях, де потім відкладається пилова маса.

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.

Таблиця 13 – Втрати родючого ґрунту з орних земель від водної та вітрової ерозії

Зони	Орні землі, площа 92т.92. га	Втрати родючого шару ґрунту від водної та вітрової ерозії	
		всього, 92т.92.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

Водна і вітрова ерозія наносять непоправної шкоди сільському господарству руйнуючи або, в короткий проміжок часу, фізично знищуючи ґрунти – основний, нічим незамінний засіб сільськогосподарського виробництва, на утворення якого природа тратить сторіччя. Історія розвитку ерозійних процесів нерозривно пов'язана з історією землеробства тобто з господарською діяльністю людей.

5.2. Протиерозійні заходи

5.2.1. Ґрунтозахисна система землеробства з контурно-меліоративною організацією території

Проблема захисту ґрунтів від ерозії найбільш ефективно вирішується при системному підході, тобто застосуванні 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 потенціальною 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 із складу ріллі сильно еродованих та ерозійно-небезпечних

земель під консервацію з послідуочим залуженням або залісненням;

6. Створення протиерозійних заходів постійної дії (валів, гідротехнічних заходів різних типів, лісосмуг, буферних смуг із багаторічних трав, залугованих водотоків).

Таблиця 14 – Зміни деяких властивостей чорноземів звичайних залежно від ступеня еродованості, %

Показники	Ступінь еродованості		
	слабка	середня	сильна
Водопроникність	73	55	48
Вологоємність	86	76	61
Уміст водотривких агрегатів	79	71	50
Щільність складення	104	109	110
Стікання води	142	152	170
Зсув ґрунту	118	147	178
Уміст гумусу в орному шарі	76	61	41
Уміст рухомого фосфору	73	66	57
Уміст обмінного калію	75	57	48

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 (водорозділу) до днища балок чи заплав річок, забезпечуючи, поряд із зарегулюванням поверхневого стоку, безпечне скидання у гідрографічну мережу надлишку талих і дощових вод. В зоні дії вітрової ерозії ця система землеробства передбачає і забезпечення захисту ґрунтів від руйнування потоками вітрів, а сходи сільськогосподарських культур від засікання мілкоземом.

5.2.2. Диференційоване використання орних земель

Проводиться шляхом їх поділу на три еколого-технологічні групи (ЕТГ). До першої ЕТГ віднесені угіддя з повнопрофільними ґрунтами, розташованих на рівнинах і схилах до 3 градусів, характер рельєфу і якісний стан ґрунтового покриву яких дозволяє вирощувати всі культури, включаючи і просапні. В межах

першої ЕТГ виділяють дві підгрупи:

1-а – рівнинні землі (схили до 1^0) на яких не має обмежень у виборі напрямку обробітку ґрунту і посіву;

1-б – схилі землі (крутизною $1-3^0$) і ділянки з ухилами до 1^0 в середній і нижній частині водозбору в Степовій і Лісостеповій зонах з великими водозбірними площами, на яких обов'язковий обробіток ґрунту і посівів сільськогосподарських культур поперек схилів або контурно з допустимим ухилом до горизонталей місцевості.

В 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 $3-5$ градусів з слабо- і середньо змитими ґрунтами. Тут, запроваджуються ґрунтозахисні зерно-трав'яні і траво-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 $3-5^0$ без чітко сформованих улоговин, використовуються під зерно-трав'яні сівозміни;

II-б – землі з крутизною схилів $3-5^0$ пересічені улоговинами з середньо- і сильно змитими ґрунтами, використовуються під трав'яно-зернові сівозміни або вилучаються з обробітку і із складу орних земель під консервацію.

До земель третьої ЕТГ відносяться схили крутизною понад $3-5$ градусів, 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.

5.2.3. Контурно-смугова організація території

Найбільш надійне забезпечення захисту земель від водної і вітрової ерозії досягається при введенні і дотриманні контурної організації території. Вона проектується в межах землекористування з урахуванням організації території прилеглих землекористувань, які мають суміжні єдині водозбірні площі в басейні малих річок, 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 рубежі 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 залужених понижень, 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%, у т. ч. за рахунок виконання всіх технологічних операцій по вирощуванню сільськогосподарських культур впоперек схилу, або по контуру, тобто з наближенням до горизонталей місцевості.

5.2.4. Захисна роль рослинності

В 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. Відмираючі 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.

В наслідок 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, в залежності 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 пожнивні, післяукісні і проміжних посіви культур. В ерозійно-небезпечних агроландшафтах важливе значення відіграє рослинність полезахисних лісових смуг та інших захисних лісових насаджень.

5.2.5. Грунтозахисні сівозміни

Всі сівозміни при контурно-меліоративній системі землеробства базуються на принципах використання грунтозахисної ролі окремих груп культур, оптимального їх чергування в сівозміні з додержанням допустимих періодів повернення культур на попереднє місце вирощування.

На землях першої ЕТГ з повно профільними та слабо еродованими ґрунтами розміщуються сівозміни, насичені, при необхідності, такими просапними культурами, як цукровий буряк, соняшник, кукурудза. Таким чином інтенсивне землеробство локалізується на не еродованих і родючих ґрунтах плато і схилових ділянках до 3 градусів.

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.

5.2.6. Смугове розміщення агрофонів

Смугове або контурне розміщення посівів культур з низькою грунтозахисною 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° впоперек 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 по

горизонталям;

- контурні – в напрямку горизонталей;
- паралельні, в основному вздовж горизонталей з певним допустимим відхиленням від них;
- контурно-паралельні з залуженням основних улоговин (водостоків).

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, крім 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 полосах, 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.

5.2.7. 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 в сівоzmіні на даному полі, кварталах садів. Такий прийом дозволяє суттєво знизити швидкість потоку води і частково затримати твердий стік, що зменшує втрати дрібнозему від ерозії. Грунтозахисна 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 щільуванням.

Ширина буферних смуг на схилах до 3⁰ зі суглинковими ґрунтами повинна бути не меншою 11-12м, а на супіщаних ґрунтах – 14-16м. 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.

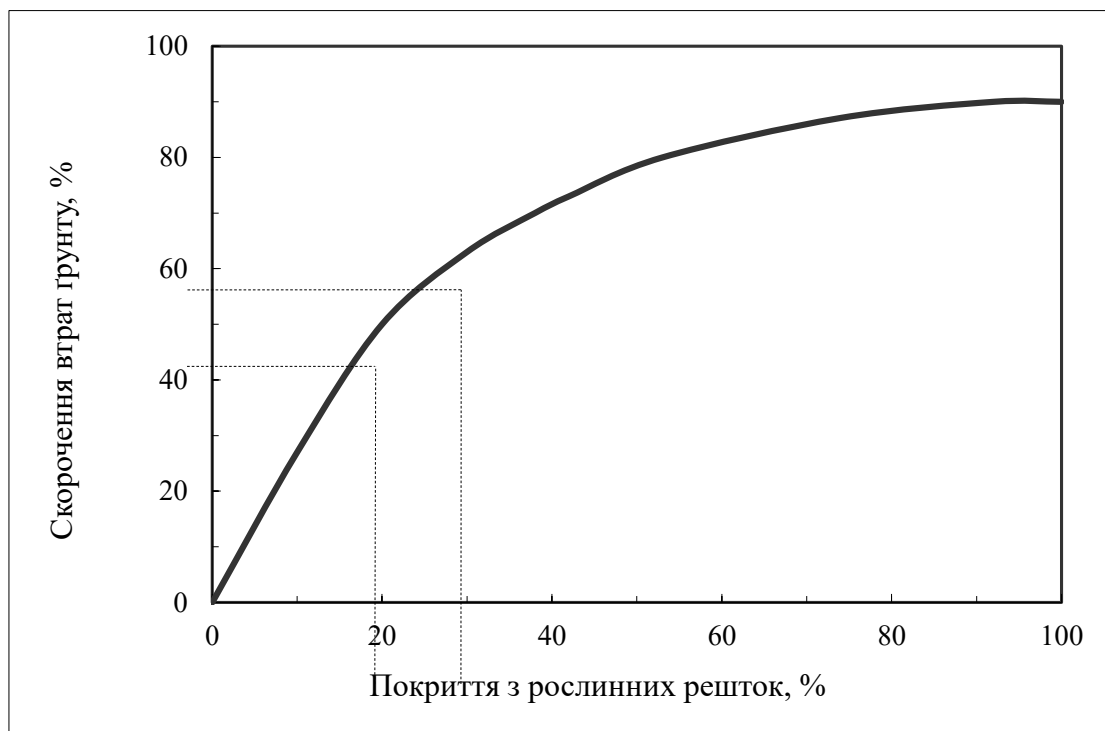
5.2.8. Захисна роль рослинних решток

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 в наслідок чого зберігається на належному рівні водопроникність ґрунту, зменшується поверхневий стік. Створенні із рослинних решток невеликі перепони для поверхневого стоку сприяють зменшенню швидкості води і втрат ґрунтових часток.

У період вегетації рослин збереженні рештки попередника сприяють зменшенню втрат вологи на фізичне випаровування, а зимою затримують додаткову кількість снігу, що в цілому забезпечує покращення водного режиму ґрунту. Крім того взимку рослинні рештки зменшують глибину його промерзання, а влітку, оберігають від високих температур.

Використання захисної ролі рослинних решток в системі заходів по захисту ґрунтів від водної і вітрової ерозії дає можливість забезпечувати зниження ерозійних процесів до допустимих параметрів на протязі всього року. Залежність втрат ґрунту від ерозії в полях сівозмін від кількості рослинних решток показано на рисунку 4.1.



Рисунк 11 – 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 культур суцільного посіву і навпаки зменшення відсотка просапних культур;
- серед групи просапних культур зростанням відсотка 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 більшого відсотка 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 до того щоб після посіву поверхня поля була максимально покрита рослинними рештками, що можливо досягти тільки при мінімальній обробітку і прямої сівбі спеціальними посівними системами. Необхідно пам'ятати, що контроль і ефективне управління рослинними рештками є ключовим моментом для зменшення ерозії ґрунтів у осінньо-весняний період.

5.2.9. Ґрунтозахисні технології обробітку ґрунту

На схилі землях всі види обробітку ґрунту, посіву чи посадки необхідно проводити лише поперек схилу, а при складному рельєфу по контуру, як це визначається розміщенням контурних меж полів, кварталів садів, робочих ділянок, лісопосадок, що дає можливість в значній мірі зменшити стік талих і дощових вод, змив ґрунту, а з ним 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 в інтенсивних сівознах 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 зарегулювання 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. Адаже 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 рядків садів та лісових

насаджень на схилових землях.

Всі заходи з підвищення родючості еродованих ґрунтів прискорюють розвиток рослин, що збільшує покриття поверхні ґрунту і таким чином опосередковано сприяють зменшенню ерозійних процесів.

5.2.10. Залуження поворотних смуг на краях полів

Дуже часто на складних, наприклад, поперечно-опуклих схилах, які обмежуються сусідніми елементами гідрографічної мережі (улоговин стоку), при контурному 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.

5.2.11. Залуження еродованих ґрунтів

Залуженню підлягають середньо- та сильно еродовані та дефляційно-небезпечні орні землі, які виключені з обробітку та із складу орних і не віднесенні 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. При залуженні 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 засоленних ґрунтах – буркун білий та жовтий.

5.2.12. Снігозатримання та регулювання танення снігу

Снігозатримання та регулювання танення снігу є ефективним заходом захисту ґрунтів від вітрової в зимовий період та водної ерозії на весні, а також

затриманню талого стоку і накопиченню вологи в ґрунті. При 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 по затриманню 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 розподіленню 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 понижує площину ерозію.

5.2.13. 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 попереми́нне 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.

5.2.14. Оптимізація польової гідрографічної мережі

Польова гідрографічна мережа – це система природних чи штучно створених об'єктів на полях сівозмін з метою 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. При необхідності створюються штучні водостоки, які передбачаються в проектах землеустрою. В

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.

5.2.15. 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 градуси. При схилі крутизною 3-5 градусів 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 градусів.

5.2.16. 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, в т.ч. полезахисні лісові смуги, розташовують з урахуванням рельєфу місцевості та основного напрямку пануючих вітрів. Прибалкові, прияржні та прибережні лісові смуги, суцільні та куртинні лісові насадження на сильно змитих, 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 10м захищає 25-30 гектарів 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 по снігозатриманню і рівномірному 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 гущини. 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 градус 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 по зниженню енергії стоків талих і зливових вод, снігозатриманню, поліпшенню 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. Куртинні 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.

5.3. Польові та розрахункові методи визначення втрат ґрунту від ерозії

5.3.1. 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:

$$Pr = L \sum_{i=1}^y Wi,$$

де Pr – загальний об'єм змитого ґрунту, $\text{м}^3/\text{га}$;

$\sum_{i=1}^y Wi$ – 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.

5.3.2. Метод визначення ступеню дефляції ґрунту

Для визначення ступеню 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 рядку дерев викопують ґрунтові розрізи. Фіксують розрізи, де над горизонтом Н зафіксовано нанесений шар ґрунту, який розділяється підстилкою або волоком трав'яної рослинності. Товщина нанесеного шару ґрунту замірюється в 3-4 місцях. Після цього виконуються розрахунки видутого з поля ґрунту на одиницю площі (м², га).

Для визначення кількості винесеного з полів дрібнозему використовується також листовий опад в лісосмугах. У типових місцях відбираються зразки листового опаду в 5 повтореннях на площі розміром не менше 25х25 см. Зі зразків опаду відмивають твердий осад, який перераховується на 1 м², 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.

5.3.3. Розрахунковий метод оцінки втрат ґрунтової маси Уішмейера-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 Уішмейера-Сміта (США). Воно має такий вигляд:

$$W=0,224R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P,$$

де W – середньорічні втрати ґрунту, кг/м²;
 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

$$E=I_{30} \cdot H,$$

де E – кінетична енергія, дж;

I_{30} – інтенсивність опадів, мм/т;

H – шар опадів, мм.

Фактор ґрунту – це відношення змиву ґрунту з 1 м² 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.

5.3.4. 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:

$$E_p = \frac{0,1 \cdot 10^{a-bK-cS} \cdot K_s \cdot (V_{\max})^3 \cdot t \cdot K_p \cdot K_{ec}}{V_{\text{мод}}^3}$$

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 генези, фізичних та фізико-хімічних властивостей ґрунтів, виду і кількості рослинних залишків;

K_s – коефіцієнт руйнації агрегатів;

K_p – коефіцієнт рельєфу;

K_{ec} – коефіцієнт ерозійної стійкості культур;

t – середнє багаторічне число годин з пиловою бурею;

V_{\max} – середня максимальна швидкість вітру 20% забезпеченості, м/с;

$V_{\text{мод}}$ – швидкість повітряного потоку в аеродинамічній установці ПАУ-3,

що дорівнює $13,5\text{ м/с}=23\text{ м/с}$ на флюгері.

У США розроблена і використовується модель дефляції WEQ, а також більш досконала WEPS (Wind Erosion Prediction System). Існують і інші математичні моделі визначення дефляції і її впливу на ґрунт.

Контрольні питання

1. Що таке ерозія ґрунтів ?
2. Назвіть форми ерозії ґрунтів.
3. Перерахуйте фактори водної ерозії ґрунтів.
4. Причини та форми вітрової ерозії ґрунтів.
5. Основні принципи ґрунтозахисної системи землеробства за контурно-меліоративної організації території.
6. В чому суть диференційованого використання орних земель за контурно-меліоративної організації території.
7. Захисна роль рослинності.
8. В чому суть смугового використання агрофонів.
9. З якою метою створюють буферні смуги з багаторічних трав.
10. Назвіть основні елементи ґрунтозахисного обробітку ґрунтів.
11. Основні протиерозійні лісомеліоративні заходи.
12. Назвіть методи визначення втрат ґрунту.

6. ОПТИМАЛЬНИЙ ГУМУСНИЙ СТАН ОРНИХ ҐРУНТІВ

6.1. 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, обумовлюючи 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 водотривку структуру верхніх горизонтів, визначаючи щільність їх складання, водно-повітряний режим.

Використання ґрунтів в 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 потужні, 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 гуміфікації 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 гумусовим нижчезалягаючим шаром. Крім 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, гумусний стан ґрунту стабілізується на новому, нижчому рівні. Зазначимо, що точний час, необхідний для стабілізації, не встановлено.

Процес дегуміфікації ґрунтів набув загрозливих загальнопланетарних масштабів і зараз приділяється велика увага до причин і можливих наслідків цього процесу у зв'язку з загрозами парникового ефекту. Розорювання цілинних земель і зведення природної рослинності змінює колообіг 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 потужність гумусового шару становила 0,5 м, середня щільність ґрунту – 1,3 г/см³, середній вміст органічного вуглецю – 2%, середній запас органічної речовини - 13000 т/км², загальний запас вуглецю в гумусі планети – 1700 млрд. т. (1990 р.).

Наукові дані свідчать, що сучасна швидкість дегуміфікації ґрунтового покриву планети за останні 50 років зростає майже в 25 разів у порівнянні з середньою багатовіковою. Численними дослідженнями показано 4-6-кратне перевищення швидкості розкладання ґрунтової органічної речовини в тропіках у порівнянні 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 СО₂ 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. Кузнецов (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 найперше на основну його складову – ґрунтовий покрив. В землеробстві інтенсифікація забезпечувалася посиленням використанням важких машин і знарядь для обробки ґрунту, широким застосуванням мінеральних добрив і засобів захисту рослин, насичення 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.

Якщо розглядати баланс гумусу в ґрунтах різних зон України, то за останні п'ять років 2006-2010 рр. він в зоні Полісся був позитивний і складав +0,21 т/га, в зоні Лісостепу також і дорівнював +0,15, а в Степовій зоні за рахунок насичення сівозмін соняшником спостерігався від'ємний баланс –0,23 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 високоінтенсивними 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 цілинних ґрунтах відбувається при відмиранні рослин шляхом гуміфікації рослинних решток.

У цілинних 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 15-25т, 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.

6.1.1 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 найбільших речовин гумусу ґрунту. Щорічне обертання скиби також не забезпечує умов для ефективного проходження обох стадій гумусонакопичення. За обертання скиби і проходження дернового процесу ґрунтоутворення заробляння свіжої органічної речовини в нижні шари не забезпечує співпадіння зони надходження гумусоутворювачів з зоною найбільшої біологічної активності ґрунту, тобто відбувається розбалансування процесу гуміфікації. Крім 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.

6.1.2. 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, впродовж останніх років на 1 гектар ріллі вноси-

лося 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.

6.1.3. Недотримання оптимального співвідношення між внесеними органічними і мінеральними добривами

Значний вплив на інтенсивність гумусоутворення має співвідношення між органічними 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. 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. Шикуча (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 $> 1:30$.

6.1.4. Насичення сівозміни високоінтенсивними культурами

У ринкових умовах господарювання окремі високоліквідні культури дають значну вищу рентабельність та чистий дохід, в порівнянні 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 корневих решток, але з врахуванням значного вносу азоту з зерном врожаю, також посилює дегуміфікацію ґрунтів.

6.1.5. 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. гектарів і дефляції – 6 млн. гектарів, а в роки з інтенсивними пиловими бурями до 20 млн. гектарів. 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. тон 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 території землекористування.

6.2. Забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунтах

Вище розглядалися чинники і механізми дегумуфікації ґрунтів і 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 інтенсивності 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 в цілому 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-якій формі (солома, гній, стебла, рослині рештки, торфокомпости і ін.), 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 загорання 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. В таблиці 15 показано можливості одержання свіжої органічної речовини в різних ґрунтово-кліматичних зонах. В залежності від структури посівних площ з різних джерел можемо забезпечити 16,5-26,2 т/га.

Таблиця 15 – Нормативні показники можливостей забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в різних підзонах України

Зона, підзона	Норми внесення гною (т/га) для бездефіцитного балансу гумусу		Надходження свіжої органічної речовини на 1 га сівозміни							Всього у перерахунку на гній
			з нетоварною часткою врожаю, т/га*							
	під оранку	за ґрунтозахисного обробітку	солома озимої пшениці	стебла соняшнику	стебла кукурудзи	гичка буряків, картоплі та ін.	сидеральні культури	рештки багаторічних трав		
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 центральний	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 центральне	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 напівперепрілий гній застосовується коефіцієнт 4 (по органічній речовині)

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 тонни.

Зараз досить популярними у виробництві є короткоротаційні сівозміни з 4-5 культурами, серед яких поширенні озима пшениця і кукурудза на зерно. З таблиці 6.1 бачимо, що 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 супроводжуватися внесенням повного удобрення. Потрібно також нормувати використання пестицидів, особливо на високогумусних 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 обліснення. На інших площах, рівнинних і пологих схилах, застосовувати ґрунтозахисні технології вирощування культур, що базуються на безполицевому обробітку. На схилах їх поєднують з щільюванням впоперек схилів на відстані 5-7 метрів і проводять інші протиерозійні заходи.

Контрольні питання

1. Дайте тлумачення поняття «дегуміфікація ґрунтів», охарактеризуйте його негативні наслідки та розповсюдження.
2. Причини дегуміфікації на сучасному етапі землекористування.
3. Дегуміфікація ґрунтів в Україні, її причини і тенденції на сучасному етапі та за останні 100, 50 років.
4. Основні джерела органічних добрив в період перебудови земельних відносин.
5. Вплив на гуміфікацію свіжої органічної речовини, співвідношення в ній C:N або співвідношення внесення мінеральних і органічних добрив.
6. Причини зменшення запасів гумусу за інтенсивного обробітку ґрунту і низьких норм органічних добрив.
7. Причини зменшення запасів гумусу за насичення сівозмін високорентабельними культурами.
8. Як впливає на уміст гумусу внесення високих норм мінеральних добрив і застосування біологічно-активних препаратів?
9. Причини зниження вмісту гумусу за інтенсифікації обробітку ґрунту.
10. Шляхи підвищення коефіцієнта гуміфікації органічних добрив.
11. Масштаби прояву водної ерозії і дефляції в Україні і можливі при цьому втрати гумусу.

7. ДЕГРАДАЦІЇ АГРОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ

Значної шкоди ґрунтам завдає агрофізична деградація. Основними причинами її 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 водотривких 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 і т.п.). 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 капель, запливання, додаткової маси. Ущільнення ґрунту збільшується по мірі збільшення кількості опадів. Загальна кількість води, що попадає на ґрунт, ущільнює його завдяки збільшення маси, запливання. Інтенсивність і вид зрошування впливають на кількість води і каплеутворення, що впливає на запливання ґрунту і енергію удара, 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: вологоємкості, 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 с/г 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. В загальному вважається, що пухкий ґрунт краще сприймає вологу, ніж щільний.

Найчастіше оцінку щільності ґрунту дають за Н.А. Качинським, яка наведена у таблиці 16.

Таблиця 6.1.

Таблиця 16 – 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 горизонті різних ґрунтів
1,6-1,8	Сильно ущільнені ілювіальні горизонти, переважно підзолистих ґрунтів і солодей

Вбирання вологи в 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. В 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. Повітреємність ґрунту при найменшій вологоємкості 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 (таблиця 17).

Таким чином, допустима щільність закономірно збільшується із зменшенням вмісту гумусу, зміною гранулометричного складу від важкого до легкого і зниженням найменшої вологоємкості.

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.

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 УААН, для більшості зернових культур на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся оптимальні умови для росту і розвитку виявляються в діапазоні щільності 1,1-1,4 г/см³(таблиця 17).

Таблиця 17 – Допустима щільність орних ґрунтів при найменшій вологоємності (В.В. Медведєв, 2002)

НВ, %	Ґрунти	Ґранулометричний склад	Вміст гумусу, %	Допустима щільність ґрунту, г/см ³
36	Чорноземи опідзолені, типові, звичайні, лучно- чорноземні	Важко- і середньо- суглинковий	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-пі- дзолисті	Легкосуглинковий	2,5-3,5	1,47
18				1,52
16	Дерново-підзолисті	Супіщаний і гли- нисто-піщаний	1,0-2,5	1,58
14				1,64
12				1,71

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. Наведені у таблиці 6.4 інтервали щільності не є константами. Вони змінюються у часі і на-самперед залежно від вологості ґрунту. При підвищеній вологості оптимум змінюється до нижчих значень, за умов недостатнього зволоження – до вищих (А. Малієнко, 1989).

Таблиця 17 – Показники рівноважної щільності основних ґрунтів України в шарі 0-20 см (А. Малієнко, 1989)

<i>Ґрунт та його гранулометричний склад</i>	<i>Щільність ґрунту, г/см³</i>
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
Лучний середньосуглинковий	1,15-1,30
Торфовище низинне (ступінь розкладу торфу - 35-40%)	0,12-0,18
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 сажкосуглинковий	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

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, водотривкість, 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.

Таблиця 17 – 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
	Чорнозем типовий і опідзолений легкосуглинковий	Зернові колосові	1,1–1,3
		Кукурудза	1,0–1,25
		Гречка	1,2–1,3
		Просо	1,2–1,4
Горох	1,12–1,35		
Степ і Сухий Степ	Чорнозем звичайний і південний, темно-каштановий	Зернові колосові	1,0–1,3
		Кукурудза	1,1–1,3

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 (таблиця 18).

Таблиця 18 – Ступінь ущільнення ґрунту залежно від загальної пористості, % від об'єму (за Н.А. Качинським)

Глибина шару, см	Ступінь ущільнення					Щільність твердої фази ґрунту, г/см ³
	дуже пухкий	пухкий	середньо пухкий	щільний	дуже щільний	
Для ґрунтів з вмістом 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

На основі багаторічних досліджень в ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського УААН» розроблено модель кореневмісного шару чорнозему типового для вирощування зернових (таблиця 19). 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.

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.

Таблиця 19 – Модель кореневмісного шару чорнозему типового важкосуглинкового для вирощування зернових колосових культур (В.В. Медведєв, 1988)

<i>Параметр ґрунту</i>		<i>Діапазон значень</i>
Основний	Додатковий	
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:	За сприятливих умов: 20-0,25 мм
	а) без диференціації (в оброблюваному або посівному шарі)	За несприятливих умов: 5-0,25 мм
	б) з диференціацією на: поверхневий шар(0-4 см)	20-5 мм
	насіневий (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)
	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 заготання, см		Оптимальна 0-15
		Допустима 0-30
Вміст вологи		Від 0,7 до 1,0 найменшої вологоємності

7.2. Знеструктурування орних ґрунтів

Структура ґрунту є одним із головних факторів її родючості. Внаслідок дії на ґрунт вищезазначених чинників агрофізичної деградації, погіршується його структурний стан.

Структурність - здатність ґрунту розпадатися на окремі частини різного розміру та форми. **Структурою** називаються ці самі окремі частини (грудки, зерня, горіхи, брили, призми та ін.), що складаються з механічних елементів, зцементованих між собою. 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. В залежності від розміру структурних окремістей, 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. В пер-

Таблиця 20 – Оцінка структурного стану ґрунтів

<i>Вміст агрегатів 0,25-10 мм, % від маси ґрунту</i>	<i>Структурний стан</i>
Більше 80	Відмінний
80-60	Добрий
60-40	Задовільний
40-20	Незадовільний
Менше 20	Поганий

шому 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 вона, а немає агрегатів мак-

роструктури, 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 таблиці 6.7. Змінюючи структурний склад ґрунту, можна управляти розвитком рослин і надходженням елементів живлення й вологи.

Для оцінки структурного стану ґрунту використовують наступні показники. За даними сухого просіювання (по М. Саввінову) 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 таблиці 6.8 наведено оцінку структури ґрунту за вмістом водотривких агрегатів.

Таблиця 21 – Оцінка структурного стану ґрунтів за вмістом водотривких агрегатів

Сума водотривких агрегатів розміром понад 0,25 мм, % від маси ґрунту	Водотривкість 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:

$$K_{в} = \frac{C}{C_{вв}} \cdot 100,$$

де $K_{в}$ – критерій водостійкості, %;

C – вміст структурних фракцій у ґрунті розміром від 1 до 0,25 мм, отриманих при сухому просіюванні, %;

$C_{вв}$ – вміст водостійких агрегатів розміром від 1 до 0,25 мм, %.

Оптимізація агрофізичних властивостей ґрунту найбільш тісно пов'язана з його обробітком і вирощуваннями культурами. Відомо, що на структуроутворення позитивно впливають органічні добрива, особливо гній, багаторічні трави, кальцієвмісні доб-

рива. 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 деградаціям агрофізичних властивостей ґрунту

Основним заходом із профілактики агрофізичної деградації, яка проявляється, насамперед у переущільненні ґрунту та руйнуванні структури, є вибір оптимальним способів обробітку ґрунту. Дослідженнями багатьох вчених встановлено, що ефективним є перехід на безполицеві способи обробітку ґрунту. У даному розділі ми детально розглядаємо основні питання мінімізації обробітку ґрунту як одного з найефективніших шляхів збереження його родючості.

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 транспортуванні 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 структурополіпшувачів для відновлення структури ґрунту. До них відносяться штучні та природні клеючі речовини, такі як гумінові кислоти, торф'яний клей, «криліуми». Проте, як зазначають (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 ґрунтового вбирному комплексі створюються більш сприятливі агрофізичні властивості ґрунтів, поліпшується їх структурний стан. З органічних колоїдів найміцніше скріплюються агрегати гуматами кальцію, який сприяє створенню водо тривкості 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 водотривкі агрегати, а після їх відмирання і перегнивання у ґрунті залишаються вертикальні пори аерації, які забезпечують високу несучу здатність ґрунтів і 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.

Контрольні питання

1. Дайте визначення поняття «агрофізична деградація ґрунту». Які основні причини її виникнення?
2. Які показники використовують для діагностування процесів агрофізичної деградації?
3. Охарактеризуйте основні причини і наслідки переущільнення ґрунту.
4. Заходи із профілактики переущільнення та агрофізичної деградації.
5. За якими показниками визначають можливість мінімізації 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?

8. ХІМІЧНЕ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ

8.1. Загальні уявлення про забруднюючі речовини ґрунту

Одним із видів деградації ґрунтів є їх забруднення різними речовинами антропогенного походження, що надходять у навколишнє середовище у більших кількостях, ніж за природного їх колообігу. 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. В 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 в цілому.

Забруднення ґрунтів є одним із видів їх антропогенної деградації, за якої вміст певних хімічних речовин в них вищий, ніж їх природній фоновий рівень в даних ґрунтах.

Надходження в 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.

Тваринництва 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 в 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 в 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 в «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 в цілому.

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.

8.2. 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 поллютантів у навколишньому середовищі та визначають їх токсичність. Виділяються такі групи забруднюючих речовин:

- а) оксиди вуглецю, сірки, азоту;
- б) метали та металоїди;
- в) органічні поллютанти;
- г) радіоактивні речовини (нуклеотиди).

8.2.1. Забруднення оксидами вуглецю, сірки й азоту

Техногенне надходження в довкілля оксидів вуглецю, сірки і азоту переважно пов'язано із спалюванням палива та викидами продуктів згорання в атмосфері, 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, в порівнянні з фоновим, майже на 10% і буде збільшуватися щорі-

чно на 0,3%. Саме збільшення концентрації CO₂ 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 (SO₂) 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 вилуговування з ґрунтового поглинаючого комплексу біогенних хімічних елементів. Ступінь підкислення ґрунтів залежить від їх буферності, тобто здатності нейтралізувати кислоти. Степові ґрунти в якості буфера 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 винос основ з ґрунтового профілю.

8.2.2. 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, В, Мо. Найбільш потужними постачальниками відходів, збагачених важкими металами, є підприємства з виплавки кольорових металів (алюмінієві, глиноземні, мідно-цинкові, свинцево-плавильні, нікелеві, титаномагнієві, 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 5км 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 с 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, Дніпропетровській, Запорізькій та деяких інших областях і характер їх забруднення в переважній більшості локальний, пов'язаний з певним виробництвом. В радіусі 10 км навкруги Дніпропетровська 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, Кіровоградської, 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 (таблиця 22). 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 відсотків 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.

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.

Таблиця 22 – 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-Хмельницький	-/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

Аналізуючи сільськогосподарські джерела забруднення біосфери, слід відзначити 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 ефтріфікацію (цвітання) 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. В цілому 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-аккумулятивному 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 поглинених 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.

8.2.3. Забруднення ґрунтів залишками пестицидами

Пестициди - це хімічні речовини, призначені для знищення шкідників сільськогосподарства, бур'янів та засмічуючої рослинності. До цієї ж групи відносять і десиканти – хімічні препарати, які використовують для обезводнювання рослин, прискорення їх дозрівання та поліпшують умови збирання врожаю. Сві-

товий 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. Крім прямої дії вони можуть створювати метаболіти, вплив і значення яких для всього живого ще невстановлені.

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 стійким відноситься більшість хлорорганічних пестицидів, які можуть зберігатися у ґрунті 18 місяців і більше. 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 в жаркому і вологому кліматі 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 носить нелінійний характер. Так, висока сорбційна здатність ґрунтів знижує швидкість деструкції пестицидів. У той же час гумус, вміст якого збільшує сорбційну здатність ґрунту, може грати і каталітичну роль, підвищуючи швидкість розкладання пестицидів.

8.2.4. Забруднення ґрунтів нафтою і нафтопродуктами

Процес видобування нафти і 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 сума більш ніж 450 різних речовин, переважно вуглеводів з різними молекулярними масами і різними властивостями. В рідких вуглеводнях розчинені тверді і газоподібні, які нерозчинні у воді.

Екологічні наслідки забруднення ландшафту нафтою і нафтопродуктами залежить від їх властивостей, а 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 вологообмін. 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 і т.п.), 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.

8.2.5. Радіоактивне забруднення ґрунтів

Під радіаційним забрудненням розуміють знаходження в ґрунті радіоактивних речовин, вміст яких перевищує рівень встановлений стандартами, нормами і правилами радіаційної безпеки. Радіоактивне 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 радіоактивністю) 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 колообігів речовин і енергії в літосфері має відповідну фонову радіоактивність, яка викликається крім урану, торію та супутніх їм елементів також наявністю радіоактивного калію та елементів космічного випромінювання, насамперед вуглецю.

Починаючи з кінця минулого століття, природній 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. П.П. Надточій та ін. (2010) виділяють ще такі джерела радіоактивного забруднення ґрунтів та навколишнього середовища:

- уранова промисловість, що займається видобутком, переробкою, збагаченням урану і виготовлення 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 всього Північної півкулі, але найбільшою мірою від аварії постраждали Україна, Білорусь і центральні райони Росії. Ступінь забруднення виявилася максимальною поблизу епіцентру аварії і сильно залежала від атмосферної циркуляції в момент аварії. Більшість радіоактивного матеріалу осіла 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 в перший рік після аварії в ряді районів люди зазнали радіоактивного опромінення, яке обумовлене насамперед радіонуклідами з коротким періодом піврозпаду (¹³³Tc, ¹³²I, ¹³¹I та ін.). Починаючи з другого року після аварії основну небезпеку людини становлять довготривалі радіонукліди (⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs, ²³⁹Pu 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 та інші, 1991) :

1. Територія з щільністю забруднення 1–5 Кі/км² – виробництво ведеться за традиційними технологіями без обмежень. Продукція умовно чиста
2. Територія з щільністю забруднення 5–15 Кі/км² – для отримання умовно чистої продукції необхідно застосовувати комплекс спеціальних заходів.
3. Територія з щільністю забруднення 15–40 Кі/км² – 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 стік і змив на еродованих ґрунтах, легкий гранулометричний склад та підвищену кислотність ґрунтів відсутність рослинного покриву. Сприяють утриманню радіонуклідів в ґрунтах та підвищують радіоекологічну ємність ландшафтів такі чинники: вміст гумусу, вторинних глинистих мінералів і півтораокислів, насичення основами, наявність дернини, оторфованого горизонту на поверхні або інших біогеохімічних бар'єрів. Ці ж чинники знижують доступність радіоактивних ізотопів рослинам.

8.3. 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 з забрудненням ґрунтів передбачає запровадження ефективного нормативно-правового регулювання використання земельних ресурсів, технологічного переоснащення підприємств, перехід їх на ресурсозберігаючі і безвідхідні 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 з якими, 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 масштабу 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 в 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 в відмиванням у

рідини (воді).

Хімічні методи включають термічні способи, процеси вилуговування, зв'язування забруднювачів в комплексні з'єднання і т.д. 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 та ін.

Нагрівання на повітрі застосовують для земель, забруднених нафтою, маслами, бензином, галогеновмісними та іншими органічними сполуками. Термообробка зазвичай полягає у витримці матеріалу при 700–800 °С з вигоранням вуглеводнів.

Біохімічні методи очищення ґрунтів стають все більш популярними в Європі і США. У Німеччині понад 50 компаній, а в США ще більше їх число пропонують такі послуги. Ці методи в даний час включають застосування бактерій у поєднанні з вентиляцією ґрунту повітрям або киснем (біовентилювання), фітотримеріацію, грибові технології, використання мулу.

Біовентилювання успішно використовують за кордоном для видалення з ґрунтів нафти і нафтопродуктів. Як приклад можна навести виконані в Австралії роботи по очищенню ґрунту на ділянці площею близько 1,5 тис. м² забрудненому дизельним паливом на глибину 1,5-3,5 м.

Для прискорення природного процесу біорозкладення забруднювача була організована киснева біовентиляція ґрунту. За 6 місяців загальний зміст мазуту на глибині до 3 м зменшилося на 10-30%. Подальша біовентиляція з додатковим введенням в ґрунт необхідних для мікроорганізмів поживних речовин призвела до зменшення вмісту палива по всій глибині забруднення ще на 30 %.

Фітотримеріація, або очищення ґрунтів за допомогою рослин, запатентована в США. Виявлено, що рослини сімейства *Brassicaceae* здатні адсорбувати важкі метали в кореневій системі і потім переводити їх в стеблових частинах, витягуючи таким чином забруднювачі з ґрунту. Наземна частина рослин забирається звичайними способами.

Грибові технології передбачають заселення забруднених ґрунтів різними грибовими культурами. Розроблені способи придатні для руйнування стійких до розкладання токсичних речовин, у тому числі поліароматичних вуглеводнів. У разі випадків для сапування забруднених земель використовують комбінації розглянутих вище способів.

Кількість забруднення і співвідношення компонентів нафти визначає швидкість їх розкладання і реадимації 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 в залежності від характеру забруднення та місцевих умов:

1. Механічні:

Обвалування виливів, відкачка нафти насосами та вакуумними збирачами. Потім зняття забрудненого шару ґрунту і його вивіз в місце складування для природного розкладу.

2. Фізико-хімічні:

Спалювання (екстрений захід при загрозі прориву нафти в водні джерела). В залежності 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 в місце 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 ставках або ємностях.

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, бетони, утрамбованому ґрунті) для *поглинання* нафтопродуктів і зниження небезпеки пожежі.

Термічна десорбція (крекінг). Застосовується при наявності відповідного обладнання, але дозволяє отримувати корисні продукти включаючи мазутні фракції.

Хімічне капсулювання. Новий метод, який полягає в переводі вуглеводнів в нерухомому нетоксичну форму.

3. Біологічні:

Біоремідація. Застосування нафто розкладаючих 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 забезпечує 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 кальцію і, відповідно, стронцію, а коренеплоди, поряд з стронцієм, можуть мати 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 та ін. В 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 в сільськогосподарські культури в 2-3 рази. Ефективним заходом зниження радіонуклідів на природних кормових угіддях є переорювання луків і їх докорінна меліорація (табл. 23).

Таблиця 23 – Ефективність 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 (у т. ч. із переміщенням 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 агро меліорантів (глини в піщані ґрунти, цеолітів і ін.)	До 2,0	До 2,0
Переорювання луків та їх докорінна меліорація	1,5-9,0	1,5-9,0

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 → кормовий буряк → конюшина → соняшник → вика;
- *овочеві культури:* цибуля → перець → гарбуз → огірки → помідори → часник → кабачки → петрушка → редис → кріп → капуста.

Найбільше накопичують радіонукліди щавель, капуста кольрабі, буряк столовий, тобто кальціє- і калієлюбиві культури.

Контрольні питання

1. Назвіть основні джерела надходження важких металів у ґрунти.
2. В яких регіонах України найбільш гостро стоїть проблема забруднення ґрунтів важкими металами?
3. Які показники використовують для оцінки вмісту важких металів у ґрунтах?
4. Обґрунтуйте заходи з відновлення родючості ґрунтів забруднених важкими металами.
5. Заходи усунення забруднення ґрунтів мінеральними добривами і отрутохімікатами.
6. Гранично допустимі концентрації нітратів та пестицидів у ґрунтах і продукції рослинництва
7. Гранично допустимі рівні вмісту важких металів та інших токсичних речовин у ґрунті.
8. Заходи попередження забруднення ґрунтів важких металів та іншими токсичними речовинами.
9. Роль ґрунтів в процесах міграції радіонуклідів в біосфері.
10. Роль біологічних особливостей та умов вирощування на рівень накопичення радіонуклідів в рослинах.
11. Які основні принципи використання ґрунтів, забруднених радіонуклідами?
12. В чому суть технології з відновлення родючості ґрунтів, забруднених радіонуклідами?

9. БІОЛОГІЧНА 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 в 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 поглиненого CO_2 . 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, переувільнення, перезволоження, засолення та інших деградаційних процесів. Хімічне забруднення – одна з істотних причин деградації мікробіологічного стану ґрунтів. Всі процеси, що позначаються на стані мікробіоценозу, 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 поллютанти, 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 із-за 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 і 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 мікробоценозу. Скорочується присутність або рідко 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, дегірогеназа, 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, хлороорганічні 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 металами ґрунтах знижується активність ферментів. Забруднення ґрунтів важкими металами порушує найважливіші властивості ґрунтів: їх дихання, амоніфікація, 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 мікробіоценозу створюються в ґрунтах, забруднених нафтою. Летючі вуглеводні нафти (толуол, бензол, ксилол) надають пряма токсична дія на ґрунтові мікроорганізми, але ефект їх відносно короткостроковий. Більш стійкі фракції нафти поставляють додаткове харчування 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 служити 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, поки 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 і виснаження ґрунтів

При тривалому беззмінному вирощуванні сільськогосподарських рослин (монокультура), у ґрунтах накопичуються метаболіти і токсини, що виділяють корені при вегетації рослин та мінералізації залишків 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, конюшиновтома, втома 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 по-

чинають 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 отруєє 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, азазерин, окситетрациклін, стрептоміцин, поліміксінова кислота та пеніцилін), алкалоїди та деякі гетероциклічні сполуки.

Загальновідома токсичність кумарину, який гальмує проростання насіння в нищівно 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 токсиноутворюючих 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 сівознами насичені вибагливими до родючості агроценозами. З біологічного кругообігу разом з фіто масою врожаю назавжди відчужується значна кількість біофільних елементів. Внесення добрив, на жаль, 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 по-

винні стати природоохоронними, тобто основаними на раціональному комбінуванні безполицевого обробітку та травосіяння з введенням полівидових багатоконпонентних агроценозів. Механічний обробіток ґрунтів і застосування хімічних засобів регулювання шкідливих організмів (бур'янів, шкідників, хвороб) має бути мінімізований.

Контрольні питання

1. Значення мікробіологічних показників в оцінці стану ґрунтів.
2. Охарактеризуйте вплив сільськогосподарської діяльності на стан ґрунтової біоти.
3. Розкрийте суть реакції мікробоценозу на деградацію ґрунтів.
4. Як міняється видовий склад мікроорганізмів при забрудненні ґрунтів?
5. Вплив важких металів на показники біологічної активності ґрунтів.
6. Яким чином впливає забруднення нафтопродуктами на показники біологічної активності ґрунтів?
7. Поняття про ґрунтовтому, її причини.
8. Розкрийте механізми і природу токсикозу ґрунтів.

10. ТЕХНОГЕННЕ ПОРУШЕННЯ ҐРУНТІВ І ЇХ РЕКУЛЬТИВАЦІЯ

10.1. Причини утворення порушених земель

Порушеними (зруйнованими, зіпсованими) прийнято називати землі, що унаслідок нераціональної виробничої діяльності і природних явищ утратили свою господарську цінність у зв'язку з порушенням або видаленням ґрунтового покриву, зміною гідрологічного режиму й утворенням нових форм техногенного рельєфу. Такі землі нерідко є джерелом негативного впливу на навколишнє середовище.

Постійно зростаючі потреби в корисних копалинах, енергоресурсах, будівельних матеріалах, вилученні 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. На початку третього тисячоліття у світі щорічно відчужується близько 0,5 % сільськогосподарських земель.

Основні причини, що викликають порушення ґрунтового покриву:

- бурхливий розвиток гірничовидобувної 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: кожні 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».

- зростання темпів цивільного і промислового будівництва потребують видобутку різноманітних видів будівельних матеріалів (піску, глини, каменю і ін.), що добуваються кар'єрним способом;

- збільшення темпів видобутку енергоресурсів (газу, нафти, вугілля і ін.), що спричиняють порушення природних ландшафтів (обвали, провали, відвали й ін.);

- необхідність у розміщенні (складуванні) значних об'ємів похідних продуктів збагачення і відходів чорної і кольорової металургії, а також комунально-побутової, переробної, паливно-енергетичної й ін. галузей промисловості;

- відчуження земельних ділянок під будівельні об'єкти (виїмки, насипи, відвали, резерви, котловани й ін.).

У великому різноманітті способів руйнування (знищення, порушення) ґрунтів, гірничовидобувні роботи відкритим способом мають найбільш негативні наслідки, адже трансформація і навіть повне знищення ґрунтового і рослинного покриву змінює екологічну ситуацію території: обновлюється кора вивітрювання, техногенний ландшафт змінює гідрологічний і гідрогеологічний режими, геохімічні потоки речовин. У біологічний кругообіг часто залучаються токсичні елементи і сполуки.

При відкритому способі добування корисних копалин вилучаються із надр, розпорошуються, накопичуються, перемішуються і переміщуються, тобто, опиняються в невластивих, нових геохімічних умовах значні маси гірських порід (щорічно близько 2-3¹² 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, рекультивациі) з метою раціонального використання. Необхідність повернення в господарський обіг порушених земель передбачена Земельним кодексом України.

10.2. Рекультивациа техногенно порушеного ґрунтового покриву

10.2.1. Визначення поняття, мета і завдання рекультивациі

Проблема відновлення територій, порушених відкритими розробками корисних копалин притаманна практично всім промислово розвиненим країнам. За визначенням М.Т. Масюка (1998), рекультивациа 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.

Рекультивациа 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. Рекультивациі підлягають усі землі, що зазнають змін у рельєфі, ґрунтовому покриві, материнських та підстилаючих гірських породах, які відбу-

ваються 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.

10.2.2. Етапи виконання 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.

Гірничотехнічний етап (інженерна підготовка території до різних видів подальшої рекультивації) здійснюється після підготовчого етапу і включає комплекс інженерних робіт згідно розробленого проекту. Обсяги робіт на гірничотехнічному етапі рекультивації залежить від стану порушених земель і напряму 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 посадочних процесів порушеної геологічної товщі;
- формування стабільної поверхні (неорельєфу);
- вирівнювання(планування) поверхні;
- за необхідності - терасування та закріплення укосів відвалів і бортів кар'єрних виїмок, засипання шахтних провалів, закріплення їх бортів;
- за необхідності - хімічна меліорація токсичних ґрунтів;

- 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.

10.2.3. Обґрунтування параметрів потужності 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 лісогосподарського напрямів. Роботи щодо визначення норм зняття гумусованого шару ґрунту проводиться згідно матеріалів крупномасштабних ґрунтових обстежень. Встановлення параметрів потужності 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 в залежності від вмісту в них гумусу, фізико-хімічних, агрохімічних і водно-фізичних властивостей.

Основні критерії при встановленні потужності 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, лісогосподарських 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 потужності 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 ГОСТ 26423 повинна бути у межах 5,5-8,2;
- величина рН сольової витяжки за ГОСТ 26483 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 ГОСТ 26485 [14], 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) - 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);
- вміст $CaSO_4 \times 2H_2O$ 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.

10.2.4. Моделі та конструкції техноземних ґрунтів

В 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 (продукцій на, сорбцій на, водно-міграційна та ін.). Як і у природних ґрунтах, верхній шар збагачений органічною речовиною (суміш гумусо-акумулятивного і перехідних горизонтів ґрунту-донора).

У науковій літературі різні автори по-іншому тлумачать термін „техно-

зем”. Так, Н. Солнцева із співавторами (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.

І.М. Гаджиев та В.М. Курачов (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 „квализеми” виділено групу ґрунтоподібних тіл, близьких до техноземів. Квализем – це гумусове не ґрунтоподібне утворення, яке складається з одного або декількох шарів гумусованого чи іншого органічного 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 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-економічна 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).

У н і в е р с а л ь н а м о д е л ь . 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. Вміст 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 10-см шарі технічної суміші гумусо-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, номінеральні, монодисперсні, соленосні і т.п.), 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 менш 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.

М о д е л ь п і д в и щ е н о ї р о д ю ч о с т і . 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 високогумусованої ґрунтової маси (нанесення лише ґрунтової маси з гумусо-акумулятивного горизонту).

Дослідженнями вчених Дніпропетровського сільськогосподарського інституту (Бекаревич та ін., 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%.

Г і д р о м е л і о р а т и в н а м о д е л ь . 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 в порівнянні із зональними ґрунтами, забезпечують майже повне поглинання атмосферних опадів у теплий період року.

Це досягається створенням тришарової моделі з двохярусною підстилаючою основою. На сплановану поверхню після фітомеліоративного рельєфостабілізуючого періоду спочатку наносять шар з водоупірних незасолених глин потужністю 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 %.

Г е о м е л і о р а т и в н а м о д е л ь . 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. В такій моделі лесоподібні суглинки, що містять 12-15% вуглекислого кальцію, виконують роль геомеліоративного екрану, нейтралізуючи шкідливі сполуки, що можуть утворюватись в перекритих ґрунтовою масою гірських породах.

Л о к а л ь н а м о д е л ь . 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 потужність 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 використати 1500–2000 м³/га гумусованої ґрунтової маси, а під плодови культури (ямочний спосіб посадки) – від 800 до 1200 м³ тобто, у 2,5–5 разів менше, ніж за створення універсальної моделі.

С п е ц і а л ь н і м о д е л і . Штучні едафотопи представлені потенційні-родючими і полімінеральними полідисперсними нефітотоксичними гірськими породами без покриття їх родючим шаром ґрунтової маси.

При використанні геологічних відкладів у якості геосубстратів для формування техноземів необхідно враховувати різні умови їх генезису, навіть у межах однієї геологічної епохи. Вони формують строкатість складу і властивостей субстратів. Так, лесова товща Нікопольського марганцеворудного басейну (потужністю 5-14 м) одним-трьома шарами похованих ґрунтів розчленовується на 2-4 яруси, що неоднорідні по хімічному складу: зустрічаються яруси із соленими елювіально-залишково-аккумулятивними горизонтами, у яких вміст легкорозчинних солей підвищується до 1% і більш. 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 по літологічному і хімічному складу. 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 засоленними строкатокольоровими глинами, піщано-глинистими відкладами, різнозернистими кварцовими пісками зі значними домішками гальки, валунів і інших включень, а також мергелями, вапняками і т. д.

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 розкривні 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 уведення фітомеліоративних сівозмін у постфітомеліоративний період із врожайністю люцерни й еспарцету в середньому до 3,7-4,5 т/га, бобово-злакових травосумішей – до 4,3-5,4 т/га сіна, зерна озимої пшениці – до 3,5-4,1 т/га (Забалуєв, 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 агровиробництва" з необхідними параметрами і властивостями, що дозволяють найбільше повно розкрити генетичний потенціал рослин залежно від біокліматичного потенціалу місцевості.

10.2.5. Сільськогосподарська рекультивація порушених земель

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, товщину 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 фітотеліоративних 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 неорельєфу 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.

10.2.6. 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.

10.2.7. Інші напрями рекультивації

Водна (водогосподарська) рекультивація може здійснюватися на місці старих кар'єрів і має на меті 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 лісогосподарською 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 в цілях рекультивації використовуються як господарські приміщення для розміщення складів, архівів, сховищ газу, рідкого палива тощо.

10.3. Управління ґрунтоутворенням в техноземах, сформованих субстратами гірських порід

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 відкладення 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 перших часів 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 і інтенсивність ґрунтоутворення, крім 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 кореневміщуючий 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 багаторічними 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 при сільськогосподарському використанні таких техноземів діагностування морфологічних ознак такого короткого профілю на початкових етапах ґрунтоутворення неможливе із-за механічного перемішування верхнього шару при обробі 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.

11. МОНІТОРИНГ В СИСТЕМІ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ

Збереження родючості ґрунтів ґрунтується на сукупності найрізноманітніших факторів і заходів, які впливають на потенційну віддачу сільськогосподарських угідь у виді 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 покриву – це система спеціальних спостережень у часі і просторі за якісними змінами стану ґрунтів з метою раціонального використання ґрунтового покриву, 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 покриву 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 УААН землеохоронного профілю.

Залежно від територіального поширення та завдань здійснюються **національний, регіональний і локальний** моніторинг стану 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 осушувальних 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 вибіркових) 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:

- ґрунтово-агрохімічне обстеження та агрохімічна паспортизація земельних ділянок. Агрохімічна паспортизація орних земель проводиться один раз у 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 паспорту, форму та порядок ведення якого встановлює Міністерство аграрної політики України.

- вибіркові еколого-меліоративні обстеження ґрунтів на зрошуваних і осушуваних землях;

- 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;

- 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;

- 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;

- проведення комплексного аналізу та оцінки змін якісного стану ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення;

- виявлення негативних явищ і кризових територій, обґрунтування, планування заходів щодо їх усунення та підвищення родючості ґрунтів;

- 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, легкорозчинних 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.

11.1. Діагностичні показники властивостей ґрунтів для їх моніторингу

Набір показників, що відображають стан ґрунту, досить широкий, однак діагностична значущість і 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 поглинаючого комплексу (ГПК), 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 загальноекологічних функцій ґрунту.

11.2. Використання результатів екологічного моніторингу у практиці агровиробництва

В Україні залишаються невирішеними проблеми встановлення оптимальних і критичних співвідношень ріллі, сінокосів, пасовищ і лісу в регіональному аспекті; площ незрошеного і зрошеного 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 такі 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 ґрунотвірних порід, що обумовлює застосування принципово різних технологій, направлених на усунення

або пом'якшення негативного впливу на землю: рекультивації порушених земель, відновлення деградованих і реабілітації забруднених ґрунтів на цих землях або їх консервації.

До деградованих відносять землі, що характеризуються наявністю деградованого ґрунтового покриву із зміненими функціями ґрунтів, кількісним і якісним погіршенням їх складу і властивостей, незмінністю основних параметрів рельєфу поверхні або плавною загальноплощинною його зміною, що не вимагає проведення планувальних робіт для подальшого використання; незмінністю складу і складання ґрунотвірних порід.

Виділяють такі основні типи деградації ґрунтів:

- **фізично деградовані:** переущільнені; дезагреговані (злиті);
- **хімічно деградовані:** дегуміфіковані за ГОСТ 275–93; підкислені за ГОСТ 275–93; вилужені за ГОСТ 275–93; виснажені за валовими запасами елементів живлення;
- **еродовані:** змиті; розчленовані; дефльовані; намиті; навіяні;
- **повторно засолені:** засолені за ГОСТ 275–93;
- **повторно осолонцьовані:** зсолонцьовані
- **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).

При фізичній 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. При водній 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 (ярно-байрачна) ерозія являє собою розмив ґрунтів і підстилаючих порід, що проявляються у вигляді формування різного роду промивин і ярів. Під вітровою ерозією розуміють перенесення поверхневих шарів ґрунтів вітровими потоками.

Засолення ґрунтів – процес накопичення водорозчинних солей, включаючи і накопичення в ґрунтовому поглинаючому 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 зсолонцювання 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.

Таблиця 23 – Стан ґрунтового покриву і можливості господарського використання земель відповідно до їх природно-господарської цінності

<i>Рівень втрати природно-господарської цінності земель</i>	<i>Стан ґрунтового покриву і можливості господарського використання земель</i>
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 і 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 і уніфіковані за рівнями втрати природно-господарської цінності земель, наведеними в таблиці 10.1. 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 ступеню деградації ґрунтового покриву здійснюється за оціночними показниками, приведеними у таблиці 24.

Таблиця 24 – Оціночні показники для визначення ступеня деградації ґрунтів і земель

Показник	Ступінь деградації				
	0	1	2	3	4
Зменшення потужності 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 ґрунтотвірної або підстилаючої 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 вміст 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 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
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 зональної 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

Встановлення ступеня деградації ґрунтів і земель можливе за будь-яким із запропонованих показників. При 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.

У залежності від ступеня деградації ґрунтів і земель вводиться спеціальний режим їх використання, проводиться зміна цільового призначення або їх консервація.

Рекомендації з 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, а саме:

- Зосередити 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. Залуженню і переведенню із ріллі в сіножаті підлягають сильно- та середньеродовані ґрунти на схилах з крутизною понад 3°, а також ґрунти, що піддаються одночасній дії вітрової і водної ерозії. Реалізація цього положення ускладнилась після розпаювання земель. Тому необхідна розробка заходів зі стимулювання виведення з інтенсивного використання низькородючих угідь з метою відтворення їх родючості. З цією метою доцільно трансформувати у сіножаті та пасовища найбільш еродовані орні угіддя. Такі заходи повинні здійснюватися диференційовано, на основі проєктів землеустрою з урахуванням стану і структури сільськогосподарських угідь.

Контрольні питання

1. Дайте визначення поняття «Моніторинг ґрунтового покриву».
2. Які задачі моніторингу ґрунтів?
3. Що необхідно для організації служби моніторингу ґрунтів?
4. На яких принципах базується система моніторингу ґрунтів?
5. Який порядок проведення моніторингу земель сільськогосподарського призначення?
6. Які види моніторингу ґрунтів виділяють залежно від завдань та поширення?
7. Назвіть основні індикатори за якими здійснюють моніторингу ґрунтів.
8. Назвіть основні типи деградації ґрунтів.
9. Назвіть ступені деградації ґрунтів і земель.
10. Які оціночні показники для визначення ступеня деградації ґрунтів і земель?
11. Заходи з раціонального використання ґрунтових ресурсів.

АВТОРСЬКИЙ ПОКАЖЧИК

Авдонін М.С. –с. 170
Балаєв А.Д.
Булгаков – с.55
Веремєєнко С.І. – с. 159
Вершинін П.В. – с.136
Вільямс В.Р. – с. 44,47,170
Воронін А.Д. – с.24
Герасимов І.П.– с.54,63
Глазовська М.О. – с.31
Глазунов – с.65
Гнатенко О.Ф. – с.140
Грінченко О.М. – с.46,48,116
Докучаєв В.В. – с.24,51,115
Добровольський Г.В. – с.24,63
Жуков – с.116
Забалуєв В.О., с. 204, 205
Заславський М. – с. 59
Звягінцев Д.Г. – с.39, 86
Зольников В.Г. – с.24
Карманов – с.55
Кірюшин В.І.– с.37, 83
Ковда В.А. – с.34, 63
Косович П.С. – с.24
Красєха Є.Н. – с.55
Крупенніков І.А. – с.62,63
Кузнецов М.П. – с.65,115
Лебедева – с.55
Лібих Ю. – с.4
Мазур Г.А. – с.51
Масюк М.Т.
Малієнко А.Т. – с.132,133
Мальцев Т.С. – с.139
Медведєв В.В. – с.63,64,65,128
Надточій П.П. – с.154
Нікітін Є.Д. – с.24,63
Одум Ю.– с.163
Прістер Б.С. – с.155

Розанов Б.Г. – с.24
Роде О.О. – с.23
Світличний – с.65
Сибірцев М.М. – с.24
Снакін – с.55
Тонконогов – с.55
Тюрго А. – с.52
Філон В.І. – с.120
Фрідланд В.М. – с.31
Хітров М.Б. – с.36,55,83
Чесняк Г.Я. – с.123
Шикула М.К. – с. 121
Шредингер Е. – с.21,22

ЛІТЕРАТУРА

1. Булигін С.Ю. Формування екологічно сталих ландшафтів: підручник / С.Ю. Булигін - К.: Урожай, 2005. – 300 с.
2. Веремеєнко С.І. Охорона ґрунтів та відновлення їх родючості: навчальний посібник / С.І. Веремеєнко – Рівне, НУВГП, 2010. -218 с.
3. Мазур Г.А. Відтворення та регулювання родючості легких ґрунтів/ Г.А. Мазур. – К.: Аграрна наука. 2008. -245 с.
4. Медведев В.В. Мониторинг почв України/ В.В.Медведев. – Харків :ПФ «Антиква», 2002,- 428 с.
5. Надточій П.П., Мислива Т.М., Вольвач Ф.В. Екологія ґрунту/П.П. Надточій, Т.М. Мислива, Ф.В. Вольвач. – Житомир: вид.-во «ПП Рута», 2010, -473 с.
6. Охорона ґрунтів: навчальний посібник/М.К. Шикула та інші. К.: Т-во «Знання», 2001. – 398 с.
7. Технологія відтворення родючості ґрунтів у сучасних умовах: /за ред.. С.М. Рижук, В.В. Медведєва. – Харків, 2003, - 214 с.

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.

Автоморфні солонцеві ґрунти – Солонцеві ґрунти, що розвиваються в умовах непромивного водного режиму за відсутності впливу підґрунтових вод, що знаходяться на глибині більше 5 метрів. Утворюються у місцях виходу на поверхню різних засоленних порід (солонці літогенні) або розвиваються у процесі тривалої трансформації первинно-гідроморфних чи напівгідроморфних солонців унаслідок підняття поверхні суші. Поширені у лісостеповій, степовій і напівпустельній зонах, переважно невеликими плямами у комплексах з ґрунтами інших типів.

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.

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 г., тобто А.в.г. забезпечують рослину поживою, водою, повітрям, теплом і т. ін.

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 – органічні та мінеральні сполуки азоту, що переходять у 0,5н розчин H_2SO_4 на холоді (ґрунт : розчин = 1:5, 16-18 годин).

Азотфіксатори – бактерії і водорості (переважно синьозелені), 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 при обробці г. 25% H_2SO_4 або бн HCl при нагріванні в автоклаві.
- Акарициди** – хімічні речовини (пестициди), що використовуються для знищення шкідливих кліщів.
- Активний гумус** – Форма колоїдного гумусу, який приймає активну участь в утворенні ґрунтової структури; представляє 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 всіх г. 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, органо-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 обкатаність 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 KCl 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 ґ. "вільними" А., що переходять у витяжку органічних розчинників (спирти та ін.) та "гідролізованими" А., які витягуються з ґ. при його обробці сильними кислотами в автоклаві (25% H_2SO_4 або 6н HCl).

Амоніфікація – процес мікробіологічного розкладу азотвмісних органічних сполук (білків, нуклеїнових кислот і т.п.) 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 ацидоїди.

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.г. може бути сухим (структурний аналіз) або мокрим. У першому випадку ґ. на ситах просіюється в повітряно-сухому стані, в другому – у воді.

Аналіз гранулометричний ґрунту – визначення вмісту в ґ. різних за розміром механічних елементів (часточок),%.

Антропогенний вплив (антропогенний прес) – будь-який вид господарської діяльності людини по відношенню до природи.

Антропогенний ґрунтоутворний процес – активне використання та зміни ґрунтів людиною.

Анпофітні – 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. ґрунтові 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 в кал/см кв. год.) або ккал/см² в 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.

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 ґрунтоутворення – встановлення напрямку та особливостей ґрунтоутворення за станом біоценозу (чи окремих його компонентів).

Біологічна активність ґрунту – сукупність біологічних процесів, що протікають в г.

Біологічна продуктивність – кількість біомаси, відтвореної організмами біоценозу за одиницю часу (напр.: кг/га за рік).

Біологічне вивітрювання – механічне подрібнення та біологічна зміна ґрунтоутворних порід в результаті життєдіяльності рослин і тварин.

Біологічне поглинання – 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 кв, г/м куб, дж/м кв, дж/м куб).

Біоценоз – стала система разом існуючих на певній території організмів (біоти) і створеного ними біоценотичного середовища.

Болото – надлишково зволожена ділянка поверхні ґрунту, яка характеризується накопиченням у верхніх горизонтах мертвих нерозкладених рослинних решток, що згодом перетворюються на торф. При потужності 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.г. 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, оснований 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.

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 полино-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 і т.д.

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 поглинальному комплексі обмінних іонів водню та алюмінію на іони кальцію.

Вапновані ґрунти – ґрунти, в які внесене вапно або інші вапнякові матеріали з метою нейтралізації шкідливої для розвитку сільськогосподарських культур ґрунтової кислотності.

Вапняний потенціал – Міра взаємодії між обмінним кальцієм та кислотністю ґрунту або ґрунтових суспензій. Визначається за допомогою зміни вільної енергії Гіббса в процесі реакції обміну між катіонами кальцію та водню в

системі ґрунтовий вбирний комплекс - рідка фаза ґрунту і визначається як рН - 0,5 рСа.

Вторинно-підкислені ґрунти – Ґрунти, кислотність яких підвищилась під впливом господарської діяльності людини. Безпосередніми чинниками вторинного підкислення є атмосферні опади, насичені кислими продуктами техногенних викидів, мінеральні добрива, розвиток глеє-елювіальних процесів тощо

Варіант ґрунту – таксономічна одиниця класифікації ґрунтів України; група г., що в межах виду відрізняються за характером їх використання (цілинні, освоєні, дренавані, зрошувані).

Вбирна здатність ґрунту – здатність г. затримувати ті чи інші речовини із навколишнього середовища. Г. поглинає воду, гази, пари, розчинені речовини, суспензії, масла, фарби, мікроорганізми, молекули і окремі іони, міцели. Розрізняють такі види вбирання: механічне, фізичне, фізико-хімічне, хімічне та біологічне.

Верховодка ґрунтова [син.: води ґрунтови] – 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 ґрунту зі зниженою водопроникністю будь-якого походження (напр.: ілювіальний горизонт).

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 вивітрювання.

Вивітрювання внутрішньогрунтове – процеси вивітрювання, які відбуваються в товщі г.

Вид ґрунту – таксономічна одиниця класифікації ґрунтів; група ґрунтів у межах роду, що відрізняються за ступенем розвитку основного ґрунтоутворюючого процесу (ступінь опідзоленості опідзолених, кількість гумусу та потужність гумусового горизонту чорноземів, ступінь засоленості засолених та ін.).

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.

Відновлення – хімічна реакція, протилежна окисненню. Суть В. полягає в приєднанні електронів речовиною, яка відновлюється.

Відношення С_{гк}:С_{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 ґрунтоутворення (камені, черепашки, залишки матеріальної культури людини).

Власне гумусові речовини – темно забарвлений продукт процесу перетворення органічних решток, який формується тільки в товщі ґрунту або ґрунтоутворної 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) слабосолоні – 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: $pH = -\lg CH^+$.

Водний баланс – співвідношення між водою, що потрапила в ґрунт (атмосферні опади, конденсована волога, ґрунтові та іригаційні води), до води, що була ним втрачена (фізичне випаровування, транспірація, поверхневий та внутріґрунтовий боковий і вертикальний стік) 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 випадаючих 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 г. чинити опір розмивній дії води.

Водоупір – шар ґрунту чи породи з низькою водопроникністю.

Волога адсорбована – один з видів В. зв'язаної.

Волога вільна – частина г. 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 – 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 незасвоєвана] – 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 – найбільший вміст у ґ. вологи, яка утримується силами притягання на поверхні твердих часточок ґ.

Вологоємність ґрунту найменша – максимально можливий вміст підвішеної води після відтоку всієї гравітаційної вологи.

Вологоємність ґрунту повна – вміст вологи в ґ. при умові 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 кореннями.

Галогенез (галогенез) – процес утворення, накопичення та випадання солей у природі, у т.ч. і в ґрунті.

Галоморфні ґрунти – ґрунти, що формуються в акумулятивних або палеоаккумулятивних ландшафтах за умов участі у ґрунтогенезі (постійну або на якійсь стадії) водорозчинних солей, зазвичай, несприятливих для росту та розвитку рослин. У межах цієї групи К.К. Гедройць виділив засолені (солончаки, солончакові та солончакуваті ґрунти), солонці та солонцюваті ґрунти, солоді.

Галофіти – рослини, що пристосувалися рости на засолених ґрунтах.

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 гідроксидів металів. Формула Fe_2O_3 .

Генезис ґрунтів – походження, утворення, розвиток г. і всіх належних їм особливостей (будова, склад, властивості та сучасні режими).

Геосфери – концентричні шари-сфери, що охоплюють Землю: атмосфера, біосфера, гідросфера, літосфера.

Гетеротрофи – мікроорганізми, які отримують вуглець з органічних сполук.

Гігроскопічність ґрунту – здатність г. сорбувати на поверхні своїх часточок пари води з навколишнього повітря. Поглинена 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 поглинути 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^-).

Гідроморфні солонцеві ґрунти – ґрунти, що формуються в умовах підвищеного (найчастіше всього змішаного) зволоження з переважанням у річному циклі капілярного насичення вологою всього профілю. Поширені у місцях з близьким заляганням підґрунтових вод (1-3 м) різного ступеня і типу мінералізації.

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 поглиненого натрію на кальцій.

Глауконіт – мінерал з групи шаруватих силікатів. Підгрупа калієвих, залізистих слюдистих мінералів.

Глеє-елювіальний горизонт – Освітлений горизонт, з якого через інтенсивний розвиток глеєвих процесів, відбулись руйнація та винос мінеральних, органічних та органо-мінеральних речовин

Глеселювіальні процеси – глейові процеси, що супроводжуються виносом рухомих органічних та мінеральних речовин.

Глей – термін Г.М. Висоцького. В сучасному розумінні означає горизонт, змінний біохімічним відновленням в умовах перезволоження, наявності органічних речовин та відповідної мікрофлори. В забарвленні переважають зелений, блакитний або сизий відтінки.

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, Cu та ін.

Глеюваті ґрунти – за номенклатурою ґрунтів, прийнятою в Україні, це ґрунти, ознаками стійкого оглеєння в яких охоплено меншу частину профілю.

Глибина скіпання – віддаль від поверхні г. до рівня, на якому починається скіпання 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. голубувато-сизого або зеленуватого забарвлення, викликаного присутністю сполук двовалентного заліза. Формується при сильно розвинутому глейовому процесі в умовах застійного перезволоження.

Горизонт глеюватий – шар ґрунту з окремими сизуватими та буруватими плямами, рясними залізисто-марганцевистими новоутвореннями. Появлення Г.г. пов'язано з проявом слабкого оглеєння. Формується в умовах періодичного (сезонного) перезволоження.

Горизонт гумусовий – генетичний горизонт максимального накопичення гумусових речовин у верхній частині мінерального профілю г.

- Горизонт елювіальний** – генетичний горизонт г., де відбувається вимивання, освітлений, збіднілий на мул, півтораоксиди та основи (підзолистий, осолоділий, іллімеризований горизонти).
- Горизонт ілювіальний** – генетичний горизонт г., в якому відбувається накопичення речовин, які виносяться з вищерозташованих (елювіальних) горизонтів.
- 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.
- Горизонти ґрунту генетичні** – відносно однорідні шари г. які відокремились у процесі ґрунтоутворення, 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.
- 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.
- 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.
- Ґрунт безструктурний** – г., позбавлений агрономічно цінної структури, або г. що складається з часток ґрунтових елементарних.
- 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.
- Ґрунти важкі** – г., які виявляють великий опір при обробці, глинисті або важко-суглинкові 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 та ін.).
- Ґрунти еродовані** – г. з профілем, зміненим процесами водної та вітрової ерозії; характеризуються зменшеною потужністю верхніх генетичних горизонтів або їх відсутністю.
- Ґрунтово-сольова зйомка** – Один з видів моніторингових робіт на засолених ґрунтах, що є джерелом одержання оперативної та довгострокової інформації щодо показників засолення та солонцюватості ґрунтів (порід зони аерації) для систем підтримки управлінських рішень, як по водогосподарсько-меліоративному комплексу, так і для окремих користувачів та землевласників (агроформувань, фермерів тощо). Підсумковим документом зйомки є картограма засолення ґрунтів з номенклатурою типів і видів засолення.
- 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 г., які сформувались в автономних умовах і займають великі ареали, що більше або менше відповідають біокліматичним зонам з характерними для останніх умовами ґрунтоутворення.
- Ґрунти легкі** – Г., які проявляють слабкий опір засобам обробітку (піщані, супіщані).
- Ґрунти напівгідроморфні** – групи г., 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** – г. висушений при кімнатній температурі, який містить гігроскопічну вологу.

Ґрунти слаборозвинені [син.: малорозвинені, неповнорозвинені, примітивні] – г., які знаходяться на ранніх стадіях розвитку з нечітко сформованим профілем, потужність якого не перевищує 10 см.

Ґрунт сухий – висушений до постійної ваги при температурі 105°C.

Ґрунти теплі – г. легкого гранулометричного складу, які мають малу вологоємність, а тому швидко прогріваються весною (піщані, супіщані г.)

Ґрунти холодні характеризуються великою вологоємністю, можуть утримувати багато води, внаслідок чого прогріваються весною повільніше, на них пізніше розпочинаються весняні польові роботи.

Ґрунтовий колоїдний поглинальний 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 поглинання гумусу. Органічні колоїди в складі комплексу відіграють подвійну роль: покриваючи глинисті часточки, вони перетворюють породу в ґрунт і обумовлюють обмінне поглинання катіонів, сумарною кількістю яких визначається ємність поглинання г.

Ґрунтовтома – явище, яке спостерігається при монокультурі рослин і веде до зменшення врожайності навіть при удобренні.

Ґрунтовий профіль – вертикальний розріз від поверхні г. до материнської породи. Г.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.

Ґрунтотворна порода [син.: материнська порода] – порода, від якої походить ґрунт. Один з факторів ґрунтоутворення.

Ґрунтоутворення – процес формування г. в результаті взаємодії організмів і продуктів їх життєдіяльності з материнськими породами та продуктами їх вивітрювання в умовах певного клімату, рельєфу та часу.

Ґумати та ґумінові кислоти – являють собою не один, а два стани гумусових речовин. Ґумати – природна сольова форма гумусових речовин в г., 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.

Гуміни – комплекс гумусових речовин, міцно пов'язаних з мінеральною частиною г.

Гумінові кислоти – темнозabarвлені препарати гумусових речовин колоїдної природи, які штучно виділяються з г. в кислотній формі. Інша точка зору: це складова частина гумусу.

Гуміфікація – 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 – продукт одночасно протікаючих у будь-якому ґрунті біо-фізико-хімічних процесів перетворення органічних залишків, що являє собою складний за хімічним складом комплекс специфічно ґрунтових темнозabarвлених органо-мінеральних сполук, які, перебуваючи у колоїдно 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 г. Це частина гумусу в г., яка міцно зв'язана з мінеральною частиною ґрунту (за О.Н.Соколовським).

Гумусові речовини – специфічно ґрунтові темнозабарвлені продукти синтезу органічних сполук з продуктів розкладу органічних решток.

Д

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.

Дезагрегація – 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 коріннями та кореневищами рослин.

Дерновий ґрунтоутворний процес – ґрунтоутворний процес, який розвивається під трав'янистою 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 слабо дренованих 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, гібсити.

Десукція – процес відсмоктування вологи з ґ. кореннями рослин.

Детрит – компонент органічної частини ґрунту, представлений напіврозкладеними, що втратили форму і частково анатомічну будову органічними рештками. 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 повітрообмін 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.

Добриво-меліорант – спеціально підготовлена для внесення в ґрунт органо-мінеральна речовина комплексної дії - забезпечує рослини елементами живлення з одночасним покращанням агроекологічної якості ґрунту.

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 г.

Дренованість території – природна порізаність масиву (басейну) гідрографічною мережею, ярами, балками, що забезпечує відтік гравітаційних вод.

Дрібнозем – найдрібніші часточки г. (менше 1 мм), наділені каталітичними властивостями.

Друзи – новоутворення, що являють собою об'єднання (зростки) кристалів, які розташовуються радіально та мають на поверхні добре виражені грані; в г. зустрічаються Д. гіпсу, кальциту, кварцу та ін.

Е

Едатоп – сукупність умов середовища, що створюються ґрунтом.

Едафічні умови – ґрунтові умови розвитку рослин.

Едафічні фактори – ґрунтові умови, що впливають на життя організмів (родючість ґрунту, його зволоженість, реакція розчину, вміст солей, фізичний стан тощо).

Едафон – сукупність усіх живих істот, що населяють ґрунт.

Едафотоп (від грец. edaphos – ґрунт та topos – місце) – педотоп, поліпедон, ґрунт як компонент біогеоценозу.

Екологічні фактори – будь-які елементи, умови зовнішнього середовища (абіотичні, біотичні, антропогенні), що впливають на живі організми.

Експертиза хімічної меліорації ґрунтів – Аналіз проектів з хімічної меліорації ґрунтів для своєчасного виявлення і попередження негативного впливу меліорації на природні системи та довкілля. За глибиною (см) залягання сольового горизонту солонці поділяють на: солончакові - при заляганні сольового горизонту на глибині 5 - 30 см (0- 50 для зрошуваних ґрунтів); солончакуваті - при заляганні сольового горизонту на глибині від 30 до 80 см (50-100 см для зрошуваних ґрунтів); глибоко-солончакуваті - при заляганні сольового горизонту на глибині від 80 до 150 см (100-150 см для зрошуваних ґрунтів); глибокозасолені - при заляганні сольового горизонту глибше

150 см (150- 200 см для зрошуваних ґрунтів). За потужністю надсолонцевого шару (см) солонці диференціюють на кіркові (до 2), мілкі (2-5), середні (5- 15), глибокі (більше 15 см). Залежно від глибини залягання карбонатів (см) солонці поділяють на висококарбонатні (до 40-45 см) і глибококарбонатні (нижче 40-45 см). Солонці та солонцюваті ґрунти зрошуваних чи підтоплених територій, де підґрунтові води залягають на глибині менше 3 м, відносять до вторинно-лучних.

Експозиція – 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.

Є

Ємність обміну катіонів – загальна кількість катіонів, які утримуються в ґ. і здатні до заміщення на інші катіони, вираховується в мг-екв на 100 г ґ.

Ємність поглинання – кількість молекул або іонів, які може утримати 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.ґ., є: 1) темнозабарвлені органічні та органо-мінеральні речовини; 2) окисні сполуки заліза та марганцю (бурий, оранжевий, жовтий, червоний кольори); 3) кремнезем, вуглекислі важкорозчинні солі, гідрат оксиду алюмінію та ін. (білий колір); 4) закисні сполуки заліза (сизий, зелений та голубий кольори). Поєднання цих речовин, а також колір первинних мінералів створюють різноманітне забарвлення ґ. На З.ґ. також сильно впливає їх вологість.

Заболочування – процес зміни напрямку ґрунтоутворного процесу внаслідок підвищення вологості ґ., що супроводжується відповідними змінами мікрофлори, рослинності, окисно-відновного режиму, накопиченням закисних речовин. В результаті З. 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 г. З.щ. виражається для води в г/л, а для витяжок з г. у % на сухий г.

Запас вологи в ґрунті – абсолютна кількість вологи, що утримується в певному шарі г. Виражається в мм водяного шару або в м куб/га.

Запас поживних речовин – валовий вміст поживних речовин у певному шарі г. Виражається в кг/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 водорозчинних солей у ґрунті. Розрізняють засолення ґрунту: первинне - природне накопичення солей у ґрунті внаслідок випаровування підґрунтових вод, засоленості ґрунтотвірних порід або під впливом біогенних та ін. факторів; вторинне - зумовлене штучною зміною водного режиму ґрунту (частіше при зрошенні), спричиняється в основному переміщенням солей по капілярах з підстеляючих порід й підґрунтових вод на поверхню та приносом їх з мінералізованими водами. За глибиною залягання сольового горизонту виділяють ґрунти: солончаки (0-5 см), солончакові (0-30 см), високосолончакуваті (30-50 см), солончакуваті (50-100 см), глибокосолончакуваті (100-150 см), глибокозасолені (150-200 см).

Засолення ґрунту еолове – накопичення в г. 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 г.

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 ґ. чинити опір зовнішнім механічним силам, які намагаються роз'єднати його часточки або структурні агрегати.

Здатність ґрунту поглинальна – властивість ґ. поглинати й утримувати різні тверді, рідкі та газоподібні речовини, окремі молекули та іони. Розрізняють З.г.п. механічну, фізичну, хімічну, фізико-хімічну та біологічну.

Здатність ґрунту поглинальна механічна – здатність ґ. механічно затримувати тверді часточки з суспензій та колоїдних розчинів, що фільтруються крізь ґ.

Здатність поглинальна обмінна – здатність ґ. 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. [син.: фізико-хімічна поглинальна здатність ґ.].

Здатність ґрунту поглинальна біологічна – здатність ґ. поглинати переважно елементи мінерального живлення рослин, сполуки азоту та фізіологічно активні речовини; обумовлена організмами, що населяють ґ.

Землерії – хребетні тварини, які риють у ґ. нори для життя та ходи для живлення (кроти, землерийки, сліпці, ховрахи та ін.).

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 ґ. 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 ґ. шляхом подавання води з водного джерела з метою підвищення вологозабезпеченості рослин або промивки ґ. для регулювання сольового режиму.

I

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 г. 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

Каменястість ґрунту – вміст у ґрунтовому профілі різного за формою і розміром каміння. К.г. виражається в% від маси або об'єму г.

Камінь – уламок гірської породи різної величини і форми розміром більше 3 мм.

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.

Карбонати в ґрунті – К. кальцію і магнію, які присутні в г. у вигляді мінералів кальциту, доломіту, люблініту, арагоніту, аннриту і др. За походженням К.в г. можуть бути первинними (породними), і тоді до назви г. додається визначення "залишково-карбонатні", або вторинними (ґрунтовими) новоутвореннями. Серед новоутворених карбонатів розрізняють такі форми:

Карбонатні ґрунти – г., у верхньому (гумусовому) горизонті яких містяться карбонати кальцію та магнію.

Карти ґрунтові – спеціальні географічні карти різного масштабу, на яких показано розміщення г. на земній поверхні.

Картографія ґрунтів – розділ ґрунтознавства, який розглядає питання методики картографічного відображення ґрунтового покриву в різних масштабах.

Катіони необмінні – катіони, які міцно закріплюються в г. і не можуть обмінюватися на інші катіони ґрунтового розчину. К.н. недоступні для живлення рослин.

Катіони обмінні [син.: увібрані] – катіони, що утримуються в колоїдному комплексі г. і здатні обмінюватися на інші катіони, які трапляються в ґрунтовому розчині.

Кислоти апокренові – аналог фульвокислот.

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.

Кислотна токсичність ґрунту – Негативний вплив кислої реакції ґрунту на ріст і розвиток рослин. Підвищена кислотність ґрунтового розчину погіршує ріст та галуження коренів, негативно діє на фізико-хімічний стан плазми клітин кореня, на їх проникність, тому погіршується використання рослинами поживних речовин ґрунту та добрив. За високої кислотності розчину іони гідрогену, проникаючи у великій кількості в тканини рослин, підкислюють клітинний сік, що гальмує біохімічні процеси в рослині. Кисла реакція сприяє послабленню синтезу білкових речовин, вміст білків та загального азоту в рослинах зменшується, а кількість небілкових форм азоту збільшується; пригнічується процес перетворення моноцукрів на інші більш складні органічні сполуки. Кисла реакція негативно впливає на закладення генеративних органів, що відбивається в майбутньому на процесі запліднення та наливі зерна, урожай якого різко знижується

Кислотність ґрунтів – здатність г. підкислювати ґрунтовий розчин або розчини солей внаслідок присутності в складі г. 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 (Г:вода = 1:5) при 3-хвилинному збовтуванні.

Кислотність ґрунту гідролітична – та частина обмінної кислотності ґрунту, яка проявляється при взаємодії г. з розчинами гідролітично лужних солей (ацетат натрію з рН=8,3). Виражається в мг-екв на 100г сухого г.

Кислотність ґрунту обмінна – вміст у ґрунті обмінних катіонів Al^{3+} і H^+ . Виражається в мг-екв на 100 г сухого г., вимірюється в сольовій витяжці.

Кислотно-основна буферна здатність ґрунту – Здатність ґрунту протидіяти явищам його підкислення або підлуження і нейтралізувати добавки кислот чи лугів

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.

- Кірка ґрунтова** – поверхневий твердий шар, який утворюється в результаті запливання ґ. під дією дощів або зрошування та дальшого висихання чи специфічних процесів ґрунтоутворення.
- Кірка сольова** – скупчення великої кількості солей на поверхні ґ., майже без домішок землястих часточок. Вміст солей може досягати 90% за вагою.
- Кіркоутворення** – негативне явище, яке найчастіше має місце на поверхні безструктурних і слабоструктурних суглинистих і глинистих ґ. після рясного зволоження їх поверхні і дальшого швидкого висихання. При цьому сильно погіршуються умови зволоження та аерації ґ. К. особливо проявляється на поверхні ґрунтів, багатих на обмінні натрій та калій.
- Класифікація ґрунтів** – віднесення ґ. до різних систематичних одиниць і встановлення супідрядності цих одиниць.
- Класифікація ґрунтів за гранулометричним складом** – (підрозділення ґ. 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 золя в гель шляхом втрати електричного заряду й злипання в агрегати. Розрізняють К.к. електролітичну та взаємну.
- Коагуляція колоїдів ґрунту електролітична** – 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, випітного тощо).
- 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 ґ. розрізняють мінеральні (глина), органічні (гумус) та органо-мінеральні к.

Колоїдна часточка – ядро колоїдної міцели разом з потенціалвизначальним шаром іонів.

Колоїдний розчин [син.: золь] – гетерогенна система міцелярної структури.

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 поглинальну 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. В 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 просядочністю; забарвлення від жовтувато-бурого до червонувато-бурого. Звичайно містять карбонати. Безкарбонатні Л.с. часто називають покривними суглинками.

Лесиваж [син.: ілімеризація] – процес переміщення в профілі г. мулуватої фракції без її хімічного руйнування.

Лімітуючі фактори – нестача або надмір у г. 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 г. прилипати до металевої поверхні. Залежить від гранулометричного складу г., складу обмінно-поглинених катіонів і вологості г.

Лужна реакція ґрунтового розчину – реакція ґрунтового розчину, яка зумовлена присутністю в колоїдному комплексі г. 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 г. лісостепової, степової та напівпустельної зон під впливом додаткового зволоження за рахунок поверхневих або ґрунтових вод.

Лучні ґрунти – представники г. гідроморфного ряду. Л.г. 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 г. гідроморфного ряду. Поширені переважно в лісостеповій та степовій зонах. Формуються в замкнутих пониженнях під впливом тривалого поверхневого або ґрунтового зволоження під вологолюбною трав'янистою рослинністю.

Лучно-бурі напівпустельні ґрунти – представники г. напівгідроморфного ряду напівпустельної зони, відрізняються від бурих напівпустельних г. підвищеною гумусованістю (до 2-3%), відносною вилугуваністю від солей, наявністю ознак оглеєння в нижній частині профілю.

Лучно-каштанові ґрунти – представники г. напівгідроморфного ряду сухостепової зони. Від каштанових відрізняються більшою глибиною гумусового горизонту, підвищеним вмістом гумусу. При важкому гранскладі ґрунтоутворних 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 г. напівгідроморфного ряду. Профіль Л.-к. г. відрізняється від профілю коричневих ґрунтів 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 (ґрунтового, 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 потужністю 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

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 і т. ін.).

Макроелементи – 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 ґ.

Максимальна гігроскопічність ґрунту – найбільша кількість пароподібної води, яку може поглинати ґ. 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.

Метаболізм – обмін речовин в організмах, сукупність процесів асиміляції та дисиміляції.

Механічне 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 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. Сц, Мо і ін.).

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 при дефіциті 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. Напр., западини степу, невеликі бархани.

- Мікроструктура ґрунту** – сукупність агрегатів г. середній діаметр яких менше 0,25 мм.
- Мікрофауна** – ґрунтові безхребетні, які не розрізняються або ледве розрізняються неозброєним оком (коловратки, тихоходки, нематоди, кліщі, ногохвостки).
- Мікрофлора** – сукупність мікроорганізмів, які населяють г.
- 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 г., 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 г. 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.
- 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 г., взятий зі стінки ґрунтового розрізу без порушення природного складення.
- Моноліт ґрунтовий плівчастий** – шліф, дуже тонкий моноліт г., узятий без порушення природного його складення і зафіксований клеєм.
- 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 потужність), забарвлення, складення, щільність, зв'язність, структура, вологість, гранулометричний склад, наявність вкраплення, 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 і т.п.

Н

Набухання ґрунту – збільшення об'єму ґ. при зволоженні. Викликається поглинанням 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 окремостей.

Намиті ґрунти – ґ., які сформувалися в умовах прояву делювіальних процесів, найчастіше приурочені до підніжжя схилів, днищ балок та яруг. За потужністю намитого шару вони розділяються (за С.С.Соболевим) на слабонамиті (до 20 см), середньонамиті (20-40 см) та сильнонамиті (більше 40 см).

Нанорельєф – 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 обробіткою і т. д.

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 солонцеві ґрунти – Ґрунти, формування яких пов'язане з додатковим ґрунтовим чи змішаним (поверхневим і підґрунтовим) зволоженням. Поширені на недренованих рівнинах, на давніх річкових терасах і у різних пониженнях рельєфу, де накопичуються талі чи дощові води, а підґрунтові води залягають на глибині, яка дозволяє капілярне підняття вологи до кореневмісного шару ґрунту в окремі періоди вегетації. В однорідних глинистих і суглинкових ґрунтах таке підняття вологи можливе за умов залягання підґрунтових вод на глибині 3-5 м, на більш легких ґрунтах - 2,0 - 3,0 м. Характеризуються присутністю в профілі ознак оглеєння.

Неповнорозвинені ґрунти – г., в яких профіль не має повного набору генетичних горизонтів, характерних для г. даної зони.

Нітрифікатори – група автотрофних мікроорганізмів, здатних отримувати енергію для життєдіяльності за рахунок окиснення неорганічних сполук азоту.

Нітрифікація – процес мікробіологічного перетворення азоту в г. з аміачних форм в нітратні з утворенням селітр. Відбувається при участі аеробних мікроорганізмів. Селітри є важливим джерелом азоту для живлення рослин.

Нітрифікаційна здатність ґрунту – Властивість ґрунту накопичувати нітрати шляхом оптимізації його мікробіологічної активності. Відбувається за участі аеробних мікроорганізмів.

Новоутворення в ґрунті – місцеві накопичення різних речовин, які морфологічно і хімічно відрізняються від основної маси ґрунтових горизонтів. Виникли в результаті ґрунтотворних процесів (ортштейни, конкреції, журавчики та ін.) .

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 г. 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.
- Ог्लеснення** – складний біохімічний процес утворення глею.
- Оглинення** – процес утворення глини в тій чи іншій частині ґрунтового профілю як наслідок ґрунтоутворення.
- Окиснення** – в широкому розумінні – процес, при якому речовина, що окиснюється (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** – Цілеспрямована меліоративна або еволюційна реструктуризація внутрішньої організації ґрунтової системи з метою підвищення ефективної родючості ґрунтів, 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. В 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 легкокорозчинних 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** – поєднує принаймні чотири складних за хімічним складом компоненти: 1) не розкладені (свіжі) органічні рештки; 2) низькомолекулярні та високомолекулярні органічні речовини – продукти роз-

кладу органічних решток; 3) напіврозкладені, без форми і аналітичної будови органічні рештки – детрит; 4) специфічно ґрунтові продукти синтезу нових органічних сполук – гумусові речовини (гумус).

Органічні рештки – відмерлі в ґ. або заорані в нього залишки 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.

Основи обмінні [син.: основи поглинені, основи ввібрані] – катіони, що поглинені 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. Процес деградації солонців, при якому обмінний Na^+ в ґ. поступово заміщується на H^+ , а реакція ґрунтового розчину з лужної переходить в кислу.

Осолонцювання ґрунту – Підвищення вмісту обмінних лужних катіонів (натрію, калію, амонію і ін.) в ґрунтовому вбирному комплексі (ГВК), яке сприяє пептизації мулу, трансформації й деградації мінеральної та органічної частин ґрунту, погіршенню хімічних та агрофізичних властивостей. Осолонцювання ґрунту визначається якістю поливних вод, властивостями ґрунтів та їх буферністю до осолонцювання, глибиною залягання й мінералізацією підґрунтових вод. Розрізняють первинну (природну) солонцюватість як одну з генетичних характеристик умов ґрунтоутворення й вторинну (іригаційну), яка виникає внаслідок зрошення. За ступенем природної солонцюватості (% натрію від ємності ГВК) виділяють несолонцюваті, слабо-, середньо-, сильносолонцюваті ґрунти й солонці; вторинної солонцюватості - несолонцюваті, слабо-, середньо- й сильносолонцюваті ґрунти.

Осушення – комплекс гідротехнічних та інших заходів по вилученню надлишкової кількості води з ґ. та з його поверхні з метою поліпшення аерації ґ.

Охорона ґрунтів – система заходів, спрямованих на попередження ерозії, руйнування, забруднення, вторинного засолення ґ. і т.д., а також непродуктивного їх використання.

П

Пар термічний – один із засобів меліоративного обробітку солонцевих або важких злитих ґрунтів, який полягає у висушуванні на сонці і руйнуванні великих брил для покращення фізичного стану орного шару.

Педосфера – ґрунтовий шар Землі.

Пептизація ґрунту – розпад ґрунтових агрегатів на елементарні частки внаслідок переходу ґрунтових колоїдів з стану гелю в стан золя. 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 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 і т.д.).

Піски зандрові – піски, відкладені потужними водно-льодовиковими потоками, які складають поверхню зандрових і флювіогляціальних рівнин.

Піскування – спосіб поліпшення водно-фізичних властивостей г. через полегшення його гранулометричного складу; П. полягає в збагаченні верхнього шару г. 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 $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ 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 г., віднесена до 1 г або 1 см куб; найчастіше виражається в м кв/г або м кв/см куб.
- Поверхнево-глейові ґрунти** – група г. які тимчасово перезвожуються та оглеюються під впливом поверхневих вод.
- Повітропроникність ґрунту** – здатність ґрунту пропускати через себе повітря.
- Повітрообмін** – обмін повітрям між г. та атмосферою внаслідок змін температури та вологості г., змін атмосферного тиску, пересування води, а також під впливом вітру та дифузії.
- Повітроємність ґрунту** – об'єм ґрунтових пор, які утримують повітря, при вологості г., яка відповідає найменшій вологоємності. Виражається у % від об'єму г.
- Повітря ґрунтове** – гази, які знаходяться в ґрунті. Розрізняють: а) П.г. адсорбоване, поглинене ґрунтовими часточками і утримуване на їх поверхні в ущільненому стані сорбційними силами; б) П.г. защемлене, яке знаходиться в порах г. з усіх сторін ізольованих вологою; в) П.г. розчинене в ґрунтовій волозі; г) П.г. вільне, яке знаходиться в порах г., вільно переміщується в них і контактує з атмосферним повітрям.

- Повітряні властивості ґрунту** – властивості, які визначають поведінку ґрунтового повітря: повітропроникність г., повітроємність г., здатність г. поглинати гази та обмінюватись ними з зовнішньою атмосферою. Залежать від пористості та структури г., кількості вологи в ньому.
- Повсть лісова** – різновид лісової підстилки. Формується з рослинного опаду в трав'янистих лісах.
- Повсть степова** – густо переплетені відмерлі сухі стебла та листя, що знаходяться на поверхні степових цілинних ґрунтів.
- Поглинання необмінне** – поглинання ґрунтом катіонів або аніонів, яке не супроводжується виділенням в розчин еквівалентних кількостей іонів іншого роду.
- Поглиналина здатність ґрунту** – здатність г. вбирати і утримувати різні речовини з навколишнього середовища. Розрізняють: механічну, фізичну, фізико-хімічну, хімічну та біологічну П.з.г.
- Поглинання фізичне** [син.: необмінне, аполярне] – здатність г. поглинати речовини у вигляді цілих молекул. Таким шляхом г. поглинаються (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 об'єму всього г.
- Пористість ґрунту некапілярна** – сума крупних пор та проміжків між структурними окремостями та часточками ґрунту.
- Поріг токсичності солей** – гранична кількість солей у ґрунті, вище якої починається пригнічення росту і розвитку рослин. Величина порогу токсичності солей залежить від багатьох факторів, але основними є тип засолення, во-

дний режим, вид культурних рослин. Установлені пороги токсичності солей за вмістом солей та окремих іонів в ґрунтових розчинах, екстрактах паст, водній витяжці (1:5) із ґрунту. В Україні для обліку засолених ґрунтів використовують дані аналізу водних витяжок. За даними водних витяжок пороги токсичності солей для слабо- і середньосолестійких культур для окремих іонів складають: по Cl^- - 0,01 %, по HCO_3^- , зв'язаному з Na^+ та Mg^{2+} - 0,05 %, SO_4^{2-} - 0,08 %. За загальним вмістом солей поріг токсичності солей складає - для ґрунтів хлоридного типу засолення - 0,05 %; для сульфатно-хлоридного - 0,1 %; хлоридно-сульфатного - 0,2 %, сульфатного - 0,3 %? Для ґрунтів лужного ряду (содових) - 0,1-0,2 %. За вмістом токсичних солей (без урахування бікарбонатів кальцію та магнію і сульфатів кальцію) поріг токсичності солей складають відповідно 0,03; 0,05; 0,1; 0,15; 0,1-0,15%. Ґрунти, в яких вміст водорозчинних солей перевищує поріг токсичності, відносять до засолених і ці ґрунти потребують меліорації.

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 залишків рослинних і тваринних організмів (торф, трепел, сапропель та ін.).

Породи ґрунтоутворні [син.: *породи материнські*] – гірські породи, з яких утворюються г.

Потенціальна кислотність ґрунту [син.: пасивна] – кислотність г., яка зумовлена вмістом обмінно-увібраних іонів водню та алюмінію в колоїдному комплексі г.

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 г. За нульове значення приймають потенціал нормального водневого електроду. В автоморфних аерованих г. ОВП лежить у

межах 300-600 мВ; заболочування та оглеєння знижують ОВП до 200 мВ і нижче.

Потужність ґрунту – загальна глибина профілю г. (см) від денної поверхні до мало зміненої породи. П.г. може коливатися в значних межах залежно від умов ґрунтоутворення і типу г. – від декількох см до 2-3 м і більше.

Присипка кремнеземиста – тонкий сірий або білуватий наліт на поверхнях структурних окремоостей в опідзолених чорноземах, підзолистих, сірих лісових, осолоділих г., солодах і др.

Пролювій – відклади тимчасових бурхливих гірських потоків. Накопичуються біля підніжжя гір. Характерна ознака П. – гетерогенність складу.

Промерзання ґрунтів – охолодження г. нижче 0°, яке супроводжується замерзанням ґрунтової вологи.

Промочування наскрізне – зволоження всієї товщі ґрунту внаслідок просочування вологи від денної поверхні до дзеркала підґрунтових вод.

Просідання ґрунту – 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 г., на які розділяється материнська гірська порода в процесі ґрунтоутворення .

Процес ґрунтоутворення [син.: ґрунтоутворення] – процес утворення г. з материнської породи під впливом факторів ґрунтоутворення (рослинність та тваринний світ, клімат, рельєф, вік місцевості).

Процеси анаеробні – процеси перетворення органічних і мінеральних речовин в г. , які відбуваються при недостатньому надходженні в г, кисню або при його повній відсутності, що веде до появи відновлених або недоокиснених сполук.

Процеси аеробні – протікають в г. при достатньому надходженні кисню.

Процеси ґрунтові – сукупність всіх фізичних, хімічних, біологічних та ін. процесів, які відбуваються в г. 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 г. до випромінювання альфа-, бета-, гамма-променів, зумовлена наявністю в г. і материнських породах природних і штучних радіонуклідів.

Районування агроґрунтове – 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, ґрунтоутворні і підстилаючі породи, природні води.

Реакція ґрунтового розчину – співвідношення концентрацій іонів водню H^+ та гідроксиду OH^- у водній або сольовій (KCl) витяжці з ґрунту. Виражається водневим показником pH (див.).

Реградація – термін, який у ґрунтознавстві звичайно застосовується для визначення процесів повернення до попередньої стадії ґрунтоутворення.

Режим вологості ґрунту – сукупність усіх кількісних і якісних змін вологості г. в часі.

Режим водний ґрунту – сукупність усіх процесів надходження води в г., її пересування в г., зміни її фізичного стану в г. та її витрати з г. (Див. Типи водного режиму ґрунтів).

Режим гідротермічний ґрунту – сукупність усіх явищ надходження, витрат і переносу тепла та вологи в г.

Режим окисно-відновний ґрунту – сукупність окисно-відновних процесів, які викликають зміни в часі окисно-відновного потенціалу в профілі г.

Режим повітряний ґрунту – сукупність всіх явищ надходження повітря в г., його пересування в г., витрат з г., обміну газами між г., атмосферним повітрям, твердою та рідкою фазами г., споживання та виділення окремих газів живим населенням г.

Режим поживний ґрунту – зміна вмісту в г. доступних для рослин поживних речовин протягом вегетаційного періоду; залежить від валових запасів поживних речовин, умов їх мобілізації в г. 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 г.

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 важкозасвоювані 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 поглинальному комплексі. До Р.м. відносяться гіпс, вапно, хлористий кальцій, сірчано-кисле 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.

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 г. як засобу виробництва. Р.г. практично оцінюється врожайністю сільгоспрослин.

Розріз ґрунтовий – вертикальна стінка ями (шурфу), яка розкриває профіль г,

Розсоли – природні води з мінералізацією понад 80 г/дм куб.

Розсолонцювання – процес зміни складу поглинених катіонів і властивостей солонцевих г., 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 г.

Розчин ґрунтовий – волога ґрунтова з розчиненими в ній газами, мінеральними та органічними речовинами; рідка фаза г. Р.Г: знаходиться в плівковій капілярній або гравітаційній формах (найчастіше всі три форми). Бере участь у ґрунотворному 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 солонцевих ґрунтів– Метод меліорації солонців без внесення хімічних меліорантів іззовні. Відбувається за рахунок залучення до орного шару гіпсу чи карбонатів кальцію, що містяться в ґрунті й досягається плантажною оранкою

Сапропель – відклади, які утворюються на дні озер. С. складається з залишків 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.

Сидерація – заорювання в ґрунт спеціально вирощених зелених рослин (сидератів), які збагачують його азотом і органічними речовинами.

- 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.
- Систематика ґрунтів** – розподіл ґрунтів у певному порядку, система таксономічних одиниць (див.) Часто в літературі вживається як синонім терміна класифікація ґ.
- Сірі лісові ґрунти** – утворюються під суббореальними широколистяними лісами в умовах помірно континентального, а також під модринними та березовими лісами в умовах континентального клімату. В межах типу С.л. ґ. виділяють три підтипи: ясно-сірі, сірі й темно-сірі.
- 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 ґ.: щільність, пористість.
- Смуга лісова полезахисна** – штучні лісові насадження у формі смуг, призначені для захисту ґрунту від вітрової ерозії, поліпшення водного режиму, захисту сільгоспрослин від суховіїв тощо.
- Содостійкість ґрунтів** – Здатність ґрунту протистояти процесу підлуження, зумовленому карбонатами та бікарбонатами натрію

- 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.
- Солонцевий потенціал** – Відношення активності іонів натрію до активності іонів кальцію ($p\text{Na}-0,5p\text{Ca}$), що характеризує процес осолонцювання. Один з комплексу оцінювальних показників кількісної та якісної діагностики ступеня прояву і напряму розвитку процесу осолонцювання
- Солонцеві комплекси** – Ґрунтові комбінації з регулярним чергуванням дрібних плям (від 1 м до десятків м) ґрунтів, що контрастно. відрізняються та взаємно генетично обумовлені за наявності солонцевих плям.
- Солонець** – тип ґрунту з чіткою елювіально-ілювіальною диференціацією профілю та підвищеним вмістом натрію у вбирному колоїдному комплексі (обмінний натрій складає $>15\%$ від ємності поглинання в ілювіальному горизонті). В залежності від зони й ступеня зволоження виділяють такі основні підтипи та види солонців: чорноземні, лучно-чорноземні, чорноземно-лучні, лучні, каштанові, лучно-каштанові, каштаново-лучні.
- 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.
- Солонцюваті ґрунти** – Ґрунти, які мають помітні морфологічні, фізико-хімічні та інші екогенетичні ознаки і властивості, обумовлені наявністю обмінного натрію в колоїдному комплексі, при цьому морфологічна і хімічна диференціація профілю обумовлена увібраним натрієм, що не досягає вмісту, властивого солонцям
- Солончаки** – група ґрунтів, які містять у профілі високі концентрації легкокорозивних 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 обробітку, 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 в цілому.
- Стік** – стікання, переміщення вільної води по земній поверхні або в ґрунтовій товщі. Виділяють такі основні типи С: поверхневий, внутрішньоґрунтовий, дренажний, підземний.
- Структура ґрунтового покриву** – форми просторових змін елементарних ґрунтових ареалів, в різній мірі генетично зв'язаних між собою, що створюють певний просторовий пейзаж.
- Структура ґрунту** – окремі (агрегати, грудки) різної величини, форми; якісного складу, на які розпадається г. у стані фізичної сплості. Кожний агрегат (грудка) – комплекс механічних елементів, зв'язаних в макро- (діаметр більше 0,25 мм) та мікроагрегати (менше 0,25 мм) органічно-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 потужності 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.

Супресивність ґрунту – здатність пригнічувати фітопатогенну мікробіоту та стримувати розвиток епіфітотійного процесу за рахунок сукупної дії біологічних, хімічних, фізико-хімічних, фізичних властивостей ґрунтів та агротехнологічних прийомів. Основні фактори, що визначають супресивність - тип ґрунту, активність мікробіологічних процесів, внесення добрив, інтенсивність сільськогосподарського використання.

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/см кв. 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 см куб ґрунту на 1°C.

Теплопровідність ґрунту – здатність ґрунту проводити тепло. Вимірюється кількістю тепла (в дж), що проходить за 1 сек. через поперечний розтин г. в 1 см кв при градієнті температури в 1° на відстань 1 см (дж/см кв за сек.).

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.).

Техноземи – едафічні конструкції, які штучно створюються в процесі рекультивациі земель для відновлення порушеного ґрунтового покриву.

Технологічна карта хімічної меліорації – Карта, що відображає послідовність (алгоритм) виконання всіх агротехнологічних операцій протягом ротації сівозміни за умов проведення хімічної меліорації ґрунтів.

Тиксотропність ґрунту – здатність деяких ґ. у перезволоженому стані розріджуватись (набувати плинності) під дією механічних сил (струшування, перемішування) і знову переходити в твердий стан при перебуванні в спокої. Типове для мерзлотних ґрунтів.

Типи водного режиму ґрунтів – 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) випітний – створюється в областях, де річне випаровування значно перевищує річну суму опадів, але близько до денної поверхні підходять ґрунтові води; 6) десуктивно-випітний; 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 ґ., яка застосовується в Україні. Т.ґ. – 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 – 1) мерзлотний: середньорічна температура профілю ґ. 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 залишків, змінених в процесі болотного ґрунтоутворення та поховання цих залишків під їх наростаючою товщею в умовах анаеробіозису.

Торфоутворення – процес накопичення на поверхні г. або в заростаючих водоймищах напіврозкладених рослинних решток внаслідок загальмованої гуміфікації та мінералізації органів рослин, що відмерли.

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 зелене див.: сидерація.

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.

Усідання ґрунту – зменшення об'єму ґрунту внаслідок підсихання. Залежить від гранулометричного складу, вмісту колоїдів та складу обмінних катіонів. Типова для торф'яних ґрунтів.

Ф

Фаза – сукупність однорідних за складом матеріальних комплексів, які входять до складу системи та мають границю розділу з іншими Ф. системами. В ґрунті розрізняють чотири Ф.: тверда, рідка, газоподібна та біофаза (жива).

Фактори ґрунтоутворення – елементи природного середовища, під впливом яких утворюються г. Уявлення про Ф.г. створене В.В.Докучаєвим і є частиною його вчення про г. Ним виділено п'ять Ф.г. – ґрунтотворні породи, живі та відмерлі організми, клімат, рельєф і вік країни. В сучасному ґрунтознавстві до зазначених Ф.г. додається ще господарська діяльність людини, яка в значній мірі сприяє ґрунтоперетворенню.

- Фактори родючості ґрунту** – до природних ф.р.г. 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 г., 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.
- Фертигація** – Внесення мінеральних добрив разом з поливною водою.
- Фізіологічно кислі добрива** – Добрива, які підкислюють ґрунтовий розчин внаслідок переважного використання рослинами катіонів (наприклад, сульфат амонію, хлорид амонію, калію та інші).
- Фізіологічно лужні добрива і меліоранти** – Добрива і меліоранти, які мають властивість підлугувувати реакцію ґрунтового середовища, пов'язану з переважним поглинанням рослинами з цих речовин аніонів, унаслідок чого в розчині залишається переважання катіонів лужних або лужноземельних металів. Впливають на зміну реакції, як правило, в безбуферних і малобуферних середовищах (супіщані, піщані слабогумусовані ґрунти, штучні субстрати).
- Фізика ґрунту** – розділ ґрунтознавства, який вивчає фізичні процеси (механічні, теплові, гідрологічні та ін.), що протікають в г. та властивості г., зумовлені цими процесами.
- Фізико-механічні властивості ґрунту** – сукупність властивостей ґрунту, які визначають його відношення до зовнішніх і внутрішніх механічних впливів: твердість, пластичність, в'язкість, липкість, плинність, усадка, опір розриву, стискуванню, тертю г. з металом та іншими матеріалами, питомий опір г. та ін.
- Фізико-хімічне поглинання в ґрунті** [син.: обмінне] – здатність ґрунту поглинати 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 – стале 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.

Фракція гранулометричних елементів [син. *фракція гранулометрична*] – сукупність елементарних часточок ґрунту певного розміру.

Фульвокислоти – препарати жовто забарвлених органічних речовин, витягнених зі складу гумусу і штучно переведених у кислотну форму. Інша точка зору – складова частина гумусу.

Х

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. В ґрунтах 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 г. та якості с.-г. продукції, підвищення продуктивності тваринництва, захисту корисних рослин і тварин від шкідників, хвороб і несприятливих умов існування.

Хімічне поглинання в ґрунті – поглинання ґрунтом аніонів за рахунок хімічних реакцій з утворенням важкорозчинних солей.

Хімічна меліорація ґрунту – комплекс заходів, направлений на корінне покращання хімічних властивостей ґрунту з метою підвищення врожаю сільськогосподарських культур та його якості. Хімічна меліорація включає вапнування, гіпсування, кислування, запасне внесення сирих низькопроцентних мінеральних добрив, місцевих кальцієвмісних речовин, озерного мулу, лесовидних порід, органічних матеріалів та інших

Хімічні меліоранти – речовини або суміші речовин природного або техногенного походження, які вносять в ґрунт з метою поліпшення властивостей

грунту й підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Як хімічні меліоранти найчастіше використовують гіпс, фосфогіпс, крейду, дефекат, вапняки, вапно, нітрат кальцію, хлорид кальцію, а також гірські породи з умістом понад 10 % сполук кальцію (леси, червоно-бурі глини та ін.), кальцієво-залізовмісні шлами металургійних, сталепрокатних та інших підприємств, тощо.

Хімічно кислі добрива – Добрива, які містять в своєму складі, унаслідок специфіки технологічного процесу, до 5 % і більше вільних мінеральних кислот (наприклад, сірчаної та ортофосфорної в суперфосфаті).

Хімія ґрунтів – розділ ґрунтознавства, предметом вивчення якого є склад, структура хімічних сполук, фізико-хімічні та колоїдно-хімічні властивості мінеральної та органічної частин ґ., їх взаємодія, зміни за сільськогосподарського використання ґ., а також хімічні методи дослідження та аналізу ґ.

Хлорити – група шаруватих, залізистих, магнезійових, алюмінієвих силікатів.

Хрящ – вуглуваті (не обкатані) 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.

Цілинні 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 профарбований гумусом, від темно-сірого до майже чорного забарвлення, часто зернистої або зернисто-грудкуватої структури; перехідний горизонт сірий з бурувато-коричневим відтінком та укрупненням структури. Ґ. характеризуються високим вмістом гумусу (до 12% на цілині) у верхніх 10 см та 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.).