

Методичні рекомендації до ПР 6.

Тема: Етапність та технології рекультивації техногенно-деградованих земель (Частина I)

План:

1. Рекультивація рекреаційно-дегресивних земель.
2. Рекультивація хіміко-дегресивних земель: аналіз земель та підбір культур для фіторекультивації.

Теоретичні відомості

1. Рекультивація рекреаційно-дегресивних земель.

Зважаючи на перелік класифікації землі рекреаційного призначення, їх можна розподілити на 3 групи:

- земельні ділянки, на яких розташовані природні рекреаційні ресурси;
- землі, на яких розташовані штучно створені рекреаційні ресурси (будинки рибалок і мисливці» тощо);
- комплексні земельні ділянки, де розташовані як природні, так і штучні рекреаційні ресурси (дачі, туристичні бази тощо).

До земельних ділянок, на яких розташовані природні рекреаційні ресурси належать ділянки зелених зон і зелених насаджень міст та інших населених пунктів, навчально-туристських та екологічних стежок, мальовничі місця, що є об'єктами туризму, тощо.

Однією з основних характерних особливостей земель рекреаційного призначення є наявність зелених насаджень.

Зелені насадження – це деревна, чагарникова, квіткова та трав'яна рослинність природного і штучного походження на визначеній території населеного пункту.

Зелені насадження класифікують наступним чином:

Зелені насадження загального користування – зелені насадження, які розташовані на території загальноміських і районних парків, спеціалізованих парків, парків культури та відпочинку; на територіях зоопарків та ботанічних садів, міських садів і садів житлових районів, міжквартальних або при групі житлових будинків; скверів, бульварів, насадження на схилах, набережних, лісопарків, лугопарків, гідропарків та інших, з вільним доступом для відпочинку;

Зелені насадження обмеженого користування – насадження на територіях громадських і житлових будинків, шкіл, дитячих установ, вищих та середніх спеціальних навчальних закладів, профтехучилищ, закладів охорони здоров'я, промислових підприємств і складських зон, санаторіїв, культурно-освітніх і спортивно-оздоровчих установ та інші;

Зелені насадження спеціального призначення:

- насадження транспортних магістралей і вулиць;
- на ділянках санітарно-захисних зон довкола промислових підприємств;
- виставок, кладовищ і крематоріїв, ліній електро-передач високої напруги;
- лісомеліоративні, водоохоронні, вітрозахисні, протиерозійні, насадження розсадників, квітникарських господарств, пришляхові насадження в межах населених пунктів.

Рівень озеленення території житлової забудови має бути не менше 40 %, промпідприємств – 30 %, ділянок шкіл і дитячих дошкільних закладів — 80 %, лікарень – не менше 60 %

Площа земель в Україні, які придатні для рекреаційного використання, становить в межах від 8 млн. га до 20 млн. га, тобто це майже третина території країни. Такі об'єкти можна використовувати для культурно-розважального відпочинку, однак з розумним підходом та відповідно допустимого рекреаційного навантаження без його порушення.

Рекреація є своєрідним видом антропогенної діяльності, який суттєво впливає та змінює природне середовище шляхом хімічних, механічних та інших факторів, діапазон та інтенсивність яких залежать від виду рекреаційної діяльності, тобто способу використання природних ресурсів.

Усі основні види рекреаційного природокористування (земле-, лісо-, водо- і надракористування) пов'язані з прямим використанням природних ресурсів. При цьому ресурси в процесі рекреаційної діяльності можуть бути або вичерпними, або невичерпними, наприклад, використання водних ресурсів в лікувально-оздоровчій рекреації і експлуатація водних об'єктів для пляжно-купального відпочинку відповідно.

Переважно надмірно високий рівень рекреаційного природокористування призводить до збіднення або деградації природних ресурсів. Наприклад, часте відвідування пляжів відпочивальниками нерідко призводять не лише до порушення водних екосистем, але і до дигресії прибережних природних комплексів. Ведучою проблемою з розвитком туризму є збереження рекреаційних ландшафтів. Це обумовлено як невмілою організацією туристичних компаній і безкультурністю відпочивальників, так і неналежним контролем наглядових органів за дотриманням природоохоронного законодавства. Зокрема відбувається незаконне вирубування і ушкодження дерев і кущів, захаращення рекреаційних територій побутовим сміттям, порушуються земелі і забруднюються ґрунти, зіпсовується і знищується рослинний покрив та ін. Екологічні наслідки випасу худоби в цілому схожі з

рекреаційною дигресією ґрунтово-рослинного покриву і проявляються в ущільненні, рідше розпушуванні ґрунтів, знищенні і зміні складу травостою і підзростання, зниженні змісту біофільних елементів в ґрунті і ін.

На складові природного комплексу, переважно ґрунтового і рослинного покриву, суттєво впливають рекреанти, автотранспорт та тварини. Узагальнюючи їх вплив на ґрунтово-рослинний покрив, можна виділити біологічну, хімічну і фізичну групи чинників такої дії. Перші дві групи пов'язані з додаванням або навпроти винесенням елементів, які не характерні і відповідно нетипові для первинного природного комплексу ділянок рекреації. Що стосується фізичної дії на ґрунти і рослинність, то вона об'єднує різні чинники (ущільнення, руйнування, нагрівання і ін.). Найбільш поширеним і вагомим з них є витоптування, яке оцінюється через рекреаційні навантаження і виражається числом рекреантів, відвідуючих ділянку (чол./га) за обліковий період часу (день, сезон, рік).

Значному порушенню рекреаційних ландшафтів підлягає рослинний покрив - травостій, підріст і підлісок. Основні зміни цих груп рослинності на ділянках неорганізованого масового відпочинку пов'язані із скороченням площі їх поширення і зміною видового складу, а для травостою в повсюдному розростанні космополітичних і смітних видів. Подібні зміни призводять до формування специфічних рекреаційних ландшафтів з чітко вираженими зонами різнорівневих змін рослинного покриву.

Максимальним порушенням рослинного покриву підлягають дороги, стежки, обідні зони і інших функціональні елементи ділянок рекреації, в межах яких рослинність зберігається лише фрагментарно або відсутня повністю. Зони мінімальної і середньої руйнації є перехідними і прилягають до територій з аборигенною (фоновою) і максимально порушеною рослинністю відповідно.

Витоптування є головною причиною формування рекреаційних ландшафтів з характерною зональною будовою порушеного рослинного покриву, спрямовані зміни якого виражені не лише в просторі, але і в часі, тобто синхронізовані з розвитком процесів дигресії. Як приклад можна виділити 3 основних стадії формування дорожньої мережі: початкова, при якій змінюється склад травостою, але зберігається висока ступінь його проєктного покриття; середня, із вже чітко проявленими коліями, позбавленими рослинності; кінцева, яка являє собою вже полотно ґрунтової дороги без рослинного покриву.



Рис. 1. Стадії формування дорожньої мережі на ділянках неорганізованого масового відпочинку: I – початкова (рослинність зберігається), II – середня (поява дорожньої колії, позбавленої рослинного покриву), III – кінцева (рослинність відсутня)

Іншим прикладом просторово-часової зміни травостою ділянок рекреації є відмінності фенологічних фаз його розвитку в зонах з різним ступенем порушення ґрунтового покриву. Вони пояснюються порушенням життєвих циклів трав'янистих рослин, які викликані ущільненням кореневого шару ґрунту і подальшою зміною його водно-повітряного режиму, а також зниженням доступних для рослин поживних речовин.

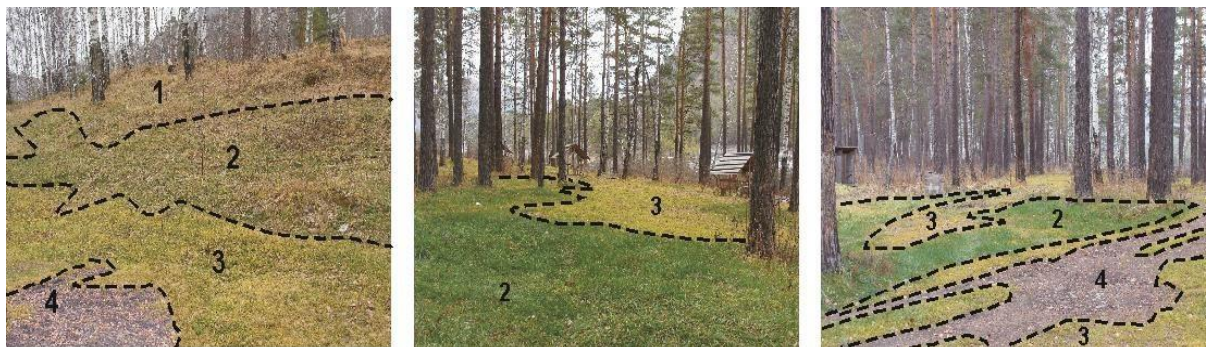


Рисунок 2 – Зональність видового складу і фенологічних фаз розвитку трав'янистої рослинності на ділянках неорганізованого масового відпочинку: 1-4 - зони стану рослинності: 1 – зона, де переважає середньотрав'я у фазі відмирання (1 стадія дигресії надґрунтового покриву); 2 – зона, де переважає низькотрав'я у фазі вторинної вегетації (2 стадія); 3 – зона, де переважає низькотрав'я у фазі відмирання (3 стадія); 4 – зона відсутності трав'янистого покриву (4-5 стадії дигресії).

Як зазначалось вище, на ділянках неорганізованого масового відпочинку на ґрунтовий покрив дію чинять різні чинники, з яких в екологічному аспекті найбільш значимим є витоптування, яке сприяє ущільненню ґрунтів, іноді їх переущільненню з утворенням "ґрунтової" кірки, а також зміні їх фізичних властивостей і хімічного складу.



Рис. 3. Наслідки фізичної дії неорганізованого масового відпочинку на ґрунти ділянок рекреації: 1 – «ґрунтова кірка» (наслідки переущільнення ґрунту); 2 – нанос піщаного матеріалу на поверхні ґрунту; 3 – випалений гумусовий горизонт в місцях вогнищ; 4-6 – механічне порушення ґрунтів: 4 – ступінчастий спуск до річки, 5 – те ж розмитий тимчасовим водотоком, 6 – форми дорожньої ерозії ґрунтів при буксуванні автотранспорту.

Своєрідним видом дії на ґрунти ділянок неорганізованої рекреації є перекриття їх родючого шару. Як приклад може бути нанесення фракції піску алювіальних відкладень річок на поверхню стежок і ґрунтових доріг при переміщенні автотранспорту і людей (рис. 3).

На ділянках частково організованої рекреації, де з метою запобігання



дорожньої ерозії відбувається відсіпання піщано-гальковим алювієм з'їздів, окремих ділянок доріг і стоянок туристів (рис. 4). Цей тип перекриття є цілеспрямованим організаційним заходом, який сприяє мінімізації рекреаційної дії на ґрунтовий покрив.

Рис. 4. Приклади перекриття ґрунтів піщано-гальковою сумішшю на ділянках неорганізованої рекреації: 1 – з'їзд з автодороги, 2 – ділянка ґрунтової дороги, 3 – майданчик для туристської стоянки.

Одним із наслідків ущільнення ґрунтів також є їх зниження. Це явище спостерігається на таких стадіях дигресії, які відносяться до сильно порушених функціональних елементів таких ділянок - доріг, стежок, обідніх зон і ін. (рис. 4.5).



Рис. 5. Величина зниження витоптаної поверхні ґрунтів на ділянках неорганізованого масового відпочинку.

На цих стадіях рекреаційної дигресії сірі лісові ґрунти характеризуються уже сильно зміненим профілем. В них, як правило, відсутній або слабо виражений надґрунтовий горизонт лісової підстилки, а горизонт А являє собою сильно ущільнену (злиту, безструктурну) брилисту масу до 13-15 см.

Нерівномірний розподіл механічних навантажень на площу ділянок неорганізованого масового відпочинку призводить до контрастної зміни більшості фізичних характеристик ґрунтового покриву, причому як по горизонталі, так і за профілем ґрунтів. Максимальна твердість на поверхні ґрунту відбувається на ділянках, які активно використовуються – дороги, стежки, обідні зони і мвсця вогнищ.

У переущільнених ґрунтах таких територій одними з перших змінюються їх водно-фізичні показники, зокрема, водопроникність, що обумовлює здатність ґрунту вбирати необхідну для біоти вологу. Водопроникність помітно знижується в суглинних ґрунтах вже на 2-ій стадії дигресії, а в супіщаних ґрунтах на 3-ій стадії.

Наслідки ущільнення верхньої частини профілю ґрунту і утворення ґрунтової кірки призводять до руйнування структури ґрунту і, як наслідок, до зникнення великих пор, що беруть участь в переміщенні і випаровуванні внутрішньогрунтової вологи і повітря. Порушення цих процесів сприяє висушенню ґрунту, а на ділянках з надмірним зволоженням створює умови, що призводять до формування локальних зон малорухомих порових вод.

До фізичних властивостей ґрунтів рекреаційних ділянок належить особливість їх термічного режиму. У теплий період року такі ґрунти позбавлені

захисного рослинного покриву, що призводить до їх інтенсивнішого прогрівання, глибина поширення якого на відміну від інших фізичних властивостей, у тому числі твердості, перевищує 0,5 м. Порухування термічного режиму ґрунтів рекреаційних ділянок характерні і для холодного періоду року.

Хімічний склад ґрунтів при неорганізованому масовому відпочинку піддається меншій зміні, ніж більшість їх фізичних властивостей. Це пов'язано з тим, що на ділянках рекреації слабо виражено хімічне забруднення ґрунтів і відсутні чинники, що інтенсивно впливають на перерозподіл хімічних елементів і їх з'єднань.

Відомо, що основні ознаки елементного складу ґрунти наслідують від материнських ґрунтоутворюючих порід. Ґрунти під впливом різних фізичних і хімічних процесів створюють умови, необхідні для утворення доступних рослинам форм азоту, фосфору, калію, мікроелементів і ін.

На ділянках неорганізованої рекреації спостерігається підлугування поверхневого горизонту ґрунтів, яке обумовлене, в основному, збільшенням їх карбонатності на тлі відносного зниження вмісту обмінного кальцію.

Для поверхневого горизонту «рекреаційних» ґрунтів характерно знижене значення місткості катіонного обміну, а також вміст гумусу і п'ятиокису фосфору, які необхідні для нормального росту і розвитку рослин. Головними причинами подібних негативних змін є вибивання гумусового шару, ущільнення і порушення водно-фізичних властивостей верхніх горизонтів ґрунтів, де відбуваються основні біогеохімічні процеси, у тому числі процеси окислення фосфору.

Окрім охарактеризованих змін властивостей і складу "рекреаційних" ґрунтів, помічено помітне зниження їх целлюлозолітичної активності, що вказує на зменшення їх біологічної активності, головним чином, із-за деградації гумусового шару, який містить мікроорганізми.

Одним із основних видів порушення деревостою на ділянках неорганізованого масового відпочинку є механічні ушкодження його стовбурів і гілок, оголення коренів в результаті витоптування, пірогенні опіки і ін. Ці негативні наслідки рекреації призводять до загального послаблення деревостою і можуть стати причиною активізації шкідників і хвороб лісу (рис. 4.6).

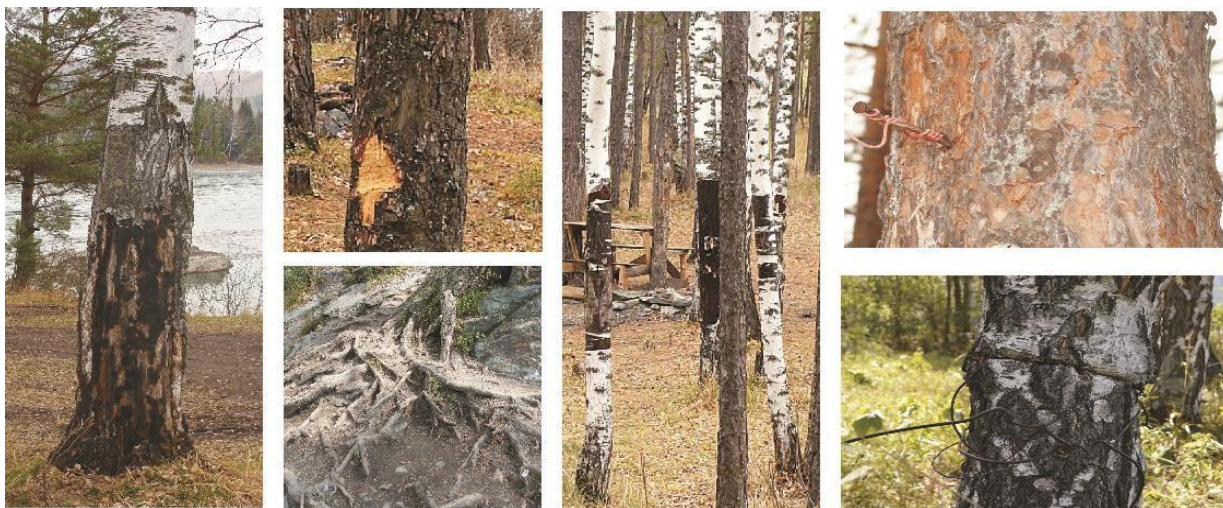


Рис. 6. Типові механічні порушення деревостою на ділянках неорганізованого масового відпочинку рекреаційного району: Ушкодження дерев : 1 – сліди пожеж; 2 – засічки, затеси; 3 – оголені корені; 4 – оголені частини стволів; 5 – вбиті цвяхи, скоби; 6 – перетяги на стволах від дроту.

Негативний вплив на деревні види чинять викиди автотранспорту, які в поєднанні з іншими чинниками рекреаційного впливу можуть призводити до таких віддалених наслідків як передчасна дефоліація, хлорози, некрози, проріджування крони, погіршення санітарного стану дерев, а в окремих випадках і до розвитку патологій (бактеріальні нарости, розвиток укорочених пагонів і ін. (рис. 7).

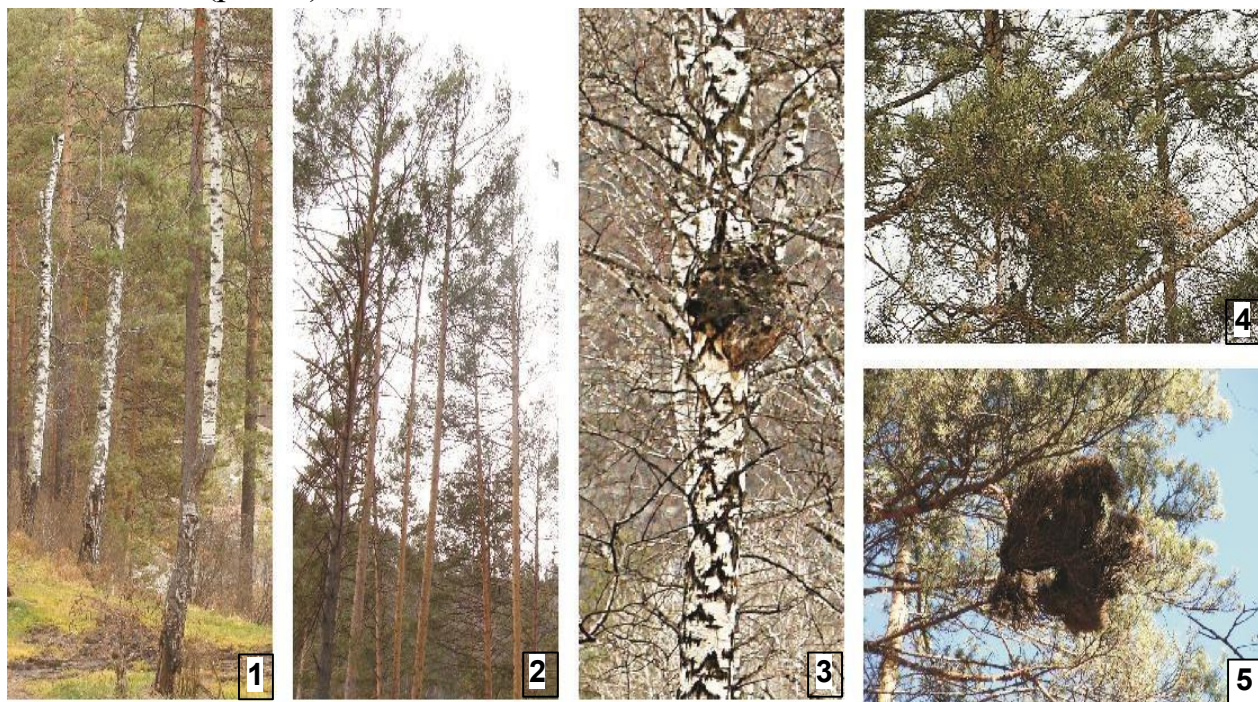


Рис. 7. Віддалені наслідки дії неорганізованого масового відпочинку на деревостій рекреаційного району: 1 – всихання берези повислої; 2 –

проріджування крони сосни звичайної; 3 – утворення бактерійних наростів на березі; 4 – розвиток некрозів хвої сосни; 5 – утворення «відьомських віників» у сосни.

До віддалених наслідків дії рекреації також відносяться зміни, пов'язані з порушенням морфо-анатомічних, біофізичних, біохімічних характеристик стану деревостою. Частина з них є індикаторами стану довкілля і може бути використана при оцінці екологічного стану природних комплексів рекреаційних територій.

Фітомеліоративні заходи рекреаційно-дегресійних земель. При площинному виду рекреаційної дигресії, тобто коли, наприклад, витоптується уся територія, окрім незначних ділянок землі навколо дерев та лінійному, коли витоптування землі відбувається вздовж стежок і доріг, створюють щільні захисні насадження з дерев і кущів, використовуючи колючі насадження з терену, шипшини, глоду, аличі, барбарису. На узліссі висаджують світлолюбиві види, а під кроною дерев – тіневитривалі.

Якщо ж дегресією ушкоджені галявини, то фітомеліоративні заходи полягають у залужненні або посадці ґрунтопокровних рослин, таких як барвінку, плюща, кизильників, ялівця козацького.

При визначенні фітомеліоративної ефективності рекультивуючих систем використовуються непрямі показники, такі як, наприклад, вміст гумусу в ґрунті до рекультивації і після протікання визначеного періоду після введення в дію фітомеліоративної системи, тобто швидкість гумусоутворення в нових умовах.

Найбільшою ефективністю вирізняються багатовидові, багатоярусні фітомеліоративні системи деревинно-чагарникових насаджень. Трав'янисті рудеральні угруповання в цілому поступаються за ефективністю природній трав'янистим і деревинно-чагарниковим, але, проте, виконують ряд важливих функцій в урбоєкосистемі: закріплюють порушені субстрати, перешкоджаючи запиленню атмосфери, поглинають значну кількість токсичних речовин, що надходять у навколишнє середовище з викидами підприємств і вихлопних газів від автотранспорту, наприклад, до 400 г свинцю/га в рік.

Різні фітомеліоративні системи функціонально доповнюють одна одну, тому в кожному великому місті доцільно використовувати всі можливі в даних умовах фітомеліоранти в комбінаціях, що дозволяють максимізувати бажаний ефект.

Серед різних властивостей видів рослин, що використовуються у фітомеліоративних системах, виділяють наступні характеристики, які мають найбільше значення для досягнення високої ефективності фітомеліоративних заходів:

- здатність виростати в широкому діапазоні умов ґрунтового багатства, визначених механічним складом і запасом поживних речовин;
- широкий діапазон толерантності до умов ґрунтового зволоження;
- у ряді випадків, коли фітомеліоративні системи створюються в специфічних едафічних умовах, для досягнення бажаного ефекту необхідно використовувати рослини, спеціалізовані в виростанні на дуже багатих або, навпаки, дуже бідних місцезростаннях або в умовах одночасного затоплення і засолу; рослини засолених місцезростань проявляють і властивості високої стійкості до газо-аерозольних викидів;
- висока стійкість (відповідно, низька чутливість) до промислового газо-аерозольного забрудненням; як правило, листопадні дерева помірних широт і трав'янисті рослини посушливих місцезростань демонструють більш високу стійкість до цього чинника, ніж, відповідно, хвойні рослини і рослини більш вологих місцезростань;
- здатність поглинати забруднюючі речовини з атмосфери або водного середовища;
- добре виражені фітонцидні властивості;
- добре виражена здібність до іонізації атмосферного повітря;
- гіллясті крони з густим листям або щільною хвоєю, що є необхідною умовою для використання рослин з метою шумопоглинання;
- високі естетичні якості: рослини з красивими, декоративними кронами, пагонами, квітками, плодами використовуються в архітектурно-планувальній фітомеліорації.

Принципи створення насаджень в містах і приміських зонах. Головними принципами створення фітомеліоративних систем у різних функціональних зонах міст є:

принцип комплексності: рослинні системи проєктуються, створюються і використовуються для досягнення не однієї, а комплексу фітомеліоративних цілей (наприклад, зменшення вмісту забруднюючих газів і аерозолів в атмосфері разом зі зниженням рівня шуму і поверхневого стоку й одночасним посиленням естетичних властивостей навколишнього середовища);

принцип відповідності складу і структури рослинного угруповання (фітоценозу) типові умов росту: природні біогеоценози безпосередньо включаються в мережу керування якістю навколишнього середовища міста, а штучні біогеоценози проєктуються і створюються таким чином, що вони структурно і функціонально імітують природні.

Однак у містах, по напрямку від периферії до центра, на градієнті "лісу і природних угруповань інших типів - забудовані території" умови росту рослин стають екстремальними: збільшується сухість мікроклімату і ґрунтів,

зменшується проникність ґрунтів аж до заміни їх штучними непроникними покриттями, збільшується ступінь забруднення атмосфери, ґрунтів і вод, що надходять з атмосферними опадами. В цих умовах створення повноцінних фітомеліоративних систем стає можливим лише при заміні місцевих видів інтродуцентами, екологічні характеристики яких дозволяють їм виносити екстремальні умови центральних або промислових зон міста, або в результаті проведення комплексу заходів, спрямованих на зниження ступеню гемеробності місцеперебувань. Практика використання інтродукованих видів у складі насаджень міста і приміських зон поширена повсюдно у світі. У містах України більше двох третин породного складу дерев і чагарників припадає на інтродуценти. Здійснення принципу відповідності насадження типові місцеперебування припускає, у свою чергу, використання наступного комплексу принципів:

Екологічні і лісотипологічні. Видовий склад фітоценозів формується відповідно до екологічних характеристик окремих видів, таких, як відношення до механічного складу ґрунту, вмісту гумусу і поживних речовин, засолення, кислотності, зволоження ґрунтів і їх змінності, освітленості, стійкості до вмісту токсичних газів і пилу в атмосфері і т.д. Властивості окремих видів, з списку потенційно використовуваних, зіставляються з характеристиками конкретного місця росту (за вище зазначеними параметрами), ідентифікованого з тим або іншим типом лісу або нелісових умов росту відповідно до відомих типологічних схем. Таким чином, підбирається асортимент видів, здатних рости в умовах даного лісогосподарського району і даного місцеперебування. Інтродукованим видам надається перевага у випадку, якщо їхні екологічні характеристики близькі до таких місцевих видів, але стійкість до промислового забруднення значно вища. На наступному етапі з отриманого списку виключаються види з яскраво вираженими аллелопатичними властивостями, що придушують інші види при спільному рості в змішаних насадженнях.

Філогенетичні і біосистематичні. В основі використання цих принципів лежать уявлення про відповідність географічних ареалів видів рослин їхнім екологічним і філогенетичним (тобто відображаючим еволюційний розвиток таксонів) особливостям: філогенетично близькі таксони займають ідентичні екологічні ніші. На основі даного принципу створюються так звані монокультурні парки і сади з дерев різних видів одного роду, володіючі високими санітарно-захисними, рекреаційними і естетичними властивостями. Ці ж принципи покладені в основу селекційної роботи з виведення нових форм (у рамках сучасних таксонів), що володіють такими властивостями, які роблять їх придатними для культивування в специфічних умовах міста.

Естетичні. Використовуються переважно в архітектурно-планувальній,

естетичній і рекреаційній фітомеліорації при створенні пейзажних елементів насаджень. Застосовуються наступні композиційні прийоми: акцент, створення оглядових куліс і рамок, чергування відкритих і закритих просторів, контраст, використання світла і тіні, перспектива, рівновага.

Лише на основі комплексного застосування методичних принципів і підходів лісознавства, біогеоценології, фізіології, генетики і селекції рослин, ландшафтної архітектури можливе вирішення задач екологічної оптимізації сучасного урбанізованого ландшафту.

Серед різних властивостей видів рослин, що використовуються у фітомеліоративних системах, виділяють наступні характеристики, що мають найбільше значення для досягнення високої ефективності фітомеліоративних заходів:

- здатність рости в широкому діапазоні умов ґрунтового багатства, обумовленого механічним складом і запасом поживних речовин;
- широкий діапазон толерантності до умов ґрунтового зволоження;
- у ряді випадків, коли фітомеліоративні системи створюються в специфічних едафічних (ґрунтових) умовах, для досягнення бажаного ефекту необхідно використовувати рослини, спеціалізовані у рості на дуже багатих або, навпаки, дуже бідних місцевостях, або в умовах одночасного затоплення і засолення; рослини засоленних місцевостей проявляють властивості високої стійкості до газо- аерозольних викидів;
- висока стійкість (відповідно, низька чутливість) до промислових газо-аерозольних забруднень; як правило, листопадні дерева помірних широт і трав'янисті рослини посушливих місцевостей демонструють більш високу стійкість до цього фактора, чим, відповідно, хвойні рослини і рослини більш вологих місцевостей;
- здатність поглинати забруднюючі речовини з атмосфери або водного середовища;
- добре виражені фітонцидні властивості;
- добре виражена здатність до іонізації атмосферного повітря;
- гіллясті крони з густим листям або щільною хвоєю, що є необхідною умовою для використання рослин з метою шумопоглинання;
- високі естетичні якості: рослини з красивими, декоративними кронами, паростками, квітками, плодами використовуються в архітектурно-планувальній фітомеліорації.

Списки видів рослин, що використовуються в озелененні населених пунктів України, місцевих і екзотичних з різними фітомеліоративними властивостями, приведені в табл. 1. та 2.

Властивості рослин, що використовуються для створення санітарно-захисних зон промислових підприємств і озеленення міст і населених пунктів з розвинутими промисловими функціями

Українська назва	Латинська назва	Життєва форма	Середня відносна стійкість до	Поглинання SO ₂ одною	Поглинання пилу одною
Дуб червони	<i>Quercus rubra</i>	дерево	4		
Клен ясенolistний	<i>Acer negundo</i>	дерево	4	30	33
Осика	<i>Populus tremula</i>	дерево	4		20
Тополя чорна	<i>Populus nigra</i>	дерево	4	180	4
Черешня звичайна	<i>Cerasus avium</i>	дерево	4		5
Шовковиця біла	<i>Morus alba</i>	дерево	4		31
Тополя канадська	<i>Populus deltoides</i>	дерево	3,8	180	34
Ясен звичайний	<i>Fraxinus excelsior</i>	дерево	3,8	170	27
Верба козяча	<i>Salix caprea</i>	дерево	3,75		
Тополя лавролиста	<i>Populus laurifolia</i>	дерево	3,75	180	15
Тополя пірамідальна	<i>Populus italica</i>	дерево	3,75	180	30
Черемшина звичайна	<i>Padus avium</i>	дерево	3,75		
Яблуня домашня	<i>Malus domestica</i>	дерево	3,75	50	5
Верба біла	<i>Salix alba</i>	дерево	3,7		36
Каштан кінський	<i>Aesculus hippocastanum</i>	дерево	3,6	100	
Айлант найвищий	<i>Ailanthus altissima</i>	дерево	3,5		24
Грузнув граболистий	<i>Ulmus caprinifolia</i>	дерево	3,5	80	IS
Дуб черешковий	<i>Quercus robur</i>	дерево	3,5		
Клен гостролистий	<i>Acer platanoides</i>	дерево	3,5	20	20
Клен польовий	<i>Acer campestre</i>	дерево	3,5		20
Липа серцелиста	<i>Tilia cordata</i>	дерево	3,5	100	
Ясен зелений	<i>Fraxinus lanceolata</i>	дерево	3,5		30
Грузнув гірський	<i>Ulmus montanus</i>	дерево	3,3	80	23
Ялина колюча	<i>Picea pungens</i>	дерево	3,3		
Тополя бальзамічна	<i>Populus balsamifera</i>	дерево	3,3	180	30
Тополя біла	<i>Populus alba</i>	дерево	3,3		30
Абрикос звичайний	<i>Armeniaca vulgaris</i>	дерево	3,25	50	5
Клен татарський	<i>Acer tataricum</i>	дерево	3,2		1
Береза бородавчаста	<i>Betula verrucosa</i>	дерево	3	90	

Грузнув гладкий	<i>Ulmus laevis</i>	дерево	3	80	18
Горобина звичайна	<i>Sorbus aucuparia</i>	дерево	3	50	5
Ялина звичайна	<i>Picea excelsa</i>	дерево	2,5		
Лох вузьколистий	<i>Eleagnus angustifolia</i>	чагарник	4		1,5
Жимолость татарська	<i>Lonicera tatarica</i>	чагарник	3,8		0,2
Шипшина (різні види)	<i>Rosa spp.</i>	чагарник	3,8		0,3
Бересклет європейський	<i>Euonymus europaea</i>	чагарник	3,7		0,6
Лох сріблистий	<i>Eleagnus argentea</i>	чагарник	3,7		2
Смородина золотава	<i>Ribes aureum</i>	чагарник	3,7		
Бирючина звичайна	<i>Ligustrum vulgare</i>	чагарник	3,6		0,3
Бузина червона	<i>Sambucus racemosa</i>	чагарник	3,6		0,4
Смородина червона	<i>Ribes rubrum</i>	чагарник	3,6		
Карагана деревоподібна	<i>Caragana arborescens</i>	чагарник	3,5		0,2
Смородина чорна	<i>Ribes nigrum</i>	чагарник	3,5		
Спірея Вангутта	<i>Spiraea [Vanhoutti]</i>	чагарник	3,5		0,4
Скумпія шкіряна	<i>Cotinus coggygria</i>	чагарник	3,4		
Спірея верболиста	<i>Spiraea salicifolia</i>	чагарник	3,3		
Барбарис звичайний	<i>Berberis vulgaris</i>	чагарник	3,25		0,3
Бузок звичайний	<i>Syringa vulgaris</i>	чагарник	3,25		1,6
Глід (різні види)	<i>Crataegus spp.</i>	чагарник	3,1		0,3
Аморфа чагарникова	<i>Amorpha fruticosa</i>	чагарник	3		0,2
Калина звичайна	<i>Viburnum opulus</i>	чагарник	3		
Виноград дикий п'ятилистковий	<i>Partenocissus quinquefolia</i>	ліана	4,1		0,1

2. Рекультивація хіміко-дегресивних земель: аналіз земель та підбір культур для фіторекультивації

Найгіршим в цій ситуації є те, що погіршуються якісні характеристики земель і ґрунтів шляхом забруднення їх небезпечними речовинами. Ступінь вмісту таких речовин різна і залежить від їх виду. Завдяки широкому розмаїттю шкідливих речовин, їх прийнято групувати. До першої групи зазвичай відносять речовини, що спричиняють радіонуклідне забруднення (цезій та стронцій). Другу групу формують речовини, що входять до складу хімічних засобів захисту рослин (нітрати та пестициди)⁴. Третя група містить речовинами, які створюють промислове забруднення земель (тверді частинки, важкі метали,

окисли та мінеральні кислоти). В свою чергу за ступенем екобезпеки важкі метали поділяють на три групи: I) високонебезпечні (миш'як, кадмій, ртуть, селен, свинець, цинк, фтор); II) (бор, кобальт, нікель, молібден, сурма); III) малонебезпечні (барій, ванадій, марганець, стронцій (рис. 8).

Таблиця 2 Рослини, що використовуються в сануючій, рекреаційній і естетичній рекультивації і їхні властивості (по Лаптеву, 1998, зі змінами)

Українська назва	Латинська назва	Життєва форма	Фітонцидність	Зниження окислення	Підвищення вмісту негативно заряджених іонів	Сумарна цінність
Магнолія крупноквіткова	<i>Magnolia grandiflora</i>	дерево вічнозелене	+			1
Дуб червоний	<i>Quercus rubra</i>	дерево листопадне	+	+	+	3
Дуб звичайний	<i>Quercus robur</i>	дерево листопадне	+	+	+	3
Верба біла	<i>Salix alba</i>	дерево листопадне	+	+	+	3
Горобина звичайна	<i>Sorbus aucuparia</i>	дерево листопадне	+	+	+	3
Каштан кінський	<i>Aesculum hippocastanum</i>	дерево листопадне	+	+		2
Клен гостролистий	<i>Acer platanoides</i>	дерево листопадне	+	+		2
Липа серцелиста	<i>Tilia cordata</i>	дерево листопадне	+	+		2
Липа широколиста	<i>Tilia platyphyllos</i>	дерево листопадне	+	+		2
Горобина арія	<i>Sorbus aria</i>	дерево листопадне	+	+		2
Айлант найвищий	<i>Ailanthus altissima</i>	дерево листопадне	+			1
Береза бородавчаста	<i>Betula verrucosa</i>	дерево листопадне	+			1
Груша звичайна	<i>Pyrus communis</i> ¹⁵	дерево листопадне	+			1

Платан західний	<i>Platanus occidentalis</i>	дерево листопадне	+			1
Софора японська	<i>Sophora japonica</i>	дерево листопадне	+			1
Тополя Болле	<i>Populus bolleana</i>	дерево листопадне	+			1
Черемшина звичайна	<i>Padus avium</i>	дерево листопадне	+			1
Яблуня пурпурна	<i>Malus purpurea</i>	дерево листопадне	+			1
Яблуня лісова	<i>Malus sylvestris</i>	дерево листопадне	+			1
Яблуня Недзведського	<i>Malus niedzwiedskii</i>	дерево листопадне	+			1
Модрина сибірська	<i>Larix sibirica</i>	дерево хвойне	+	+	+	3
Ялиця сибірська	<i>Abies sibirica</i>	дерево хвойне	+	+	+	3
Сосна звичайна	<i>Pinus sylvestris</i>	дерево хвойне	+	+	+	3
Ялина звичайна	<i>Picea excelsa</i>	дерево хвойне	+	+		2
Туя західна	<i>Thuja occidentalis</i>	дерево хвойне	+	+		2
Кедр атласький	<i>Cedrus atlantica</i>	дерево хвойне	+			1
Кедр гімалайський	<i>Cedrus deodara</i>	дерево хвойне	+			1
Кедр ліванський	<i>Cedrus libani</i>	дерево хвойне	+			1
Кипарис вічнозелений	<i>Cupressus sempervirens</i>	дерево хвойне	+			1
Кипарис лузитанський	<i>Cupressus lusitanica</i>	дерево хвойне	+			1
Сосна італійська	<i>Pinus pinea</i>	дерево хвойне	+			1
Сосна кримська	<i>Pinus pallasiana</i>	дерево хвойне	+			1
Лавр благородний	<i>Laurus nobilis</i>	чагарник вічнозелений	+			1
Магонія подуболистна	<i>Mahonia aquifolium</i>	чагарник вічнозелений	+			1
Османтус пахучий	<i>Osmanthus fragrans</i>	чагарник вічнозелений	+			1
Самшит звичайний	<i>Buxus sempervirens</i>	чагарник вічнозелений	+			1
Бузок звичайний	<i>Syringa vulgaris</i>	чагарник листопадний	+	+	+	3

Барбарис звичайний	<i>Berberis vulgaris</i>	чагарник листопадний	+	+		2
Калина звичайна	<i>Viburnum opulus</i>	чагарник листопадний	+			1
Чубушник	<i>Philadelphus coronarius</i>	чагарник листопадний	+			1
Яловець козацький	<i>Juniperus sabina</i>	чагарник хвойний	+	+	+	3



Рис. 8. Формування хімічно-депресивних земель у загальній агроекологічній проблематиці сільськогосподарських агроландшафтів.

пестициди (рис. 9). Слід зазначити, що для України пріоритетним залишається проблема стійких органічних забруднювачів. Її прояв можна розглядати у трьох основних складових частинах. Перша передбачає непридатні та заборонені до використання пестициди, які накопичились на території України. Друга стосується поліхлорованих дифенілів, які містяться в устаткуванні та матеріалах.

Первинна зона забруднення утворюється на поверхні ґрунту завдяки прямому надходженню шкідливих речовин від об'єкта забруднення, який залежить від розташування джерела забруднення; технологічних характеристик джерела забруднення (потужності підприємства, виду сировини, технологічних процесів, інтенсивності, тривалості викидів та скидів); агрегатного стану, хімічної форми, фізико-хімічних властивостей забруднювачів; шляхів надходження техногенних елементів та їхніх сполук; метеорологічного режиму; ландшафтно-морфологічної структури земель; просторових особливостей та видового складу рослинного покриву; структури природокористування й шляхів надходження забруднюючих речовин.

Вторинна зона забруднення формується внаслідок процесів міжтериторіального та міжкомпонентного перерозподілу забруднюючих речовин (механічної, фізико-хімічної, біогенної міграції) та їхньої акумуляції в природних компонентах, насамперед у біоті та в ґрунтах.

Фактори, що спричиняють міграцію забруднювачів у ґрунтах в природних умовах, суттєво різняться за своєю природою й ступенем їх дії на міграцію. До них відносять фільтрацію атмосферних опадів у глибину ґрунту; капілярний рух вологи до поверхні в результаті випаровування; термоперенесення вологи під дією градієнта температури; пересування води в поверхні ґрунту; дифузія вільних та адсорбованих іонів; перенесення на колоїдних частках, що мігрують; переміщення кореневою системою рослин; діяльність ґрунтових тварин у вигляді риття; господарська діяльність людини.

Тому можна зробити висновок, що, міграція забруднювачів, які потрапляють у ґрунтрозподіляється за глибиною ґрунту, і в горизонтальному напрямку.

Іще однією групою забруднювачів, які мають суттєвий вплив на якісні показники земель, є нафта і нафтопродукти. Вони потрапляють на землю у випадках аварій нафтопроводів; одночасно зі стічними водами різних галузей промисловості; з атмосферними опадами; під час роботи техніки на полях; від змивань із поверхні автомагістралей, автомийок і транспортних підприємств. Через ароматичні і поліцеклічні ароматичні вуглеводні та інші сполуки нафта й нафтопродукти є токсичні для ґрунтової біоти.

Хіміко-дегресивні ґрунти відносять¹⁹ до сильнозмінених або порушених

місцезростань і утворюються внаслідок накопичення в едафотопі (ділянка ґрунтового покриву разом з частиною літосфери і гідросфери, що входять до складу геоеценозу) токсичних речовин, які надходять в основному з атмосфери.

Властивості едафотипу забезпечують умови для формування рослинних угруповань, але із збільшенням техногенного навантаження на ґрунтові комплекси, вони суттєво погіршуються. Діяльність гірничнопромислового комплексу передбачає вивезення породи із шахт. В результаті тривалого виробництва утворюється велика кількість породних відвалів, під якими опиняються значні площі потенційно родючих ґрунтів. Такі землі стають несприятливими для розвитку рослинності, оскільки вони закислюються, містять високий вміст важких металів, характеризуються сильнокам'янистим складом породи, поганою водопроникністю, низьким вмістом органічної речовини.

Хімічну дегресію едафотопів в основному можна згрупувати в два типи: відвальну і полютанто-забруднювальну. В першому випадку маємо справу з відвалами токсичної породи, а в другому – із токсичними викидами підприємств, що попадають з повітря в ґрунт.

В обох випадках перед посадками дерев і чагарників слід провести активацію збідненого і забрудненого хімічними речовинами ґрунту. Перед тим як займатися активацією, слід вивчити всі фактори, які будуть перешкоджати розвитку деревних рослин. У зв'язку з цим детально вивчають хімічні і біологічні умови росту рослин, в які включають експериментальні польові і лабораторні дослідження – ґрунтові, агрохімічні, мікробіологічні.

Всі підготовчі меліоративні заходи можна об'єднати в три основні напрямки:

- поліпшення фізичної структури ґрунту;
- поліпшення хімічних умов місцезростання;
- біологічна активація.

Всі ці напрямки взаємопов'язані. Наприклад, за рахунок біологічної активації (внесення перегною торфокомпостів, гумусу і ґрунтових бактерій тощо) поліпшуються фізико-механічні та гідрологічні умови ґрунту.

Головним завданням цих заходів є забезпечення рослин, які будуть висаджені на хіміко-дегресивних землях, достатньою кількістю поживних речовин. Водночас вирішується не менш важлива справа: токсичні речовини зв'язуються, надлишкова кислотність, або ж навпаки, висока лужність зменшується, що сприяє мобілізації присутніх у ґрунті поживних речовин.

Переуцільнені ґрунти слід спушити механічним способом з одночасним внесенням органічних добрив. Часто²⁰ активований шар ґрунту змішують з

власними породами чи ґрунтовим шаром. Використовують також мульчування соломою, тирсою чи пінопластом.

Рекультиваційні заходи хімічного, фізичного і біологічного характеру – це лише перші кроки до фітомеліоративного процесу. Як і на простих збіднілих ґрунтах, так і на хіміко-дегресивних фітомеліоративний покрив проходить чотири основні стадії: *початкову* (піонерну); розвитку авангардних однорічних і багаторічних трав'яних видів, розвитку авангардних дерев і чагарників; розвитку дерев едифікаторів та дерев субедифікаторів і асектаторів, які разом з під наметовим трав'яним покривом творять стійкий багатокомпонентний фітомеліорант.

В першій стадії розвитку в роліавангардних видів використовують, як правило, бобові, які формують глибокі кореневі системи і фіксують атмосферний азот. Вони досить швидко формують трав'яний покрив. Посів бобових супроводжують інокуляцією (лат. *inocalatio* – прививка) – внесення в ґрунт відповідних бактерій (Пойкер, 1983). Злакові рослини, які вводять одночасно з бобовими, займають невелику питому вагу. Однак їх присутність теж важлива, оскільки злакові з їх інтенсивною кореневою системою стримують ерозійні процеси.

На хіміко-дегресійних ґрунтах практикують також гідропосів, коли водночас із насінням трав'яних рослин вносять мінеральні добрива, а також засоби активації і захисту від ерозії. Бельгійська фірма “Профарм” (Брюсель) виготовляє так звану “Біонатуру”, яка здатна активізувати процес ґрунтоутворення на першій стадії розвитку фітоценотичного покриву.

Дерева і чагарники на хіміко-дегресивних землях висаджують, яу правило, сіянцями, рідше – саджанцями. Висаджують на 1 га близько 6000 шт., віддаль між рядами 1,5 м, в ряду 1,0 м. Серед авангардних деревно-чагарникових порід такі: вільха сіра, берези – повисла і пухнаста, обліпіха, осика, черемха пізня, акація біла, ожина, рокитник мітлистий, верби – пурпурова, сіра, вухаста, бузина чорна, горобина звичайна.

До хіміко-дегресивних земель відносять також ґрунти кислі та лужні. Наголошується, що агроекологічна оцінка ґрунтів базується на комплексі показників ґрунтових режимів, серед яких важливе місце відводиться реакції ґрунтового розчину (pH_{H_2O} та pH_{KCl}) і гідролітичній кислотності (H_g). Ці характеристичні величини безпосередньо впливають на ріст і розвиток рослин, діяльність ґрунтових організмів і ступінь розчинності важкодоступних форм елементів живлення, коагуляцію і пептизацію ґрунтових колоїдів та ефективність удобрення. Кисле середовище ґрунтів є одним з факторів, які обмежують здобування високих та якісних урожаїв сільськогосподарських культур. Недобір урожаю основних²¹ культур через негативний вплив

кислотності ґрунту щороку становить біля 1 млн. 350 тис. т зернових одиниць (рис. 10).

Головні причини формування кислого ґрунтового середовища такі: кліматичні умови (промивний водний режим), властивості материнської породи (кисла чи карбонатна) та антропогенні чинники (діяльність людини). Серед антропогенних факторів підкислення важливу роль відіграє застосування в значних обсягах фізіологічно- і хімічно кислих добрив, випадання кислотних опадів. Значної підкислювальної дії зазнає ґрунт унаслідок декальцинації: виносу кальцію урожаєм та інфільтрації його з талими водами та зливовими опадами. На показник кислотності помітно впливає потепління клімату, що має місце в останні десятиріччя.

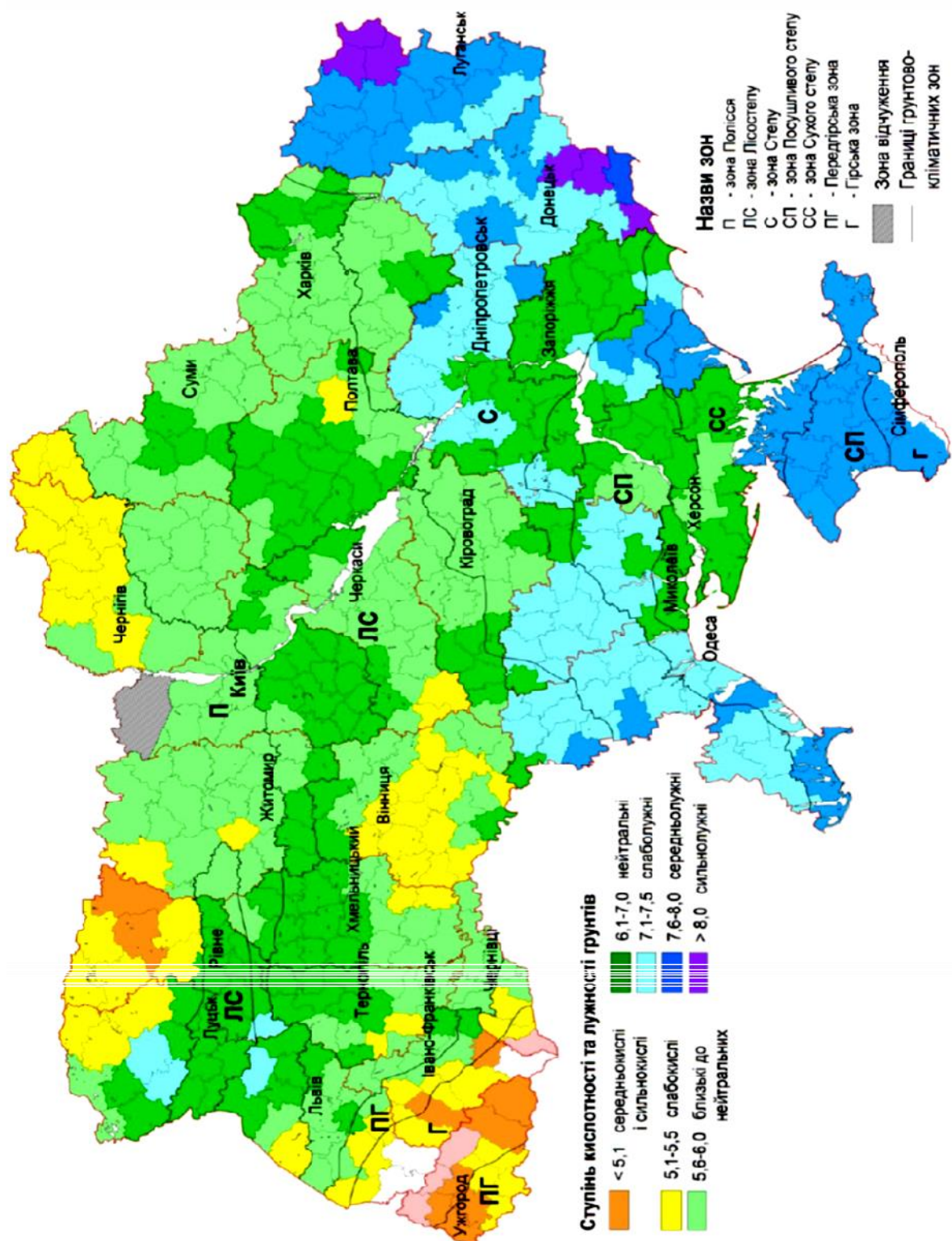


Рис. 10. Картограма реакції ґрунтового розчину сільськогосподарських угідь

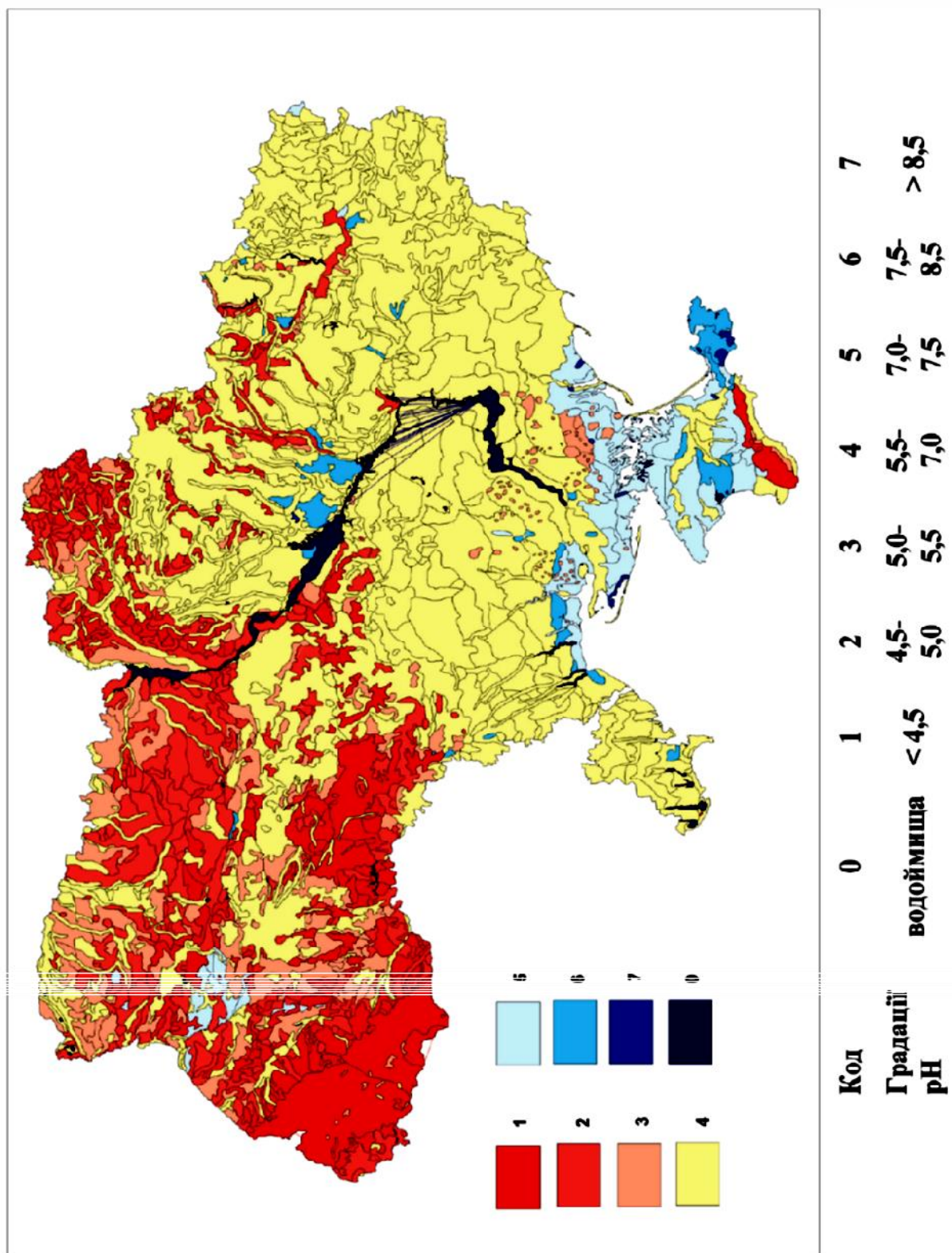


Рис. 11. Картограма реакції ґрунтового розчину сільськогосподарських угідь

Підкислення супроводжується комплексним погіршенням фізичних, фізико-хімічних, агрохімічних і біологічних властивостей ґрунту, що

проявляється у таких змінах:

- пептизації колоїдів, що зумовлює руйнування структури;
- пригніченні росту і розвитку кореневої системи, що позначається на зимостійкості та посухостійкості культур;
- зниженні окупності азотних і фосфорних добрив;
- пригніченні життєдіяльності азотфіксувальних вільно існуючих і бульбочкових бактерій, переважному розвитку грибної мікрофлори, внаслідок чого зростає ураження рослин грибовими хворобами;
- підвищенні забур'яненості полів, оскільки більшість бур'янів витримують кислу реакцію ґрунтового середовища.

За даними «Центрдержродючості», в процесі агрохімічної паспортизації орних земель України було виявлено 3,7 млн. га кислих (17 %) і 5,1 млн. га (24 %) лужних ґрунтів. Як і слід було очікувати, аналіз ситуації за зонами і областями показав, що кислі ґрунти найбільш поширені на Поліссі, в зоні дерново-підзолистих піщаних і супіщаних ґрунтів, де вони займають 37 % орних земель. У структурі кислих ґрунтів Полісся чільне місце займають Чернігівська - 33 %, Житомирська - 23 % та Рівненська - 14 % області. Унаслідок інтенсивної декальцинації, яка проявляється у зниженні вмісту в ґрунтах кальцію та магнію і зменшенні катіонної ємності, відбувається постійне підкислення чорноземів. Як наслідок цього, в зоні Лісостепу обстеженням виявлено 1,8 млн. га кислих ґрунтів або 25 % від обстеженої площі. Лідером за їх поширенням в цій зоні є Вінницька область - 29 % від загальної площі кислих ґрунтів у Лісостепу. На значних площах виявлено кислі ґрунти в Черкаській - 18 % та Сумській - 12 % областях.

Ефективним та екологічно обґрунтованим засобом поліпшення властивостей кислих ґрунтів є висівання конюшини та еспарцету. Завдяки глибокій кореневій системі ці культури переносять з глибоких шарів ґрунту (материнської породи) кальцій і нагромаджують його в орному шарі. Крім того, зазначені рослини характеризуються позитивною дією на біо екологічні властивості ґрунту: активізують мікро біологічні процеси ґрунту, сприяють розвитку азотфіксуючих мікроорганізмів, пригнічують розвиток бур'янів, фітопатогенів та шкідливих комах.

До культур, що вирощуються на кислих ґрунтах, належать люпин, серадела, картопля, овес, льон, морква, жито озиме, просо та інші культури, які за своїми фізіологічними особливостями адаптовані до підвищеної кислотності ґрунтового розчину.

На сірих лісових ґрунтах та чорноземах опідзолених з близьким заляганням лесів у систему чергування культур обов'язково включають такі фітомеліоранти, як конюшина, люцерна²⁵, люпин, які здатні поліпшувати

кисотно-лужну рівновагу за рахунок «перекачування» кальцію з нижніх шарів ґрунту у верхні. Під впливом вирощування адаптивних до ґрунтового середовища культур в поєднанні з «компенсуючою» хімічною меліорацією, системою удобрення та структурою сівозмін, поступово покращуються фізико-хімічні властивості ґрунту та зростає продуктивність землеробства.

Частка пару та інших культур у сівозміні (люцерна, буркун, багаторічні злакові трави тощо) мають сприяти розсоленню і розсолонцюванню із застосуванням інших видів меліорації (гіпсування, кислування, землювання; самогіпсування). Наприклад, конюшина і люцерна, мають глибоку кореневу систему, тому кальцій переміщується з глибоких шарів ґрунту (материнської породи) й накопичується в орному шарі. Він витісняє з ГВК натрій, що сприяє розсоленню ґрунту, а його лужна реакція зміщується в бік нейтральної.

Фіторекультивація в цілому за рахунок суттєвого поліпшення ґрунтових умов родючості сприяє поліпшенню режимів хімічно-дегресивних ґрунтів. Використання фітомеліоративного ефекту є перспективним напрямком покращення фізичного стану ґрунтів як найважливішої складової їх родючості. Ефективність поліпшення стану ґрунтів змінюється за низкою однорічні бобові трави – багаторічні злакові трави – багаторічні бобові трави – травосуміші в сівозмінах – травосуміші тривалого використання на позасівозмінних ділянках – порушені агроландшафти.

Найбільш швидко відновлюються такі фізичні властивості ґрунтів, як щільність, пористість, структурний склад. Більш тривалий фітомеліоративні вплив потрібно для відновлення водопроцності агрегатів. Ефективність фітомеліоративного поліпшення ґрунтів пов'язана з біологічною продукцією рослин, яка в свою чергу відображає клімат. З цієї причини найбільш ефективні фітомеліоративні заходи в умовах чорноземів вилужених і найменш – на чорноземах південних.

«Експрес» методом поліпшення фізичного комплексу ґрунтів є включення до складу сівозмін посівів багаторічних трав на 2-3 роки, причому травосуміші більш ефективні, ніж чисті посіви злакових або бобових трав. Для поліпшення деградованих ґрунтів найбільш прийнятні прийоми відновлення родючості при тривалому використанні багаторічних трав з виведенням їх посівів з сівозмін, коли під пологом трав починається відновлювальна сукцесія за рахунок появи видів природних степових угруповань. Ще більш ефективним є метод «біологічних агроландшафтів», при якому за короткий час різко збільшується маса коренів і забезпечується рівномірність їх розподілу по ґрунтовому профілю.

Рекомендована література

1. Войтків П.С. Технології захисту та відновлення ґрунтів: методичний посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2022. 104 с.
2. Цицюра Я.Г., Шкатула Ю.М., Забарна Т.А., Пелех Л.В. Інноваційні підходи до фіторемедіації та фіторекультивуації у сучасних системах землеробства. Монографія. Вінниця: ТОВ «Друк». 2022. 1200 с.
3. Управління земельними ресурсами : навч. посіб. / уклад. А.С. Попов; Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв : МНАУ, 2022. 214 с.
4. Управління земельними ресурсами та землекористуванням: базові засади теорії, інституціалізації, практики : монографія / за заг. ред. А. М. Третяка. Біла Церква : ТОВ «Білоцерківдрук», 2021. 227 с.
5. Панас Р.М. Екологія ґрунтів: навчальний посібник. Львів: «Новий Світ-2000», 2021. 481 с.
6. Войтків П. С. Технології захисту та відновлення ґрунтів : методичні вказівки для самостійної роботи студентів Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. 50 с.
7. Моніторинг та охорона земель. Практикум : навчальний посібник / В. С. Мошинський, Т. В. Бухальська, А. Г. Ліщинський, Ж. В. Наконечна. Вид. 2-ге, перероб. та доповн. Рівне : НУВГП, 2019. 202 с.
8. Чорний С.Г. Оцінка якості ґрунтів : навчальний посібник. Миколаїв : МНАУ, 2018. 233 с.
9. Охорона ґрунтів і відтворення їх родючості: навчальний посібник / Забалуєв В.О., Балаєв А.Д., Тараріко О.Г. та ін.; за ред. д-рів, проф. В.О. Забалуєва та В.В. Дегтярьова. Вид. 2-ге, змін. і допов. Х.ФОП Бровін, 2017. 348 с.
10. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Частина 1. Нормування інгредієнтного забруднення: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А., Петрук Р. В., Турчик П. М. Вінниця : ВНТУ, 2013. 253 с.