

Лекція № 6.

АГРОФІЗИЧНА ДЕГРАДАЦІЯ ҐРУНТІВ ТА ПОКАЗНИКИ ЇЇ ПРОЯВУ – ЩІЛЬНІСТЬ ҐРУНТУ, ВМІСТ АГРОНОМІЧНО ЦІННИХ ВОДОСТІЙКИХ АГРЕГАТІВ

Втрати гумусу супроводжуються погіршенням агрофізичних властивостей ґрунтів. Так погіршення показників орних земель, що тривалий час не удобрювались, порівняно з цілиною було таким: на 4–11 % маси ґрунту зросла брилистість, на 3–6 % – розпорошеність, на 10–18 % знизився вміст агрономічно цінних агрегатів (розмір 10–0,25 мм), на 15–19 % – водотривкість ґрунтової структури, на 16–26 % — механічна міцність, на 2–4 % – пористість агрегатів розміром від 5 до 0,25 мм при середніх значеннях цих показників на цілині 8, 15, 17, 55, 90, 42 % відповідно. Водопроникність ґрунтів в максимально розпушеному стані становить 120–142 мм/год, а при рівноважній щільності — 55 мм/год. Зміна структурного стану, погіршення водно-фізичних властивостей обумовлюють підсилення процесів водної ерозії, дефляції, зниження потенціальної і ефективної родючості ґрунту.

Агрофізична деградація призвела до зменшення глибини коренемісткого шару, зниження польової вологоємності, діапазону активної вологи, її доступності рослинам, а також зменшила рухомість елементів живлення. Погіршилась якість обробітку ґрунту і збільшились затрати на його проведення.

Істотним чинником змін в агроєкосистемі є застосування сільськогосподарських машин. Сучасні трактори, автомобілі та сільськогосподарські машини активно взаємодіють з ґрунтом, атмосферою і рослинами, в багатьох випадках це спричиняє порушення ходу природних процесів в агро ландшафті.

Такі агротехнічні заходи, як луцення стерні, основний обробіток ґрунту, вирівнювання поверхні, культивація, боронування, сівба, догляд за посівами

виконуються за існуючими технологіями окремо, а багато з них і неодноразово. Так, при вирощуванні озимої пшениці площа ущільнення 1 га (без урахування збирально-транспортних операцій) досягає в середньому 22– 26 тис. м², кукурудзи – 18–30, цукрового буряка – 30–32 тис. м². Трактори всіх марок ущільнюють ґрунт на глибину 50–60 см і глибше, а сліди колії колісного трактора Т-150 К видно протягом всього періоду вегетації. Ущільнений чорнозем цілком втрачає міжагрегатні пори. Ґрунтові агрегати деформуються, витягуються у горизонтальному напрямку, збільшуючи свою щільність. Це призводить до зниження водо- повітро- та корене-проникності ґрунту.

За наявності ущільнення тракторами у ґрунті змінюється співвідношення між твердою і газоподібною фазами. Найбільше змінюється щільність орного шару, її максимальні значення досягають 1,35–1,45 г/см³ після 4–7 проходів, тоді як верхня межа оптимальної щільності для більшості культур становить 1,3–1,4 г/см³. Зміна щільності істотно впливає на загальну пористість та повітряну місткість ґрунту. Вже після першого проходу трактора ґрунт у колії з пухкого стану переходить у щільний, а після чотирьох наближається до дуже щільного. Після 7–10 проходів вміст повітря спадає до рівня нижче критичного, який становить 15 % об'єму ґрунту.

Значно більшою мірою, ніж щільність та пористість, змінювалась твердість ґрунту. Після 10 проходів трактора Т-150 К вона зростає до 2,3–3,5 МПа, тобто на 300–800 % порівняно з неущільненим ґрунтом. Водопроникність ґрунту після проходів різних типів тракторів зменшилась до 10–15 мм/год, що в 1,3–1,9 рази менше, ніж на контролі з колісним трактором Т-16М.

Внаслідок неодноразових проходів тракторів на полі утворюються колії глибиною 3–8 см. Вони погіршують нанорельєф поля, збільшують поверхню випаровування, підсилюють строкатість властивостей та режимів, ускладнюють проведення польових робіт. Збільшення кількості проходів і

маси тракторів погіршує здатність ґрунту до зерніння і підвищує затрати енергії на обробіток.

На Ерастівській дослідній станції встановлено, що під дією ходових систем тракторів на чорноземі звичайному щільність ґрунту по сліду трактора досягла 1,5–1,6 г/см³, брилистість зросла у 1,5 рази, коефіцієнт структурності зменшився з 1,7 до 0,5. Ущільнення ґрунту не дозволяло якісно виконати передпосівний обробіток, забезпечити рівномірну глибину заробки насіння, призвело до нерівномірного розподілу рослин у рядках. На ділянках, де щільність орного шару перевищувала 1,4 г/см³, навіть при забезпеченні оптимальної густоти рослин урожайність кукурудзи знижувалась на 5–12 %.

У інших дослідях після проходу колісних тракторів МТЗ-82, Т-150 К, К-701 щільність орного шару збільшувалась на 0,15; 0,22 і 0,23 г/см³ підорного — на 0,06; 0,13 і 0,14 г/см³, що спричинило зниження врожайності картоплі на 18,2 та 31 % порівняно з ділянкою без ущільнення.

У колії тракторів постерігається роздавлення поверхневих і внутрішньо-ґрунтових організмів, що обумовлює порушення екологічної рівноваги в агроценозі. Підвищене машинне навантаження істотно впливає на біологічні властивості ґрунту. Накопичення амінокислот зменшилось від 238 до 185–10⁻⁶ мг/кг ґрунту, біологічна токсичність ґрунту досягла 58 %. Змінилась структура комплексу мікроміцетів, у складі грибової мікрофлори переважали представники родів *Penicillium* і *Aspergillus*, серед яких від 50 до 70 % токсичних форм. Вміст представників корисного виду *Mortierella alpina* знизився у 6 разів.

Особливо значні порушення властиві заплавним ґрунтам. Пористість верхнього 50-см шару дерново-лучного ґрунту при 5–8 проходах тракторів типу К-701 знижується на 46–50 %, щільність зростає на 38–47 %, що спричиняє зменшення коефіцієнта фільтрації у 100–10000 разів; об'ємна теплоємність ґрунту збільшується на 40–50 %; біопродуктивність знижується на 15–45 %.

Встановлено, що при щільності ґрунту 1,35–1,40 г/см³ формується спотворена коренева система (з деформаціями, викривленнями, ниткоподібністю, невеликим об'ємом та масою), знижуються швидкість росту, глибина проникнення коренів, що призводить до зменшення врожаїв сільськогосподарських культур.

Навіть за наявності інтенсивної технології вирощування пшениці озимої з постійною технологічною колією, коли залишаються незасіяними всього 7,2 % площі поля, недобір зерна через ущільнення ґрунту при урожайності 50–60 ц/га становить 5–6 ц. Значніші втрати продукції мають місце тоді, коли застосовуються традиційні технології вирощування культур з багаторазовими проходами машино-тракторних агрегатів по полю.

Згідно прогнозу ущільнення ґрунтів на найближчі 10 років, середній ступінь ущільнення буде проявлятися на 50 % ріллі. Отже, тільки через переущільнення ґрунту можна недоотримати значну кількість сільськогосподарської продукції.

Профілактика агрофізичної деградації ґрунтів охоплює комплекс меліорацій, що передбачає характер обробітку ґрунтів і підвищення їх родючості, насамперед — відтворення гумусу, адже саме він забезпечує поліпшення агрофізичних властивостей ґрунту.

Численними дослідженнями в різних ґрунтових зонах України було встановлено оптимальні параметри агрофізичних властивостей ґрунтів під час вирощування різних сільськогосподарських культур. Насамперед на увагу заслуговує щільність ґрунту, що є інтегральним показником його фізичного стану (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Оптимальні значення щільності ґрунту для зернових культур

Зона	Ґрунт	Культура	Інтервал щільності, г/см ³
Полісся	Дерново-підзолистий середньо-суглинковий	Зернові колосові	1,1–1,4
		Кукурудза	1,1–1,2
	Дерново-підзолистий легко-суглинковий та супіщаний	Зернові колосові	1,25–1,35
		Кукурудза	1,1–1,3
Лісостеп	Сірий лісовий важко- і середньосуглинковий	Зернові колосові	1,05–1,3
		Кукурудза	1,0–1,3
	Сірий лісовий легко суглинковий	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 ґрунт	Зернові колосові	1,0–1,3
		Кукурудза	1,1–1,3

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. У лісостеповій зоні на сірих лісових 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 інтервали щільності не є константами. Вони змінюються у часі і насамперед залежно від вологості ґрунту. При підвищеній вологості оптимум змінюється до нижчих значень, за умов недостатнього зволоження – до вищих.

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 обробітку 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.

Основні заходи профілактики та боротьби з переуцільненням ґрунтів.

1. Мінімізація обробітку ґрунту, зменшення глибини розпушування, збільшення ширини захвату агрегатів і швидкості виконання операцій, застосування комбінованих агрегатів, відмова від полицевої оранки, при можливості – і від щорічного обробітку ґрунту.

2. Виконання агротехнічних заходів для вирощування сільськогосподарських культур в оптимальні строки та при фізичній стиглості ґрунту.

3. Обмеження застосування на польових роботах важких колісних тракторів К-700А, Т-150К, К-701, переважне використання гусеничних тракторів, особливо на важких, запливаючих та еродованих ґрунтах. Застосування колісних тракторів з широкими шинами (Джондір, США).

4. Мінімізація руху по полю навантажених самохідних шасі та автомобілів. Заправка агрегатів насінням, добривами, отрутохімікатами та паливно-мастильними матеріалами лише на краю поля або на дорогах.

5. Засвоєння механізаторами технологій маршрутизації руху. Використання постійної технологічної колії. Здвоювання та застосування розширювачів коліс тракторів.

6. Дотримання рекомендованого питомого опору ходових систем на ґрунт: $0,8\text{--}1,0\text{ кг/см}^2$ – під час основного обробітку; $0,4\text{--}0,6\text{ кг/см}^2$ – при посіві та міжрядних обробітках.

7. Руйнування підорної підшви, розпушування ґрунту на глибину 30–40 см чизелями, розпушувачами ПАРАПЛАУ, стійками СІБІМЕ та ПРН-31000, застосування щільувачів і кротувачів на еродованих та запливаючих ґрунтах.

8. Дотримання чергування культур у сівозмінах, регулярне внесення гною, компостів, соломи, інших органічних добрив. Мульчування поверхні ґрунту рослинними рештками.

Застосування комплексу перелічених заходів дозволить зупинити процеси агрофізичної деградації, зберегти оптимальні фізичні властивості кореневмісного шару, підвищити родючість ґрунтів і врожайність вирощуваних культур.

Відновлення та підвищення родючості ґрунтів засобами агротехніки отримало назву *агрономічної меліорації*. Її завдання – оптимізація всіх режимів ґрунту: поживного, водного, повітряного, теплового та фітосанітарного. Агрономічна меліорація охоплює заходи "сухого" землеробства, що базуються на обробітку ґрунту без обертання скиби, мульчуванні його стернею та іншими поживними рештками; застосування

напівпарового обробітку ґрунту, досходового та післясходового боронування для боротьби з бур'янами і профілактичні заходи, що зменшують ураженість посівів шкідниками та хворобами; заходи для розширеного відтворення родючості ґрунту: внесення органічних та мінеральних добрив, в тому числі залишення в полі нетоварної частини врожаю, посів сидеральних культур тощо.

Агрономічна меліорація створює високий рівень культури землеробства, сприяє підвищенню врожайності сільськогосподарських культур, поліпшує режим елементів живлення ґрунту, особливо фосфатний та калійний – вміст рухомих P_2O_5 підвищується на 30–50 %. Проте азотний режим потребує пильної уваги. Перехід на безполицевий обробіток ґрунту зменшує розклад гумусу і вивільнення мінерального азоту. Тому норми азоту підвищують на 5–10 %, щоб компенсувати нестачу азоту, що виникає в холодні весни, коли знижується мікробіологічна діяльність щодо вивільнення мінерального азоту.

Водний режим під час агрономічної меліорації також покращується. Заходи сухого землеробства, особливо ґрунтозахисний безполицевий обробіток ґрунту з мульчуванням його стернею та іншими пожнивними рештками, сприяють снігозатриманню, зменшенню промерзання ґрунту з глибиною і втрат вологи через випаровування. Її річний вологонакопичувальний ефект становить 30–50 мм. Саме він і має вирішальне значення для гарантування врожайності культур під час ґрунтових та атмосферних посух.

Заходи щодо розширеного відтворення родючості сприяють утворенню у ґрунті рухомого гумусу, що забезпечує структуроутворення. Формується водотривка структура, яка поліпшує повітряний і водний режими ґрунту. Систематичне застосування безполицевого обробітку сприяє вертикальній орієнтації пор аерації, що на 30% підвищує водопроникність ґрунту, а його несучу здатність – у 10 разів.

Вертикальна орієнтація пор аерації поліпшує всі ґрунтові режими. Це пояснюється просто: корені рослин, наприклад пшениці озимої, тягнуться донизу за вологою та поживою. Коли корені відмирають та гуміфікуються, залишається міцна гумусована трубочка. Поставлена вертикально, ця трубочка витримує великі навантаження і підвищує несучу здатність ґрунту при проходженні по полю важких машин та знарядь.

При розширеному відтворенні родючості ґрунту процеси гуміфікації пригнічують всілякі інфекції, захворювання рослин кореневими гнилями та іншими хворобами. Тому внесення у ґрунт будь-якої органіки поліпшує фітосанітарний режим і зменшує захворюваність рослин.

Вплив агрономічних меліорацій на урожайність культур вивчався під час двох тривалих стаціонарних дослідів, що проводилися на чорноземі типовому та південному.

На Новоодеській держсортодільниці вже 30 років проводяться порівняльні випробування полицевого та безполицевого обробітку ґрунту. Висновок, згідно з цими дослідями, такий: чим далі відходить час обертання скиби, тим вищими є прирости врожаїв сільськогосподарських культур.

У 8-річному стаціонарному досліді на чорноземі типовому випробовувались чотири системи обробітку ґрунту, в тому числі три безполицеві. Найвищі прирости врожаю отримані на варіантах з безполицевим обробітком ґрунту на 10–12 см. Особливо зросли прирости врожаю після виходу ґрунту з шокового стану, що спричинюється обертанням скиби, тобто через 5 років після початку дослідів.

Мілкий безполицевий обробіток забезпечує високу врожайність усіх сільсько-господарських культур на чорноземних ґрунтах, що містять понад 4% гумусу. На менш гумусованих ґрунтах найкраще зарекомендував себе різноглибинний безполицевий обробіток ґрунту. Під просапні культури застосовується глибокий плоскорізний обробіток на 25–30 см, під зернові колосові культури — мілкий обробіток на 10-12 см, під озимі після пізньозбираних попередніх культур — на 4–5 см.

Напівпаровий обробіток ґрунту застосовується для боротьби з бур'янами. Час, що залишається між збиранням попередніх культур і сівбою озимих, між збиранням ранніх зернових і настанням морозів, доцільно використати для провокування сходів бур'янів і знищення їх обробітком ґрунту. Бур'яни краще за все знищуються на стадії білих ниточок культивацією паровими культиваторами на глибину 4–5 см. Культивації слід повторювати через 14–18 діб залежно від вологості ґрунту і температури повітря.

Через 3–4 роки застосування напівпарового обробітку засміченість бур'янами полів знижується удвічі – втричі. З цього часу замість напівпарового обробітку краще висівати поукісні та сидеральні культури. Напівпаровий обробіток, як і паровий, обумовлює зростання втрати гумусу. При сівбі поукісних і сидеральних культур ця тенденція уповільнюється або цілком зникає. Чим менше ґрунт "гуляє" без рослин, тим менше він спрацьовується. У Швейцарії, наприклад, на зиму взагалі заборонено законом залишати поля без рослинного покриття.

Поукісні посіви висівають слідом за збиранням ранніх зернових сівалкою-культиватором СЗС-2,1, СЗС-2,1Л без попереднього обробітку, прямо в стерню. Можна також застосовувати сівалки прямої сівби типу "Грейнплейнз" (США). Як поукісні культури можуть використовуватися кормові суміші, кукурудза на зелений корм, ярий та озимий ріпак. При ранніх строках збирання зернових культур як пожнивні культури можна використовувати гречку і просо на зерно.

До відтворення родючості залучається нетоварна частина врожаю. Найдоцільніше для цієї мети використовувати солому пшениці озимої, стебла соняшнику, кукурудзи, бадилля картоплі та овочевих культур. Тонна сухих пожнивних решток з додаванням 10 кг діючої речовини азоту еквівалентна 5 т напівперепрілого гною.

У разі залишення на полі соломи пшениці озимої комбайн працює з подрібнювачем, без копнувача; подрібнена солома повітряним потоком

розсівається по стерні. Відразу після проходу комбайна поле обробляють в один слід важкою дисковою бороною для перемішування соломи з ґрунтом.

При збиранні кукурудзи на зерно стебла подрібнюють комбайном і розсівають по стерні. Вони також перемішуються з верхнім шаром ґрунту. Стебла соняшника після збирання врожаю подрібнюють проходом у 1–2 сліди важкої дискової борони. Після цього проводиться глибокий плоскорізний обробіток ґрунту.

Лекція № 7. ДЕГУМІФІКАЦІЯ ҐРУНТІВ, ПРИЧИНИ ТА ЇЇ НАСЛІДКИ. ЗАХОДИ З ВІДНОВЛЕННЯ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ ҐРУНТУ.

Поняття дегуміфікації та масштаби її розвитку. Стійкість родючості ґрунту дуже залежить від динамічної рівноваги між процесами гуміфікації та мінералізації органічної речовини. При цілинному ґрунтоутворенні гуміфікація переважає над мінералізацією і відбувається поступове накопичення органічної речовини ґрунту, вміст якої за певних умов стабілізується.

З початком сільськогосподарського використання ґрунтів динамічна рівновага (гуміфікація ↔ мінералізація) зрушується у бік підсилення мінералізації, спостерігається зниження вмісту гумусу. Основними причинами даного явища є різке скорочення надходження рослинних решток у ґрунт, зміна їх якісного складу, підсилення мікробіологічної діяльності та перемішування поверхневого шару ґрунту з менш гумусованим нижчезалягаючим шаром. Крім того, у разі нестачі свіжої органічної речовини в ґрунті гетеротрофна мікрофлора для життєдіяльності починає використовувати гумус як джерело енергії, що обумовлює дегуміфікацію ґрунту.

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.

Найбільш різкі зміни щодо вмісту гумусу відбуваються в перші роки після розорювання цілини в орному шарі. У подальшому зменшення запасів гумусу стає помітним по всьому профілю. В чорноземах типових, опідзолених і вилугованих втрати гумусу після розорювання цілини дещо вищі, ніж у чорноземах звичайних і південних.

До розорювання чорноземів типових Лівобережного Лісостепу України в їх верхньому шарі містилось 10–11 % гумусу. Нині залишилась у кращому випадку половина, а нерідко лише його третина. Вміст гумусу у 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 % від попереднього вмісту. 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 % від початкового вмісту.

Значних розмірів досягли втрати гумусу в ґрунтах України. Дегуміфікацією охоплено 39 млн. га сільськогосподарських угідь.

В богарних умовах 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 підвищує втрати гумусу в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України. Середньорічні втрати його за останні 20 років (на кінець 80-х років) порівняно з темпами втрат за попередні 80 років зросли в лісостеповій зоні у 1,65 рази, степовій – 2,4, поліській зоні – 8,4 рази. Прискорення темпів втрат гумусу за останні 25–30 років пояснюється багатьма причинами:

- підсиленням мінералізації гумусу внаслідок підвищення інтенсивності обробітку ґрунту;
- необґрунтованим поглибленням орного шару;
- практично повним відчуженням з поля нетоварної частини врожаю;

- недостатнім надходженням у ґрунт поживних решток та органічних добрив;
- внесенням високих норм мінеральних добрив, незбалансованих за складом, і низьких норм органічних добрив;
- спалюванням стерні;
- підсиленням процесів водної ерозії та дефляції;
- зміною структури посівних площ у бік підвищення частки просапних культур.

Порівняно з 1930–1940 рр. на 40 % зменшилися площі, зайняті зерновими культурами, при одночасному збільшенні втричі технічних і у 10 разів кормових культур (в основному за рахунок зернової кукурудзи).

На кінець 80-х років в Україні 52 % ріллі займали зернові культури, 15 – технічні, картопля та овочі, 33 % – кормові культури. Щорічні втрати гумусу через підвищення темпів мінералізації органічних речовин порівняно з їх накопиченням становили 18 млн. т на всій площі ріллі, або 0,6 т/га за рік.

У районах з сильною водною ерозією та дефляцією втрати гумусу ще більші. На Поліссі лише від водної ерозії середньорічні втрати гумусу дорівнюють 2,4 млн. т, у лісостеповій зоні – 10,3, у степовій – 11, в цілому по Україні – 23,7 млн. т. У 1990–1997 рр. втрати органічної речовини мало досліджувались. Хоч рівень інтенсифікації помітно знизився, однак різко зменшилось і застосування органічних добрив. В умовах гострої економічної кризи люди виживають за рахунок нещадної експлуатації природної родючості ґрунтів, що не може не відбитися на стані гумусу ґрунтів.

Зниження вмісту гумусу в ґрунтах супроводжується погіршенням його якості. У складі гумусу зменшується частка рухомого гумусу, відносно зростає його інертна частина. Пасивний гумус не бере активної участі в енергетичному обміні ґрунту, дуже повільно віддає поживні речовини, що містяться в ньому. Тому він слабо впливає на ефективну родючість ґрунту, навіть за умов, що його запаси, як це буває в чорноземах, залишаються високими. Через значні втрати гумусу погіршується його груповий склад. У

дерново-підзолистих ґрунтах зростає фульватність гумусу, в чорноземах зменшується кількість гумінових кислот, що призводить до погіршення всього комплексу агрономічно цінних властивостей ґрунтів.

На рівних позитивних формах рельєфу вододілів та опуклих схилів внаслідок втрати гумусу частіше проявляються ґрунтові посухи. На увігнутих схилах, в пологих лощинах, куди стікають поверхневі води, нерідко утворюються мочари. Цінні угіддя на значних площах втрачають родючість і їх вилучають із сільськогосподарського користування через неможливість вчасно обробити і засіяти.

Моделювання динаміки прогнозування зміни запасів гумусу в ґрунті. Для моделювання гумусо-накопичення, а також прогнозу щорічних втрат гумусу в природних екосистемах і агроценозах (сівозмінах) запропоновано багато досить складних математичних моделей. Їх складність обумовлена не лише у використанні складного математичного апарату, а й у потребі мати в розпорядженні дослідника важко-одержувані і не зовсім надійні параметри. Прикладом простих, за висловом автора, "огрублених" моделей може бути нелінійна модель І. М. Рижової (1992), але і її розв'язок є досить складний. Крім того, вона потребує наявності таких параметрів, як потенціальної (клімаксна) річна продукція фітоценозу, запасу вуглецю гумусу в ґрунті, за яким досягається половина цієї потенціальної річної продукції, і т. д.

Існує відносно проста математична модель, яка базується на зв'язку між запасами вуглецю гумусу в певному шарі ґрунту та щорічними потоками вуглецю гумусу і органічного вуглецю негумусової природи (органічних решток, органічних добрив тощо). Ця модель дозволяє отримати досить достовірні прогнозні дані щодо динаміки гумусу в ґрунті (відхилення розрахованих даних від експериментальних дорівнює 0,3 %).

Але і для її побудови потрібні наступні показники: запас вуглецю гумусу в певному шарі ґрунту, т/га; вміст у ґрунті органічного вуглецю негумусової природи, т/га; щорічне надходження до ґрунту органічного

вуглецю (органічних решток, гною тощо), т/га; коефіцієнт гуміфікації органічного вуглецю негумусової природи; коефіцієнт щорічної мінералізації вуглецю гумусу в частках одиниці від його загальних запасів у досліджуваному шарі ґрунту; коефіцієнт щорічної мінералізації у ґрунті органічного вуглецю негумусової природи, в частках одиниці; коефіцієнт спрощеної прямолінійної залежності між запасами вуглецю гумусу та щорічним надходженням у ґрунт органічного вуглецю негумусової природи.

Оцінка дегуміфікації за методом прогнозування балансу гумусу.

Для прогнозування дегуміфікації в сівозмінах проводять розрахунки балансу гумусу в них. У розрахункових методах баланс гумусу являє собою різницю між статтями його надходжень та витрат за певний інтервал часу, найчастіше за ротацію сівозміни.

Статті приходу в балансі гумусу складаються з надходження гумусу в ґрунт з органічними рештками (поверхневими і кореневими) сільськогосподарських культур, гноєм та іншими органічними добривами, посівним і посадочним матеріалом, зв'язування вуглекислого газу атмосфери та ґрунтового повітря синьозеленими водоростями й гетеротрофною мікрофлорою ґрунту.

Стаття витрат – це мінералізація органічної речовини за умов прийнятої технології вирощування сільськогосподарських культур, винос гумусу з коренемісткого шару ґрунту з внутрішньо-ґрунтовим та вертикальним стоком і втрати, що зумовлені водною ерозією і дефляцією ґрунтів.

В Україні для розрахунку балансу гумусу широко застосовують метод Г. Я. Чесняка (1987), за яким середньорічний баланс гумусу в ґрунті на 1 га за ротацію сівозміни визначають як різницю між сумою новоутвореного гумусу під культурами за ротацію сівозміни за рахунок рослинних решток і збільшення вмісту гумусу в ґрунті за ротацію сівозміни за рахунок органічних добрив та сумарною кількістю гумусу, що мінералізується під культурами за ротацію сівозміни.

Баланс гумусу складають для орного шару і для всього профілю ґрунту. З практичною метою найчастіше обмежуються розрахунком балансу для орного шару ґрунту, в якому процеси мінералізації і гуміфікації найінтенсивніші і значною мірою регулюються. Зниження вмісту гумусу в орних ґрунтах є наслідком багаторічного від'ємного балансу, зумовленого інтенсивним використанням ґрунтів і недостатнім надходженням у них органічної речовини.

При внесенні 1 т гною може утворитися гумусу: в ґрунтах степової зони – 56 кг, лісостепової – 54, Полісся – 42 кг. Мінімальна потреба в органічних добривах для створення бездефіцитного балансу становить 335 млн. т за наявності 10–15 % багаторічних культур у структурі посівних площ.

За даними Інституту ґрунтознавства УААН, за 1984–1985 рр. в Україні під всі посіви вносилося в середньому 8,2 т/г органічних добрив; зокрема, під зернові – 5,9 т/га. Найбільші норми органічних добрив вносилися під картоплю (54,6 т/га), буряки цукрові (30,3 т/га) та овочі (25,2 т/га). Однак для досягнення позитивного балансу гумусу в ґрунтах навіть такі норми органічних добрив не достатні.

Розрахунки, що для ведення землеробства з бездефіцитним балансом гумусу слід вносити гною в середньому на 1 га сівозміни на Поліссі – 15–16 т, в лісостеповій зоні – 10–12, в степовій – 8–10 т. Для розширеного відтворення гумусу внесення органічних добрив найближчим часом слід збільшити в зоні Полісся до 18–20 т/га, в лісостеповій – 13–15, в степовій зоні – 10–12 т/га, тобто у середньому по країні до 11 т/га.

Важливим резервом поновлення органічної речовини в ґрунті є рослинні рештки сільськогосподарських культур. З підвищенням урожайності їх кількість зростає, а частка у загальній біомасі знижується. Тому, чим вища урожайність, тим більше ґрунт збагачується органічною речовиною.

Різні *рослини* відіграють неоднакову роль у поповненні запасів гумусу у ґрунті. У польових сівозмінах коефіцієнт гуміфікації органічних решток коливається в межах від 0,10–0,13 (буряки цукрові, соняшник) до 0,23–0,25 (горох, вика, соя, люцерна, еспарцет). Отже, мінімальні показники мають рослинні рештки просапних культур, максимальні — зернобобових культур і багаторічних трав. Зернові культури займають проміжне положення (0,13–0,20). Мінералізація гумусу під різними культурами теж неоднакова (табл. 1.2):

Таблиця 1.2

***Середньорічна мінералізація гумусу в чорноземі типовому
лісостепової зони України, т/га***

Чорний пар	2,00
Картопля, баштанні	1,61
Коренеплоди	1,60
Буряки цукрові	1,59
Кукурудза на зерно	1,56
Горох, вика, соя	1,50
Кукурудза на силос	1,47
Соняшник	1,39
Пшениця озима	1,35
Пшениця озима на зелений корм	1,24
Ячмінь	1,23
Овес	1,20
Однорічні трави, просо, сорго, яра пшениця, гречка, вико-вівсяна суміш	1,10
Люцерна, конюшина, еспарцет	0,60

В полі чорного пару вона досягає 2 т/га, на полях з багаторічними травами – 0,6, а під рештою культур становить 1,10–1,6 т/га. Тому баланс гумусу істотно залежить від *структури посівних площ*.

В умовах природних зон України посіви багаторічних трав у польових сівозмінах забезпечують таке щорічне поповнення втрат гумусу в ґрунтах: Полісся – близько 0,2, лісостепова зона – 0,1 т/га.

Істотним джерелом органічних добрив є *сидерати*. Їх вирощування на площі 8–10 млн. га дозволило б накопичувати 200–250 млн. т біомаси, що еквівалентно 100 млн. т гною. При інтенсивному землеробстві доцільно сидерати застосовувати як проміжну культуру, що дає змогу використовувати зелене добриво в сівозмінах без зміни структури посівних площ. Джерелом збільшення внесення органічних добрив і підвищення запасів гумусу в ґрунті є внесення *соломи*. За вмістом органічної речовини та здатністю відтворення гумусу 1 т соломи є еквівалентом 4–5 т підстилкового гною. Оскільки співвідношення С : N в соломі злакових є значним і становить 70–80 до 1, для підвищення коефіцієнта гуміфікації під час її внесення потрібно на кожну тонну соломи додатково вносити 8–10 кг діючої речовини мінерального азоту.

Для задоволення потреби землеробства в органічних добривах разом з використанням традиційних їх видів потрібно вишукувати нові органічні матеріали. Це насамперед сапропелі, а також відходи лісової, деревообробної, гідролізної, харчової, шкіряної та інших видів промисловості.

Розв'язання проблеми гумусу нерозривно пов'язане з загальною культурою ведення землеробства, складовою частиною якого є *система обробітку ґрунту*. Віковий досвід землеробства показує, що при оранці з поворотом скиби неможливо зберігати і підтримувати запаси гумусу в ґрунтах на достатньому рівні. Про це свідчать масштаби дегуміфікації ґрунтів у нашій країні і за кордоном.

Вихід з положення, що склалося, один: створення регіональних екологічно збалансованих ґрунтозахисних систем землеробства, що забезпечать цілковите припинення або зведення до мінімально допустимих меж втрат ґрунтів внаслідок ерозійних процесів, зниження інтенсивності

біологічної мінералізації гумусу. Важливою ланкою в таких системах землеробства поряд з контурно-меліоративною організацією території, комплексом протиерозійних гідротехнічних та лісомеліоративних заходів є ґрунтозахисні технології вирощування сільськогосподарських культур, основані на обробітку ґрунту без обороту скиби. При існуючих обсягах використання органічних добрив лише такий обробіток в поєднанні з мульчуванням ґрунту рослинними рештками здатний наблизити процеси гуміфікації до природних і забезпечити вихід землеробства на позитивний баланс гумусу.

Систематичні спостереження за станом гумусу в ґрунтах агроценозів дають змогу виявити річні цикли його вмісту. Встановлено, що кількість гумусу у ґрунті протягом року не є постійною: найбільше його міститься навесні, найменше – під час збирання врожаю, втрати наполовину відновлюються восени, і навесні цикл замикається.

Для орного шару чорнозему типового середньо-суглинкового Київської обл. річне коливання вмісту гумусу становило 0,27 %. Для того ж ґрунту заповідника "Михайлівська Цілина" воно дорівнювало 1,3 %, а для чорнозему південного Миколаївської області – 0,17 %.

Річні цикли вмісту гумусу вдалося виявити на тривалих фонах систематичного безплужного обробітку ґрунту. На фоні оранки вони згладжуються і помітити їх важко. Якщо розглянути річні цикли вмісту гумусу в ґрунті в стаціонарному досліді Новоодеської держсортодільниці, то результати будуть такі: на 28-річних фонах мілкого безполицевого обробітку ґрунту коливання вмісту гумусу становили 0,17 %, у варіантах із комбінованим обробітком ґрунту – 0,09, при систематичній оранці – 0,04 %. Це свідчить, що в природі існує механізм саморегуляції гумусового стану ґрунту. Чим вища амплітуда річного циклу вмісту гумусу у ґрунті, тим більша здатність цього ґрунту до саморегуляції гумусового стану. При систематичному обробітку ґрунту з обертанням скиби він втрачає здатність до саморегуляції.

При зменшенні вмісту гумусу в ґрунті від весни до кінця літа (збирання врожаю) на 0,27 % у ґрунті виділяється багато енергії, що концентрується у вирощеній біомасі. В той же час у ґрунті зменшується вміст органічної речовини на 8–6 т/га. У зв'язку з цим виникає питання: як ґрунт відновлює втрачену енергію?

Встановлено, що гетеротрофні організми, у тому числі і мікроорганізми, мають майже всі ті самі механізми фіксації вуглекислоти, що і автотрофи, за виключенням рибульозо-1,5-дифосфаткарбоксилазної реакції. Принциповою різницею процесів фіксації вуглекислоти у автотрофів і гетеротрофів є використання ними для цієї мети джерела енергії. Автотрофи використовують енергію, що вивільнюється у процесі фотолізу води, гетеротрофи – енергію окиснення органічних сполук. Нині відомо, що гетеротрофні організми можуть здійснювати понад 20 реакцій карбоксилювання. Ці реакції діляться на три групи: такі, що відбуваються за рахунок енергії аденозинтрифосфату кальцію (АТФ); такі, що відбуваються за рахунок енергії відновлених форм піримідин-нуклеотидів, і такі, що не потребують енергії ззовні (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Різний вміст АТФ у ґрунті залежно від обробітку та рівня удобрення

Обробіток	Удобрення	Глибина відбору ґрунту, см	Вміст АТФ, 10^{-8} г/г ґрунту	Теплотворність ґрунту, Дж/г
Оранка на різну глибину	Контроль 12 т/га гною + $N_{78}P_{70}K_{78}$	0–10	2,4	18,4
		20–30	6,0	16,1
		0–10	5,9	19,8
		20–0	2,9	14,7
Безплужний на різну глибину	Контроль 12 т/га гною + $N_{78}P_{70}K_{78}$	0–10	0,6	20,7
		20–30	9,9	14,2
		0–10	2,7	23,6
		20–0	1,0	18,3

І іони HCO_3^- , і CO_2 беруть участь у реакціях карбоксилування: іони HCO_3^- – в АТФ-залежних реакціях, що не потребують надходження енергії ззовні, газоподібний CO_2 – у реакціях, залежних від нікотинаміддинуклеотиду NADH_2 та нікотинамід-динуклеотидфосфату NADPH_2 .

Вуглекислота, що використовується в реакціях карбоксилування у тканинах гетеротрофного організму, бере участь у біосинтезі жирних кислот, ліпідів, багатьох амінокислот, білків; в синтезі вуглеводів, утворенні пуринових і піримідинових основ (нуклеотидів і нуклеїнових кислот) та інших процесах обміну речовин.

Процеси фіксації вуглекислоти можуть здійснюватися з різною швидкістю. Основними чинниками, що впливають на інтенсивність цих процесів, є: концентрація і співвідношення в середовищі HCO_3^- та CO_2 ; рН середовища; концентрація іонів металів, активаторів або інгібіторів карбоксилаз; міра забезпеченості клітин джерелами енергії (АТФ, NADH_2 , NADPH_2), активність карбоксилаз і концентрація їх коферментів (біотину, нікотинаміну, тетрагідрофолату, вітамінів B_6 та B_{12} і К).

Інтенсивність фіксації вуглекислоти мікрофлорою ґрунту залежить від населеності ґрунту мікрофлорою, її видового складу, способу обробітку і удобрення. Вона залежить також від наявності енергії, фіксованої в органічних добривах і акумульованої мікроорганізмами у формі АТФ.

Результати вимірювань інтенсивності асиміляції вуглекислоти з міченою радіоактивним ізотопом C-14 мікрофлорою ґрунту показують, що ця інтенсивність зменшується в ряду від чорноземів типових до південних і узгоджується з вмістом гумусу та заселенням ґрунту мікрофлорою.

У варіантах з оранкою незалежно від підтипу чорнозему максимальна інтенсивність асиміляції вуглекислоти спостерігається на глибині 20–30 см.

При безполицевому обробітку в чорноземі типовому найбільше засвоєння CO_2 характерне для верхнього 10-сантиметрового шару. В чорноземі звичайному та південному максимум асиміляції властивий шару

10–20 см, що пояснюється більш жорстким гідротермічним режимом цих ґрунтів. Для шару 0–30 см інтенсивність асиміляції CO_2 у варіантах з безплужним обробітком вища, ніж на оранці. Це свідчить про більшу чисельність та кращі умови життєдіяльності автотрофних і гетеротрофних мікроорганізмів під час обробітку ґрунту без обороту скиби.

Засвоєння CO_2 мікроорганізмами ґрунту не є постійним у часі. На чорноземі звичайному у верхній (0–10 см) та нижній (20–30 см) частинах оброблюваного шару ґрунту інтенсивність асиміляції вуглекислоти є високою навесні. Влітку цей показник знижується, а восени зростає знову.

Певний інтерес викликають дані, що тривале застосування добрив знижує інтенсивність засвоєння CO_2 в 1,2–1,4 рази порівняно з варіантами без добрив. Це обумовлено збільшенням чисельності та кращим розвитком гетеротрофних мікроорганізмів в ґрунті удобрених варіантів внаслідок більшого надходження свіжої органічної речовини з добривами та рослинними рештками.

Вуглець вуглекислоти асимілюється різними класами органічних сполук живих клітин. Частка фракції білків і нуклеїнових кислот становить 30–42 %, на фракцію, що крім цих компонентів містить також ліпіди, припадає 31–47 % загальної кількості CO_2 . Отже, вуглець вуглекислоти ґрунту і ґрунтового повітря бере участь у процесах утворення біомаси ґрунту, включаючись у низку органічних сполук.

Вуглець вуглекислоти бере участь у процесах гумусоутворення, включаючись з NaHCO_3 як у загальний органічний вуглець ґрунту, так і у фракції гумінових кислот і фульвокислот. Накопичення міченого вуглецю ^{14}C вуглекислоти загальним органічним вуглецем ґрунту і фракцією фульвокислот інтенсивніше відбувається у варіантах з безплужним обробітком порівняно з оранкою. збільшення часу на реакції між вуглекислотою та органічною речовиною ґрунту від 4 годин до 3 та 10 діб обумовлює зниження вмісту мітки ^{14}C у фракціях загального органічного

вуглецю та фульвокислот і накопичення її у фракції гумінових кислот. Це пов'язано з конденсацією фульвокислот і переходом їх у гумінові кислоти, а також заміною карбоксилів на азотомісткі функціональні групи.

Отже, вуглець вуглекислоти ґрунту та ґрунтового повітря бере активну участь в утворенні гумусових речовин ґрунту. Спочатку він фіксується гетеротрофними організмами, що використовують його для побудови власного тіла. Цей процес відбувається протягом декількох годин. Накопичення мітки в гумусових речовинах відбувається повільніше – за декілька діб, при цьому вміст її зростає спочатку в фульвокислотах, а потім вона переходить до гумінових кислот.

Асиміляція вуглекислоти ґрунтового повітря – одна з прибуткових статей механізму саморегуляції родючості ґрунту.

Лекція № 8. КИСЛОТНА ДЕГРАДАЦІЯ ҐРУНТІВ, ПРИЧИНИ ЇЇ ВИНИКНЕННЯ ТА НАСЛІДКИ. СТРОКИ, НОРМИ, СПОСОБИ, МІСЦЕ ВНЕСЕННЯ ВАПНЯКОВИХ МАТЕРІАЛІВ У СІВОЗМІНІ.

Загальне поняття, причини та масштаби розвитку. Зростаюча кислотність ґрунтового покриву – одна з найгостріших проблем сучасності та найближчого майбутнього. Процес підкислення ґрунтів набуває глобальних масштабів, спричиняючи негативні агрогеохімічні наслідки.

Особливу тривогу викликає те, що явище підкислення ґрунтів має прихований і в багатьох випадках вторинний характер. Спочатку відбувається процес декальцинації, а потім, значно пізніше, спостерігається підкислення ґрунту. Нерідко вже провапновані ґрунти знов стають кислими. З'являються кислі ґрунти і в районах, де їх раніше не було.

Причин, що обумовлюють підкислення, багато. Найістотнішими з них є кислотні дощі, низький рівень удобрення ґрунтів органікою, необґрунтовано інтенсивне застосування засобів хімізації в землеробстві. Отже, вторинне підкислення ґрунтів має переважно антропогенне походження.

За даними ЮНЕСКО, в атмосферу надходить 10^9 т/рік кислотних агентів газового та аерозольного характеру. Це насамперед сполуки сірки, азоту, вуглецю і хлору. При їх окисненні та конденсації утворюються сірчана, соляна, вугільна й азотна кислоти, які випадають на ґрунти з дощовою водою.

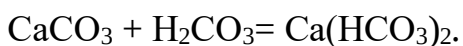
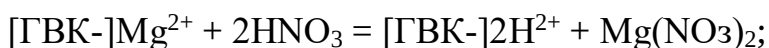
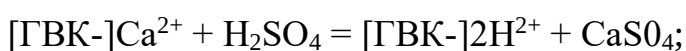
Найбільше кислотних дощів випадає у країнах Скандинавського півострова. Нині добре відомо, що підкислення ґрунтів – це проблема східних районів США, Канади, Німеччини, Великої Британії, Бельгії, Польщі, України, Молдови, країн Прибалтики, низки областей Росії.

За останні 50–60 років спостерігається загально планетарне підвищення кислотності дощових опадів. Сильне зростання цього показника

зареєстровано в багатьох індустріальних районах Швеції, Норвегії, США та

Канади. У цих країнах рН дощової води знизився з 6–6,5 до 5–4,6, а в окремі періоди до 4–3,5. Зареєстровані випадки, коли у Підмосков'ї (Росія) спостерігались випадки зниження рівня рН дощової води до 3–2,6.

Особливо висока кислотність вод виникає під час весняного сніготанення. Реакція таких вод може досягати рН 4–3,5. Кислі талі та дощові води, потрапляючи у ґрунт, спричиняють підкислення всього профілю ґрунту, а нерідко підкислюють і підґрунтові води. Кислоти, потрапляючи в ґрунт, взаємодіють з його органічною та мінеральною частинами. При цьому відбуваються такі реакції:



Встановлено, що гідроліз і нітрифікація однієї грам-молекули NH_4HNO_3 дає в результаті дві грам-молекули HNO_3 . При нітрифікації однієї грам-молекули $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ утворюються дві грам-молекули азотної і одна молекула сірчаної кислоти. З однієї грам-молекули NH_4OH за певних умов може утворитися одна грам-молекула азотної кислоти.

Тому темпи вапнування ґрунтів повинні перевищувати темпи внесення мінеральних добрив. Невиконання цього правила приведе до вторинного підкислення ґрунтів.

В Україні є понад 11 млн. га дерново-підзолистих, буроземних, сірих опідзолених ґрунтів і чорноземів опідзолених з підвищеною кислотністю, з яких 7,8 млн. га припадає на ріллю, понад 3 млн. га — на природні кормові угіддя.

В Україні внесення поживних елементів з мінеральними добривами зросло у середньому за рік у 1971–1975 і 1976–1980 рр. відповідно на 84 та 147 % порівняно з періодом 1966–1970 рр. Використання вапнякових матеріалів зросло всього на 30 %. У цей період спостерігалось збільшення площ слабо- і середньо-кислих ґрунтів за рахунок зменшення площ ґрунтів з

близькою до нейтральної реакції, особливо в районах бурякосіяння, де площа слабо-кислих ґрунтів збільшилась на 555, а середньо-кислих – на 196 тис. га.

Підсилювались процеси декальцинації і вторинного підкислення чорноземів вилугованих, типових і звичайних через широке впровадження у виробництво індустриальних та інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур з внесенням підвищених і високих норм мінеральних добрив.

У 90-х роках рівень внесення мінеральних добрив різко зменшився і 1998–1999 рр. становив лише 17–20 кг діючої речовини на 1 га. У той же час знизились і норми внесення органічних добрив та хімічних меліорантів. Тому ситуація щодо підкислення і декальцинації ґрунтів наприкінці 90-х років не змінилася. На підкислення і декальцинацію ґрунтів істотно впливають також кислотні дощі, викиди промислових підприємств, перенесення водою і вітром продуктів з териконів та відвалів розкривних робіт.

Встановлено, що внесення мінеральних добрив без вапнякових матеріалів спричиняє підкислення чорноземів типових, початкова реакція яких була близькою до нейтральної (а стала 5,4–5,2). При тривалому внесенні підвищених доз мінеральних добрив спостерігається зростання активної кислотності. Внесення азотних добрив ще більш підвищує активну кислотність ґрунту порівняно з внесенням фосфорно-калійних добрив. Найбільша активна кислотність відмічається при внесенні 157 кг/га азоту. Аналогічні зміни при внесенні мінеральних добрив відбуваються і з обмінною кислотністю, але найбільш істотно збільшується обмінна титрована та гідролітична кислотність. Перша зростає у 2–2,3 рази, друга – у 2,5–3,8 рази.

Під впливом підвищених норм мінеральних добрив змінюється також склад обмінних катіонів. Знижується сума увібраних основ. Ємність катіонного обміну чорнозему типового дещо зростає під впливом внесення добрив, але збільшення її відбувається за рахунок гідролітичної кислотності. До негативного впливу підвищених доз азотних добрив слід віднести і різке

зниження буферної ємності ґрунту в кислій області з 1,96 мг-екв. рН на контролі до 0,99 мг-екв. рН при внесенні $N_{157}P_{87}K_{83}$! Це означає, що опірність, або "імунітет", ґрунту до антропогенних чинників деградації зменшився удвічі всього за декілька років.

Наведені дані свідчать, що навіть на чорноземах типових за наявності високих норм мінеральних добрив потрібно вносити вапнякові матеріали. За існуючими рекомендаціями, на кожен центнер фізіологічно кислих туків слід вносити від 0,4 до 3 ц $CaCO_3$ (табл. 1.4).

Таблиця 1.4

Дози $CaCO_3$ для нейтралізації фізіологічно кислих добрив, ц на 1 ц туків

Добриво	Доза $CaCO_3$
Хлористий амоній	1,40
Сульфат амонію	1,20
Сульфат амонію-натрію	1,90
Аміачна селітра	0,75
Аміачна вода	0,40
Аміак безводний	2,9-3,0
Сечовина	0,80
Амофос	0,65

Істотний вплив на кислотність ґрунту можуть мати промислові викиди, що містять сульфідів та оксиди металів. У ґрунті вони утворюють сірчану кислоту, яка обумовлює підкислення. На освоєних болотних ґрунтах підкислення може бути спричинене окисненням сульфідів заліза та мангану. На цих ґрунтах дренажними водами виносяться сполуки кальцію, магнію та калію, тому для підвищення їх родючості слід проводити вапнування.

Прогноз декальцинації та підкислення ґрунтів. Динаміка (розвиток у часі) та кінетика (зміна під впливом якогось чинника постійної чи змінної інтенсивності) багатьох природних чи антропогенно спричинених процесів може бути достатньо точно описана простими диференціальними рівняннями першого порядку, яке добре описує розвиток у часі чи під впливом зростаючих доз мінеральних добрив процесів підкислення чорноземних ґрунтів. При цьому враховуються такі показники, як гідролітична кислотність ґрунту; час (кількість років спостережень); доза азоту на 1 га сівозміни, кг.

Рівняння радіоактивного розпаду добре описує розвиток у часі чи під впливом певного чинника процес декальцинації (зменшення вмісту в ґрунті обмінного кальцію) чи загального зниження суми увібраних основ: При цьому враховуються такі показники, як гідролітична кислотність ґрунту; час (кількість років спостережень); вміст у ґрунті обмінного кальцію на 1 га сівозміни, кг. Результати розрахунків, проведених за цими рівняннями, мають достатньо високу точність щодо моделювання процесу декальцинації. Відхилення розрахункових даних від експериментальних не перевищує 0,45 %.

Результати застосування такого методу моделювання процесів декальцинації та підкислення дозволяють дати наступну загальну рекомендацію щодо подолання декальцинації і підкислення чорнозему типового малогумусного під впливом зростаючих доз азоту: *кожен центнер аміачної селітри, що вноситься на 1 га сівозміни на чорноземі типовому малогумусному центрального і правобережного районів лісостепової зони України потребує внесення в ґрунт 0,5 ц вапна.*

Таким чином, своєчасне виявлення, моделювання динаміки та прогнозування декальцинації і підкислення таких цінних за своєю продуктивністю ґрунтів, як чорноземи, має виключно важливе значення.

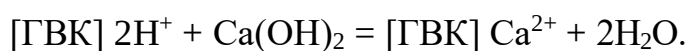
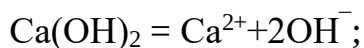
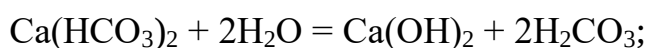
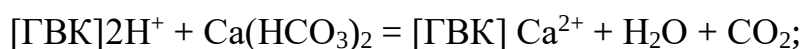
Кислотні дощі, внесення хімічно та фізіологічно кислих добрив значно підкислили реакцію середовища навіть традиційно нейтральних ґрунтів. В орному шарі чорноземів виявляється до 4–6 мг-екв. гідролітичної

кислотності на 100 г ґрунту. Підкислення ґрунтів різко знижує ефективність всіх інших заходів щодо підвищення родючості. Тому в комплекс заходів для відтворення родючості слід обов'язково включати заходи хімічної меліорації кислих і лужних ґрунтів: вапнування та гіпсування.

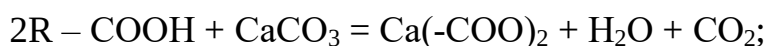
Завдяки вапнуванню нейтралізується кислотність, рослини забезпечуються кальцієм та іншими елементами живлення, підсилюється мікробіологічна активність ґрунту, припиняється каолінізація глинистих мінералів, зменшується вміст розчинних сполук алюмінію, заліза, мангану; поліпшуються агрегатний склад, агрохімічні та фізико-хімічні властивості, істотно зростає ефективність мінеральних добрив.

Для регулювання кислотності ґрунту застосовують різні меліоранти. Найчастіше це осадові породи, що складаються переважно з кальциту CaCO_3 , доломіту $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ тощо.

При взаємодії вапна з ґрунтом відбуваються такі реакції:



Вапно взаємодіє також з вільними гумусовими та іншими кислотами, азотною кислотою, що утворюється внаслідок нітрифікації, нейтралізуючи їх:

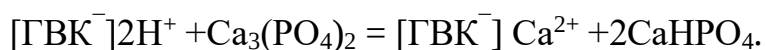


На кислих ґрунтах, що містять обмінний алюміній, з вуглекислим кальцієм відбувається реакція



Кальцій переходить в увібраний стан, ґрунтовий розчин збагачується на бікарбонат кальцію.

На дуже кислих ґрунтах з гідролітичною кислотністю понад 2,5 мг-екв/100 г ґрунту нейтралізуючу дію на ґрунт чинить і фосфоритне борошно:



Фосфорит переходить у розчинну сполуку, чим досягається краще живлення рослин фосфором.

Потреба ґрунтів у вапнуванні визначається комплексом показників: ступенем та величиною кислотності ґрунту, ступенем насиченості його основами, гранулометричним складом і вмістом органічної речовини, відношенням культур сівозміни до реакції середовища. Для визначення потреби у вапнуванні користуються шкалою (табл. 1.5).

Таблиця 1.5

Потреба ґрунтів у вапнуванні за гідролітичною кислотністю

Потреба у вапнуванні	Гідролітична кислотність, мг-екв/100 г ґрунту
Ґрунти потребують першочергового вапнування в усіх зонах України	>4
Ґрунти потребують першочергового вапнування в Поліссі та Лісостепу. Середня потреба у вапнуванні ґрунтів Прикарпаття та західної частини Лісостепу, слабка – у гірських районах Карпат	3–4
Середня потреба у вапнуванні ґрунтів у Поліссі та Лісостепу, слабка – у Передкарпатті, відсутня – у гірських районах Карпат	2–3
Доцільне вапнування опідзолених ґрунтів Лісостепу; необхідне – на Поліссі, на супіщаних, піщаних і глинисто-піщаних ґрунтах	1,8–2
Слабка потреба у вапнуванні піщаних і глинисто-піщаних ґрунтів	1,8–1,5
Немає потреби у вапнуванні	< 1,5

За мірою кислотності та потребою у вапнуванні ґрунти України поділяють на п'ять груп (табл. 1.6).

Потреба ґрунтів у вапнуванні залежно від pH_{KCl}

Міра кислотності	pH_{KCl}	Потреба ґрунтів у вапнуванні
Дуже сильна	<4,5	Першочергове вапнування в усіх типах сівозмін
Сильна	4,1–4,5	Першочергове вапнування в усіх типах сівозмін
Середня	4,6–5,0	Першочергове вапнування в овочевих і кормових сівозмінах на супіщаних та суглинкових ґрунтах; середня потреба у польових сівозмінах на піщаних ґрунтах
Слабка	5,1–5,5	Вапнування супіщаних і суглинкових різновидностей, особливо в сівозмінах з травами, кормових та овочевих. В останню чергу вапнують піщані та глинисто-піщані ґрунти
Близька до нейтральної	5,6–6,0	Вибіркове вапнування супіщаних та суглинкових ґрунтів і насамперед у сівозмінах з вимогливими до вапна культурами. Не потребують вапнування ґрунти з $pH_{KCl} > 6,5$ незалежно від їх поширення

Якщо у чорноземах лісостепової зони лінія карбонатів розташована на глибині понад 50 см, а гідролітична кислотність перевищує 2 мг-екв/100 г ґрунту, то в зерно-бурякових сівозмінах вапно слід вносити раз на ротацію – під цукрові буряки або багаторічні трави.

За ступенем насиченості основами та потребою у вапнуванні ґрунти поділяються на чотири групи: <50% – необхідно вапнувати у першу чергу; 50–70 % – є потреба у вапнуванні; 70–90 % – вапнування проводять з урахуванням набору культур у сівозміні та рівня внесення мінеральних добрив; > 90 % – вапнувати не потрібно.

За реакцією на вапнування сільськогосподарські культури також поділяють на 4 групи:

1 – дуже позитивно реагують на вапнування — конюшина, люцерна, столові та цукрові буряки, капуста, коноплі, ріпак;

2 – добре реагують на вапнування – пшениця, кукурудза, ячмінь, горох, огірки, цибуля, соняшник;

3 – позитивно реагують на вапнування – жито, овес, томати, гречка, льон;

4 – мають слабку реакцію на вапнування – картопля, люпин, брюква, сераделла.

Важкі за гранулометричним складом кислі ґрунти легше переносять підвищені норми вапна. На легких ґрунтах доцільно вносити менші дози.

В Україні в усіх зонах поширення кислих ґрунтів, незалежно від вирощуваних культур, дозу вапна визначають за величиною гідролітичної кислотності ґрунту за спеціальною формулою, в якій враховуються: кількість грамів CaCO_3 , необхідних для нейтралізації 1 мг-екв кислотності в 1 кг даного ґрунту; його гідролітична кислотність, мг-екв/100 г ґрунту; глибина шару ґрунту, в який вноситься вапно; щільність ґрунту, г/см³.

Останнім часом для розрахунку норм вапна в Україні широко застосовується нормативний метод.

За І. С. Шатіловим та ін. (1986), дози вапна для дерново-підзолистих ґрунтів з вмістом гумусу в межах від 1 до 5 % при $\text{pH}_{\text{кел}}$ 3,8–5,5 з урахуванням гранулометричного складу слід визначати за такими формулами:

для піщаних ґрунтів

$$D = 0,85 \Gamma \cdot \text{pH} - 1,08 \text{ pH} + 4,32\Gamma + 7,8;$$

для супіщаних ґрунтів

$$D = 0,85 \Gamma \cdot \text{pH} - 1,08 \text{ pH} + 4,32\Gamma + 8,0;$$

для легкосуглинкових ґрунтів

$$D = 0,55 \Gamma \cdot \text{pH} - 1,23 \text{ pH} + 3,17\Gamma + 9,5;$$

для середньосуглинкових ґрунтів

$$D = 0,55 \Gamma \cdot \text{pH} - 1,23 \text{ pH} + 3,17\Gamma + 9,9;$$

для важкосуглинкових ґрунтів

$$D = 0,65 \Gamma \cdot pH - 1,88 pH + 3,42\Gamma + 1,43;$$

для глинистих ґрунтів

$$D = 0,65 \Gamma \cdot pH - 1,88 pH + 3,42\Gamma + 1,46,$$

де D – доза CaCO_3 , т/га; pH – показник кислотності (pH_{KCl}); Γ – вміст гумусу у ґрунті, %.

Для вапнування ґрунтів застосовують матеріали, які крім CaCO_3 містять інші форми кальцію та магнію, наприклад доломітове борошно, гідроксид кальцію, магнію або їх оксиди (CaO , MgO). При розрахунках доз вапна їх потрібно перетворити в CaCO_3 .

Для визначення потреб ґрунтів у повторному вапнуванні проводиться додаткове агрохімічне обстеження. Визначають показники, що характеризують ступінь і величину кислотності. Строки повторного вапнування можна визначити і за балансовими розрахунками. Баланс кальцію та магнію у кислих ґрунтах Полісся складається таким чином, що при внесенні 5,5–6 ц/га мінеральних добрив повторне вапнування слід проводити через 7–8 років після першого; при внесенні щорічно 10–12 ц/га мінеральних добрив – через 6–7, в окремих районах – через 4–5 років. Середня періодичність вапнування ґрунтів в різних регіонах України є різною: у Передкарпатті, Карпатах і Закарпатті – 4–6 років, Поліссі – 6–7, лісостеповій зоні – 6–9 років.

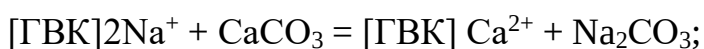
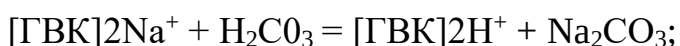
Враховуючи різне ставлення сільськогосподарських культур до реакції ґрунтового розчину, вапно у ґрунт вносять з таким розрахунком, щоб його максимальна дія виявлялась на культурах першої та другої груп і меншою мірою – на культурах третьої та четвертої груп.

У зерно-льono-картопляних сівоzmінах Полісся вапно вносять при вирощуванні картоплі, льону та люпину. В лісостеповій зоні найкращим місцем для вапна є попередники тих культур, які дуже добре реагують на вапнування. Добрі результати дає внесення вапна безпосередньо під цукрові

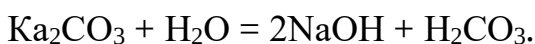
буряки. У західних районах України в 9–10-пільних сівозмінах вапно доцільно вносити у два прийоми: 0,5 дози на початку та 0,5 дози у середині ротації з урахуванням чергування культур. Слід також пам'ятати, що 1 т вапна забезпечує приріст врожаю зернових у 2–2,2 ц/га протягом 5–6 років. Вапнування істотно підвищує ефективність мінеральних добрив.

До хімічної меліорації належить і гіпсування лужних ґрунтів. В Україні солонцеві ґрунти поширені у районах північного і центрального районів Лівобережного Лісостепу, Донбасу, східної частини Харківської області Присивашся, Причорномор'я, Керченського півострова.

Сода має такий негативний вплив на сільськогосподарські культури, що навіть при вмісті її в ґрунті 0,005 % вони починають страждати і гинути. Сода утворюється внаслідок обмінних реакцій між ґрунтом, насиченим увібраним натрієм, вугільною кислотою або карбонатом кальцію підґрунтових вод та ґрунтових розчинів:



Сода піддається в ґрунті активному гідролізу:



Тому солонці мають високу лужність (рН понад 8,5–9).

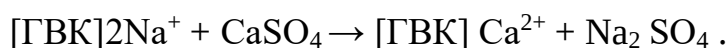
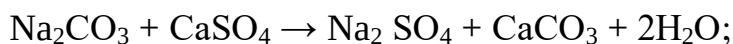
Солонцюваті ґрунти характеризуються високою в'язкістю, липкістю, вони мало водопроникні у вологому стані і дуже тверді, зцементовані та безструктурні в сухому. На таких ґрунтах у посушливі періоди рослини страждають від нестачі вологи, у вологі періоди – від нестачі повітря.

Залежно від вмісту увібраного натрію (% ємності катіонного обміну) ґрунти поділяються на такі групи: не солонцюваті – менше 5; слабо-солонцюваті – 10–5; середньо-солонцюваті – 15–10; дуже солонцюваті – 20–15; солонці – понад 20.

Поряд з натрієвими солонцями значні площі займають мало-натрієві (магнієві) солонці. Особливість цих ґрунтів полягає у високому вмісті в ГВК увібраного магнію (до 50 %) при незначному вмісті увібраного натрію. Мало-

натрієві солонці мають всі ті ж негативні властивості, що і натрієві. Ліквідація негативних властивостей солонців є основним завданням хімічної меліорації – гіпсування.

При внесенні гіпсу у ґрунт іони кальцію нейтралізують соду ґрунтового розчину та витісняють увібраний натрій з ГВК:



У невеликій кількості Na_2SO_4 , що утворюється при гіпсуванні, не шкодить рослинам. Але при багаторічному гіпсуванні солонців у ґрунті утворюється багато Na_2SO_4 , який необхідно видаляти з кореневмісного шару промиванням. В умовах богарного землеробства промивання можна здійснити снігозатриманням та акумуляцією поверхневого стоку.

Гіпсування ґрунтів проводять при вмісті увібраного натрію понад 5% ємності катіонного обміну. Розрахунки норм гіпсування виконуються за формулами:

для нейтральних ґрунтів

$$D = 0,086 (\text{Na} - 0,05\text{ЄКО}) \text{hd}$$

для слаболужних ґрунтів

$$D = 0,086 (\text{Na} - 0,05\text{ЄКО}) + (\text{S} - 0,7) \text{hd}$$

для дуже лужних (содових) ґрунтів

$$D = 0,086 (\text{Na} - 0,05\text{ЄКО}) + (\text{C} - 0,7) \text{hd}$$

для малонатрієвих (магнієвих) солонців

$$D = 0,086 [(\text{Na} - 0,1 \text{ЄКО}) + (\text{Mg} - 0,3\text{ЄКО})] \text{hd},$$

де D — доза гіпсу ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), т/га; Na — вміст увібраного натрію, мг-екв/100 г ґрунту; ЄКО — ємність катіонного обміну; h — глибина меліоративного шару ґрунту, см; S — вміст токсичної лужності $(\text{HCO}_3)^-$ — Ca^{2+}) у водній витяжці; C — вміст карбонату натрію $(\text{CO}_3^{2-} - \text{Na}^+)$ у водній витяжці, мг-екв/100 г ґрунту; Mg — вміст увібраного магнію, мг-екв/100 г ґрунту.

Найчастіше для меліорації солонців використовують гіпс і фосфогіпс. У гіпсі міститься 79–85 % сульфату кальцію. За вимогами стандарту, всі частки сиромеленого гіпсу повинні проходити через сито з діаметром отворів 1 мм і не менше 70–80 % – через сито з отворами 0,25 мм. Вологість не повинна перевищувати 8%. Фосфогіпс – відхід виробництва преципітату. Він містить 70–75 % гіпсу, 2–3 – фосфору, до 3 — заліза та алюмінію, 5–6 – глини та близько 15 % – води.

Останнім часом як меліоранти використовують глиногіпс, хлорид кальцію, сірку, сульфат заліза, сульфат алюмінію, дефекат, неорганічні кислоти (сірчану, соляну, азотну) тощо. Вибір меліоранту визначається ефективністю його впливу на ґрунт та відповідністю властивостям ґрунту.

Якщо замість гіпсу використовують інший меліорант, то, визначаючи його дозу, враховують вміст меліоруючих речовин, еквівалентний 1 т гіпсу. Для цього користуються коефіцієнтами перерахунку цих речовин на гіпс:

Меліоруюча речовина Коефіцієнт

Гіпс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 1,0

Хлорид кальцію ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 0,85

Сірка (S) 0,19

Сірчана кислота (H_2SO_4) 0,57

Сульфат заліза ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 1,62

Сульфат алюмінію [$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$] 1,29

Полісульфід кальцію (CaS_5) 0,77

Вапняк (CaCO_3) 0,58

Глиногіпс (60% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 1,67

Фізичну норму меліоранта обчислюють з урахуванням вмісту гіпсу в матеріалі.

Слід підкреслити, що хімічні меліоранти не вирішують всіх проблем докорінного поліпшення солонців. Їх треба застосовувати в комплексі з агротехнічними та біологічними методами. Лише за цієї умови реалізується максимальна ефективність хімічної меліорації.

Комплекс заходів меліорації солонців та солонцюватих ґрунтів повинен охоплювати:

1. хімічні заходи – внесення меліорантів;
1. обробіток ґрунту чизельними розпушувачами на глибину 35–45 см або плантажну оранку на 60–70 см;
2. планування (вирівнювання) поверхні поля;
3. регулювання поверхневого стоку та влаштування дренажу та промивного водного режиму за рахунок зрошення і снігозатримання;
4. використання органічних і мінеральних добрив як засіб, що прискорює хімічну меліорацію і підвищує родючість ґрунту;
5. створення після меліорації сприятливого агробіологічного фону висівом солестійких рослин (у перші роки – буркуна, суданської трави, люцерни, а в міру окультурення – ячменю, пшениці озимої, сорго, буряків цукрових).

Лекція № 9. ОХОРОНА ҐРУНТІВ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ АГРОХІМІКАТАМИ ТА ПРОДУКТАМИ ТЕХНОГЕНЕЗУ

На даному етапі розвитку аграрних технологій ведення інтенсивного сільського господарства неможливе без застосування добрив. Практика їх використання розширюється й постійно вдосконалюється. 300-400 млн. т мінеральних добрив використовується для забезпечення населення планети продуктами харчування. Поряд з мінеральними, розширюються масштаби використання органічних добрив та хімічних меліорантів. Однак хімізація землеробства мусить бути науково-обґрунтованою. Необдуманність у використанні "хімії" на полях може мати катастрофічні наслідки.

Надлишок азотних добрив небажаний. Надлишковий азот викликає переважний ріст вегетативних органів за рахунок генеративних, підвищує чутливість рослин до низьких температур. Надлишковий азот особливо небезпечний у нітратній формі, тому що він не сорбується ґрунтом, легко мігрує по профілю і потрапляє в ґрунтові води. Зі збільшенням кількості азотних добрив виявляється підвищення концентрації нітратів у природних водах. Підвищення концентрації нітратів у питній воді до 40–50 мг/л стало причиною захворювання дітей метатегоглобанемією у США, Ізраїлі, Франції, ФРН та інших країнах (*Б. Коммонер, 1974*).

Не тільки нітратні, але й аміачні сполуки азоту здатні забруднювати ґрунти. Відомо, що амонійний азот перешкоджає хлоруванню води, якщо його концентрація перевищує 1 мг/л. До того ж, окиснюючись до нітратів, амонійний азот зв'язує кисень, що приводить до кисневого голодування гідробіонтів і псування води. Джерелом надлишкової кількості аміачного азоту в ґрунті служать відходи тваринництва і міські стічні води. Сучасні підприємства індустриального тваринництва, птахофабрики і міста формують вогнища аномально високого вмісту азоту і фосфору у вигляді органічних і мінеральних сполук, що, потрапляючи в екосистеми, локально перенасичують їх, доводячи вміст N-NO_3 до 400 мг/кг ґрунту, а N-NH_4^+ до

2200 мг/кг ґрунту (В.А.Ковда, 1976). Аномально високі концентрації сполук азоту спостерігаються навколо промислових підприємств, особливо тих, що виробляють азотні добрива. Перспективний шлях розв'язання азотної проблеми, на думку академіка **Е.М. Мішустіна**, полягає у посиленні уваги до біологічних джерел азоту в ґрунті, зокрема – в розширенні площ посівів бобових культур та використанні біодобрих.

Незважаючи на низьку розчинність фосфорних добрив і більшості інших сполук цього елементу, головний геохімічний напрямок їхнього глобального кругообігу спрямовано на озера, гирла рік, морів і шельфів океану. Близько 3–4 млн. т. фосфатів щорічно надходить з континентів в океан. Має місце локальне зафосфачування ґрунтів у зв'язку з низькою розчинністю його сполук. Але основна проблема фосфору – вичерпність його ресурсів, що веде до порушення необхідного співвідношення N : P : K у добривах.

Поряд з азотом і фосфором, найважливішим елементом живлення в ґрунтах є калій. Для компенсації виносу калію з урожаєм використовують калійні добрива різного складу. Найчастіше використовують хлорид калію. Однак його застосування веде до нагромадження в ґрунтах іону хлору, токсичного для більшості рослин. Наприклад, у картоплі він викликає водянистість бульб.

Пестициди – отрутохімікати для боротьби з бур'янами(**гербіциди**), із грибковими хворобами рослин(**фунгіциди**) і шкідниками (**зооциди**, **інсектициди** й ін.) широко застосовуються в сільському господарстві і зберігають більше 30 % врожаю. Найбільше застосування знаходять такі пестициди: хлоровані вуглеводи (гексахлоран), дієни (альдрін, севін), складні ефіри фосфорних кислот (ФОС), карбамати (карбін, тіллам), заміщені сечовини (фенурон, монурон). При обробці посівів пестицидами основна їх частина накопичується на поверхні едафотопів і рослин. Вони адсорбуються органічною речовиною ґрунтів і мінеральними колоїдами. Сорбція токсикантів зворотна. Надлишки пестицидів можуть мігрувати з

гравітаційним потоком і потрапляти в ґрунтові води. Накопичуючись у ґрунті, вони можуть передаватися по ланцюгах харчування і викликати захворювання тварин і людей. Нагромадження залишків пестицидів у ґрунті залежить і від природи токсиканта. Найбільш стійкі – хлорорганічні сполуки і група дієнів. Вони зберігаються у ґрунті протягом декількох років. До того ж, чим вище доза, тим довше зберігається токсикант. Фосфорорганічні сполуки і похідні карбамідної кислоти втрачають свою токсичність менш ніж за 3 місяці і при розкладі не утворюють токсичних метаболітів.

При внесенні пестицидів авіа методами вони розпорошуються і можуть переноситися повітряними масами на великі відстані. Багато біоцидів та їх метаболітів виявляються там, де їх ніколи не застосовували (наприклад, в Антарктиді). Разом з поверхневими водами пестициди можуть потрапляти у водойми й отруювати воду. Систематичне застосування у великих кількостях стійких пестицидів, що володіють кумулятивними властивостями, приводить до того, що основним джерелом забруднення водойм стає стік талих, дощових і ґрунтових вод. Процеси природної детоксикації йдуть активніше в умовах інтенсифікації процесів мінералізації органічної речовини.

Одна з основних умов охорони ґрунтів від забруднення пестицидами – створення і застосування менш токсичних і менш стійких сполук і зменшення доз їхнього внесення у ґрунт. Повна детоксикація біоцидів відбувається лише при їхньому розкладі на нетоксичні компоненти. Розкладанню токсикантів сприяють реакції окиснення, відновлення і гідролізу. Найбільш активне розкладання пестицидів здійснюють мікроорганізми. При участі ферментів мікроорганізмів у ґрунті і ґрунтовому розчині йдуть ті ж процеси гідролізу, окиснення чи відновлення. Мікроорганізми використовують для своєї життєдіяльності вуглець, азот, фосфор чи калій, що входять до складу біоцидів. Ефективним і екологічно безпечним способом боротьби за врожай є заміна застосування хімічного біоцида на використання біологічного ворога тої чи іншої хвороби, шкідника чи бур'яна.

Охорона ґрунтів від надлишку добрив має ряд спільних рис з охороною ґрунтів від надлишку пестицидів. Розробка нових довгостроково діючих гранульованих форм добрив, застосування комплексних форм, використання правильної технології їх внесення, дотримання правил збереження і транспортування – все це охороняє ґрунт від надлишку агрохімікатів.

Мінімалізувати хімічне втручання можливо лише шляхом "біологізації" землеробства, яке передбачає екологічний підхід організації виробництва сільськогосподарської продукції. Людство має відмовитись від застосування легкокорозійних мінеральних добрив (особливо азотних) та хімічних засобів боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами рослин, замінивши його оптимальним стимулюванням біологічної активності едафотопу і екосистеми в цілому.

Сучасна індустріальна діяльність супроводжується надходженням у біосферу побічних продуктів. У формі твердих відходів промисловості надходить щорічно 20–30 млрд. т різних речовин, з них 50 % – органічних. З твердими відходами на поверхню ґрунтів надходять забруднювачі навколишнього середовища. Серед них найбільш небезпечними вважають ртуть, свинець, кадмій, миш'як, селен і фтор. Забруднення ґрунтів важкими металами має різну природу, але переважно це відбувається при спалюванні викопного палива: вугілля, нафти, горючих сланців. Людством вже добуто і використано понад 130 млрд. т вугілля і 40 млрд. т. нафти. Отже, із золою надійшли на поверхню ґрунтів мільйони тонн металів, значна частина яких акумульована у верхніх шарах. Антропогенна діяльність на порядок збільшила надходження свинцю і кадмію. Головне джерело забруднення ґрунтів свинцем – вихлопні гази автомобілів. Щорічно з ними надходить більш 250 тис. т. свинцю. Важкі метали надходять у ґрунт також з добривами і пестицидами. Більшість сполук важких металів акумулюються в підстилці і гумусовому горизонті. Розподіл важких металів по поверхні залежить від характеру й особливостей джерела забруднення, метеорологічних особливостей регіону, зокрема – від рози вітрів, геохімічних факторів і

ландшафтної обстановки в цілому. Ареал максимального забруднення рідко перевищує 10–15 км у радіусі від джерела, але невеликі концентрації при попаданні у високі шари атмосфери можуть переноситися на значні відстані. Метали втягуються у біологічний кругообіг, передаються по ланцюгах харчування і викликають цілу низку захворювань у тварин і людини, при високих концентраціях згубно впливають на рослини, знижують біологічну активність ґрунтів.

Нерівномірність техногенного розподілу металів збільшується неоднорідністю геохімічної обстановки в природних ландшафтах. У зв'язку з цим, для прогнозування можливого забруднення продуктами техногенезу і запобігання небажаних наслідків необхідно брати до уваги закони міграції хімічних елементів у різних природних ландшафтах і геохімічних умовах. Продукти техногенезу, залежно від їх природи і тієї ландшафтної обстановки, куди вони потрапляють, можуть втрачати токсичність, трансформуватись природними процесами або зберігатися і накопичуватися, згубно діючи на живі організми.

В автономних ландшафтах розвиваються процеси самоочищення від техногенних забруднень, тому що продукти забруднення розсіюються поверхневими і ґрунтово-ґрунтовими водами. В акумулятивних ландшафтах продукти техногенезу консервуються і накопичуються. Ртуть, свинець, кадмій добре сорбуються у верхніх сантиметрах перегнійно-акумулятивного горизонту різних типів ґрунтів суглинкового складу. Міграція їх по профілю і винос за межі ґрунтового профілю незначні. Але в ґрунтах легкого складу, кислих і збіднених гумусом, процеси міграції цих елементів посилюються.

Фтор також має токсичний вплив на мікрофлору, безхребетних тварин і рослинність. Адсорбція фтору відбувається в ґрунтах з добре розвинутим поглинальним комплексом. Розчинні сполуки фтору легко переміщуються по ґрунтовому профілю і можуть потрапляти в ґрунтові води. Джерелом цього поллютанту в ґрунтах часто виступають фосфорні добрива. Цинк і мідь менш токсичні, але й більш мобільні, ніж свинець і кадмій. Підвищення вмісту

органічної речовини й поважчення гранулометричного складу ґрунтів зменшує міграційну здатність цинку та його сполук.

Спільна дія важких металів на живі організми в ґрунті має сильніший інгібуючий вплив, ніж при тій же концентрації кожен елемент окремо. У різних типах ґрунтів рівень токсичності важких металів може відрізнятися на порядок і вище. Наприклад, встановлено, що кадмій на неокультурених підзолистих ґрунтах має гнітючий вплив при вмісті 5 мг/кг, а на окультурених – починаючи з 50 мг/кг.

З продуктами неповного згорання вугілля і нафти в ґрунт надходять поліциклічні ароматичні вуглеводи, серед яких особливо небезпечний бензпірен. Він сильний канцероген. **Ґрунт – кінцевий резервуар акумуляції бензпірену.** Найбільше його накопичується в гумусовому горизонті. З ґрунтовим пилом, ґрунтовими водами, з продуктами харчування бензпірен може потрапляти в організм тварин і людини. Ґрунтові мікроорганізми мають здатність розкладати бензпірен на нетоксичні компоненти, але процес надходження преавулює над його детоксикацією.

Антропогенне надходження сірки в ґрунт і на поверхню рослинності відбувається у формі SO_2 й інших газоподібних сполук та у виді кислотних дощів. Ґрунт сорбує двооксид сірки. Швидкість сорбції збільшується з наростанням вологості ґрунтів, підвищенням рН, збільшенням вмісту органічної речовини, ємності поглинання і питомої поверхні ґрунтів. Повітряно-сухі ґрунти сорбують 1–5, а вологі 9–67 mgSO_2/m^2 ґрунту (К.Сміт, 1973). Ґрунти сорбують також і відновлені сполуки сірки: сірководень, метилмеркаптан, сірковуглець і ін. Двооксид сірки в атмосфері окиснюється в триоксид. Оксиди сірки й азоту техногенного походження, при розчиненні в рідкій фазі хмар і туману перетворюються в кислоти і випадають з опадами. На фонових територіях з опадами надходить 3–6 кг/га сірки, у промислових регіонах – 25–30 кг/га. Відповідно, вміст водорозчинної сірки в дерново-підзолистих ґрунтах фонових територій складає 5–7 мг/100 г, поблизу промислових виробництв він зростає і становить понад 20 мг/100 г ґрунту.

Двооксид і триоксид сірки можуть переноситися повітряними масами на десятки і сотні кілометрів від джерела викиду. Щорічно в атмосферу надходить до 500 млн. т кислотних компонентів.

При надходженні лужних, лужноземельних і важких металів з викидами металургійних заводів, а також аміаку з викидами комбінатів по виробництву добрив відбувається підлюговування ґрунтів. Масштаби цих процесів значно менші, ніж процесів підкислення, і негативні наслідки також не настільки значні. Але при цьому аномально може зростати вміст у ґрунтах тих чи інших компонентів, що призводить до порушення необхідних пропорцій в елементах живлення. Підвищена лужність ґрунтів несприятлива для багатьох сільськогосподарських рослин. До того ж, в умовах лужної реакції середовища і промивного режиму різко зростає мобільність органічної речовини, що збіднює ґрунти на гумус.

Проте в наш час чи ненайбільший деструктивний вплив на екосистеми здійснюють природні та антропогенні (штучні) **радіонуклеїди**. Починаючи з кінця XIX століття, природний радіаційний фон, складовою частиною якого є радіаційний фон ґрунтів, непинно зростає, що свідчить про прогресуюче забруднення довкілля цим видом полютантів. Джерелом природних радіонуклеїдів є космічне та внутрішнє земне випромінювання. Штучні радіоактивні ізотопи в ґрунтах – результат видобутку урану, роботи ядерних реакторів різного типу, функціонування радіохімічної промисловості, випробування ядерної зброї, використання радіонуклеїдів у народному господарстві та недосконалість утилізаційних технологій. Аварія на Чорнобильській АЕС – гіркий приклад людської безвідповідальності. Лише на території України забруднено 74 райони в 12 областях, а це 6,7 млн. га продуктивних ґрунтів, в тому числі: до 1 Кі/км кв – 5,6 млн. га, від 1 до 5 Кі/км кв – 1,0 млн. га, від 5 до 15 Кі/км кв – 100 тис. га, понад 15 Кі/км кв – 27 тис. га. Понад 58 тис. га отруєно на тисячі років у зоні відчуження, де була проведена повна евакуація населення (П.П. Надточій, В.Г. Гермашенко, Ф.В. Вольвач, 1998).

Захист ґрунтів від техногенних полютантів базується, в першу чергу, на вдосконаленні технологій і принципів організації виробництва. Створення замкнених технологічних систем, організація безвідходного виробництва веде до різкого, майже повного скорочення надходження в едафотоп продуктів техногенезу. Крім запобіжних заходів, важливе значення мають заходи по ліквідації існуючого забруднення.

При атмосферному забрудненні ґрунтів важкими металами й іншими токсичними компонентами, коли вони у великих кількостях концентруються у верхніх горизонтах ґрунту, можливе вилучення цього шару і поховання його. У даний час отриманий ряд хімічних речовин, що здатні інактивувати важкі метали чи понизити їх токсичну дію. Це іонообмінні смоли, що утворюють хелатні сполуки з важкими металами. Іонообмінні смоли вносять у ґрунт у дозах, обумовлених рівнем забруднення. Негативною властивістю речовин-інактиваторів є їхня обмежена ємність.

Найбільш доступний, але не завжди найефективніший спосіб закріплення важких металів та радіонуклідів у ґрунті – внесення вапна й органічних добрив, що адсорбують важкі метали і токсини. Внесення органічних добрив у високих дозах, використання зелених добрив, борошна з рисової соломи і т.п. знижує надходження кадмію і фтору в рослини, а також токсичність важких металів. Регулювання складу і доз мінеральних добрив може зменшити токсичну дію низки елементів. Внесення підвищених доз фосфору знижувало токсичну дію свинцю, міді, цинку і кадмію.

Лекція № 10. НАЦІОНАЛЬНА ПРОГРАМА ОХОРОНИ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ

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

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

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

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

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

сільського населення, і взагалі, привабливість агросфери, особливо для молоді.

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

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

- незалежність від форми власності на землю;
- моніторинг на єдиних засадах;
- районування території з виокремленням ґрунтів «hot spots» (з несприятливими властивостями для впровадження першочергових ґрунтозахисних заходів);
- упровадження ґрунтозахисних землеробських технологій (мінімальна, консервативна, нульова, підтримувальна, точна, органічна, тощо);
- сприяння фермеру в разі дотримання ним ґрунтоохоронних стандартів;
- ухвалення ґрунтозахисних законодавчих актів, директив, декларацій, хартій.

Більш ніж десять років функціонування «Європейської грантової політики» були спрямованими на розвиток моніторингу на єдиних засадах, районування території більшості країн з виокремленням ґрунтів з несприятливими властивостями, упровадження ґрунтозахисних

землеробських технологій, активізацією суспільства і ухвалення ряду законодавчих актів. Досвід охорони ґрунтів, накопичений в Європі, особливо з методичних аспектів моніторингу, опрацювання новітніх способів використання ґрунтів (консервативного, підтримувального, мінімального, нульового), суспільної державної підтримки їх впровадження має бути використаний в Україні.

Реалізація програми повинна забезпечити:

- раціональне використання та збереження ґрунтів як найважливішого компонента агроєкосистеми;
 - застосування ґрунтозахисних технологій при здійсненні господарської і інших видів діяльності;
 - своєчасне виявлення негативних змін стану ґрунтів;
 - наукову обґрунтованість заходів охорони ґрунтів;
 - поступовий перехід на збалансоване землекористування;
 - гласність, повноту та достовірність інформації про стан ґрунтів, про обсяги застосування заходів з охорони ґрунтів;
 - участь громадськості у прийнятті рішень у галузі охорони ґрунтів;
- невідворотність відповідальності за шкоду, спричинену ґрунтам.

Необхідність розроблення Програми зумовлена визнанням того, що:

- системна економічна криза охопила також і сферу використання ґрунтових ресурсів;
 - незадовільний екологічний стан ґрунтових ресурсів є однією з головних причин погіршення якості навколишнього природного середовища;
 - розв’язання проблем у сфері використання та охорони ґрунтів належить до пріоритетних напрямів державної політики у проведенні соціально-економічних реформ, у тому числі земельної реформи;
 - реформування господарського комплексу повинне проводитися з достатнім гарантуванням екологічної безпеки населення, відновленням стану навколишнього природного середовища, у тому числі якісного стану земель.
- Основними стратегічними завданнями Програми є забезпечення пріоритету

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

Основними завданнями Програми є:

- проведення аналізу стану використання та охорони ґрунтів з урахуванням використання ресурсів біосфери, яке забезпечує її відтворення, функціональну рівновагу та еволюцію як базу соціально-економічного розвитку суспільства;
- призупинення процесів деградації ґрунтів і падіння їхньої родючості;
- створення сучасних систем ґрунтозахисного землеробства з елементами біологізації;
- проведення хімічної меліорації ґрунтів і застосування добрив у науково обґрунтованих обсягах;
- впровадження заходів щодо відтворення родючості ґрунтів на техногенно забруднених землях сільськогосподарського призначення;
- формування національного, регіональних і місцевих банків даних про якісний стан ґрунтів і забезпечення функціонування інформаційно-аналітичної системи щодо відвернення негативних процесів та ліквідації їх наслідків, планування ґрунтозахисних та інших заходів.

Програма спрямована на забезпечення продовольчої безпеки країни шляхом:

- запобігання деградаційним процесам ґрунтового покриву та мінімізації їх наслідків, зокрема на землях сільськогосподарського призначення шляхом впровадження ґрунтозахисних технологій та інших заходів щодо охорони родючості ґрунтів;
- поетапного відновлення екологічно збалансованого співвідношення земельних угідь у зональних системах землекористування, у тому числі зменшення розораності земельного фонду та збільшення лісистості території;

- здійснення консервації деградованих, малопродуктивних та техногенно забруднених земель;
- резервування земель для природно-заповідного та іншого природоохоронного, оздоровчого, рекреаційного та історико-культурного використання; - пріоритетності екологічної безпеки та дотримання екологічних вимог охорони ґрунтів у процесі землевпорядкування територій;
- обмеження вилучення (викупу) особливо цінних ґрунтів, зокрема сільськогосподарського призначення, для несільськогосподарських потреб;
- пріоритетності здійснення превентивних заходів щодо ґрунтів, які ще не зазнали деградації чи зазнали її незначною мірою;
- першочергового виділення фінансових ресурсів для здійснення запобіжних заходів на найбільш напружених деградаційних територіях;
- застосування економічних важелів впливу на суб'єктів землекористування, зокрема за впровадження ґрунтозахисних технологій та інших заходів щодо охорони родючості ґрунтів;
- удосконалення системи моніторингу земель і ґрунтів;
- удосконалення системи управління використанням та охороною ґрунтів.

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

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

протиерозійних робіт, відновлення хімічної та гідротехнічної меліорації, впровадження заходів з попередження техногенного забруднення.

Призупинення падіння гумусу і досягнення його бездефіцитного балансу. Головними напрямками, які дозволять призупинити дегуміфікацію ґрунтів є: впровадження у виробництво ґрунтоохоронних сівозмін з оптимальним співвідношенням культур, а також за рахунок розширення площ під багаторічними травами, особливо бобовими, вирощування проміжних культур і сидератів, заміна чистих парів зайнятими; застосування агротехнічних заходів, які сприяють більшому надходженню з ґрунту органічних речовин у вигляді кореневих і післяжнивних решток; створення умов для більш ефективної гуміфікації органічних матеріалів, що надходять до ґрунту через застосування відповідних агротехнічних і агрохімічних заходів; застосування торфу, сапропелю, ставкового мулу й інших вуглецевмісних матеріалів. У зв'язку з відсутністю органічних добрив в аграрному секторі України (з 2008 р. їх внесено лише 0,5 т/га сівозмінної площі), особливого значення набуває налагодження випуску нового покоління орґано-мінеральних біоактивних добрив на природній основі. Оптимізація гумусоутворення можлива через застосування біологічних препаратів, що сприяють високій целюлозолітичній активності розкладання рослинних решток і обмеженню розвитку шкідливих бактерій і міксоміцетів.

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

Подільських, Харківських, Донецьких, Вінницьких і Одеських родовищ фосфоритів для зменшення дефіциту виробництва фосфорних добрив.

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

Меліорація кислих і солонцевих ґрунтів. У сучасних економічних умовах відновлювати традиційну технологію суцільної хімічної меліорації недоцільно через її високу витратність та збитковість. Зараз потрібні принципово нові підходи до вирішення проблем меліорації кислих і солонцевих ґрунтів з обов'язковим переходом на ресурсозберезувальні технології. З економічних причин хімічну меліорацію слід здійснювати на кислих і солонцевих ґрунтах, що добре піддаються цьому заходу, оскільки витрати на підвищення їхньої родючості окупаються швидше і не потребують додаткових витратних заходів. На перших етапах відродження хімічної меліорації кислих ґрунтів в Україні найбільш доцільно проводити «підтримувальне» вапнування, яке спрямоване на гальмування процесів підкислення ґрунтів. За цією технологією на кожен гектар вносять не 5-6 т вапна, а лише 1-1,5 т. На солонцевих комплексах, де плями солонців не становлять більше 25-30 %, гіпсування ґрунтів слід проводити не суцільно, а контурно. За неможливості застосування контурного гіпсування, меліоранти слід вносити на весь масив, але у точних нормах, розрахованих для

конкретного типу ґрунту, що забезпечує ресурсозбереження до 60 %. Обов'язково треба відновити глибоку плантажну оранку, ефективність і тривалість післядії якої дуже значні порівняно з хімічною меліорацією. У масштабах країни використання запропонованих ресурсозбережувальних технологій дозволить заощадити енергетичні та матеріальні ресурси на 50-60 % та підвищити продуктивність кислих і солонцевих земель на 35-40 %. Окремим і дуже важливим ланцюгом ресурсозбережувальних технологій на кислих і солонцевих ґрунтах є фітомеліорація. Вона включає підбір і розміщення в сівозмінах сільськогосподарських культур, толерантних до кислої/лужної реакції ґрунтового середовища. Ґрунти, що непридатні для меліорації, доцільно вилучити із сільськогосподарського використання для їх ренатуралізації.

Реконструкція зрошувальних і осушувальних систем. Для подолання кризової ситуації на масивах меліорованих земель необхідно вивести з використання землі з незадовільним екологомеліоративним станом, на землях із задовільним екологомеліоративним станом реконструкцію зрошувальних і осушувальних систем слід виконувати лише за здійснення заходів з попередження або мінімізації негативного впливу зрошення/осушення на ґрунти та агроландшафти. Необхідно здійснити комплексну реконструкцію систем, впровадити прогресивні системи землеробства, які забезпечать економічну ефективність використання та екологічну стабільність меліорованих агроландшафтів.

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

деградації і гарантуватиме одержання рослинницької продукції, яка відповідає санітарно-гігієнічним вимогам.

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

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

У розвинутих країнах спостерігається зростання уваги добіопрепаратів, що зумовлено гострою необхідністю отримання біологічно повноцінних та безпечних продуктів харчування, а також біологічного оздоровлення агроценозів. Їх розробляють усі країни світу – виробники зерна

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

Програмою передбачено такі види охорони ґрунтів сільськогосподарського призначення:

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

- рекультивація порушених ґрунтів та земель;

- поліпшення сільськогосподарських ґрунтів;

- створення полезахисних лісосмуг, інших ґрунтозахисних лісонасаджень

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

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

- незалежність від відомчого впливу;

- доступність у населення до інформації про стан ґрунтів;
- просту 2-ланцюгову структуру (регіональна лабораторія – центр);
- широкий перелік індикаторних показників;
- особливий статус постійних спостережних ділянок;
- періодичну атестацію аналітичних лабораторій, приладів і кадрів;
- сувору відповідальність за достовірність отриманої інформації;
- однотипну методологію виконання робіт, скоординовану з іншими компонентами довкілля.

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

- пріоритетне запровадження геоінформаційних технологій та використання уніфікованих процедур і методів збирання, накопичення, оновлення, зберігання, оброблення, користування та розповсюдження отриманої інформації;

- використання матеріалів дистанційного зондування Землі;
- оновлення системи (мережі опорних пунктів) моніторингу ґрунтів на принципах її раціонального розміщення та репрезентативної щільності з урахуванням ґрунтів опорних пунктів наукових установ, навчальних закладів і проектних організацій (ґрунтових, агрохімічних, ерозійних, меліоративних, геоботанічних, інженерно-геологічних тощо), на яких проводиться спеціальний, кризовий та науковий моніторинг і комплекс досліджень з визначення якісного стану ґрунтів і розроблення прогностичних моделей і ґрунтозахисних технологій;

- створення мережі ділянок з еталонними ґрунтами;
- впровадження систем глобального позиціювання для оперативного визначення точного географічного положення ділянок прояву негативних процесів;
- інформаційна взаємодія між суб'єктами державної системи моніторингу ґрунтів.

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

Створення Служби охорони ґрунтів, що повинна перебрати на себе усі зобов'язання, що випливають із Закону України «Про охорону земель» та інших законів і стати центральним виконавчим органом, що відповідає за стан земельних ресурсів країни. Наявні в країні служби, які мали скласти основу нової системи контролю й управління земельними ресурсами (землепорядна, охорони родючості ґрунтів, екологічна, санітарно-епідеміологічна) працюють розрізнено, виконують вузькі потреби відомств. Значною частиною земельних ресурсів (під лісами, відомств, запасу, гірських територій, населених пунктів) об'єктивно управляти ще важче, бо тут нема майже ніяких матеріалів про ґрунти.

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

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

Основними шляхами реалізації Програми є:

– *удосконалення існуючих і розроблення нових більш дієвих законів про охорону ґрунтів і їхню родючість*. Зокрема, потрібно прийняти нові закони України: «Про ґрунти та їх родючість», «Про моніторинг ґрунтів», «Про екологічно чисті ґрунти», «Про особливо цінні і зникаючі ґрунтові об'єкти»,

«Про вивід деградованих і малопродуктивних ґрунтів з ріллі і їх консервацію», «Про страхування земель» і інші. Кожна гілка влади, як на державному так і місцевому рівні повинна бути відповідальною за раціональне використання, охорону та захист ґрунтів. Влада систематично в межах своєї просторової компетенції повинна тримати питання охорони і родючості ґрунтів у полі свого зору: контролювати стан, приймати адекватні управлінські рішення, залучати фінансові ресурси для їх здійснення, а в разі необхідності, карати порушників, привертати увагу засобів масової інформації, організовувати освітянську та виховну роботу. Таку саму відповідальність повинні мати власники земель. Вони не повинні родючі землі використовувати не за призначенням, захаращувати ґрунти. Особливо уважно і згідно регламентам необхідно поводитись з відходами, які здатні погіршувати ґрунти, рослини, водні джерела;

– *підняття рейтингу проблеми захисту і відтворення ґрунтів в суспільстві.* Необхідно, щоб держава імплементувала Програму, надала їй статусу національної, довела її до кожної області, району, сільгосп підприємства, віднайшла кошти для фінансування (за рахунок земельного податку і за рахунок коштів землекористувачів). Програма повинна стати базою для опрацювання та впровадження заходів збереження унікального ґрунтового покриву, який має Україна. Дії державних органів влади зверху донизу треба підпорядкувати вирішенню Програми. Цьому ж повинна сприяти діяльність політичної еліти суспільства, вищої, середньої і нижньої ланок керівництва;

– *оновлення кадастрової, картографічної та аналітичної інформації про ґрунти в зв'язку з достатньо швидким розвитком деградаційних процесів.* В Україні обстеження ґрунтових ресурсів ведеться за методикою і даними, головним чином, обстеження ґрунтів 1957-1961 рр. Але ця методика і матеріали застаріли. Україна не має сучасних карт, і, як наслідок, усі матеріали, що базуються на їх основі (зонування, районування, бонітети, різноманітні агротехнічні рекомендації тощо) потребують оновлення. Тому

треба переглянути як методику складання картографічної і аналітичної документації, так і самі матеріали. На новому етапі вивчення ґрунтового покриву, обстеження ґрунтів з метою складання нових карт і уточнення генетичної приналежності ґрунтів не повинні бути відірвані від агрохімічної паспортизації, як це склалося в Україні протягом десятиліть;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Особливий статус серед територій, які зазнали радіаційного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи, має зона відчуження та відселена частина зони безумовного (обов'язкового) відселення (259,8 тис. га). До зони відчуження віднесено більше половини території Поліського та

Іванківського районів (з урахуванням колишнього Іванівського району) Київської області, а також частину території Овруцького та Народицького районів Житомирської області.

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

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

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

Етапи виконання Програми

Програма виконується у два етапи. На першому етапі виконання Програми – передбачається:

- створення нормативно-правової та нормативно-технічної бази як передумов для раціонального землекористування, забезпечення продовольчої безпеки та економічної стабільності держави;
- здійснення заходів щодо удосконалення організаційного забезпечення раціонального використання та охорони ґрунтових ресурсів на загальнодержавному рівні;
- розроблення зональних, регіональних і обласних програм раціонального використання та охорони ґрунтів;
- розроблення систем ґрунтозахисного землеробства з елементами біологізації;
- забезпечення припинення деградації ґрунтів на найбільш розійно небезпечних територіях;
- створення державної служби моніторингу і охорони родючості ґрунтів та її територіальних органів;
- започаткування ґрунтового обстеження, картографування ґрунтів та оброблення отриманої інформації;
- проведення геоботанічного обстеження сільськогосподарських угідь;
- здійснення контролю відтворення й охорони родючості ґрунтів на підставі даних агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення та результатів моніторингу ґрунтів.
- впровадження ресурсозберувальних технологій використання агрохімікатів;
- проведення моніторингу та комплексної оцінки техногенно забруднених ґрунтів сільськогосподарського призначення та агрохімічних заходів щодо відтворення їх родючості;
- розроблення механізму формування та ведення національного, регіональних та місцевих банків даних про якісний стан ґрунтів і

забезпечення функціонування інформаційно-аналітичної системи щодо відвернення негативних процесів та ліквідації їх наслідків, планування ґрунтозахисних та інших заходів.

- розроблення та впровадження економічних механізмів землекористування;
- організація моніторингу виконання Програми.

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

- удосконалення нормативно-правової та нормативно-технічної бази;
- здійснення заходів щодо удосконалення організаційного забезпечення раціонального використання та охорони ґрунтових ресурсів на загальнодержавному рівні;
- забезпечення припинення деградації ґрунтів на найбільш деградованих територіях;
- завершення геоботанічного обстеження сільськогосподарських угідь та узагальнення його результатів;
- стабілізація процесів відтворення родючості ґрунтів та досягнення бездефіцитного балансу поживних речовин;
- продовження ґрунтового обстеження;
- стимулювання робіт, пов'язаних з відтворенням та охороною родючості ґрунтів.

Механізм виконання Програми.

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

На регіональному рівні – науково-методичне, програмне й організаційне забезпечення, створення та ведення регіональних інформаційних баз даних про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського

призначення; проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення та моніторингу ґрунтів; ведення польових дослідів, камеральних і аналітичних робіт; розроблення та реалізації заходів щодо відтворення та охорони родючості ґрунтів; оцінки стану родючості ґрунтів; підготовки та подання держадміністраціям узагальненої інформації про стан ґрунтової родючості, просвітницької, виховної та кваліфікаційної діяльності.

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

Нормативне забезпечення.

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

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

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

Крім того, передбачається розробка інших нормативів, зокрема:

- організаційно-методичних, в яких визначаються основні загальні положення використання та охорони ґрунтів;

- технологічних навантажень у процесі використання сільськогосподарських угідь (хімічні, механічні, меліоративні, оцінні);
- гірничо-технічних, якими регламентується проведення рекультивації порушених земель;
- режимних, які стосуються зон особливого режиму землекористування, де забороняється чи обмежується певна господарська чи інша діяльність/

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

Наукове забезпечення.

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

- еколого-економічне обґрунтування різних видів господарської діяльності та визначення пріоритетних напрямів їх забезпечення ґрунтовими ресурсами;
- створення системи оцінки раціонального використання та охорони ґрунтів на принципах взаємодії суб'єктів власності і користування та створення сталого землекористування;
- удосконалення методології та методики оптимізації землекористування у сучасних умовах;
- розроблення класифікації ґрунтів за придатністю для використання та генетичної класифікації ґрунтів;
- створення автоматизованої системи збирання, збереження та використання інформації про кількісний та якісний стан ґрунтових ресурсів і оцінки ґрунтів для оперативного отримання інформації, потреб прогнозування, планування та проектування;
- планування, прогнозування й організація раціонального використання та охорони ґрунтів з дослідженням екологічних і економічних чинників;
- обґрунтування та встановлення природоохоронних обмежень щодо використання ґрунтів та формування екомережі;

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

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

- ведення регіональних довготривалих дослідів з діагностики, еволюції й управління ґрунтовою родючістю у регіонах з метою удосконалення технологій застосування агрохімікатів, зокрема добрив і хімічних меліорантів;

- розробка сучасної генетичної класифікації ґрунтів;

- наукове обґрунтування нових ресурсозберезувальних технологій охорони родючості ґрунтів, у тому числі удобрення, хімічної меліорації;

- удосконалення концепції моніторингу стану ґрунтів і ґрунтової родючості, опрацювання програмних, технічних та інших методів, у тому числі дистанційних засобів, геоінформаційних систем, багатофункціональних баз даних, сучасних підходів до одержання, передачі, акумулювання, обробітку і картографування інформації;

- створення сучасних методик обстеження ґрунтів із застосуванням методів дистанційного зондування Землі;

- розширення нормативно-правової бази для виконання робіт з охорони родючості ґрунтів;

- удосконалення та стандартизація методів дослідження ґрунтів і ґрунтової родючості;

- вивчення причин, механізмів, масштабів, інтенсивності деградацій ґрунтової родючості та розроблення засобів щодо її усунення;

- розроблення удосконалених принципів і методів природно-сільськогосподарського, еколого-агрохімічного і екологічного районувань ґрунтів сільськогосподарського призначення;

- регламентація методів, технологій та технічних засобів біологічного землеробства;

- удосконалення методів екологічної реабілітації техногенно забруднених ґрунтів сільськогосподарського призначення;
- використання геоінформаційних систем і даних дистанційного зондування Землі для оцінки та контролю продуктивності ґрунтів України.

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

Фінансове забезпечення.

Фінансування заходів Програми передбачається здійснювати за Охорона ґрунтів і відтворення їх родючості 43 рахунок коштів державних, місцевих бюджетів, інвестицій та інших джерел не заборонених Законом. Фінансування програми та її складових здійснюватиметься з урахуванням заходів, які фінансуються в рамках чинних державних, регіональних і галузевих програм та проектів, що реалізуються, фондів охорони навколишнього природного середовища у складі бюджетів усіх рівнів, коштів міжнародних програм, за відшкодування втрат сільськогосподарського і лісогосподарського виробництва, за економічне стимулювання раціонального використання та охорони ґрунтів.

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

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

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

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

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

За рахунок коштів державного бюджету здійснюється:

- розроблення планів використання й охорони ґрунтів;
- реалізація заходів щодо запобігання деградації ґрунтів;
- рекультивація земель;
- будівництво та реконструкція протиерозійних гідротехнічних і протизсувних споруд;
- творення нових і реконструкція існуючих захисних лісонасаджень;
- моніторинг ґрунтів;
- ґрунтове обстеження;
- агрохімічна паспортизація земель сільськогосподарського призначення;

- створення національного, регіональних та місцевих банків даних про якісний стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення;
- геоботанічні обстеження ґрунтів сіножатей та пасовищ;
- економічне стимулювання здійснення заходів щодо використання та охорони і родючості ґрунтів;
- науково-дослідні роботи в галузі охорони і родючості ґрунтів;
- інформаційне забезпечення виконання Програми;
- наукове забезпечення здійснення заходів Програми та кадрове забезпечення.

За рахунок часткового фінансування з державного або місцевого бюджетів здійснюється:

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

За рахунок часткового фінансування з місцевого бюджету здійснюється:

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

За рахунок коштів землевласників і землекористувачів частково або повністю здійснюється:

- проведення культуртехнічних робіт;
- протиерозійні агротехнічні заходи;
- залуження деградованих і малопродуктивних орних земель;

- поліпшення стану сіножатей та пасовищ.

За рахунок часткового фінансування за кошти землевласників і землекористувачів здійснюється:

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

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

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

- державного та місцевих бюджетів – 11,099 млрд грн, що становить 20,9 % (середньорічний – 1109,9 млн грн).