

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет
Спеціальність 206 – “Садово-паркове господарство”

«Допустити до захисту»

В.о. завідувача кафедрою садово-
паркового мистецтва та ландшафтного
дизайну доц. Іванченко О.Є.

« _____ » _____ 2022 р.

**Ефективність використання листяних деревних видів
рослин з метою оптимізації стану техногенно порушених
земель**

Здобувач вищої освіти: _____ Тимошенко О. С.

Керівник дипломної роботи _____ Ловинська В.М.

Консультанти:

з охорони праці
к.т.н., доцент _____ Кравець В.В.

Нормоконтролер
к.б.н., доцент _____ Пономарьова О.А.

Дніпро, 2022

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
Агрономічний факультет
Кафедра садово-паркового мистецтва та ландшафтного дизайну

Освітній ступінь «*Магістр*»
Спеціальність 206 – «*Садово-паркове господарство*»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о. завідувача кафедрою

доц. Іванченко О.Є. _____
підпис

« ____ » _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Тимошенко Олександр Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Ефективність використання листяних деревних видів рослин з метою оптимізації стану техногенно порушених земель»

Керівник роботи: д.с.-г.н., доц. Ловинська В.М., затверджені наказом вищого навчального закладу від «09» листопада 2021 р., № 3480

2. Строк подання студентом роботи на кафедру « ____ » _____ 202_ р.

3. Вихідні дані до роботи: рекультиваційні можливості листяних деревних видів у техногенних умовах

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити):

1. Дослідити концентрацію металічних та неметалічних елементів у ґрунті техногенно забруднених териконів;
2. Визначити елементний склад у фітомасі листя деревних та чагарникових видів;
3. Розрахувати коефіцієнт біологічної акумуляції найбільш поширених елементів досліджуваними видами;
4. Виділити деревні види рослин, що вирізняються високими акумулятивними властивостями на техногенних ґрунтах.

5. Перелік графічного матеріалу: таблиці і рисунки

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	доц. Кравець В.В.		

7. Дата видачі завдання: _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Написання огляду літератури із теми	Липень 2021	<i>виконано</i>
2	Опрацювання методик та виконання польових робіт	Вересень-жовтень 2021	<i>виконано</i>
3	Калькуляція результатів	Листопад 2021	<i>виконано</i>
4	Оформлення розділу з експериментальної частини	Листопад-грудень 2021	<i>виконано</i>
5	Формування розділу з охорони праці	Грудень 2021	<i>виконано</i>
6	Визначення висновків та впорядкування літературних джерел	Січень 2022	<i>виконано</i>

Здобувач вищої освіти _____ Тимошенко О.С.

Керівник роботи _____ Ловинська В.М.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	4
ВСТУП.....	5
1. Огляд літератури.....	7
1.1. Поглинання, транспорт та транслокація елементів тканинами рослинних об'єктів	7
1.2. Акумулятивні властивості рослин елементів групи важких металів...19	
2. Умови проведення досліджень	24
2.1. Організаційно-господарські умови підприємства	24
2.2. Кліматичні і погодні умови району досліджень	26
2.3. Ґрунтові умови району досліджень.....	27
3. Експериментальна частина.....	29
3.1. Характеристика об'єктів досліджень.....	29
3.2. Методика проведення роботи та обліків.	35
3.3. Результати проведеної роботи та їх аналіз.....	36
3.3.1 Вміст елементів у ґрунтових зразках	36
3.3.2. Дослідження елементного вмісту у рослинних зразках.....	39
3.3.3. Порівняльний аналіз елементного складу у тканинах листків різних видів.....	43
4. Заходи з охорони праці	46
4.1 . Техніка безпеки при виконанні посадкових робіт техногенно порушених земель.	46
4.2 . Засоби індивідуального захисту при роботі з листяними деревними видами рослин	48
Висновки та пропозиції виробництву	52
Список використаної літератури	53

РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 58 с., 9 табл., 8 рис., 54 літературних джерела.

Мета роботи: оцінити ефективність використання різних листяних деревних та чагарникових видів на антропогенно порушених територіях.

Об'єкт дослідження: листяні види деревних рослин.

Предмет дослідження: фітомеліоративні особливості рослин.

Методи дослідження: польовий, лабораторний.

Використана апаратура: ваги електронні, термостат, атомно-абсорбційний спектрофотометр.

У роботі наведені результати досліджень накопичення окремих елементів металічної (Ca, Mg, Si, K, Al, Fe, Ti, Mn, Zn, Cs, Co, Cr, Pb, Bi, Cd, Sn, Ni, Cu) та неметалічної груп (Cl, P, S, Si, As) у листках деревних та чагарникових видів, таких як дуб звичайний, тополя чорна, маслинка вузьколиста, береза повисла та ясен зелений, які зростали в умовах техногенно навантаженого середовища (шахта Степова Дніпропетровської області). Вивчено особливості акумулювання визначених елементів у залежності від видових особливостей рослин. Рослини з високою акумулюючою здатністю металів можуть бути корисними для фітореMediaції забруднених територій.

Ключові слова: *елементний склад, листяні породи, біоаккумуляційний коефіцієнт*

Вступ

Ряд складних і взаємодіючих змінних впливає на просторові зміни чисельності деревних порід та їхнього біорізноманіття. Як у відносно невеликих просторових, так і при більш великих масштабах, змінні оточуючого середовища, зокрема, такі як хімічні і фізичні властивості ґрунтів (Schröder та ін., 2006; Гришко та ін., 2012), топографія, рельєф, а особливо порушення антропоїчної природи, спричинені людською діяльністю, є важливими рушійними силами, що призводять до глобальних кліматичних змін та потепління.

Завдяки особливим механізмам стійкості, що діють на різних рівнях організації, деякі види рослин здатні зростати та розвиватися без серйозних варіацій фізіологічних процесів на фоні суттєвих порушень у навколишньому середовищі, наприклад високих концентраціях важких металів (Кабата-Пендіас, Пендіас, 1989; Галаган, 1993; Бессонова, 2006).

Пошук рослин, здатних накопичувати політанти надземними органами у високих концентраціях, представляє особливий інтерес з огляду розв'язання нагальних питань фіторемедіації. У свою чергу види, чутливі до токсичних елементів, здатні найбільш об'єктивно відображати ступінь забруднення техногенного середовища, а значить мають практичне значення для біоіндикації території, що також представляє собою дуже важливий аспект (Зверковський, 1999).

Листяні деревні насадження степової зони України відіграють значну роль у процесі поглинання національних антропогенних викидів CO₂, особливо протягом свого вегетаційного періоду, зберігаючи отриманий вуглець (C) у біомасі, ґрунті та мертвому рослинному матеріалі (Pan et al. 2011b). Вирубка, пожежі, інші стихійні та антропогенні катастрофи деревного каркасу у значній мірі можуть змінювати фізичну та біологічну структуру насаджень цього регіону, різко перетворюючи складові екосистеми на більш молоді, простіші. В цілому, у будь-якому випадку склад

деревних спільнот змінюється, що не може не впливати на їх функціональність.

Мета роботи – визначення ефективності використання листяних деревних видів у якості біоаккумуляторів токсичних елементів в умовах антропогенно порушених територій.

Завдання:

1. Дослідити концентрацію металічних та неметалічних елементів у ґрунті техногенно забруднених териконів;
2. Визначити елементний склад у фітомасі листя деревних та чагарникових видів;
3. Розрахувати коефіцієнт біологічної акумуляції найбільш поширених елементів досліджуваними видами;
4. Виділити деревні види рослин, що вирізняються високими акумулятивними властивостями на техногенних ґрунтах.

Практична значущість диплому – інформація зі встановлення фітомеліоративних особливостей листяних деревних рослин може ефективно використовуватись під час окреслення послідовності фітомеліоративних заходів в антропогенно забруднених регіонах.

РОЗДІЛ 1

1.1. Поглинання, транспорт та транслокація елементів тканинами рослинних об'єктів

Зелені рослини поглинають сонячну енергію та самостійно перетворюють її в енергію хімічних зв'язків через процес фотосинтезу. Фотосинтез та інші метаболічні процеси вимагають наявності хімічних елементів у відповідних дозах для росту і розвитку рослин. Є цілий ряд неорганічних елементів, які необхідні для життя рослин. Необхідні елементи для росту. Елементи у найбільшій кількості в рослинах є сировиною для фотосинтезу. Зелена фітомаса рослин використовує світлову енергію для утворення кисню та глюкози, яка є початковим матеріалом для всіх процесів у рослинах, що потребують енергії. Формування основної маси рослин відбувається з полімерів цукру (целюлоза, крохмаль) або сполук, отриманих з цукрів (наприклад, лігнін).

Грунтова органічна речовина – це в основному целюлоза і лігнін, які є критично важливими для утримання вологи в ґрунті, аерації, зберігання мінеральних елементів, а також для ґрунтових організмів, що забезпечують природну родючість. Однак вуглець, що міститься в органічній речовині, безпосередньо не поглинається рослинами. І тут вкрай важливою є роль мікоризи для живлення рослин, особливо для дерев. Мікориза – симбіоз коріння рослин і одного або кількох видів грибів. Рослина живить гриб цукром, в той час як гриб посилює засвоєння необхідних елементів – зокрема P і N. Ці корисні організми також можуть збільшувати у деяких рослин стійкість до посухи і захворювань.

Всі елементи, що беруть участь у мінеральному живленні рослин, прийнято класифікувати залежно від їхнього вмісту в рослинах та в ґрунті. Зазвичай їх поділяють на макро- та мікроелементи. За цією класифікацією, елементи, вміст яких у перерахунку на суху речовину становить від сотих

часток відсотка до кількох десятків відсотків, є макроелементами. Ті елементи, уміст яких не перевищує тисячних часток відсотка, відносять до мікроелементів. Нині цю класифікацію доповнено. Частина елементів зараз відносять до мезо-елементів, тобто, по суті, вони утворюють групу, проміжну між макро- і мікроелементами. Крім того, іноді виділяють ультрамікроелементи. Це ті елементи, зміст яких у рослинах мізерно мало, а фізіологічна роль та вплив практично не вивчені.

Якщо дотримуватися уточненої класифікації, то до макроелементів відносяться азот, фосфор і калій, до мезоелементів – сірка, кальцій, магній, мікроелементів – бор, молібден, цинк, мідь, кобальт, марганець, барій, кремній, хлор, натрій, титан, срібло, ванадій, залізо, нікель, селен, літій, йод, алюміній.

Ця класифікація досить умовна, і ті чи інші елементи часом потрапляють у різні групи. Крім того, у тканинах деяких видів рослин окремі мікроелементи містяться в кількостях, характерних для макроелементів. Макроелементи та мезоелементи необхідні рослині у досить великих кількостях, тому що є будівельним матеріалом, насамперед, для білків. Мікроелементи входять до складу ферментів, вітамінів тощо. Нормальний розвиток та функціонування як окремих клітин, так і всього рослинного організму неможливі без оптимального забезпечення елементами всіх цих груп.

Відсутність чи нестача будь-якого з елементів, необхідних для зростання та розмноження, викликає цілком певні симптоми голодування. Проте, надмірність теж шкідлива: надходячи у підвищених дозах, як макро, і мікроелементи стають токсичними для рослин, людини і тварин.

Наявність достатньої кількості поживних речовин у ґрунті не дає гарантії їх потрапляння до рослин. Засвоюваність елементів живлення залежить від багатьох чинників, як внутрішніх, і зовнішніх. Насамперед, кожна рослина потребує певного набору хімічних сполук, які пов'язані з типом культури, її фазою розвитку та індивідуальними особливостями.

Поживні речовини при кореновому живленні рослини одержують із ґрунту. При цьому ґрунти дуже різняться за вмістом мікроелементів. Так, у лесоподібних суглинках вміст кобальту, хрому, стронцію у 2–2,5 рази більше, а нікелю, ванадію, титану, барію, бору, марганцю – у 3–4 рази більше, ніж у пісках. Торф'яно-болотні ґрунти бідні на мікроелементи. При цьому вміст мікроелементів у ґрунті збільшується в міру накопичення в ньому органічних речовин. Тобто, при внесенні гною, компосту та інших органічних добрив, ґрунт збагачується не лише макро-, а й мікроелементами.

Розчинність мікроелементів у ґрунтах має велике значення для їх біологічної доступності та здатності до переміщення. Тяжкі ґрунти (як лужні, так і нейтральні) добре утримують мікроелементи і тому повільно поставляють їх рослинам, що може призводити до нестачі деяких елементів. Легкі ґрунти, навпаки, можуть бути джерелом легкодоступних мікроелементів, але при цьому їх запас швидше виснажується. Тому в оцінці забезпеченості ґрунтів мікроелементами важливо враховувати як їх валовий зміст, а й наявність рухливих форм. Причому різниця між цими двома значеннями може бути дуже суттєвою. Наприклад, бір у рухомій формі становить лише 2–4 % від валового вмісту цього мікроелемента, мідь, молібден, кобальт, цинк – 10–15%.

Забезпеченість ґрунту мікроелементами змінюється протягом вегетаційного періоду, а також залежить від інтенсивності опадів, випаровування вологи з ґрунту тощо. Залежно від цих факторів, концентрації мікроелементів у ґрунтових розчинах можуть змінюватися більш ніж у 10 разів. Це необхідно враховувати під час проведення аналізів ґрунту. При цьому концентрації макроелементів, хоча також залежать від згаданих факторів, змінюються меншою мірою.

Перенесення розчинених елементів у ґрунті може відбуватися двома шляхами: через ґрунтовий розчин (дифузія) і разом з ґрунтовим розчином, що рухається (вимивання). Залежно від кліматичних умов цей процес має свої особливості. Так, у прохолодному вологому кліматі вимивання

мікроелементів вниз за профілем ґрунту проявляється сильніше, ніж їх накопичення.

Протягом вегетаційного періоду потреба та ступінь засвоюваності одного й того самого елемента може для рослин сильно відрізнятись. Оскільки всі рослинні організми мають вибіркову здатність, то поглинання речовин, необхідних на даному етапі їх розвитку, відбувається більш активно, ніж усіх інших.

Врожайність та якість рослинної продукції забезпечуються необхідним рівнем, співвідношенням та доступністю елементів живлення. І якщо кисень, водень і вуглець рослини можуть у достатній кількості отримувати з атмосферного повітря (як CO_2 і H_2O), інші необхідні елементи харчування надходять у тому організм майже повністю з ґрунту. Головною умовою хорошої поглинання рослинами мікроелементів є їхня доступність. Якщо елементи живлення знаходяться у ґрунтовому розчині, вони легше засвоюються рослинами. Найбільш важливими для живлення культур є іони кальцію, калію, магнію, NH_4^+ , NO_3^- і H_2PO_4^- , що знаходяться в ґрунтовому розчині.

У процесі їх поглинання кореневою системою рослин потрібне постійне поповнення цих елементів шляхом внесення органічних та мінеральних добрив.

Рослини здатні поглинати не лише мікро-, так і мікроелементи із ґрунтового розчину, а й ті іони, які у колоїдах. За допомогою корневих виділень (вугільна кислота, органічні та амінокислоти), що володіють розчинною здатністю, рослини здатні впливати на тверду фазу ґрунту, перетворюючи необхідні їм елементи з малодоступних сполук на легкозасвоювану форму.

На рівень засвоюваності елементів рослинами великий вплив мають параметри навколишнього середовища: температура і вологість ґрунту, повітря, освітленість, кислотність ґрунтів, його механічний і хімічний склад. Наприклад, низькі температури ($+10\dots+11^\circ\text{C}$) уповільнюють надходження

фосфору та гальмують поглинання основних елементів живлення кореневою системою рослин. При $+5...6^{\circ}\text{C}$ припиняється надходження всіх поживних речовин, у т. ч. та азоту, в рослини. Найбільш оптимальний температурний діапазон, при якому відбувається максимальна засвоюваність мікро- та макроелементів у більшості рослинних організмів, знаходиться в межах від $+15^{\circ}\text{C}$ до $+30^{\circ}\text{C}$.

Освітлення, яке необхідне для процесів фотосинтезу, необхідне і для поглинання рослинами елементів живлення. Чим менше світла, то нижчий рівень засвоєння корисних речовин. Надходження деяких елементів, наприклад, калію, безпосередньо залежить від яскравості освітлення, тому культури, що ростуть у тіні, часто страждають від його нестачі. Тривалість впливу та інтенсивність сонячних променів впливає на надходження у рослини кальцію, фосфору, магнію, молібдену, сірки, аміаку та інших елементів. Від освітленості залежить і оптимальна вологість повітря для рослин: чим більша освітленість, тим вище має бути відносна вологість повітря.

Достатня вологість ґрунту позитивно впливає на розвиток кореневої системи рослин та покращує її поглинальну здатність. Якщо в зонах з достатнім рівнем зволоження засвоєння рослинами фосфору з мінеральних добрив становить 10–20 %, калію та азоту – 40–70 %, то в умовах посушливого клімату цей показник зменшується у 1,5–2 рази. Підвищення вмісту вологи в ґрунті (до певної межі) збільшує доступність елементів живлення у зв'язку з їх розчинністю у воді.

Оптимальний (середній) рівень вологості для кожного типу ґрунтів не однаковий. Для суглинистого чорнозему він становить близько 55–61 %, для піщаного чорнозему цей показник перебуває у межах 35–40 %, а підзолистих ґрунтів – від 41 % до 61 %. Але при цьому необхідно враховувати також відмінність хімічного та фізико-механічного складів різних шарів ґрунтів, у яких знаходяться речовини, необхідні для живлення рослин.

На засвоюваність мікро- та макроелементів рослинами негативно впливають як посуха, так і перезволоження ґрунту.

Будь-який хімічний елемент, який потрапляє тим чи іншим способом в організм рослини, відіграє свою роль у процесі онтогенезу рослин. Отже, надамо коротку характеристику найбільш поширеним елементам.

Азот є елементом, який найбільше асоціюється з посиленням ростом рослини і є ключовим компонентом усіх білків. Багато білків функціонують як ферменти або біологічні каталізатори, що робить можливим метаболізм рослин. У рослин є дуже ефективні системи, здатні поглинати азот із ґрунту, як правило, у формі нітрату, і зв'язувати його з цукровими фрагментами з утворенням амінокислот, які надалі залучаються у будівельні блоки білків. Дефіцит азоту зменшує процес утворення хлорофілу і ферментів, в результаті чого знижується процес фотосинтезу, пригнічення росту і передчасне старіння.

Калій також важливий для фотосинтезу, росту клітин, регулювання відкриття і закриття продихів. Дефіцит калію призводить до хлорозу і опіків листя. Кальцій взаємодіє з пектином і діє як месенджер для регулювання гормонів росту. Здерев'янілі стебла містять також значну частку кальцію, якого тут більше, у порівнянні з трав'янистими рослинами. Дефіцит кальцію зменшує подовження міжвузлів та загальний ріст рослин.

Атом магнію знаходиться в центрі молекули хлорофілу, а також підвищує ефективність деяких ферментів. Часто дефіцит магнію проявляється у вигляді хлорозу і опіків між жилками листя і як наслідок часто призводить до передчасного знебарвлення листків.

Фосфор входить до складу основних елементів нуклеїнових кислот, які несуть генетичну інформацію. Фосфор є також ключовим елементом АТФ, основною молекулою для передачі біологічної енергії. Дефіцит фосфору викликає серйозні захворювання, затримку росту і зниження цвітіння й плодоношення.

Роль мікроелементів у житті рослин надзвичайно важлива, хоча потреба у них не обчислюється великою кількістю. Вони беруть участь у біохімічних процесах (фотосинтез, біосинтез хлорофілу, транспорт цукрів), впливають на діяльність ферментів, вуглеводний та азотистий обмін. Навіть мізерний вміст мікроелементів в рослинних тканинах має на рослину сприятливий вплив, покращуючи її захисні властивості, стійкість до кліматичних особливостей (посухо-, жаро- та холодостійкість), ураження захворюваннями. У рослин, що отримали своєчасне та повне забезпечення мікроелементами, активізуються обмінні процеси, відзначається підвищений вміст вуглеводів (крохмалю та цукрів), білків, накопичення вітамінів, жирів.

Необхідно також враховувати взаємний вплив макро- та мікроелементів на ріст та розвиток рослин. Нестача одного з компонентів органічного живлення негативно впливає на ступінь доступності мінералів та їх засвоюваності рослинними організмами. Спостерігається і зворотний зв'язок, коли нестача мікроелемента викликає надмірне або недостатнє накопичення органічних речовин у культурах, що також може негативно вплинути на їх розвиток.

Серед найбільш необхідних для життєдіяльності рослин мікроелементів слід виділити такі як залізо, мідь, бор, магній, цинк, марганець, кобальт, молібден. Окремо можна виділити сірку, яка відноситься до мезоелементів. Сірка входить до складу двох незамінних амінокислот, а також вітамінів рослин та кофакторів ферментів. Дефіцит сірки викликає в цілому пожовтіння молодого листя, хлороз і некроз старих листків, а також розпускання бічних пагонів.

Для деяких типів ґрунтів часто характерний недолік певних мікроелементів. Родючі, багаті органікою ґрунти відрізняються низьким вмістом у них міді, на дернових ґрунтах рослини відчуватимуть гостру нестачу молібдену, у лужних ґрунтах знижується доступність бору, міді, марганцю, а в кислих відзначається підвищена засвоюваність марганцю, який у великих кількостях токсичний. Під час підбору рослин для висаджування

на певних територіях слід враховувати потреби кожного виду рослин у конкретному мікроелементі, оскільки для різних культур вони можуть відрізнятися. Основний недолік мікроелементів, що перебувають у ґрунті – їхня важкодоступність для живлення рослинами. Часто, щоб заповнити відсутні в харчуванні рослин мікроелементи, застосовують кореневі або позакореневі підживлення рослин мікродобривами.

Хоча бор присутній у рослинах в малій кількості, але дефіцит бору трапляються, що призводить до крайового некрозу листя, відмирання кінчиків пагонів і деформації плодів. Вміст у ґрунті достатньої кількості бору необхідний для рослин протягом усього їх життєвого циклу. Але особливо важливе значення має цей мікроелемент у початковий період розвитку рослини. Речовини, що містять бор, вносять на вапновані торф'яні, дернові, заболочені ґрунти, вилужені чорноземи, супіщаники і легкі піщані ґрунти.

Залізо відіграє ключову роль у синтезі хлоропластів, фотосинтезу всередині клітин, а також входить до складу кількох важливих дихальних ферментів. Дефіцит заліза надзвичайно поширений на лужних ґрунтах через порушення доступності при високому рН, викликає міжжилковий хлороз і відмирання пагонів.

Марганець також необхідний для синтезу хлорофілу, бере участь у фотосинтезі, активує близько 35 ферментів, що впливають на окисно-відновні процеси. Марганець бере участь у азотному обміні (відновлення нітратів до аміаку) та пов'язаний із синтезом білка. Його дефіцит призводить до швидкого руйнування хлорофілу під впливом світла. В цілому, дефіцит Mn викликає хлороз, некроз і деформацію листя.

Цинк входить до складу понад 30 рослинних ферментів, що беруть участь у процесах дихання та фотосинтезу. Його недолік у харчуванні суттєво позначається на темпах зростання культур. Крім того, цинк нормалізує фосфорний обмін та сприяє фіксації вуглецю. Цинк є структурною частиною деяких ферментів та кофактором для інших. Дефіцит Zn може призвести до зменшення подовження міжвузлів і знебарвлення

нижніх листків поверхні, що часто призводить до формування листя із бронзових відтінком.

Мідь є складовою кількох ферментів. Цей елемент впливає на розвиток та вступ рослин у фазу цвітіння. Мідь сприяє підвищенню імунітету рослин до грибкових та бактеріальних захворювань. Дефіцит Cu може викликати міжжилковий хлороз, дефоліацію, листову плямистість і відмирання пагонів.

Молібден бере участь у фіксації атмосферного азоту, впливає стабілізацію структури нуклеїнових кислот, разом із залізом виконує каталітичну і структурну функцію, входячи у ферментний комплекс нітрогенази. Його недолік призводить до різкого зниження кількості аскорбінової кислоти, що міститься в рослинах, негативних змін в азотному обміні (зниження активності синтезу білка, зменшення вмісту амінокислот і амідів).

Різні види значно рослин відрізняються за здатністю поглинати метали і транспортувати метали від коренів до пагонів (Greger, 1999). Метали можуть потрапити у рослинний об'єкт через коріння, листя або кору, однак коріння є основним шляхом проникнення більшості металів (Lepp, 1975). На поглинання катіонів металів корінням із розчину ґрунту впливає їх біодоступність (Marschner, 1995). В свою чергу біодоступність залежить від кількох факторів ґрунту, насамперед таких як рН, окислювально-відновний потенціал, вміст органічної речовини, конкуруючих іонів і здатності до зв'язування катіонів. Для кожного з елементів мінерального живлення є певне значення рН ґрунту, при якому він буде максимально доступним для рослини. Як правило, більш доступні і краще засвоюються елементи в слабкокислому або близькому до нейтрального ґрунтового середовища ($6,2 < \text{pH} < 6,5$). Надлишок водорозчинних солей у ґрунтовому розчині дуже шкідливий для рослинних організмів, а високі концентрації (0,3–0,5 %) призводять до загибелі рослин.

На біодоступність також впливають рослинні фактори, такі як виділення органічних речовин, кислот, іонів водню з коренів, що може

підвищувати розчинність і швидкість поглинання іонів металів (Marschner, 1995). Ще один важливий фактор, який може впливати на поглинання та чутливість до металів деревами в природних умовах – це зв'язок між тонким корінням дерев помірною клімату та мікоризними грибами (Godbold et al., 1998; Jentschke and Godbold, 2000). У деяких випадках ектомікориза може зменшити токсичність металів для лісових дерев шляхом обмеження поглинання токсичного металу рослиною-господарем або покращенням статусу мінерального живлення рослини-господаря.

Як правило, якщо концентрація іонів металу у зовнішньому розчині збільшується, збільшується поглинання (Greger, 1999). Спочатку іони досягають апопласту коренів, через дифузію або масовий потік (Marschner, 1995). Раніше катіони металів поглинаються плазмалемою в клітини кореня, через які вони повинні проходити до апопласту кореня. Вважається, що апопласт кореня має велике значення для поглинання поживних речовин через його негативні заряди, які можуть зв'язувати і накопичувати катіони (Sattelmacher, 2001). Більшість металів утримується в апопласті, зв'язаному з клітинною стінкою, або транспортуються далі в апопласті (Greger, 1999). Частина металів також транспортується через плазмалему в цитоплазму клітин кореня, де вони зв'язуються до різних макромолекул (Greger, 1999). Мембранні транспортні білки, як правило, опосередковують приплив іонів металу з апопласта в цитоплазму (Lindberg et al., 2004).

Вважається, що важкі метали та Ca в рослинних тканинах надходять переважно через апопласт (Greger, 1999; White та ін., 1981).

Щоб досягти ксилеми через апопласт, іони металів повинні бути поглинені кінчиками коренів, оскільки каспарівських смужок ще немає повністю там розвинених, або через бічні корені прикореневих зон, де є розрив ендодерми (Marschner, 1995).

Коли іони металу досягають ксилеми, вони переміщуються вгору по стовбуру (осьовому пагону) деревного виду, взаємодіють з недифузійними аніонами клітинної стінки судин ксилеми, що призводить до відділення

катіонного транспорту від потоку води (Wolterbeek, 1987). Вважається, що ксилема діє як іонообмінний стовпчик, який може перешкоджати рух вгору по стовбуру протягом місяців або років (Bell and Biddulph, 1963). Транслокація катіонів металу може бути посилена, якщо вони утворюють комплекси з органічними сполуками, таким чином відбувається зниження їх спорідненості до фіксованих негативних зарядів у клітинних стінках (White et al., 1981; Cataldo et al., 1988).

Звичайним є те, що в коренях міститься набагато більше металів, ніж у пагонах, що особливо є характерним для вищих рослин (Greger, 1999). Навіть незважаючи на скупчення важких металів в рослинах, елементи, як правило, обмежені тканинами коренів через зв'язування з клітинною стінкою, або ж вони також можуть бути переміщені на пагін (Greger et al., 1991; Gussarsson et al., 1995) і накопичуватися в деревині та корі дерев.

Важливим чинником, який слід враховувати щодо доступності тієї чи іншої речовини – це взаємодія елементів живлення між собою. Макро- та мікроелементи перебувають у тісній взаємодії один з одним. Головним чинником, що забезпечує нормальне зростання, розвиток та функціонування рослин, є дотримання правильного балансу хімічних складових у поживному середовищі та в самій рослині. Всім рослинам, залежно від їхнього життєвого циклу, генотипних особливостей біохімічного складу та навколишнього середовища, потрібне певне співвідношення поживних речовин. Цей баланс має більш важливе значення, ніж фактична концентрація окремих елементів поживного розчину. Жоден хімічний елемент у природі діє ізольовано від інших. При цьому правильне співвідношення мікроелементів у живленні з урахуванням їхньої взаємодії між собою є не менш значущим та складним, ніж баланс макроелементів. Щоб забезпечити рослини збалансованим складом елементів, необхідно враховувати не тільки їх фізіологічну роль у житті рослин окремо, але й вплив на рослинний організм в результаті їхньої спільної дії.

Майже всі елементи, що входять до складу поживних речовин, знаходяться між собою в одній із двох форм взаємодії: антагоністичної або синергічної. Ігнорування цього фактора призводить до незбалансованих реакцій усередині самої рослини, внаслідок чого воно отримує стрес, який може виявитися згубним. Антагонізм між елементами виникає в тому випадку, якщо їхня загальна участь у хімічних реакціях призводить до погіршення дії одного з них. Так, надлишок одного елемента може знижувати рівень поглинання кореневою системою рослини іншого елемента.

Явище, коли два або більше елементів при спільній дії створюють ефект покращення фізіологічного стану рослини, називається синергізмом. В іншому випадку, коли надлишок одного з елементів зменшує поглинання іншого, спостерігається фізіологічний антагонізм. Ці взаємодії залежать від типу ґрунту, фізичних властивостей, рН, навколишнього середовища, температури та частки поживних речовин, що беруть участь.

Синергізм та антагонізм елементів пов'язані з електронною будовою атомів та іонів. Якщо спостерігається схожість у будові двох або більше елементів, то вони здатні заміщати один одного в біохімічних системах, що викликає антагонізм цих поживних речовин.

Явище синергізму та антагонізму поживних речовин має критичне значення для рослин, якщо вміст цих елементів у ґрунті наближений до дефіциту. Вважається, що надмірна кількість азоту зменшує поглинання фосфору, калію, заліза та деяких інших елементів, зокрема, кальцію, магнію, марганцю, цинку, міді; надмірна кількість фосфору зменшує поглинання катіонів таких мікроелементів як залізо, марганець, цинк, купрум; перевищення калію зменшує поглинання магнію, кальцію; надмірна кількість кальцію знижує поглинання заліза; надлишок заліза знижує поглинання цинку; надлишок цинку погіршує доступність марганцю (Гришко та ін., 2012).

На відміну від антагонізму синергізм є комплексною дією елементів (двох або більше), при якому досягається посилення позитивного результату їх впливу на рослину.

1.2. Акумулятивні властивості рослин елементів групи важких металів

Атмосфера відіграє ключову роль у глобальних циклах металічних елементів, які надходять із багатьох джерел і призводять до дисперсії металів у глобальних масштабах (Rauch and Pacyna, 2009). Елементи групи важких металів (наприклад, Cd, Cu, Ni, Pb, Cr, Zn тощо) з'являються в атмосфері внаслідок або ж природних процесів (Nriagu, 1989), або також у результаті антропогенної діяльності, що останнім часом є усе більш розповсюдженим явищем (Pacyna та Pacyna, 2001). Ці елементи можуть транспортуватись на великі відстані (Steinnes and Friedland, 2005) та впливати на різні екосистеми (Shotyk та ін., 1996).

Рослинні угруповання особливо чутливі до атмосферних ресурсів, що стосується як лісових екосистем, так і інших зелених насаджень, оскільки намет має велику поверхню взаємодії з атмосферою. Взаємодія між наметом і атмосферними надходженнями важких металів включає накопичення сухого осадження, пряме засвоєння або вивільнення елементів наметом (Balestrini та ін., 2007). З метою вивчення впливу намету на атмосферні надходження проведено окремі дослідження, як і визначено динаміку важких металів у прохідності через намет (Petty and Lindberg, 1990; Nieminen та ін. 1999). Високий вплив намету лісу зазвичай спостерігається з специфічною динамікою елемента, оскільки вони не всі збагачуються за рахунок лісового покриву.

Особливості взаємодії важких металів із рослинами лежать в основі екстракції або виключення рослинами цих елементів. Обидва процеси широко аналізуються, однак поглинання або так звана фітоекстракція виглядає більш екологічно доцільною через накопичення та стабілізацію

металічних елементів у біомасі рослин, запобігання їх подальшого поширення в глибші шари ґрунту та підземні води. Коли рослини розглядаються для фітоекстракції забруднень, насамперед техногенного походження, із ґрунту, то очікується, що вони виконують одну або кілька з наступних дій: поглинають забруднення з частинок ґрунту та/або ґрунтового розчину в їх коріння; фізично зв'язують забруднювачі з кореневими тканинами або/і хімічно виводять токсичні речовини з коренів до підземних частин. В цілому це веде до запобігання або інгібування вимивання забруднювачів із ґрунту (Chaney et al., 1997; UNEP IETC, 2003).

Методології фіторемедіаційних процесів є високостійкими, вимагають низьких витрат енергії, робочої сили та низьких витрат і пропонують переробку матеріалів і матерії (Schröder et al., 2006).

Деякі рослини фітостабілізують важкі метали в ризосфері через іммобілізацію кореневого ексудату (Blaylock, Huang, 2000), тоді як інші види рослин включають метали в кореневі тканини (Khan, 2001).

Окремі види рослин здатні передавати метали у надземні тканини, що потенційно дозволяє деконтамінувати ґрунт шляхом збирання надземних частин рослин (Brun, 1998).

Серед інших рослин дерева мають ряд властивостей (наприклад, висока біомаса, економічна цінність), що робить їх привабливими для використання в фіторемедіації, але для того, щоб бути ефективними, їм доводиться приймати і переносити високі концентрації важких металів у своїй надземній частині тканин (Pulford et al., 2001). Для дерев характерні види, які природним чином швидко колонізують досліджувані ділянки, наприклад *Betula pendula*, *Alnus glutinosa*, *Salix viminalis*, *Pinus* тощо (Pulford et al., 2001; Rosselli et al., 2003).

Адаптація до місцевого клімату є одним із важливих критеріїв відбору порід дерев для фіторемедії (Rosselli et al., 2003). Наприклад, якщо говорити про такий вид як *Betula*, то він вважається неметалевим акумулятором, а лише металостійкою рослиною (Brown, Wilkins, 1985; Kozlov et al., 1995),

однак окремі автори повідомляють про високі концентрації Cu в коренях *Betula* (Maurice, Lagerkvist, 2000).

Аналізування таких видів як сосна та чорна вільха показало, що ці види накопичують більшу кількість Zn в коренях ніж у листках і пагонах, однак *Alnus glutinosa* показав вище накопичення в листках (Pulford et al., 2001). Cr не був поглинений *Betula pendula*, але ефективно поглинався *Pinus contorta* і *Alnus glutinosa* в гідропонних системах (Pulford та ін., 2001).

Якщо говорити про *Pinus sylvestris*, то дана порода як в країнах Америки, так і скандинавських країнах, під час посадок активно використовуються для застосування осадів стічних вод. Результати показали підвищену кількість азоту і біомаси деревостанів, однак вміст важких металів, що поглинається деревами, необхідно досліджувати в широкому масштабі (Norden, 2006). Наприклад, дослідження Rautio (2000) встановлено, що за вирощування сіянців *Pinus sylvestris* у ґрунті, що містить підвищені концентрації Ni або Cu, поглинання Cu пагонами було відносно низьким, порівняно з поглинанням Ni.

Саджанці *Pinus sylvestris* можуть поглинати й переносити високі концентрації важких металів у сухих умовах, а вологе осадження важких металів є мінімальним. Отже, відмінності в складі ґрунту, наприклад, вміст гумусу та концентрації доступних поживних речовин, можуть впливати на надходження металічних елементів у тканини дерев (Ahonen-Jonnarth et al., 2004).

Традиційний підхід до визначення хімічного складу рослин зазвичай зосереджений на особливостях мінерального живлення рослин та встановленні токсичності деяких хімічних елементів (Robb, Pierpoint, 1983; Marschner, 1995).

Дослідження екологічних аспектів хімічного вмісту рослин набула особливо значного інтересу протягом останніх десятиріч. Такі дослідження включають встановлення токсичності певних елементів у антропогенних викидах, а також використання хімічного аналізу рослинної сировини для

біомоніторингу забруднення атмосфери та біогеохімічне картування (Bowen, 1979; Fergusson, 1990; Farago, 1994).

Деякі рослини, які, як відомо, збагачують елементами поживне середовище, а отже також на сьогодні використовуються для біоремедиації (Adriano, 1986; Adriano та ін., 1997).

Дослідження геохімічних властивостей рослин дозволяє використовувати аналіз рослинної сировини протягом тривалого часу для виявлення корисних копалин. Baker and Brooks (1989) надали аналітичний огляд рослинам, які здатні гіперакумулювати металічні елементи. Слід згадати, що гіперакумуляторами визначено такі рослини, які містять 1000 мг/кг металевого елемента у сухій речовині (для Mn і Zn ця цифра складає 10000 мг/кг).

Дослідження хімічного складу рослин, особливо в контексті навколишнього середовища, має ряд принципових проблем.

Багато з природних 92 елементів зустрічаються в таких низьких концентраціях у рослинних матеріалах, що їх досить важко визначити. Таким чином, навіть багато нещодавно опублікованих статей зосереджені на дуже мало елементів, часто лише поодиноких, які представляють інтерес для дослідження забруднення. Однак для повного опису міжелементного аналізу необхідний багатоелементний аналіз відносин і обґрунтування, що всі доречні характеристики окремих видів рослин зрозумілі та враховані при інтерпретації аналітичних результатів.

Основний шлях поглинання елемента в судинах рослин відбувається через коріння. На бар'єрі між апопластичним і симпластичним транспортом встановлено кілька стратегій поведінки з різними елементами. У багатьох випадках рослини здатні запобігти поглинанню деяких токсичних елементів. Як альтернатива, відсутність стратегій виключення може призвести до толерантності і такі рослини зазвичай накопичують кілька шкідливих елементів до дуже високих концентрацій (Baker, 1981). Рослини без повністю

розвиненого кутикулярного щита, наприклад види мохів, можуть також поглинати деякі елементи з поверхні через їх листя.

Рослини можуть змінювати хімічне середовище. Майже всі рослини можуть підкислювати ґрунт при контакті зі своїм корінням, а деякі здатні змінити ступінь окиснення деяких елементів, наприклад, Fe, або зробити їх більш доступними.

Деякі природні фактори, що впливають на хімію рослин, наприклад властивості ґрунту, експозиція та висота насаджень, інсоляція, мікроклімату тощо, досі погано зрозумілі, тому що більшість досліджень проводяться в дуже обмежених зонах і не охоплюють цілі екосистеми.

Багатоелементні набори даних для рослин, що збираються з кількох видів за однакових умов на великих територіях, є дуже рідкісним явищем (Reimann, de Caritat, 1998). Хоч саме такі набори даних дозволяють здійснити оцінку локального впливу у межах регіональних факторів дії на рослини.

РОЗДІЛ 2 УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Організаційно-господарські умови підприємства

Дослідження, які здійснювались у відповідності із поставленою метою та основними завданнями магістерської роботи, проводились на території діючої шахти «Степова», де здійснюються гірничодобувні роботи і яка розміщена у м. Першотравенськ, у межах Західного Донбасу (рис. 2.1, 2.2). У свою чергу Західний Донбас, як відомо, територіально входить до складу Дніпропетровської області (Адаменко, 2014).



Рис. 2.1. Терикони регіону досліджень

Згідно електронного ресурсу Вікіпедія, шахта Степова «...Стала до ладу у 1965 р. з виробничою потужністю 3000 тис.т вугілля на рік. Фактичний видобуток 4397/3621 т/добу (1990/1999). У 2003 р. видобуто 1334 тис.т. вугілля. Максимальна глибина робіт 230 м. Протяжність підземних виробок 91,2/108,3 км (1990/1999). Відпрацьовуються пласти потужністю 0,55–0,9 м з кутом падіння 3–5°. Пласти небезпечні щодо вибухів вугільного пилу. Кількість діючих очисних вибоїв 4/4, підготовчих 8/8. Очисні вибої

обладнані механізованими комплексами КМК-96, підготовчі – комбайнами)» (Горб, Дук, 2006).



Рис. 2.2. Шахта «Степова»

«На шахті передбачається розкриття і підготовка пластів у похилому полі блока № 2, прирізка запасів вугілля на ділянці шахти Західно-Донбаська № 11/13 і на ділянці шахти Брагинська. Кількість працюючих: 2614/3277 чол., з них підземних 1863/2254 чол. (1990/1999). Шахта нарощує видобуток вугілля».

На території шахти Степова знаходяться терикони, ґрунтовий склад яких не відповідає оптимальним умовам росту рослинних об'єктів. Дослідження щодо визначення металічного та неметалічного елементного контенту ґрунту, а також встановлення вмісту токсичних речовин у ґрунтовому субстраті, визначенню макро- та мікроелементного складу у тканинах рослин, які зосереджені на території регіону досліджень, присвячена ця дипломна робота.

2.2. Кліматичні і погодні умови району досліджень

М. Першотравенськ, в межах якого розміщено шахта Степова, територіально знаходиться на території Західного Донбасу Дніпропетровської області.

Територія, де проведені дослідження, відноситься до степової зони, яка, як ще зазначав Г.М. Висоцький, характеризується різкими умовами температури, які виражаються у суровій зимі та спекотному літі, високій амплітуді температурних коливань, які часто перевищують 20° , середньою річною кількістю опадів від 200 до 500 мм, сильними вітрами переважно зі східної четверті горизонту, які часто несуть дуже сухе повітря (з відносною вологістю у теплі дні іноді менше 10° , а також сильною випарованістю, яка більшою частиною перевищує суму річної кількості опадів.

Як зазначають окремі автори, територія Дніпропетровського регіону охоплює частину південного заходу Дніпровсько Донецького басейну (Адаменко, 2014).

Клімат Дніпропетровщини теплий, подекуди спекотний, помірний, континентальний, характеризується наявністю суховіїв та інколи пилових буревіїв. Середньорічна температура дорівнює близько 9°C : даний показник має тенденцію до збільшення, головним чином за рахунок все більшої інтенсифікації масштабного потепління (Горб & Дук, 2006).

Напрямок вітру у переважній своїй кількості або ж східний, що складає близько 23 % від загального числа днів, або ж західний, причому днів біля 18 % (Кульбіда та ін., 2009). Для надання детальнішої характеристики основних кліматичних показників Дніпропетровщини нами наведено наступну табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Показники клімату Дніпропетровського регіону

№ п/п	Параметр	Визначення показника
1	Клімату	Помірно-континентальний
2	<i>Температури:</i> середньорічної середньодобової (max) середньодобової (min)	+ 9 ° С + 31 ° С + 14 ° С
2	Вологість повітряних мас	40-80 %
3	Середня температура протягом року	+ 9 ° С
7	Середньорічні опади	55 мм
	Значення опадів за липень (max)	219 мм
8	Кількість посушливих днів	82
9	Максимальна швидкість вітру (чорні або пилові бурі)	18–22 (до 30 м/с)
10	Середньорічна швидкість вітру	3,7 м/с
11	Пріоритетні вітри	північно-східні

Ліси на території Дніпропетровської області є рідкісним явищем. Утворені вони зазвичай штучним шляхом. Природного походження лісові насадження зустрічаються у балках, тальвегах, прирічкових зонах. Для таких ділянок у холодний період року визначено позитивний вертикальний температурний градієнт, що правда не стосується байраків на східній експозиції (тут протилежна закономірність) (Бельгард, 1971).

2.3 Ґрунтові умови району досліджень

Дніпропетровська область представлена переважно родючими ґрунтами чорноземної природи. Також доволі поширеними тут є лучні ґрунти. Чорноземи області різні за підтипами і найчастіше пов'язані із лесовими карбонатними материнськими породами, що як наслідок обумовлює наявність у поглинальному комплексі катіонів Са та Mg.

Перегнійно-аккумулятивний горизонт під час переходу від могутніх чорноземів до каштанових ґрунтів скорочується (Бельгард, 1971). На глибині знаходяться вицвіти вуглекислого вапна (CaCO_3).

Ґрунти, утворені у результаті людської діяльності (урбаноземи, техноземи) розрізняються характером формування (насипні, перемішані), а також різняться за рівнем гумусу, за ступенем порушення профілю, за кількістю та складом включень (наприклад токсичних відходів, бетону, скла тощо) (Галаган, 1993).

Як зазначено у деяких публікаціях (Бельгард, 1971), для більшості ґрунтів, які мають антропогенну прив'язку, характерна відсутність генетичних горизонтів та наявність різних за забарвленням та потужності шарів штучного походження. Іншими словами, походження та властивості ґрунту нерозривно пов'язані з умовами навколишнього середовища.

Ґрунт відображає у своїх властивостях історичний хід природних умов, що впливають на нього, а також техногенних факторів. В даний час однією із найбільш суттєвих проблем забруднення ґрунтів є їх засолення та забруднення токсичними елементами, зокрема, важкими металами. Основна частина забруднюючих речовин надходить у ґрунти з атмосферними опадами, а ще з місць складування промислових та побутових відходів.

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Характеристика об'єктів дослідження

Для визначення ефективності використання деревних рослин у якості біоаккумуляторів токсичних речовин на території шахтних відвалів, опрацьовані дані, отримані для наступних листяних деревних видів: тополя чорна (*Populus nigra*), маслинка вузьколиста (*Elaeagnus angustifolia*), дуб черешчатий (*Quercus robur*), береза повисла (*Betula pendula* Roth.), ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.).

Тополя чорна (*Populus nigra*)

Цей вид належить до родини *Salicaceae*. Ареал походження: Європа, Західна та Центральна Азія, Північна Африка. У висоту рослина досягає від 18 до 30 м. Час цвітіння: березень-квітень. Світлолюбна рослина, середньо вибаглива до умов зволоження (Заячук, 2014).

P. nigra – це швидкозростаюче дерево, яке використовується для заліснення та як декоративна рослина у всіх помірних районах світу. Як ендемічний вид, *P. nigra* можна вважати на межі зникнення у значній частині свого природного ареалу, зокрема в Західній та Центральній Європі, оскільки його природне середовище існування поступово скорочується внаслідок діяльності людини та тому, що він легко гібридується з іншими видами (особливо *P. × canadensis*) і з його формою var. *italica* (тополя ломбардійська). Саме *P. nigra* var. *italica* вважається інвазивним або потенційно інвазивним видом в деяких частинах світу, включаючи Північну Америку, Південну Африку та Аргентину. Цей вид є інвазивним в дуже локалізованих районах США, зокрема в районі Великих озер і особливо в Мічигані, де його спочатку висаджували для стабілізації дюн. Це призвело до порушення природної міграції дюн із супутнім впливом на природні середовища існування та біорізноманіття. Однак, будучи чоловічим клоном, він не дає насіння, тому інвазивне поширення обмежене (рис. 3.1).

Інвазивності також сприяє вирощування цього виду як декоративного, вітрозахисного та ландшафтного дерева.

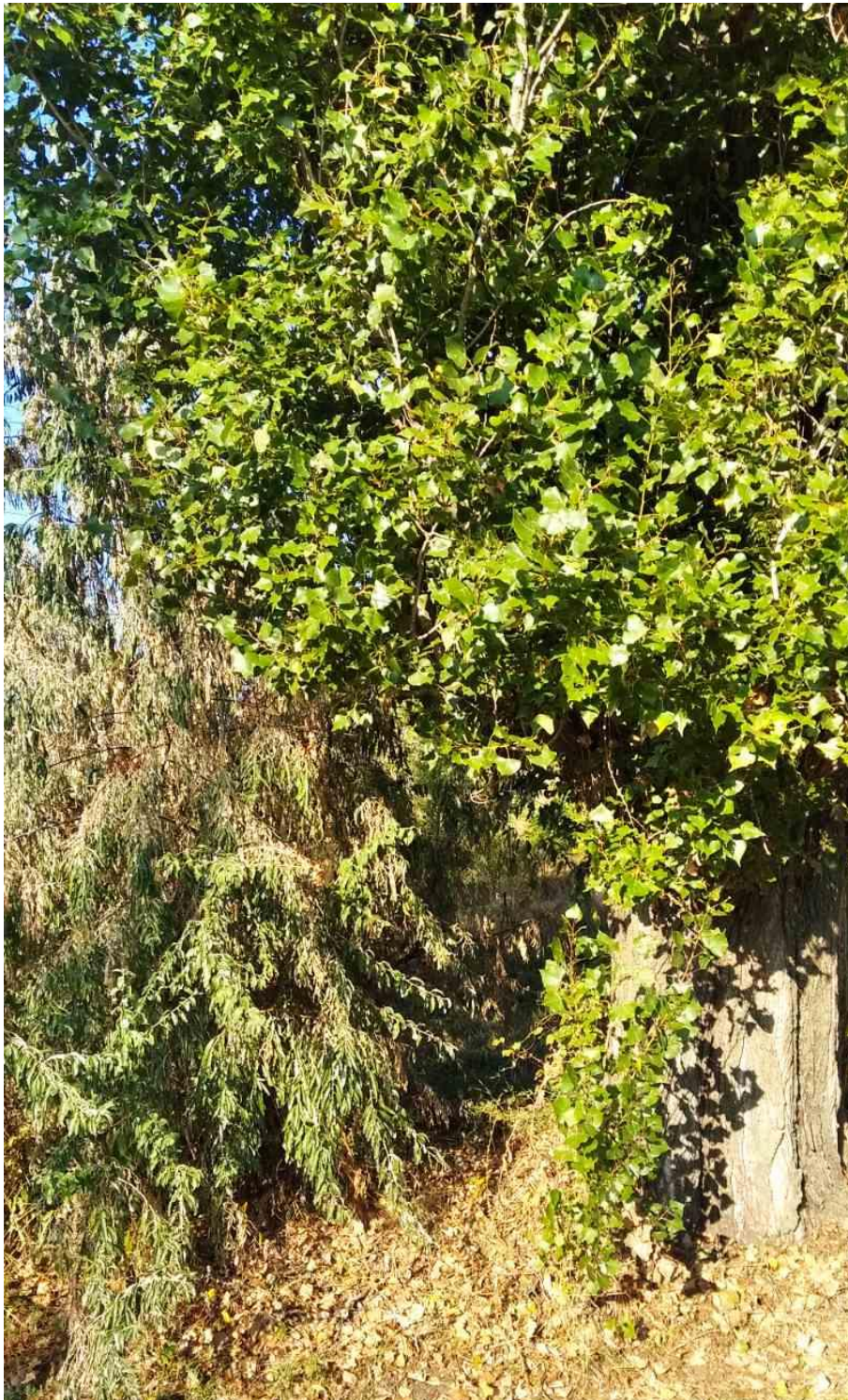


Рис. 3.1. Екземпляр тополі чорної на території досліджень

Береза повисла (*Betula pendula*)

Береза повисла є недовговічним, відносно невеликим широколистяним деревом, що зустрічається на більшій частині Європи, особливо в північних регіонах. У південній Європі береза обмежена до гірських районів, оскільки погано переносять тривалу літню посуху. Береза має дрібні зубчасті листя і характерну гладку кору від білого до сірого кольору (Заячук, 2014). У північних регіонах берези можуть домінувати у ландшафті, тоді як у центрі свого ареалу вони часто зустрічаються на початку вторинної сукцесії через їх рясне плодоношення, низькі вимоги до якості ґрунту, непереносимість тіні.

Betula pendula – це дерево середнього розміру, виростає до 30 м. Кора молодих дерев бура, при дозріванні стає сріблясто-білою, з горизонтальними темно-сірими чечевичками, які з віком темніють і утворюють тріщини. Кора *Betula pendula* яскраво-біла і блискуча, пагони голі. Листя грубе і нерівномірно двозубчасте, закінчується тонким вістрям. Вид є однодомною рослиною. Берези зазвичай живуть 90–100 років, рідше доживають до 150 років. Вони вимогливі до світла, можуть швидко рости на бідних ґрунтах, а їх плоди ефективно поширюються. Коріння легко асоціюються з великою кількістю ектомікоризних грибів. Берези зростають як піонерні рослини на ранніх стадіях вторинного сукцесійного розвитку рослинності. Вони цінні в природному або антропогенному відтворенні лісових угідь, найкраще зростають на досить родючих, легких, добре дренованих ґрунтах, особливо на ґрунтах умовно кислого середовища. Це холодостійкий вид.

Дуб звичайний (*Quercus robur*)

Quercus robur, відомий як дуб черешчатий або англійський, великі, міцні, широколистяні дерева, родом з більшої частини Європи. Особи можуть жити дуже довго (у деяких випадках понад 1000 років) і стають великими (понад 40 м заввишки), досягаючи діаметра від трьох до чотирьох метрів (Заячук, 2014). Дуби різноманітні морфологічно, і можуть природно гібридизуватись, генеруючи особин, що демонструють проміжні ознаки або поширеність одного, тому їх досить важко охарактеризувати. Основний

стовбур *Q. robur* має тенденцію розміщуватись усередині крони, розвиваючи нерегулярно гілки зі звивистими гілками. Кора сіра, тріщинувата, утворює прямокутні витягнуті блоки (рис. 3.2). Листя просте, обернено-довгасте, неправильнолопатеве, з короткою ніжкою (2–7 мм). Дуб – рослина однодомна і вітрозапилювальна, з пониклими чоловічими квітками в жовтих сережках близько 5 см завдовжки і кулястими жіночими квітками 1 мм, які з’являються відразу після перших листків. Плодами є жолуді, які часто бувають парами і сидять у лускатих чашках на кінцях довгих стебел. Жолуді дуже різноманітні за розміром і формою, з оливково-зеленими поздовжніми смугами.



Рис. 3.2. Екземпляр дуба на території досліджень

Дуб поширений на більшій частині Європи, досягаючи на північ до південної Норвегії та Швеції, а на південь до північної частини Піренейського півострова, Південної Італії, Балканського півостріву і Туреччини.

Q. robur зустрічається на багатьох ділянках як основна лісотвірна порода помірних широколистяних мішаних лісів. Це вид з великою екологічною амплітудою, хоча віддає перевагу родючим і вологим ґрунтам, і здатний домінувати в лісах. Дуб може поводитися як піонерне дерево, адже жолуді мають великі запаси поживних речовин і здатні виживати серед трав, при цьому достатньо розвиваючи глибоке коріння для швидкого росту пагонів. Пошкодження пізніми заморозками рідко є проблемою, за винятком випадків, коли температура досягає -3°C . Дуб має хорошу здатність до повторного проростання, а їх глибокі стрижневі корені надають йому структурної стійкості проти вітру і дозволяє витримувати помірну посуху.

Маслинка вузьколиста (*Elaeagnus angustifolia*)

Листопадне дерево з колючками до 10 м заввишки або великий чагарник з розлогою кроною. Листя просте, $(2-9) \times (0,4-2,5)$ см, ланцетоподібні або довгасто-вузькоеліптичні, зверху сіро-зелені, знизу сріблясті від лусочок, що покривають їх. Квітки дзвонові, дуже ароматні, 5–6 мм завдовжки, кремові (Заячук, 2014). Плоди округлі, злегка витягнуті, 7–15 мм завдовжки, із дозріванням жовті або жовтувато-бурі. Природний ареал: Середня Азія, Монголія, Китай, Іран, Мала Азія, Середземномор'я. Вегетація з кінця травня до початку жовтня. Цвіте у другій половині червня протягом 15 днів, плоди (їстівні) дозрівають у вересні. Цей вид являється посухостійким, солестійким, світлолюбним, іноді страждає від заморозків, газостійким, віддає перевагу легким, добре дренованим ґрунтам. Стійкий до хвороб та ентомошкідників (рис. 3.3).

Рекомендується використовувати у вигляді одиночних рослин або при створенні невеликих груп. Придатний для використання в живоплотах. Дуже

декоративна рослина, що утворює красиві кулясті крони, що має сріблястий колір листя.



Рис. 3.3. Маслинка вузьколиста на території досліджень

Ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.). Середньоросле листяне дерево, яке зазвичай виростає до 20–35 м, зрідка досягає 45 м. Крона куполоподібна, відкрита з висхідними гілками. У дерев з'являється гладка блідо-сіра кора, яка потовщується і з віком з'являються тріщини. Листя складне, з 9–13 листочків, непарноперистих, зубчастих, без черешків. Розміри листочків 3–12 см на 0,8–3 см. Квіти розкриваються до того, як листя розкриваються, що і відбувається відносно пізно навесні в порівнянні з іншими деревами. Квіти розвиваються пучками по 100–400, без пелюсток, оголюючи блідо-зелені нитки та темно-фіолетові рильця. Цей вид ясена називають полігамними, оскільки в рослинах розвиваються чоловічі або жіночі квітки, або одностатеві суцвіття тільки з чоловічими і жіночими квітами. Ясен звичайний запилюється вітром. Насіння довжиною 2–5 см, до кінця літа звисають пучками з гілок. Насіння зазвичай перебуває у стані спокою протягом двох років, але іноді і до шести, до проростання. Коли виповнюється 20–30 років, дерева дають плоди щорічно, з більшою кількістю плодів.

В природі ясен зустрічається по всій Європі у помірному поясі. У північній і західній частинах ясен росте в низинних лісах, а далі на південь і

захід від нього все частіше зустрічається у гірських районах. Ясен найкраще росте на багатих ґрунтах з високим вмістом глини та достатній кількості азоту, кальцію, магнію та вмістом фосфору, а також там, де рН ґрунту перевищує 5,5. Це мезофільний вид і стійкий до сезонних заболочень, але не витримує затоплення. Вид переносить відносно широкий діапазон поживних речовин і водних умов.

3.2. Методика проведення роботи та обліків

Дослідження із визначення мікроелементного вмісту металів проводили на зразках, отриманих із шахтної породи на штучно створених териконах шахти Степова м. Першотравенськ, а також зразках різних рослинних видів, які зростають на досліджуваних територіях (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Відбір ґрунтових зразків

Як у зразках ґрунту, так і рослинних зразках досліджуваних видів проведено визначення оксидів наступних елементів: Si, Ca, Ti, K, Cl, Mn, Al, P, Ni, Cr, Mg, As, Cd, Sn, а також Fe та S. Експериментальні дослідження здійснено методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії сертифікованій лабораторії Національного ТУ «Дніпровська політехніка».

3.3. Результати проведеної роботи та їх аналіз

3.3.1 Вміст елементів у ґрунтових зразках

З метою встановлення мікроелементного вмісту у зразках ґрунту та рослинному матеріалі, початковим етапом став аналіз досліджуваної території із виокремленням відповідних ділянок для відбору проб (як ґрунтового, так і рослинного матеріалу). Надалі на відмежованих площах проводились біометричні заміри ростучого на них рослинного матеріалу із відповідних визначенням висоти та діаметра представлених на ділянці екземплярів

На ділянці шахтного відвалу було виявлено наступні деревні види: дуб звичайний у кількості 6 шт., ясен зелений у кількості 8 шт., тополя чорна у кількості 23 екземпляри, маслинка вузьколиста – 18 шт. та береза повисла – 6 шт. Всього нарахували 61 екземпляр деревних рослин.

Аналіз статистичного розподілу таксаційних вимірів рослин показано в наступній таблиці (табл. 3.1). Як показують представлені дані статистичного розподілу екземплярів за біометричними параметрами, подібний розподіл визначено як нормальний із-зі не перевищення розрахованих значень асиметрії та ексцесу, у порівнянні їх із критичними значеннями (0,723 для асиметрії та 0,843 – для ексцесу).

Слід вказати, що для усіх досліджених видів виявлено правосторонню асиметрію та гостровершинність проаналізованих індексів.

Таблиця 3.1

Біометричні показники деревних видів на досліджуваних ділянках

Показник	Значення		Статистики			
	<i>min</i>	<i>max</i>	\bar{X}	σ	<i>A</i>	<i>E</i>
<i>Дуб звичайний</i>						
$D_{1,3}$, см	22,7	32,4	28,5	2,5	0,418	0,664
H , м	18,3	23,4	19,7	1,4	0,776	0,518
<i>Ясен звичайний</i>						
$D_{1,3}$, см	19,7	29,4	25,5	1,0	0,618	0,709
H , м	12,3	20,4	19,7	2,1	0,376	0,417
<i>Тополя чорна</i>						
$D_{1,3}$, см	32,7	46,4	35,5	3,3	0,187	0,314
H , м	18,3	28,4	19,7	1,4	0,476	0,318
<i>Маслинка вузьколиста</i>						
$D_{1,3}$, см	12,7	16,4	13,5	0,8	0,323	0,416
H , м	5,3	10,4	6,7	0,4	0,576	0,218
<i>Береза повисла</i>						
$D_{1,3}$, см	5,7	10,4	7,5	1,4	0,386	0,513
H , м	7,3	11,2	8,7	0,6	0,415	0,319

Для встановлення елементного складу у ґрунтових та рослинних зразках використовували атомно-абсорбційну спектрофотометрію. В результаті отримані наступні дані по вмісту мікроелементів у зразку, взятого із териконового насипу ґрунту (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Фактичний вміст хімічних елементів у зразку ґрунту терикону шахти Степова

№ з/п	Найменування елемента	Вміст, мг/кг
1	Si	53,364
2	Ca	25,093

3	Fe	3,608
4	Ti	5,095
5	K	3,572
6	Cl	0,921
7	Mn	0,724
8	Al	0,6
9	P	0,12
10	Ni	0,109
11	Cr	0,08
12	Mg	< 0,987
13	S	< 0,010
14	As	< 0,001
15	Cd	< 0,001
16	Sn	< 0,001

Процентне співвідношення найпоширеніших елементів, знайдених у ґрунті териконового шару представлено на наведеній нижче діаграмі (рис. 3.5).

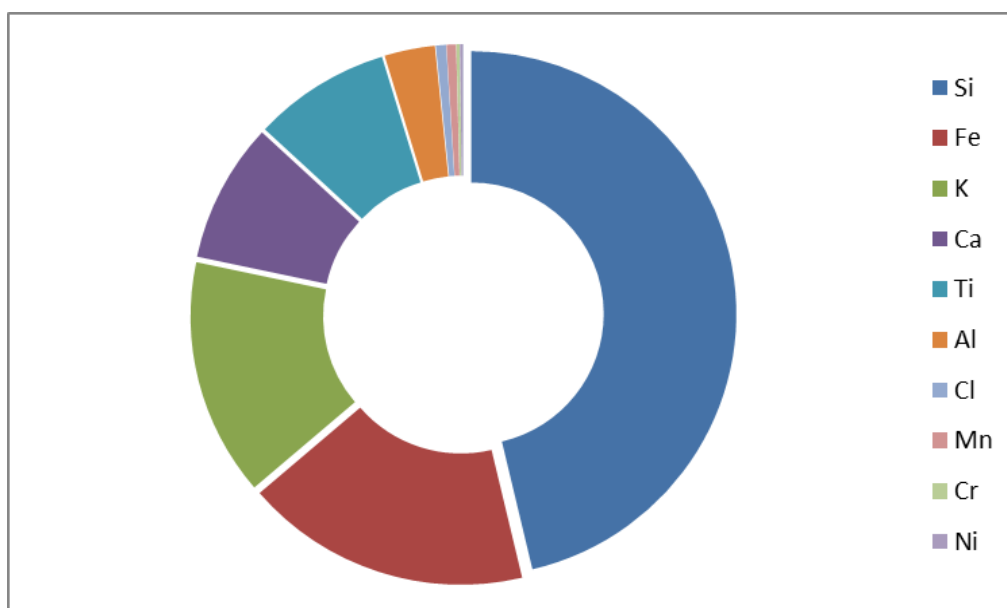


Рис. 3.5. Процентний перерозподіл елементів у зразку терикону

Як виявили результати аналізу процентного вмісту елементного складу ґрунтового зразка, всього тут знайдено 16 елементів. Найбільший вміст виявлено для кремнію, частка якого складає у ґрунті 57 %. На другій позиції визначено вміст кальцій ≈ 27 %. Частка титану становить $\approx 5,5$ %, калію та

заліза по майже чотири відсотка. Частки 11 інших елементів яких мають відсоток концентрації, менший за одиницю. Слід зазначити, що у ґрунті не було виявлено елементів групи важких металів.

3.3.2. Дослідження елементного вмісту у рослинних зразках

Гірничодобувна промисловість є джерелом надходження токсичних хімічних речовин, до яких насамперед відносяться елементи групи важких металів, як у ґрунт, так і в атмосферу. Рослинні організми є першим бар'єром, в які потрапляють подібні елементи, і вже надалі вони здійснюють їх передачу наступним ланкам у ланцюгу живлення (тварини, людина). Деревні рослини, завдяки своїй довговічності, саме таким чином здатні вилучати токсичні речовини антропогенного походження на деякий час, що визначає їхні фітомеліоративні властивості техногенно порушених територій.

Насадження териконової частини шахти Спєпова сформовані такими видами деревних порід як дуб звичайний, береза повисла, ясен звичайний, маслинка вузьколиста та тополя чорна. Наступна інформація спрямована на оцінювання елементного вмісту у листяній фракції означених видів.

Аналіз дуба звичайного показав наявність у біомасі листя наступних хімічних елементів (табл. 3.3)

Таблиця 3.3

Вміст хімічних елементів у листках дуба звичайного

№ з/п	Найменування оксиду (елемента)	Вміст, %
1	Ca	43,512
2	Mg	18,39
3	Si	13,073
4	K	11,048
5	Cl	5,532
6	Al	2,395
7	P	2,283
8	S	0,323
9	Fe	0,182
10	Ti	0,147
11	Mn	0,049

12	Zn	0,009
13	Cs	< 0,013
14	Co	< 0,004
15	Cr	< 0,003
16	Ni	< 0,003
17	Cu	< 0,002
18	As	< 0,001
19	Cd	< 0,001
20	Sn	< 0,001
21	Sb	< 0,001
22	Pb	< 0,001
23	Bi	< 0,001

Таблиця 3.4

Вміст хімічних елементів у листках берези повислої

№ з/п	Найменування оксиду (елемента)	Вміст, %
1	Ca	43,512
2	Mg	18,39
3	Si	14,073
4	K	13,848
5	Cl	4,732
6	Al	2,385
7	P	2,283
8	S	0,313
9	Fe	0,182
10	Ti	0,147 ± 0,008
11	Mn	0,049 ± 0,003
12	Zn	0,009 ± 0,004
13	Cs	< 0,013
14	Co	< 0,004
15	Cr	< 0,003
16	Ni	< 0,003
17	Cu	< 0,002
18	As	< 0,001
19	Cd	< 0,001
20	Sn	< 0,001
21	Sb	< 0,001
22	Pb	< 0,001
23	Bi	< 0,001

У найбільшій мірі у листках дуба звичайного присутній оксид кальцію, магнію, кремнію, і калію. У кількості менше 5 % представлений хлор, оксид алюмінію та фосфору. Концентрація інших знайдених у рослинних зразках дуба елементів складає менше 1 %.

Визначення елементного складу у тканинах берези повислої території шахтних відвалів виявило наступні фактичні результати (табл. 3.4).

У слідових кількостях у дослідних рослинних зразках представлені сірка, та такі метали як Ti, Mn, Zn, Cs, Co, Cr, Ni, Cu, As, Cd, Sn, Sb, Pb, Fe, Ві.

Як видно із результатів, поліелементний склад листя дуба і берези дуже подібний, і у складі берези у найбільшій кількості зафіксовано кальцію, магнію, калію та діоксиду кремнію.

Подібна тенденція перерозподілу знайдених елементів встановлено для тополі чорної, але із майже вдвічі більшим вмістом кальцію (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Вміст хімічних елементів у листках тополя чорної

№ з/п	Найменування оксиду (елемента)	Вміст, %
1	Ca	78,872
2	K	13,345
3	Si	3,218
4	Cl	2,653
5	Fe	0,716
6	Ti	0,548
7	Mn	0,244
8	Zn	0,045
9	Cs	0,044
10	Cu	0,008
11	Mg	< 0,540
12	Al	< 0,196
13	Co	< 0,020
14	Cr	< 0,019
15	Ni	< 0,016
16	P	< 0,010
17	S	< 0,004
18	As	< 0,001
19	Cd	< 0,001

20	Sn	< 0,001
21	Sb	< 0,001
22	Pb	< 0,001
23	Bi	< 0,001

Деякі іншими були результати, отримані для ясен звичайного, у якого виявлено найвищий вміст оксиду алюмінію (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Вміст хімічних елементів у листках ясен звичайного

№ з/п	Найменування оксиду (елемента)	Вміст, %
1	Al	33,591
2	Ca	31,825
3	K	18,385
4	Si	12,84
5	P	0,887
6	Cl	0,869
7	Fe	0,527
8	Sr	0,291
9	Ti	0,214
10	S	0,126
11	Mn	0,114
12	Zn	0,077
13	Cu	0,015
14	Cr	0,010
15	As	0,003
16	Te	< 0,843
17	Cd	< 0,017
18	V	< 0,013
19	Co	< 0,009
20	W	< 0,006
21	Ni	< 0,004
22	Sn	< 0,003
23	Sb	< 0,003

Як і для попередньо описаних рослин, східний тренд накопичення у найбільшій кількості оксидів кальцію, калію та кремнію характерно і для ясен. Вміст інших 19 елементів складає менш ніж по 1 %.

Фактично вдвічі збіднений поле елементний склад спостерігається у листяній біомасі маслинки вузьколистої (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Вміст хімічних елементів у листках маслинки вузьколистої

№ з/п	Найменування оксиду (елемента)	Вміст, %
1	Si	48,059
2	K	19,15
3	Ca	13,327
4	Fe	3,89
5	Ti	5,735
6	Al	1,19
7	Mn	0,644
8	Cl	0,576
9	Ni	0,117
10	Cr	0,057
11	P	0,013
12	Mg	< 0,909
13	S	< 0,008

Найвищий вміст визначено для оксидів кремнію, калію та калію. Концентрації заліза, оксидів титану та алюмінію знаходяться в межах до 10 %. Інші зафіксовані метали у кількості менш ніж 1 %.

Треба зазначити, що у рослинних зразках спостерігається відсутність елементів групи важких металів, точніше, наявна їхня слідова кількість (нікель, кадмій, плумбум, цинк, купрум, хром, манган). Подібна тенденція фіксується у рослинних зразках усіх досліджуваних видів.

3.3.3. Порівняльний аналіз елементного складу у тканинах листків різних видів

З метою аналізування накопичувальних властивостей досліджуваних листяних видів, здійснено порівняння особливостей зміни трендів найбільш поширених у тканинах листків хімічних елементів (рис. 3.6).

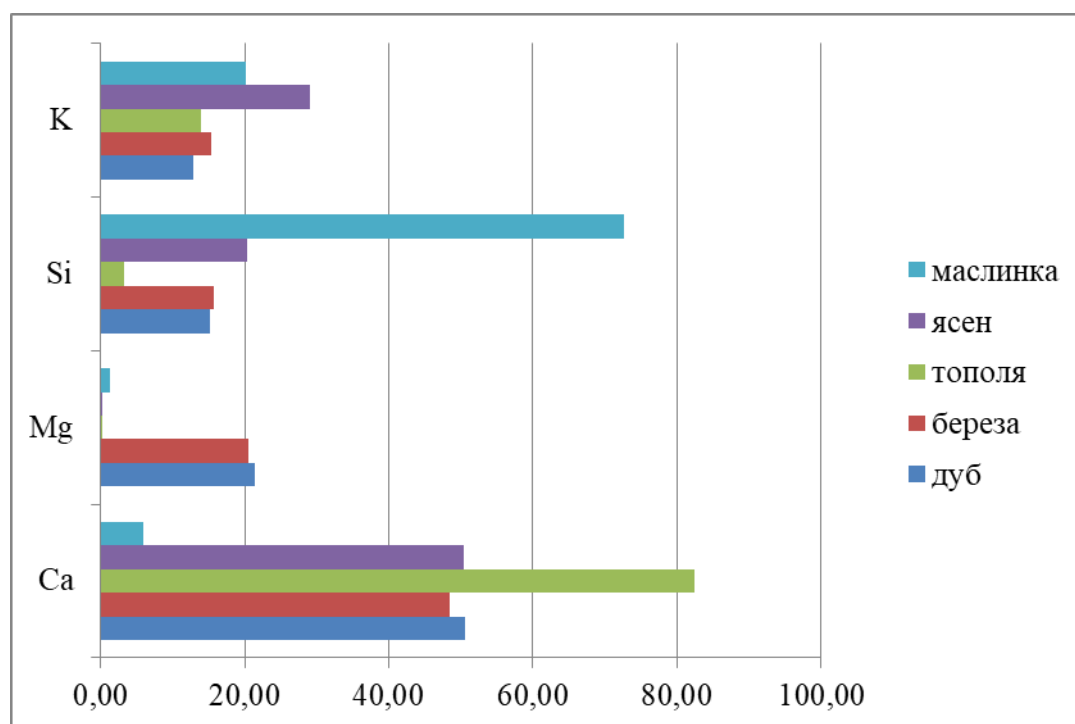


Рис. 3.6. Порівняння вмісту катіонів найпоширеніших елементів у різних породах рослин, %

Порівняльний аналіз вмісту оксиду кальцію у листяній фракції виявив найбільш інтенсивне його накопичення у листі тополі, у порівнянні із іншими досліджуваними породами.

Таблиця 3.8

Коефіцієнти акумуляції листяних видів елементів металічної та неметалічної групи

Хімічний елемент	Деревний вид				
	Дуб звичайний	Береза повисла	Тополя чорна	Ясен зелений	Маслинка вузьколиста
Ca	5,45	5,45	9,88	3,99	0,49
Mg	18,77	18,77	0,25	0,12	0,93
Si	0,30	0,33	0,07	0,30	1,12
K	0,81	1,02	0,98	1,35	0,98

Для елементів металічної групи (калій, магній, кальцій) та одного неметалічного елемента – Si, вміст яких виявився найвищим у рослинному матеріалі, був розрахований коефіцієнт акумуляції, який дозволяє зрозуміти шляхи надходження і потенціал накопичення елементів у рослині. Результати розрахунків представлено у табл. 3.8.

Розраховані коефіцієнти вказують на високу інтенсивність накопичення майже для усіх досліджуваних видів іонів кальцію, для дуба та берези – магнію. Причому треба зазначити факт істотного перевищення означених металів у тканинах досліджуваних рослин. Скоріш за все це обумовлено тим, що накопичення кальцію є властивим для деревних рослин більш зрілого віку.

РОЗДІЛ 4

Заходи з охорони праці

4.1. Техніка безпеки при виконанні посадкових робіт техногенно порушених земель

Охорона праці під час створення насаджень на техногенно порушених територіях здійснюється на підставі нормативно-правових актів з охорони праці для працівників сільського господарства (Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві), з урахуванням специфіки конкретних умов середовища.

Із вимог безпеки перед початком роботи правила передбачають, що територія техногенно порушених земель, яка відводиться під насадження має бути заздалегідь обстежена, намічені місця відпочинку. Місця для відпочинку та небезпечні місця обгороджуються попереджувальними знаками. Безпосередньо перед роботою необхідно перевірити наявність, придатність та одягнути засіб індивідуального захисту, справність ручного інструменту, машин та механізмів, у посадкових машин – сигналізацію, огорожу небезпечних зон, прив'язних ременів, інших засобів безпеки, передбачених конструкцією машини. Установка маркерів на посівній машині проводиться при зупиненому агрегаті.

Надалі треба уточнити у майстра порядок виконання робіт, передбачених технологічною картою, з якою бригада (ланка) була ознайомена.

Відповідно до вимог безпеки під час роботи слід означити, що очищення висівних апаратів повинно проводитись спеціальним обладнанням, не дозволяється перемішувати насіння в апаратах руками. Робітники повинні бути за лісопосадковою машиною з відривом щонайменше 10 м. Перед початком руху лісопосадкової машини саджальники повинні прив'язатися ременями, не дозволяється сходити, сідати і завантажувати посадковий матеріал під час руху машин. При одночасній роботі кількох лісопосадкових

машин відстань між ними в рівнинній місцевості має бути не менше 20 м. Наприкінці при розвороті необхідно зупинити агрегат, після чого садівник повинен залишити робоче місце.

З посадкових смуг мають бути прибрані дерева. Під час зустрічі машин з перешкодами, при розворотах та переїздах садівники повинні залишити робочі місця за сигналом тракториста після зупинки трактора. При посадці лісу вручну ланки саджальників повинні бути на відстані не ближче 2,5 м один від одного.

При підготовці щілин працівник, який здійснює садіння, повинен бути збоку від розмаху мотики, заборонено перебувати попереду або ззаду.

При посадці повинна постійно витримуватися дистанція не менше 3-5 підготовлених щілин між саджальником та робітниками з мотикою.

При роботі з мотобуром переміщатися по лісопосадковій ділянці можна при двигуні, що працює на холостому ході (робочий орган не рухається). При пересуванні на велику відстань мотобур вимикається. Бур повинен використовуватися із застосуванням індивідуальних противібраційних засобів.

Вимогами безпеки в аварійних ситуаціях передбачено припинити роботу при швидкості вітру більше 11 м/с, густому тумані, сильному снігопаді (видимість менше 50 м), до поліпшення обстановки треба сховатися в надійному місці.

Під час грози слід призупинити роботу, зайняти безпечне місце на галявині, ділянці листяного молодняка, між деревами, що зростають на відстані 20 м один від одного, в горах та горбистій місцевості ближче до середини схилу, по можливості розташуватися на ізолюючому матеріалі (сухий хмиз, мох, береста), видалити від себе металеві предмети, машини, механізми. Забороняється під час грози: перебувати в русі, на вершині гори, пагорба, узліссі; зупинятися біля струмків, річок, озер; ховатися під окремими деревами, скелями, камінням, притулятися до них; стояти біля

триангуляційних знаків, розташовуватися ближче 10 м від інших вишок та знаків, біля машин та механізмів.

При займанні лісу вжити заходів для його гасіння власними силами, при можливості дати інформацію в лісгосп, лісництво чи іншу організацію, підприємство чи населенню. За неможливості загасити пожежу – вжити заходів особистої безпеки та залишити місце загоряння. Аналогічним чином вчинити за будь-якої іншої небезпеки (екологічної, стихійного лиха, радіаційної, хімічної небезпеки), що загрожує життю людей.

При вимушеній зупинці агрегату заглушити двигун і загальмувати трактор. Про те, що сталося повідомити майстра (іншого керівника).

У разі нещасного випадку надати потерпілому долікарську допомогу, при необхідності вжити заходів для доставки його до медичного закладу, при можливості зберегти обстановку події, про випадок повідомити керівника робіт.

Вимоги безпеки після закінчення роботи включають наступні дії: слід очистити, упорядкувати інструмент, обладнання, механізми, помістити їх на зберігання у відведені місця. Загасити багаття. Зняти обмундирування, спецодяг та взуття, очистити та звільнити їх від пилу, помістити на зберігання. Переконатися у відсутності енцефалітного кліща, за наявності видалити. Виконати гігієнічні процедури, під час роботи у зоні радіаційного забруднення виконати запропоновані процедури. Про всі зауваження щодо роботи повідомити посадову особу та занести зауваження до журналу адміністративно-громадського контролю з охорони праці.

4.2. Засоби індивідуального захисту при роботі з листяними деревними видами рослин

Під час роботи із листяними деревними видами працівники мають бути забезпечені засобами індивідуального захисту у відповідності із наступними нормативними документами: «НПАОП 0.00-4.01-08 – Положення про

порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 24.03.2008 р. за № 53, зареєстрованого в Мін'юсті України 21.05.2008 р. за № 446/15137»; «НПАОП 0.00-1.04-07 – Правила вибору та застосування засобів індивідуального захисту органів дихання, затвердженого наказом Держгірпромнагляд від 28.12.2007 за № 331, зареєстрованого в Мін'юсті України 04.04.2008 за № 285/14976»; «Мийні та знешкоджувальні засоби відповідно до НПАОП 0.00-3.06-22 про видачу мила на підприємствах».

Відповідно до Закону з охорони праці та «Переліку державних та міждержавних стандартів засобів індивідуального захисту», працівникам, зайнятим на роботах зі шкідливими або небезпечними умовами праці, а також на роботах, що виконуються в особливих температурних умовах, або на роботах, пов'язаних із забрудненням, видаються безкоштовно сертифіковані спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту, відповідно до Правил забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту.

Видача працівникам спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту за встановленими нормами проводиться за рахунок коштів роботодавця незалежно від того, до якої галузі економіки відносяться виробництва, цехи, ділянки та види робіт, а також незалежно від форм власності організацій та їх організаційно-правових форм.

Вибір засобів індивідуального захисту здійснюється з урахуванням вимог безпеки кожного конкретного виду робіт. Засоби індивідуального захисту повинні відповідати вимогам стандартів, технічної естетики та ергономіки, забезпечувати ефективний захист та зручність під час роботи.

Засоби індивідуального захисту, на які немає технічної документації, до застосування не допускаються.

При виборі засобів індивідуального захисту враховуються конкретні умови, вид та тривалість впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту, що видаються працівникам, повинні відповідати характеру та умовам роботи та забезпечувати безпеку праці.

Працівники зобов'язані правильно використовувати надані в їхнє розпорядження спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту.

Залежно від конкретних умов робіт працівники забезпечуються засобами індивідуального захисту:

- а) спеціальним одягом залежно від шкідливих виробничих факторів, що впливають;
 - б) касками для захисту голови від травм, спричинених падаючими предметами або ударами об предмети та конструкції;
 - в) окулярами захисними, щитками, захисними екранами для захисту від пилу, часток, що летять, яскравого світла або випромінювання тощо;
 - г) захисними рукавичками або рукавицями, захисними кремами та іншими засобами захисту рук;
 - д) спеціальним взуттям відповідного типу під час робіт з небезпекою отримання травм ніг;
 - е) засобами захисту органів дихання від пилу, диму, пари та газів;
 - ж) індивідуальними кисневими апаратами та іншими засобами під час роботи в умовах можливої кисневої недостатності;
- з) запобіжними поясами із незалежно закріпленими стропами для захисту від падіння з висоти;
- і) рятувальними жилетами та поясами у разі небезпеки падіння у воду;
 - к) сигнальними жилетами під час виконання робіт у місцях руху транспортних засобів.

Працівникам, які виконують роботи в лежачому, сидячому положеннях або в положенні «з коліна», видаються мати або наколінники з матеріалу низької теплопровідності та водонепроникності.

Працівники, що беруть участь у роботах, при виконанні яких виділяються шкідливі гази, пил, іскри, уламки, стружка тощо, що забезпечуються респіраторами або протигазами або окулярами, масками, шоломами, щитками.

Працівникам, які мають зір з відхиленням від норми, видаються очки, що коригують.

Роботодавець повинен забезпечувати своєчасну видачу, хімічне чищення, прання, ремонт, а на роботах, пов'язаних зі значною запиленістю та впливом отруйних або токсичних речовин, крім того, знепилення, дегазацію, дезактивацію, знешкодження спеціального одягу та інших засобів індивідуального захисту за рахунок коштів організації у терміни, що встановлюються з урахуванням виробничих умов, за погодженням із профспілковим комітетом або іншим уповноваженим працівниками представницьким органом та міським (районним) центром державного санітарно-епідеміологічного нагляду.

На час прання, хімістки, ремонту, знепилення, знешкодження, дегазації, дезактивації засобів індивідуального захисту працівникам видається їхній змінний комплект.

Для прання, хімічного чищення та ремонту спеціального одягу та спеціального взуття в організації повинні передбачатися пральня та відділення хімічного чищення з приміщеннями для ремонту одягу та взуття. Допускається створення однієї пральні або одного відділення хімічного чищення для групи близько розташованих одна від одної організацій, а також прання, хімічне чищення та ремонт спеціального одягу та спеціального взуття за договорами зі спеціалізованими організаціями побутового обслуговування.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Для дослідження акумулятивних властивостей відібрано проби рослинного матеріалу п'яти деревних видів – дуба звичайного, берези повислої, тополі чорної, ясена звичайного та маслинки вузьколистої, що зростали на териконах шахти Степова Західного Донбасу.

2. У проаналізованих пробах ґрунту не відмічено помітних ознак забруднення токсичними важкими металами. Найвищий ступінь накопичення характерний для такого елемента як кремній, що складає майже половину вмісту у дослідному зразку з терикону.

3. Поліелементний склад листя дуба і берези дуже подібний, у обох видів у найбільшій кількості зафіксовано кальцію, магнію, калію та кремнію.

4. Поглинання кальцію рослинами тополі чорної досягає найвищого рівня, у порівнянні із іншими досліджуваними видами. Ступінь насиченості рослинних тканин характеризується тим, що в них 78 % складають іони Ca^{2+} , 13 % – K^+ .

5. У слідових кількостях у дослідних рослинних зразках представлені сірка та такі метали як Fe, Ti, Mn, Zn, Cs, Co, Cr, Ni, Cu, As, Cd, Sn, Sb, Pb, Bi.

6. Порівняльний аналіз вмісту оксиду кальцію у листяній фракції виявив найбільш інтенсивне його накопичення у листі тополі, у порівнянні із іншими досліджуваними породами.

7. Розраховані коефіцієнти акумуляції вказують на високу інтенсивність накопичення майже для усіх досліджуваних видів (дуб, береза, тополя, ясен) іонів кальцію, для дуба та берези – магнію.

8. Дослідження, проведені на териконових відвалах шахти Степова показали відсутність, або ж слідові кількості елементів групи важких металів як у зразках ґрунту, так і в рослинному матеріалі, що не надає можливості рекомендувати досліджувані види рослин на територіях із подібними характеристиками.

Список використаної літератури

1. Авессаломов И. А. Геохимические показатели при изучении ландшафтов: М.: Изд-во Московского университета, 1987. 108 с.
2. Адаменко, Т. І. (2014). Агрокліматичне зонування території України з врахуванням змін клімату. Київ: Вєго «Мама-86».
3. Бессонова, В. П. (2006). Влияние тяжелых металлов на фотосинтез растений. Днепропетровск: Днепропетровский государственный аграрный университет.
4. Галаган, О.О. (1993). Ландшафтно-геохімічні дослідження міграції важких металів у лісостепових ландшафтних комплексах України. Український географічний журнал, 2, 32 – 35.
5. Горб, А. С., & Дук, Н. М. (2006). Клімат Дніпропетровської області. Дніпропетровськ: ДНУ.
6. Гришко, В. М., Сишиков, Д. В., Піскова, О. М., Данільчук, О. В., & Машталер, О. В. (2012). Важкі метали: надходження в ґрунти: транслокація в рослинах та екологічна безпека. Донецьк: Донбас.
7. Заячук В. Я. (2014). Дендрологія: підручник, видання друге зі змінами та доповненнями. Львів: Сполом.
8. Зверковський, В. М. (1999). Біогеоценологічне обґрунтування лісової рекультивації земель, порушених вугільною промисловістю в степовій зоні України. Автореферат дисертації на здобуття ступеня доктора біол. наук. Дніпропетровськ.
9. Кабата-Пендиас, А., & Пендиас, Х. (1989). Микроэлементы в почвах и растениях. Пер. с англ. Москва: Мир.
10. Кульбіда, М. І., Барабаш, М. Б., Єлістратова, Л. О., Адаменко, Т. І., Гребенюк, Н. П., Татарчук, О. Г., & Корж, Т. В. (2009). Клімат України: у минулому і майбутньому. Київ: Сталь.

11. Про охорону праці: Закон України від 14.10.1992 р. №2694-ХІІ. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 49, ст.668. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>
12. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#Text>
13. Романова, Н.В., & Зверковський, В.М. 2005. Фізико-хімічні властивості шахтних порід Західного Донбасу. Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія, 13(2). 158–163.
14. Ткачук К. Н., Гурін А. О. Охорона праці. Київ, 1998. 320 с.
15. Adriano, D.C., Chlopesa, A., Kaplan, D.I., Clijsters, H., Vangronsveld, J. (1997). Soil contamination and remediation: philosophy, science, and technology. Paris France, 465–504.
16. Adriano, D.C. (1986). Trace elements in the terrestrial environment. New York: Springer Verlag, 533.
17. Ahonen-Jonnarth U., Roitto A., Markkola A. M., Ranta H., Neuvonen S. (2004). Effects of nickel and copper on growth and mycorrhiza of Scots pine seedlings inoculated with *Gremmeniella abietina*. For. Path., 34, 337–348.
18. Baker, A.J.M. (1981). Accumulators and excluders-strategies in the response of plants to heavy metals. J Plant Nutr., 3, 643–654
19. Baker, A.J.M., Brooks, R.R. (1989). Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metallic elements-a review of their distribution, ecology and phytochemistry, Biorecovery, 81–126.
20. Balestrini, R., Arisci, S., Brizzio, M.C., Mosello, R., Rogora, M., Tagliaferri, A., (2007). Dry deposition of particles and canopy exchange: comparison of wet, bulk and throughfall deposition at five forest sites in Italy. Atmospheric Environment, 41 (4), 745e756.

21. Bell CW, Biddulph O. (1963). Translocation of calcium. Exchange versus mass flow. *Plant Physiology*, 38, 610–614.
22. Blaylock M. J., Huang J. W. (2000). Phytoextraction of metals. *Phytoremediation of Toxic Metals: using Plants to Clean up the Environment*. I. Raskin, B. D. Ensley (eds.). New York: John Wiley and Sons Inc., 314.
23. Bowen HJM. (1979). *Environmental chemistry of the elements*. New York: Academic Press, 333.
24. Brown M. T., Wilkins D. A. (1985). Zinc tolerance in mycorrhizal *Betula*. *New Phytol.*, 99., 91–100.
25. Brun M. 1998. Phytoremédiation pour la dépollution des sols et la réhabilitation des sites. *Environ. Tech.*, 173, 42–44.
26. Cataldo D.A., McFadden K.M., Garland T.R., Wildung R.E. (1988). Organic constituents and complexation of nickel (II), iron (III), cadmium (II), and plutonium (IV) in soybean xylem exudates. *Plant Physiology*, 86, 734–739.
27. Chaney R. L., Malik M., Li Y. M., Brown S. L., Brewer E. D., Angle J. S., Baker A. J. M. (1997). Phytoremediation of soil metals. *Current Opinion in Biotechnologies*, 8, 27
28. Farago M.E. 1994. Plants and the chemical elements. Biochemistry, uptake, tolerance and toxicity. Weinheim: VCH Verlagsgesellschaft, 29.
29. Fergusson J.E. (1990). Heavy elements in plants. Chemistry, environmental impact and health effects. London: Pergamon Press, 614.
30. Godbold D.L., Jentschke G., Winter S., Marschner P. (1998). Ectomycorrhizas and amelioration of metal stress in forest trees. *Chemosphere*, 36(4–5): 757–762.
31. Godbold D.L., Kettner C. (1991). Lead influences root growth and mineral nutrition of *Picea abies* seedlings. *Plant Physiology*, 139, 95–99.

32. Greger M. (1999). Metal availability and bioconcentration in plants. In Heavy metal stress in plants from molecules to ecosystem. Ed. by Prasad MNV, Hagemeyer J. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany, 1–27.
33. Gussarsson M, Adalsteinsson S, Jensén P. (1995). Cadmium and copper interactions on the accumulation and distribution of Cd and Cu in birch (*Betula pendula* Roth) seedlings. *Plant and Soil*, 171, 185–187.
34. Jentschke G., Godbold D.L. (2000). Metal toxicity and ectomycorrhizas. *Physiologia plantarum*, 109, 107–116.
35. Khan A. G. (2001). Relationships between chromium biomagnification ratio, accumulation factor, and mycorrhizae in plants growing on tannery effluent-polluted soil. *Environ. Int.*, 26, 417–423.
36. Kozlov M. V., Haukioja E., Bakhtiarov A. V., Stroganov D. N. (1995). Heavy metals in birch leaves around a nickel-copper smelter at Monchegorsk, north-western Russia. *Environ. Pollut.*, 90, 291–299.
37. Lepp N.W. (1975). The potential of tree-ring analysis for monitoring heavy metal pollution patterns. *Environmental Pollution*, 9, 49–61.
38. Lindberg RS, Landberg T, Greger M. (2004). A new method to detect cadmium uptake in plant protoplasts. *Planta*, 219(3), 526–32.
39. Marschner H. (1995). Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed., Academic Press, London.
40. Marschner H. (1995). Mineral nutrition of higher plants. 2nd edition London: Academic Press, 912.
41. Maurice C., Lagerkvist A. (2000). Using *Betula pendula* and *Telephora caryophyllea* for soil pollution assessment. *J. Soil Contam.*, 9, 31–50.
42. Nieminen, T.M., Derome, J., Helmisaari, H.S. (1999). Interactions between precipitation and Scots pine canopies along a heavy-metal pollution gradient. *Environmental Pollution*, 106(1), 128e137
43. Norden M. (2006). Sewage Sludge Fertilization of Conifer forests in the Nordic Countries and North America, 501, 74.

44. Petty, W., Lindberg, S., 1990. An intensive 1-month investigation of trace metal deposition and throughfall at a mountain spruce forest. *Water, Air, and Soil Pollution*, 53, 213e226.
45. Pulford I. D., Watson C., McGregor S. D. (2001). Uptake of chromium by trees: prospects for phytoremediation. *Environmental Geochemistry and Health*, 23, 307–311.
46. Rautio P. (2000). Nutrient alterations in Scots pines (*Pinus sylvestris* L.) under sulphur and heavy metal pollution. PhD Thesis, Acta Universitatis Ouluensis, 353.
47. Reimann C, de Caritat P. (1998). Chemical elements in the environment. Factsheets for the geochemist and environmental scientist. Berlin: Springer, 398.
48. Robb D.A., Pierpoint W.S. (1983). Metals and micronutrients, uptake and utilisation by plants. London: Academic Press, 341.
49. Rosselli W., Keller C., Boschi K. (2003). Phytoextraction capacity of trees growing on a metal contaminated soil. *Plant and Soil*, 256, 265–272.
50. Sattelmacher B. (2001). The apoplast and its significance for plant mineral nutrition. *New Phytologist*, 149, 167–192.
51. Schröder P., Navarro-Aviñó J., Azaizeh H., Goldhirsh A. G., DiGregorio S., Komives T., Langergraber G., Lenz A., Maestri E., Memon A. R., Ranalli A., Sebastiani L., Smrcek S., Vanek T., Vuilleumier S., Wissing F. (2006). Using phytoremediation technologies to upgrade waste water treatment in Europe. *Env. Sci. Pollut. Res.*, 1–8.
52. UNEP IETC. (2003). *Phytotechnologies: A Technical Approach in Environmental Management*. 48.
53. White, M.C., Baker, F.D., Chaney, R.L., Decker, A.M. (1981). Metal complexation in xylem fluid. II. Theoretical equilibrium model and computational computer program. *Plant Physiology*, 67, 301–310

54. Wolterbeek, H.Th. (1987). Cation exchange in isolated xylem cell walls of tomato. I. Cd^{2+} and Rb^{2+} exchange in adsorption experiments. *Plant, Cell and Environment*, 10, 39–44.